

Державна гідрометеорологічна служба України

Гідрометеорологічний центр
Чорного та Азовського морів

ВІСНИК

**ГІДРОМЕТЦЕНТРУ
ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРІВ**

№ 1 (24)

Одеса - 2020

**Вісник Гідрометцентру Чорного та Азовського морів.
Державна гідрометеорологічна служба України.**
— 2020. — № 1(24). — ___ с. — Мови: укр., рос.

**Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей.
Государственная гидрометеорологическая служба Украины.**
— 2020. — № 1(24). — ___ с. — Языки: укр., рус.

Редакційна колегія

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

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

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

СУЧАСНИЙ СТАН ВИКОНАННЯ ПРОГРАМИ МОРСЬКИХ ПРИБЕРЕЖНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ АЗОВО-ЧОРНОМОРСЬКОГО БАСЕЙНУ

Вивчення гідрометеорологічного режиму поверхневих вод проводиться на основі постійних спостережень на мережі гідрометеорологічних організацій Державної служби України з надзвичайних ситуацій. 22 підрозділи проводять комплекс прибережних спостережень за рівнем моря, температурою і солоністю морської води, хвилюванням моря, штормовими явищами, а в зимовий період за льодовими утвореннями.

Метою цих спостережень є вивчення морського режиму прибережної зони Української території Азовського і Чорного морів. Для цього проводиться збір, обробка та архівація гідрометінформації з усіх станцій і постів Азово-Чорноморського басейну. Ці завдання успішно виконуються за допомогою автоматизованої системи “АССОКА”.

Програма стандартних гідрометеорологічних спостережень на морській береговій мережі включає в себе:

- **Спостереження за рівнем моря** — на 20 пунктах по водомірним рейкам різних модифікацій. Додатково на 8 пунктах — по самописцям рівня моря.

З 8 серпня 2016 року, через несправність часового механізму, припинена робота самописця рівня моря на МГП Паромна переправа. З 1 квітня 2018 року припинені спостереження за самописцем на МГ Білгород-Дністровський, через порушення цілісності споруди самописця. Спостереження на цих пунктах дотепер не відновлені. З 27 серпня 2019 року припинені спостереження за рівнем моря на морському гідрологічному посту Цареградське Гирло, через руйнування гідрологічної рейки. Запасного приладу на посту не було.

- **Спостереження за температурою поверхневого шару води** — на 22 пунктах, за допомогою термометрів ТМ-10 в оправі ОТ-51 та нових приладів ВТП-16.1.
- **Спостереження за солоністю морської води** — на 15 пунктах.

Визначається трьома нерівнозначними по точності способами. На 3 пунктах — електрометричним, на 6 — аргентометричним та на 6 — ареометричним. Найбільш точний з них — електро-

метричний метод, але електросолемірів ГМ-65 на мережі залишилося усього два.

- **Візуальні спостереження за хвилюванням моря** — на 12 пунктах.

Але більш точні спостереження за розвитком і загасанням штормового хвилювання бажано проводити інструментально, а тому морська мережа потребує сучасних приладів.

- **Спостереження за льодовими явищами** — на 20 пунктах.

Льодово-профільні спостереження проводяться на 3 пунктах. Визначення товщини льоду проводяться за допомогою льодомірних рейок та льодових бурів різної конструкції, які є взаємозамінними і не потребують будь-яких удосконалень.

На цей час майже всі станції і пости виконують плани морських прибережних спостережень практично в повному обсязі. Основні завдання та функції щодо здійснення морських гідрометспостережень і робіт, в основному, виконуються на належному рівні. Якість отриманих матеріалів хороша, грубі помилки не допускаються. Недовиконання плану спостережень відзначається тільки на морському посту о. Зміїний, так як вони проводяться тільки в період літньої навігації.

Планові геодезичні роботи виконуються майже повністю та своєчасно. Не виконана зв'язка реперів на ОГ Южний, через відсутність основного реперу. Не підтверджена зв'язка реперів на МГП Херсон, через руйнування будівлі в стіні якої розташований контрольний репер.

Протягом року до сектору морських спостережень та інформації Маріупольської ГМО надходить звітна інформація про прибережні спостереження морської мережі української території Азово-Чорноморського басейну. Після отримання всієї інформації, проводиться контроль за достовірністю, однорідністю і безперервністю всього ряду спостережень. Після чого в програмі "АССОКА" проводиться заповнення підсумкових таблиць, які в подальшому входять в Морський Щорічник.

З метою якісного ведення ЩДС, у 2017 году було розроблено та затверджено методичні вказівки з ведення Державного водного кадастру. "Щорічні дані про режим та ресурси вод морів та морських гирл річок".

Щорічник ведеться з метою накопичення, систематизації і зберігання відомостей про гідрометеорологічний стан морів, а

також забезпечення ними органів державної влади різних рівнів, галузей економіки, населення та інших споживачів.

Щорічник містить вибіркові і розрахункові характеристики рівня моря, витрат і наносів, температури і солоності морської води, хвилювання, параметрів вітру, льодових явищ, небезпечних морських явищ.

Для вивчення мінливості морського режиму проводиться аналіз гідрометеоелементів отриманих за рік з багаторічними характеристиками.

Крім того Щорічник містить огляди про особливості метеорологічного, гідрологічного і льодового режимів досліджуваних районів.

Випуск частини “Моря” підготовлюється спеціалістами Маріупольської ГМО на основі щомісячної звітної інформації. Випуск частини “Гирла річок” — на основі готового матеріалу спеціалістів Дунайської ГМО і Миколаївського ЦГМ. Остаточне редагування і підготовка до друку проводиться спеціалістами Маріупольської ГМО.

Треба виділити ряд істотних проблем, які виникли у гідрометорганізацій з морським розділом робіт.

Слід відмітити, що більшість вимірювальних засобів морської мережі спостережень давно відпрацювали свій технічний ресурс.

Мережа гостро потребує переоснащення сучасними приладами для проведення безперервних спостережень за рівнем моря. Існуючі прилади — самописці рівня моря — давно виробили свій технічний ресурс. В першу чергу приходять в непридатність годинникові механізми, які складно замінити, через що спостереження припиняються.

У грудні 2018 року Департаментом екології військово-цивільної адміністрації Донецької області була придбана морська вимірювальна платформа “AADI-SEAGUARD PLATFORM”. Прилад призначений для безперервних спостережень за рівнем, температурою, солоністю, щільністю, каламутністю, концентрацією кисню у морській воді, напрямком та швидкістю течії. Прилад встановлено у колодязі морського гідрологічного поста Маріуполь, де проводяться паралельні спостереження за рівнем моря. В результаті спостережень, було виявлено, що показники платформи практично не відрізняються від показників самописця рівня моря.

Основні спостереження за рівнем моря проводяться по водомірним рейкам ГРМ-4 і ГМ-3. А тому конче необхідно щоб морська мережа була в повному обсязі ними забезпечена.

Достатньо напружена ситуація утворилася з бланковим матеріалом. Книжки нового зразку були розроблені і затверджені ще у 2009 році. Але не всі пункти спостережень мають їх достатню кількість, тому продовжують користуватися книжками старого зразку. Така ж сама ситуація з стрічками самописця рівня моря. Запасу стрічок практично не залишилося. А на деяких пунктах спостережень, де стрічки морських самописців закінчилися, використовуються стрічки річних самописців.

Достовірність спостережень за рівнем моря вимагає систематичного визначення висотного положення нуля водомірної рейки і незмінності висотного положення нуля поста. Для забезпечення виконання цих вимог проводиться нівелювання водомірних рейок 2 рази на рік, навесні та восени, після очищення району водомірного поста від льоду і перед зимовим льодоставом.

Оформлення журналу нівелювання необхідно проводити згідно методичних вказівок щодо нівелюванню морських рівневих постів. Недотримання основних вимог методичних вказівок найчастіше приводить до помилок у результатах. Що в свою чергу може вплинути на достовірність спостережень за рівнем моря. Для чіткого виконання геодезичних робіт необхідно приділити увагу підвищенню рівня знань спеціалістів-океанологів.

Треба окремо зупинитися на спостереженнях за льодовими явищами. Через нетривалість холодних періодів, утворення льоду на Азовському і Чорному морях має короткочасний характер. Сезонність льодових спостережень позначається на їхній якості. Спостерігачі припускають багато дрібних помилок при складанні телеграм і оформленні результатів льодових спостережень. Після перевірки льодових звітів, картки помилок висилаються на кожен льодовий пункт для того щоб в новому льодовому сезоні спостерігачі не повторювали минулих помилок.

Підводячи підсумки — для більш якісного обслуговування різних галузей економіки підрозділами гідрометслужби України необхідно, щоб морська прибережна мережа була в повному обсязі оснащена сучасними технічними засобами, необхідною кількістю бланкового матеріалу та кваліфікованими спеціалістами.

**ВИКОНАННЯ ЕКСПЕДИЦІЙНИХ РОБІТ МАРІУПОЛЬСЬКОЮ
ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ ОБСЕРВАТОРІЄЮ**
(історія розвитку та сучасний стан)

Оскільки Україна є членом-засновником Всесвітньої метеорологічної організації, вона виконує обов'язкові та рекомендовані практики та процедури, введені цією організацією.

Згідно з Доповненням VI до Технічного регламенту ВМО “Настанова з морського метеорологічного обслуговування” [1] метою морського метеорологічного обслуговування (ММО) є “надання морським споживачам на морі або на узбережжі морської метеорологічної та пов'язаної з нею геофізичної інформації, наскільки це технічно можливо...”

Морське метеорологічне обслуговування включає наступне:

- a) обслуговування для відкритого моря, зокрема для підтримки ВСМОП (Всесвітня служба метеорологічної та океанографічної інформації та попереджень);
- b) обслуговування для прибережних районів, віддалених від берега та локальних водних територій;
- c) обслуговування на підтримку пошуково-рятувальних операцій;
- d) обслуговування на підтримку Всесвітньої служби ІМО/Міжнародної гідрографічної організації (МГО) навігаційних попереджень (ВСНП);
- e) обслуговування на підтримку реагування на надзвичайні аварійні ситуації на морі;
- f) обслуговування у галузі морської кліматології;
- g) навчання у галузі морської метеорології...

Морське метеорологічне обслуговування прибережних, віддалених від берега та локальних районів повинно задовольняти потреби:

- a) міжнародного судноплавства на підходах до гаваней та у зонах конвергенції;
- b) прибережної діяльності людини;
- c) прибережного захисту, включаючи проведення інженерних робіт у прибережній зоні;
- d) спеціального транспорту у прибережних районах;
- e) риболовства;
- f) фіксованих або пересувних установок у морі;
- g) відпочинку на воді.

Згідно з положеннями діючої “Настанови з морського метеорологічного обслуговування” [2], метою проведення рейдових гідрометеорологічних спостережень є:

- 1) вивчення гідрометеорологічного режиму прибережної шельфової смуги моря, природних явищ та процесів, що на ній відбуваються;
- 2) забезпечення різних організацій та установ інформацією щодо стану погоди та моря на рейді.

Основне завдання експедиції — проведення спільних океанологічних та гідрохімічних досліджень, що включають:

- оцінку гідрологічного та гідрометеорологічного режиму за стандартними спостереженнями;
- оцінку кількісних та якісних показників хімічного забруднення морської води за сезонами;
- виявлення районів, найбільш забруднених нафтопродуктами, пестицидами, детергентами, важкими металами та ін. у різні сезони;
- оцінку гідрохімічному режиму за стандартними спостереженнями за середовищем.

На рейдових станціях здійснюються метеорологічні спостереження у приводному шарі атмосфери і гідрологічні — у всій товщі води від поверхні до дна. За призначенням вони поділяються на вікові (проводяться регулярно, у постійних точках), оперативні (проводяться на рейдах, в портових акваторіях, гирлах річок та в інших місцях, де необхідно) та спеціалізовані (проводяться для вирішення наукових тем та проблем за спеціальними програмами). Експедиційні роботи виконуються згідно з річним планом-завданням.

В залежності від призначення та поставлених задач на рейдових станціях виконуються, як правило, наступні спостереження: визначення глибини; вимір температури води на стандартних горизонтах; взяття проб води для визначення солоності, розчиненого кисню, радіоактивності, водневого показнику, лужності, вміст азоту та його сполук, фосфору, кремнію, наявність та вміст сірководню; взяття проб води на забруднюючі речовини; визначення напрямку та швидкості течій; визначення кольору та прозорості води; визначення типу та напрямку хвилювання, висоти та періоду хвиль; визначення напрямку та швидкості вітру, температури та вологості повітря, атмосферного тиску, хмарності, горизонтальної видимості, спостереження за атмосферними явищами.

Морські спостереження узбережжя Маріуполя почали виконуватись з науково-дослідного судна (НДС) “Ветромер” з 1950 року на одній станції, розташованій біля одного з входів у порт Маріуполь — “Старих воріт”. Проводилися вимірювання температури та питомої ваги води, а також параметрів течій.

З 1960 року експедиційні спостереження проводилися з НДС “Алидада”, а з 1964 — з НДС “Кубань”. Кількість станцій спостереження збільшили до 16, до вимірюваних параметрів додалася солоність води.

З 1969 року експедиційні роботи виконувалися з НДС “Снег”. Додатково у 1971 році було отримано судно “Риф”. Почалися спостереження у Бердянській затоці та на розрізі у Азовському морі (коса Білосарайська — Керченська протока) (рис. 1-4).

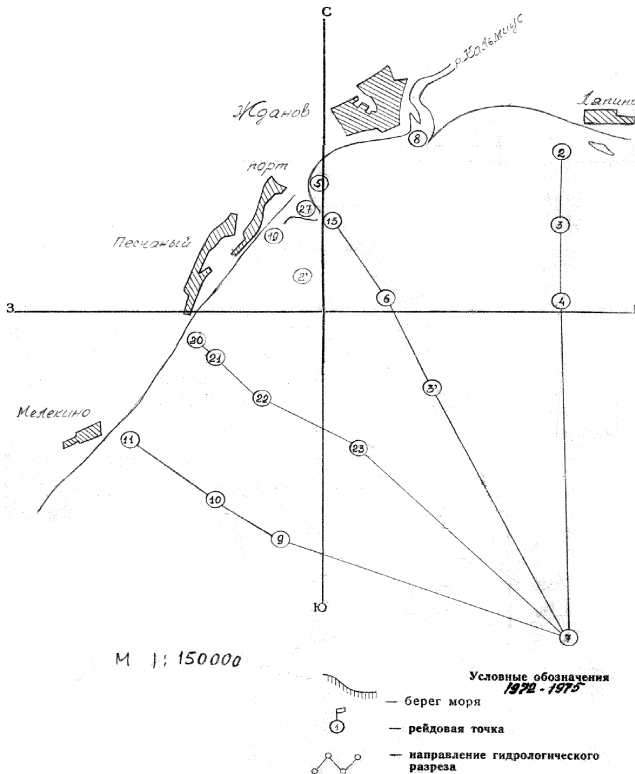


Рис. 1. Схема прибережних гідрологічних розрізів 1972-1975 р.

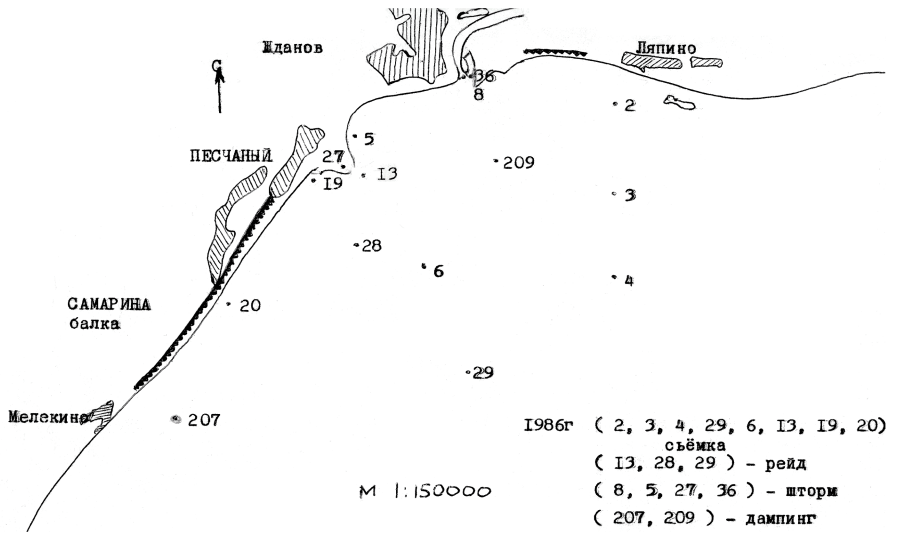


Рис. 2. Станції спостереження 1986 р.

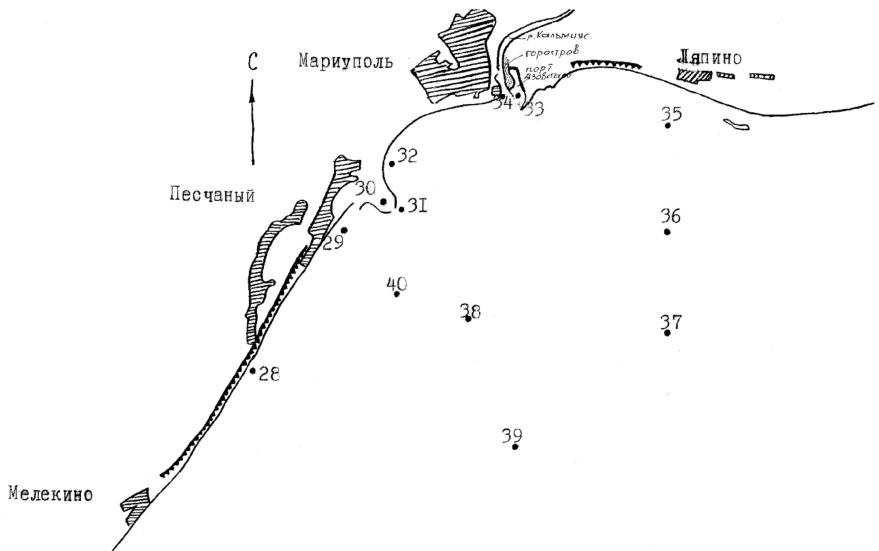


Рис. 3. Схема розташування гідрохімічних станцій узбережжя Маріуполя, 1989 р.

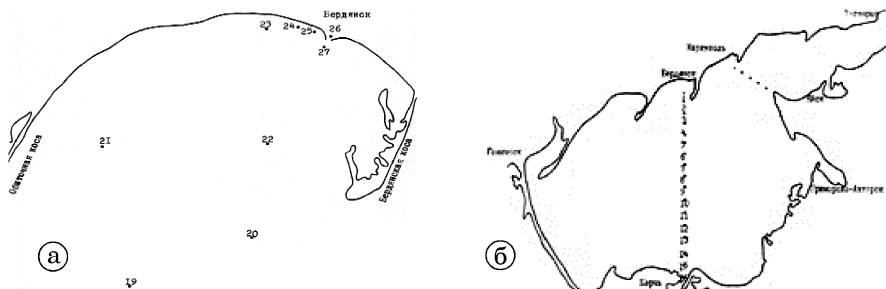


Рис. 4. Схема розташування гідрохімічних станцій у 1989 р.:
 а) Бердянська затока ; б) розріз Керч-Бердянськ

На рейдових станціях визначались температура води, параметри течії та солоність на стандартних горизонтах, параметри хвилювання, прозорість, колір, а також проводились метеорологічні спостереження. Вивчення хімічного складу морської води проводилося по трьох гідрологічних розрізах: Ляпінському, по каналу аванпорта та Піщанському весною, літом та осінню. Також проводився відбір проб на штормову інформацію у районах основних викидів.

З 1988 року замість списаних НДС “Снег” та “Риф” були придбані НДС “Шквал” та “Ураган”. Роботи з цього року проводились по всьому Азовському морю та у Керченській протоці за програмою Загальнодержавної служби спостережень та контролю за забрудненням об’єктів природного середовища (ЗДССК) та Морського відділення Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту (МО УкрНДГМІ).

Після розпаду СРСР, у зв’язку з недостатністю фінансування, експедиційні роботи проводились по мірі можливості. З 1997 року були поновлені роботи у Таганрозській, а з 2003 року — у Бердянській затоках.

З 2001 року по теперішній час експедиційні роботи у районі узмор’я Маріуполя проводяться з НДС “Шквал”, а у Бердянській затоці — з орендованого судна портофлота Бердянського морського порту (рис. 5, 6).

Океанографічні спостереження виконуються з метою вивчення гідрометеорологічного режиму прибережної зони моря, природних явищ та процесів, що відбуваються на акваторії моря і порту Маріуполь і включають:

- 1) зйомку узмор’я Маріуполя — з травня по листопад;

- 2) “віковий” рейд — з травня по листопад;
- 3) “штормову” зйомку — три рази на місяць з травня по листопад.

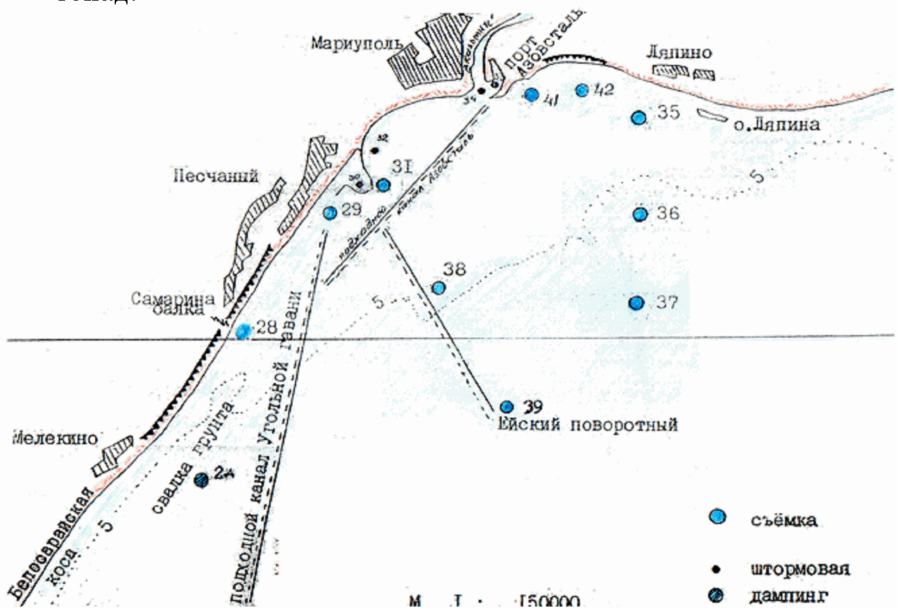


Рис. 5. Схема розташування експедиційних станцій у районі узмор'я м. Маріуполь

Перелік океанологічних спостережень, що виконуються на морських станціях:

- визначення температури морської води у поверхневому шарі та на різних глибинах;
- визначення солоності (щільність) морської води на різних глибинах;
- визначення параметрів хвиль;
- визначення напрямку та швидкості течії у поверхневому шарі та на різних глибинах;
- визначення прозорості та кольоровості морської води;
- метеорологічні спостереження за напрямком та швидкістю вітру, температурою та вологістю повітря, атмосферним тиском;
- відбір проб морської води для хімічних аналізів (кисень, рН та ін.).

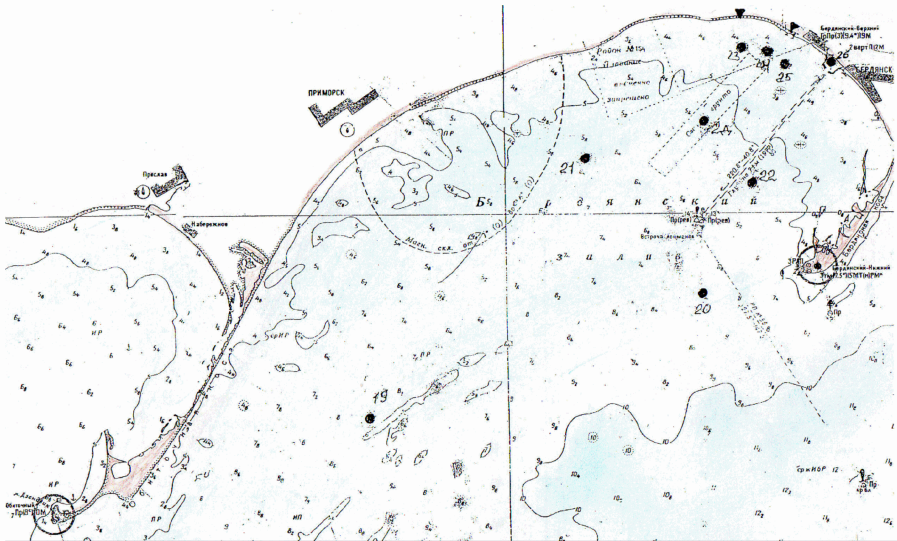


Рис. 6. Схема розташування експедиційних станцій у Бердянській затоці

Ця спеціалізована інформація використовується для оперативного забезпечення різних служб Маріупольського порту та Маріупольської філії ДП “Адміністрація морських портів”, ДП ГІДРОГРАФІЯ та надається іншим організаціям за запитом.

Результати океанологічних досліджень публікуються у щорічнику “Щорічні дані про режим та ресурси морських вод. Азовське море”.

У період навігації судно регулярно виходить у море, роботи проводять спеціалісти обсерваторії — океанологи та хіміки. Отримані дані обробляються на комп’ютері та зберігаються у базі даних.

Світовий океан на сучасному етапі розвитку людства відіграє важливу роль у життєдіяльності країн світу. Це, перш за все, величезний вплив на світовий клімат, майже безмежні продовольчі запаси, міжконтинентальні торгові шляхи. На 72-й сесії Генеральна Асамблея Організації Об’єднаних Націй у Резолюції A/RES/72/73 “Світовий океан і морське право” [3] проголосила 10-річний період з 1 січня 2021 року Десятиліттям Організації Об’єднаних Націй, присвяченим науці про океан в інтересах сталого розвитку. Головною метою проголошення Десятиліття є сприяння зусиллям, спрямованим на повернення назад процесу

погіршення стану Світового океану і створювання сприятливих умов для глибокого всебічного освоєння океанів, морів і прибережних районів. У “Переглянутій дорожній карті для Десятиліття Організації Об’єднаних Націй, присвяченого науці про океан в інтересах сталого розвитку” [4] зазначено шість соціально значущих очікуваних кінцевих результатів Десятиліття:

1. Чистота океану як наслідок виявлення джерел забруднення, визначення та зниження рівня забруднення, звільнення океану від забруднювачів.
2. Здоровий стан та життєздатність океану як наслідок картування та захисту морських екосистем, оцінки та зниження впливу численних факторів, включно зі зміною клімату, а також підтримування сталого функціонування екосистем океану.
3. Передбачуваність океану як наслідок здатності суспільства оцінювати поточний і майбутній стан Світового океану, прогнозувати зміни цього стану і вплив, що чиниться в результаті цих змін на благополуччя і умови життя людини.
4. Безпека океану як наслідок захищеності людства від пов’язаних з океаном загроз і безпеки діяльності, здійснюваної людьми в морі та в прибережній зоні.
5. Стійка і ефективна експлуатація океану, що має на увазі адекватне продовольче забезпечення і наявність альтернативних джерел засобів до існування.
6. Відкритість і доступність океану як можливість доступу всіх держав, зацікавлених сторін і громадян до даних та інформації про океан, а також до морських технологій, і здатність використовувати ці знання як основу для прийняття рішень.

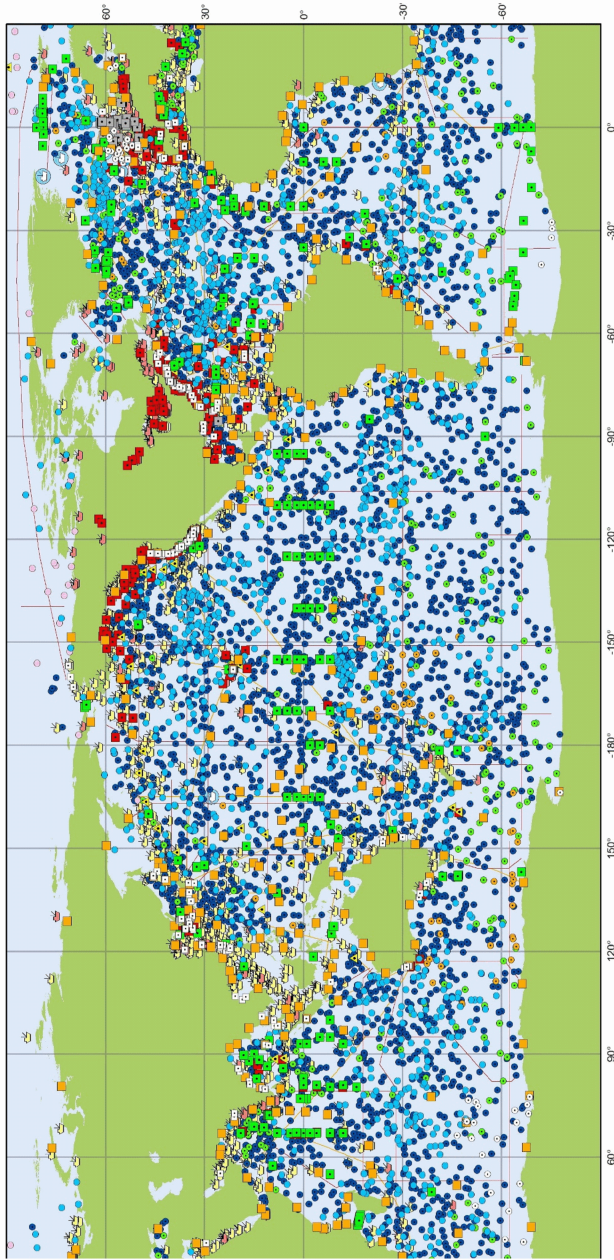
Величезні простори Світового океану та його берегові лінії на разі не повною мірою вивчені та досі належним чином не охоплені спостереженнями. Передбачається, що предметом постійних систематичних спостережень стануть всі океанічні басейни і морські глибини. Це повинно дозволити задокументувати зміни, що відбуваються в океані, задати початкові умови океанічних моделей і отримати критично важливу інформацію з огляду на поліпшення розуміння океану. Таке розуміння дозволить, окрім іншого, підвищити ефективність морських перевезень, знизити збитки, яких завдають штормові пошкодження і затоплення прибережних міст, забезпечити стійкий рибний промисел, підвищити ефективність прогнозування клімату, зберегти від деградації найважливіші морські екосистеми.

Пріоритетними сферами наукових досліджень і розробок Десятиліття є:

1. Детальна карта (цифровий атлас) Світового океану.
2. Всеосяжна система спостережень за океаном.
3. Кількісна оцінка стану та функціонування морських екосистем як основа для раціонального управління ними та їхньої адаптації.
4. Портал даних і інформації.
5. Океанська компонента комплексної системи попередження про різні загрози.
6. Океан у системі спостереження Землі, дослідження і прогнозування, використання потенціалу соціальних і гуманітарних наук та економічна оцінка.
7. Створення потенціалу, пришвидшена передача технологій, професійна підготовка та навчання, поширення знань про океан.

Глобальна система спостережень за океаном (ГССО, англ. GOOS — Global Ocean Observing System, рис. 7) — глобальна, уніфікована, міжнародна система для систематичних спостережень, збору і поширення океанографічних даних, підготовки аналізів і прогнозів та іншої продукції з метою забезпечення урядів, галузей економіки, науки і громадськості інформацією, необхідною для морської діяльності, включаючи вплив океану на клімат. Міжнародно-правовою основою для розвитку ГССО є Конвенція ООН з морського права, Рамкова конвенція ООН про зміну клімату, Конвенція ООН з біорізноманіття, Конвенція щодо безпеки життя на морі, Конвенція по запобіганню морського забруднення скидами відходів та іншими матеріалами, Порядок денний 21 століття (Ріо-де-Жанейро, 1992 р.), а також рішення Всесвітніх самітів зі сталого розвитку 2002 року (Йоганнесбург, ПАР) і 2012 року (Ріо-де-Жанейро, Бразилія).

Океанографічні спостереження є ключем до розуміння погоди, клімату і майбутнього стану морських екосистем і ресурсів океану. Глобальна система спостережень за океаном в її нинішньому вигляді підходить для відстеження фізичних змінних стану верхньої двокілометрової товщі води та поверхневої зони океану. Крім того, можливості ГССО використовуються для допоміжних вимірювань в глибинних шарах, а також для вивчення біогеохімічних і біологічних параметрів океану і морських екосистем.



Main in situ Elements of the Global Ocean Observing System August 2019

- | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| Profiling Floats (Argo) | Data Buoys (DBCOP) | Timeseries (OceansITES) | Ship based Measurements (SOT) | Other Networks |
| ● Core (3843) | ● Surface Drifters (1496) | ■ Interdisciplinary Moorings (345) | ■ Automated Weather Stations (265) | ■ HF Radars (270) |
| ● Deep (81) | ■ Offshore Platforms (92) | ■ Repeated Hydrography (GO-SHIP) | ■ Manned Weather Stations (1386) | ○ Animal Borne Sensors (53) |
| ● BioGeoChemical (368) | ● Ice Buoys (23) | — Research Vessel Lines (63) | ● Radiosondes (13) | |
| | ■ Moored Buoys (359) | — Sea Level (GLOSS) | — expendable BathyThermographs (34) | |
| | ▲ Tsunameters (34) | ■ Tide Gauges (290) | | |



Generated by www.gooscean.org, 10/09/2019

Рис. 7. Схема елементів Глобальної системи спостережень за океаном [https://www.gooscean.org]

Серед основних функцій Українського гідрометеорологічного центру, згідно з “Положенням про Український гідрометеорологічний центр МНС України” [5] — здійснення збору, оброблення та доведення до заінтересованих організацій даних гідрометеорологічних спостережень, інформації, необхідної для аналізу та прогнозу гідрометеорологічних умов, гідрометеорологічного забезпечення і обслуговування, забезпечення передавання гідрометеорологічної інформації до глобальної системи телезв’язку Всесвітньої Метеорологічної Організації.

Повну картину стану морів можна отримати тільки проводячи прибережні спостереження та експедиційні роботи у відкритому морі. Незважаючи на похилий вік, НДС “Шквал” пройшов капітальний ремонт, отримав необхідні документи Регістру судноплавства України та продовжує працювати, на даний момент у зв’язку з бойовими діями — на невеликій відстані від берегів. При поліпшенні ситуації роботи будуть проводитись і у відкритому морі, на значній відстані від берегів. Можливе припинення експедиційних спостережень в разі неможливості здійснення експедиційних робіт може привести до втрати значних відомостей про океанологічний режим Азовського моря, що означає порушення Україною своїх обов’язків перед ВМО та суперечить Водній Рамковій Директиві ЄС (2000/60/ЄС), щодо досягнення доброї якості води і стійкого екологічного стану водних об’єктів, яке повинно проводитися разом з океанографічними дослідженнями.

З метою успішного вирішення завдань, що стоять перед гідрометеослужбою України, необхідно, щоб морська прибережна мережа була оснащена сучасними технічними засобами та приладами і спостереження виконувались в суворій відповідності з діючими керівними документами ВМО, УкрГМЦ.

Література

1. Настанова з морського метеорологічного обслуговування. — Т. I. — Глобальні аспекти. Доповнення VI до Технічного регламенту ВМО. Видання 2012 р. Оновлено у 2018 р. ВМО-№ 558. (рос. мовою) — Chairperson, Publications Board, World Meteorological Organization (WMO), 7 bis, avenue de la Paix, P.O. Box 2300, CH-1211 Geneva 2, Switzerland [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=20693#.XXorZxRn3IU.

2. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. — Вип. 9, Ч. IV (рос. мовою). — Л.: Гидрометеоздат, 1978. — 110 с.
3. Зведена резолюція по Світовому океану і морському праву (резолюція 72/73, частина XI “Морська наука”, пункт 292) 72-ої сесії Генеральної Асамблеї Організації Об'єднаних Націй [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://undocs.org/ru/A/RES/72/73>.
4. Переглянута дорожня карта для Десятиліття Організації Об'єднаних Націй, присвяченого науці про океан в інтересах сталого розвитку (ІОС/ЕС-LI/2 Annex 3 Париж, 18 червня 2018 р.) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265141_rus.
5. Про затвердження Положення про Український гідрометеорологічний центр МНС України. Наказ Міністерства надзвичайних ситуацій України № 759 від 26.07.2011 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0759735-11>.

Ільїн Ю. П.

ОЦІНКА ДОВГОТЕРМІНОВИХ ЗМІН ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОДНОГО ДОВКІЛЛЯ ЗА ДАНИМИ РЕГУЛЯРНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ НА МОРСЬКІЙ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІЙ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ

Метою роботи є виявлення тенденцій та закономірностей довготривалої мінливості показників якості водного довкілля українського узбережжя морів в умовах регіональних змін клімату.

Об'єктом досліджень є прибережні регіони української частини Чорного і Азовського морів.

Предметом досліджень є вплив кліматичних змін на довготривалу мінливість гідрологічних та гідрохімічних показників стану екосистеми морських прибережних регіонів.

Напрямки досліджень:

- поповнення інформаційної бази даними спостережень морської та гирлової гідрометеорологічної мережі за 2012-2019 рр., контроль їхньої якості та наукове редагування морських та гирлових щорічників, які готуються Маріупольською ГМО та Миколаївським РЦГМ;

- визначення тенденцій та особливостей змін у гідрологічному і гідрохімічному режимах та стані забруднення прибережної смуги морів України упродовж 1992-2019 років; порівняння їх з характером регіональних змін клімату;
- кількісні оцінки впливу річкового стоку та інших природних та антропогенних факторів на процеси евтрофікації та забруднення вод у рамках бокс-моделей Дніпровсько-Бузької та Дністровської гирлових областей.

Прояви кліматичних змін:

- зростання температури води через глобальне і регіональне потепління: за даними МГ біля берегів ПнЗЧМ 0,08...0,14 °C/10 років (Ільїн та ін., 2012);
- зменшення солоності води (за даними МГ біля берегів ПнЗЧМ): -0,16...-0,28 ‰/10 років (Ільїн та ін., 2012) через збільшення прісноводного бюджету — зменшення випаровування;
- зменшення середньої швидкості вітру (Ільїн, 2003; Липченко та ін., 2006);
- зменшення величини рН — ацидифікація (закислювання) води морів і океанів через поглинання надлишків CO₂ (Polonsky, 2011).

Збір та контроль якості матеріалів експедиційних спостережень

Оброблено електронні версії таблиць ТГМ-1м (матеріали гідролого-гідрохімічних зйомок, виконаних у 1992-2016 рр. морськими підрозділами української гідрометеорологічної служби) по районах прибережної смуги Чорного моря (рис. 1):

- Одеса-порт, (рис. 2 — часові ряди);
- Сухий лиман та узмор'я м. Чорноморськ;
- Кілійське гирло р. Дунай;
- Дніпровсько-Бузька гирлова область.

Для кожного з районів моніторингу створені електронні таблиці EXCEL, де міститься мета-інформація та дані усіх фізичних та хімічних показників, що вимірювалися. Виконано експертний контроль якості даних.

Поповнено базу метаданих щодо вказаних районів на SeaDataNet.

Попередня підготовка часових рядів значень параметрів вод ПнЗ частини Чорного моря для статистичного аналізу (рис. 3)

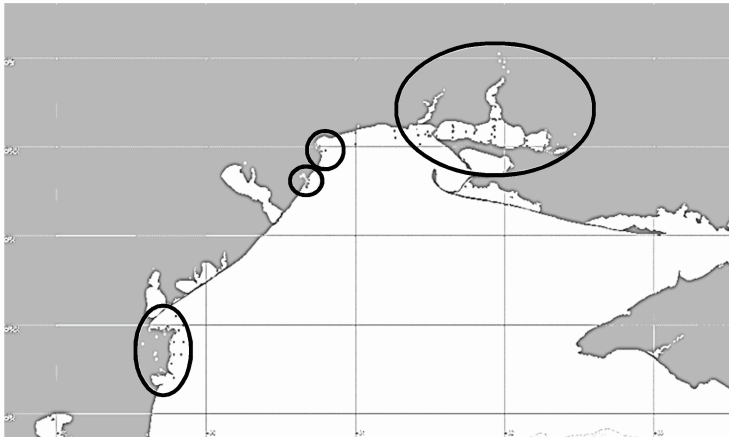


Рис. 1. Райони гідролого-гідрохімічного моніторингу на українському узбережжі ПнЗ частини Чорного моря

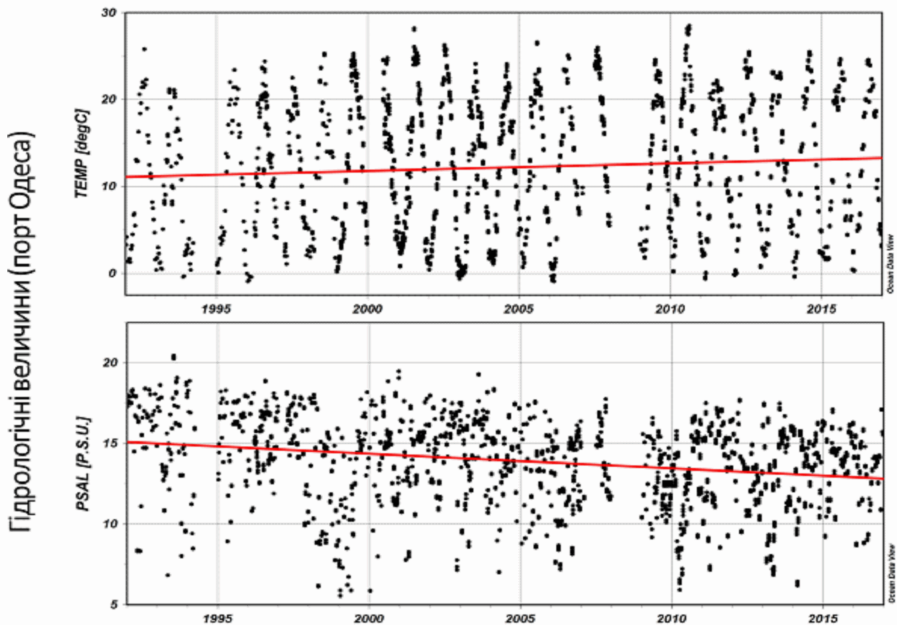


Рис. 2. Часові ряди значень гідрологічних параметрів вод акваторії п. Одеса 1992-2016 рр.
Червона пряма — лінійні тренди



- ✓ Для районів відкритого узбережжя проведено оцінювання сезонної та міжрічної (довготривалої) мінливості.
- ✓ З огляду на співвідношення просторових і часових масштабів мінливості та міліний характер прибережних акваторій, дані усіх станцій кожного району моніторингу, придатних для побудови часових рядів на відтинку 1992-2016 років, розглядалися як належні до одного географічного об'єкту.
- ✓ Після цього проведено згортання (усереднення) вихідних масивів по роках та місяцях і визначено середні річні та місячні величини, а також відповідні стандартні відхилення гідрологічних і гідрохімічних показників якості води для порту Одеса, Сухого лиману, узмор'я порту Чорноморськ та дельтових рукавів і узмор'я Кілійської дельти р. Дунай.

Рис. 3. Райони ГТХ моніторингу ПЗ частини Чорного моря і опис попередньої підготовки даних для статистичного аналізу

Аналіз сезонної та довготривалої мінливості показників якості морської води у прибережних районах Чорного моря

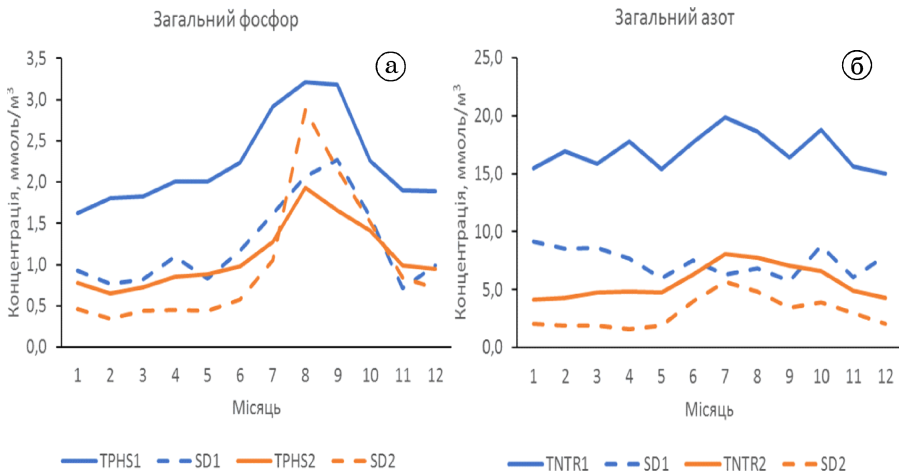


Рис. 4. Середній сезонний хід вмісту загального розчиненого фосфору та азоту, а також їхніх стандартних відхилень (SD) у морській воді акваторії п. Одеса за періоди:

а) 1992-2003 рр.; б) 2004-2016 рр.

Таблиця 1.

Статистичні характеристики параметрів морських вод п. Одеса

Період	1992-2016		1992-2003		2004-2016		Зміна Сер./СКВ
	середнє	СВ	середнє	СВ	середнє	СВ	
Температура води, °С	12,230	7,635	11,720	7,447	12,660	7,746	+/+
Солоність, ‰	13,910	2,717	14,600	2,875	13,300	2,407	-/-
Розч. кисень, ммоль/кг	295,300	63,870	290,600	61,750	299,300	65,430	+/+
Розч. кисень, % насич.	93,830	15,700	92,260	18,200	95,220	12,940	+/-
pH, одиниці pH	8,493	0,210	8,442	0,202	8,538	0,206	+/=
Лужність, ммоль/м ³	3130,700	349,300	3251,800	341,700	3013,800	315,300	-/-
Силікати, ммоль/м ³	11,680	8,162	15,610	8,694	7,636	5,025	-/-
Фосфати, ммоль/м ³	0,831	0,639	1,120	0,568	0,536	0,568	-/=
Фосфор заг., ммоль/м ³	1,691	1,512	2,271	1,466	1,101	1,319	-/-
Нітриди, ммоль/м ³	0,504	0,347	0,625	0,427	0,382	0,168	-/-
Нітрати, ммоль/м ³	1,002	0,712	1,342	0,809	0,655	0,347	-/-
Амоній, ммоль/м ³	6,586	5,033	10,200	4,423	2,911	2,107	-/-
Азот заг., ммоль/м ³	11,370	8,199	17,020	7,567	5,661	3,531	-/-
Нафтопродукти, мг/м ³	137,400	137,400	171,400	145,400	105,700	121,200	-/-
АСПАР, мг/м ³	166,500	148,300	217,300	175,700	116,500	91,040	-/-
Феноли (сума), мг/м ³	5,419	3,984	6,935	3,294	4,172	4,070	+/-

Методика оцінки довготермінових тенденцій мінливості

Достовірні оцінки значущих довготермінових тенденцій мінливості можуть бути отримані лише за допомогою статистичних методів аналізу часових рядів, головною особливістю яких зазвичай є серіальна корельованість (СК), тобто кожне послідовне значення ряду деякою мірою залежить від попередніх значень.

Особливо це стосується рядів осереднених величин. СК означає, що залишки ряду після видобування різниці між вихідними і розрахунковими значеннями не є статистично незалежними і стандартні методи оцінки трендів через звичайний метод найменших квадратів (МНК) та їхньої значущості через критерії Стьюдента або Фішера не повинні застосовуватися без додаткових тестів або процедур корекції.

У цьому випадку замість звичайної лінійної регресії можна використати регресію Прайса-Уінстена.

До лінійної функції виду $y_i = \alpha x_i + \beta$ додається член авторегресії першого порядку AR(1):

$$y_i = \rho y_{i-1} ,$$

де y_i, y_{i-1} — значення показника на поточному x_i і попередньому x_{i-1} відтинках часу (у даному випадку — роки); ρ — коефіцієнт автокореляції при одиничному зсуві ряду; β — вільний член (значення y_i при $x_i = 0$); α — коефіцієнт тренду.

Оцінка коефіцієнтів ρ, α і β виконується в ході ітераційного процесу.

На додаток до вищезгаданих розраховуються: r — коефіцієнт кореляції Пірсона; r^2 — коефіцієнт детермінації.

Показники хімічного стану та забруднення води лише теоретично можуть відповідати нормальному (Гаусову) розподілу ймовірності, а на практиці майже ніколи не відповідають. Тому запропоновано для виявлення трендів користуватися непараметричним тестом Манна-Кендалла.

Таблиця 2.

Параметри аналізу лінійних трендів середньорічних показників якості води порту Одеса (1992-2016 рр.)

Показник	Регресія Прайса-Уінстена							Тест на тренд Манна-Кендала		
	α	t	ρ (нема тренду)	β	ρ	R	r^2	S	Z	ρ (нема тренду)
Темп. води, °C	0,054	1,70	0,105	-96,54	0,073	0,372	0,138	61	1,692	0,091
Солоність, ‰	-0,096	3,31	0,003	206,17	0,257	-0,648	0,420	-122	3,001	0,003
Розчинений кисень, ммоль/кг	1,878	1,72	0,102	-3472,8	0,712	0,492	0,242	81	2,113	0,035
Розчинений кисень, ‰	0,638	1,75	0,096	-1185,5	0,756	0,425	0,181	43	1,184	0,236
pH, одиниці pH	0,008	2,51	0,021	-7,936	0,351	0,554	0,307	108	2,654	0,008
Лужність, ммоль/м ³	-15,07	1,66	0,112	33321	0,360	-0,421	0,177	-62	1,513	0,130
Силікати, ммоль/м ³	-0,495	1,99	0,061	1002,1	0,745	-0,677	0,459	-117	3,271	0,001
Фосфати, ммоль/м ³	-0,044	3,14	0,005	88,592	0,422	-0,692	0,479	-146	3,597	0,000
Фосфор загальний, ммоль/м ³	-0,092	3,48	0,002	185,12	0,240	-0,664	0,441	-168	4,142	0,000
Нітрити, ммоль/м ³	-0,025	2,74	0,013	49,627	0,598	-0,672	0,452	-97	2,535	0,011
Нітрати, ммоль/м ³	-0,044	3,11	0,055	88,473	0,458	-0,702	0,493	-145	3,803	0,000
Амоній, ммоль/м ³	-0,556	11,8	0,000	1120,6	-0,032	-0,929	0,862	-213	5,599	0,000
Азот загальний, ммоль/м ³	-0,886	9,45	0,000	1786,9	0,224	-0,927	0,859	-215	5,652	0,000
Нафтопродукти, ммоль/м ³	-7,530	3,46	0,002	15231	0,054	-0,608	0,370	-128	3,150	0,002
АСПАР, ммоль/м ³	-0,854	5,59	0,000	1751,4	-0,016	-0,784	0,614	-136	4,077	0,000
Феноли (сума), ммоль/м ³	-0,096	6,85	0,000	195,66	0,252	-0,889	0,790	-150	4,499	0,000

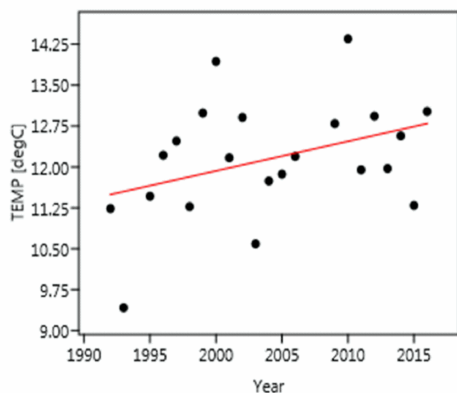
Відповідно до процедури Джилберта, для цього розраховуються статистики S і Z . S -статистика показує ступінь переважання якогось знаку (+ або -) у послідовності. При $S < 0$ існує тренд пониження величини показника; при $S = 0$ тренд відсутній; при

$S > 0$ існує тренд збільшення. Z -статистика є аналогом t -статистики Стьюдента; вона використовується для розрахунку рівня значущості, тобто ймовірності p відсутності тренду, з кумулятивного нормального розподілу, як це робиться зазвичай.

Якщо $p \leq 0,05$; $100 \cdot (1 - p) \geq 95$ %, то існує статистично значущий тренд зростання або зменшення величини показника y .

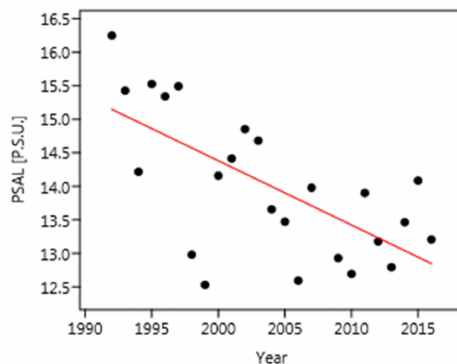
Обидві процедури аналізу трендів реалізовані у вільно доступному пакеті статистичного аналізу палеоданих PAST. Остання версія пакету [<http://folk.uio.no/ohammer/past>].

На рис. 5-7 наведені результати розрахунків для оцінки значущості кліматичних трендів ГГХ параметрів морських вод для акваторії порту Одеса.



Prais-Winsten Regression: Year-TEMP [degC]
 Slope a: 0,054233 Std. error a: 0,031858
 t: 1,7023 p(slope): 0,105
 Intercept b: -96,538 Std. error b: 63,848
 rho: 0,073202
 Correlation:
 r: 0,37184 r2: 0,13827 t: 1,7914
 p(uncorr.): 0,088379

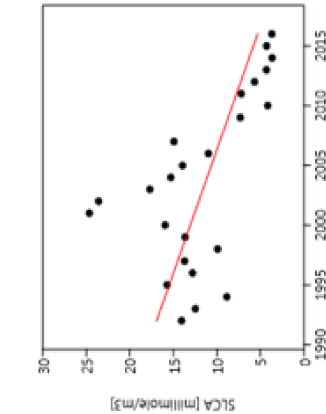
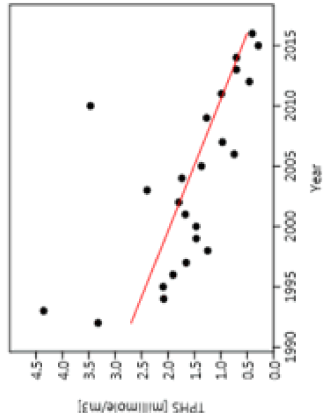
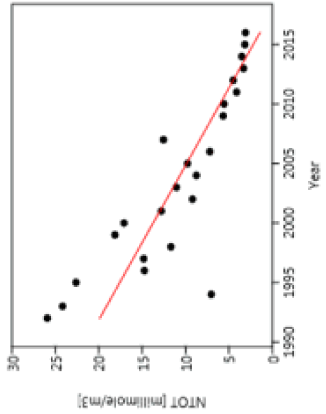
Mann-Kendall trend test:
 S: 61 Z: 1,6919
 p(no trend): 0,09067
There is no statistically significant trend



Prais-Winsten Regression: Year-PSAL [P.S.U.]
 Slope a: -0,095894 Std. error a: 0,028998
 t: 3,3069 p(slope): 0,003355
 Intercept b: 206,17 Std. error b: 58,107
 rho: 0,25703
 Correlation:
 r: -0,64823 r2: 0,42021 t: -3,9931
 p(uncorr.): 0,00061341 Permutation p: 0,0013

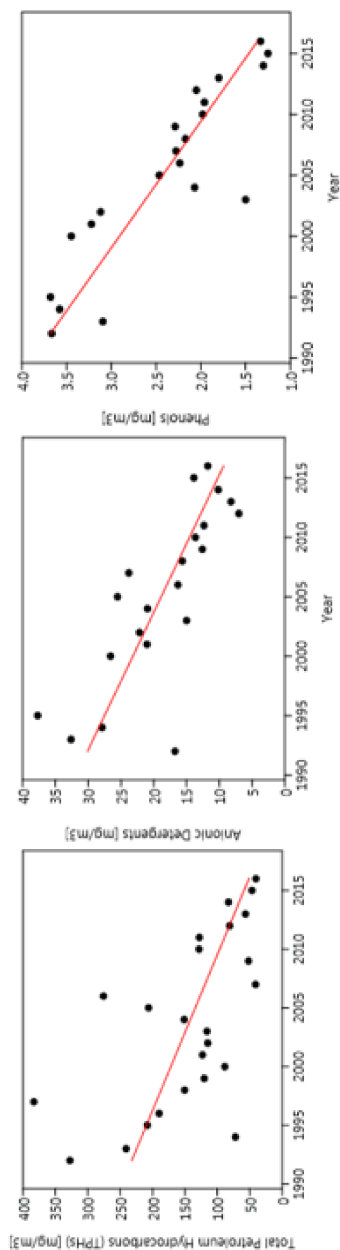
Mann-Kendall trend test:
 S: -122 Z: 3,0013
 p(no trend): 0,002688
There is a statistically significant decreasing trend

Рис. 5. Оцінки значущих довготермінових тенденцій мінливості гідрологічних параметрів морських вод акваторії п. Одеса



<p>Prais-Winsten Regression: Year-SLCA [millimole/m3]</p> <p>Slope a: -0,48323Std. error a: 0,24329 t: 1,9862 p (slope): 0,060216 Intercept b:979,52 Std. error b:487,52 rho:0,68257</p> <p>Correlation: r:-0,60358 r2: 0,36431 t: -3,5508 p (uncorr.):0,0017918 Permutation p: 0,002</p> <p>Mann-Kendall trend test: S: -120 Z: 2,9517 p (no trend): 0,0031601 There is a statistically significant decreasing trend</p>	<p>Prais-Winsten Regression: Year-TPH5 [millimole/m3]</p> <p>Slope a: -0,091579Std. error a0,02635 t: 3,4753 p (slope) 0,00226 Intercept b:185,12 Std. error b 52,81 rho: 0,24035</p> <p>Correlation: r:-0,66434 r2: 0,44134 t: -4,169 p (uncorr.): 0,00039937 Permutation p: 0,0006</p> <p>Mann-Kendall trend test: S: -168 Z: 4,1423 p (no trend): 3,4379E-05 There is a statistically significant decreasing trend</p>	<p>Prais-Winsten Regression: Year-NTOT [millimole/m3]</p> <p>Slope a: -0,76825Std. error a: 0,075429 t: 10,185 p (slope): 1,4038E-09 Intercept b: 1550,2 Std. error b: 151,15 rho: -0,32254</p> <p>Correlation: r: -0,85022 r2: 0,72287 t: -7,5752 p (uncorr.): 1,4426E-07 Permutation p: 0,0001</p> <p>Mann-Kendall trend test: S: -212 Z: 5,2337 p (no trend): 1,6612E-07 There is a statistically significant decreasing trend</p>
--	--	--

Рис. 6. Оцінки значущих довготермінових тенденцій мінливості гідрохімічних параметрів морських вод акваторії п. Одеса



Prais-Winsten Regression: Year-Total Petroleum Hydrocarbons [mg/m³]
 Slope a: -7,5298 Std. error a: 2,1793
 t: 3,4552 p (slope): 0,00237
 Intercept b: 15231 Std. error b: 4366,9
 rho: 0,054019
 Correlation:
 r: -0,60808 r²: 0,36976 t: -3,5927
 p (uncorr.): 0,0016197
 Permutation p: 0,0012

Mann-Kendall trend test:
 S: -128 Z: 3,1502
 p (no trend): 0,0016318
There is a statistically significant decreasing trend

Prais-Winsten Regression: Year-Anionic Detergents [mg/m³]
 Slope a: -0,86413 Std. error a: 0,15453
 t: 5,5921 p (slope): 2,6263E-05
 Intercept b: 1751,4
 Std. error b: 309,87 rho: -0,015841
 Correlation:
 r: -0,7837 r²: 0,61419 t: -5,4997
 p (uncorr.): 2,6365E-05
 Permutation p: 0,0001

Mann-Kendall trend test:
 S: -136 Z: 4,0766
 p (no trend): 4,5702E-05
There is a statistically significant decreasing trend

Prais-Winsten Regression: Year-Phenols [mg/m³]
 Slope a: -0,096375 Std. error a: 0,0140
 t: 6,8473 p (slope): 2,0842E-06
 Intercept b: 195,66
 Std. error b: 28,223 rho: 0,25226
 Correlation:
 r: -0,88871 r²: 0,7898 t: -8,4493
 p (uncorr.): 7,3743E-08
 Permutation p: 0,0001

Mann-Kendall trend test:
 S: -150 Z: 4,4993
 p (no trend): 6,8164E-06
There is a statistically significant decreasing trend

Рис. 7. Оцінки значущих довготермінових тенденцій мінливості гідрохімічних параметрів морських вод акваторії п. Одеса (продовження)

Результати для порту Одеса

Води порту мали значущу тенденцію до збільшення середньорічного вмісту розчиненого кисню та показника рН. Температура води та її лужність мають сильну внутрішньорічну та міжрічну мінливість, але не мають трендів, значущих на рівні 95 %.

Для інших показників (солоність води, біогенні речовини та забруднюючі речовини) були виявлені довготермінові тренди зменшення, значущі на рівні 95 %.

Таблиця 3.

Параметри аналізу лінійних трендів середньорічних показників якості води Сухого лиману та узмор'я порту Чорноморськ (1992-2016 рр.)

Показник	Регресія Прайса-Уїнстена							Тест на тренд Манна-Кендала		
	α	t	p (нема тренду)	β	ρ	r	r ²	S	Z	p (нема тренду)
Темп. води, °С	0,056	2,52	0,019	-100,43	-0,243	0,380	0,145	84	1,939	0,052
Солоність, ‰	-0,129	2,77	0,011	273,29	0,615	-0,707	0,500	-174	4,040	0,000
Розчинений кисень, ммоль/кг	-1,573	3,58	0,002	3403,1	0,087	-0,625	0,390	-138	3,200	0,001
Розчинений кисень, ‰	-0,464	2,89	0,009	1009,2	0,239	-0,588	0,346	-110	2,546	0,011
рН, одиниці рН	0,002	0,50	0,623	4,990	0,420	0,134	0,018	32	0,724	0,467
Лужність, ммоль/м ³	-10,68	0,93	0,362	24542	0,433	-0,320	0,103	-84	1,938	0,053
Силікати, ммоль/м ³	-0,907	3,24	0,004	1826,9	0,939	-0,812	0,659	-208	4,835	0,000
Фосфати, ммоль/м ³	-0,007	0,35	0,733	14,741	0,725	0,202	0,041	40	0,911	0,362
Фосфор загальний, ммоль/м ³	-0,028	1,34	0,195	57,78	0,739	-0,153	0,023	-38	0,864	0,388
Нітриди, ммоль/м ³	-0,006	3,57	0,002	-11,46	-0,026	0,587	0,345	114	2,639	0,008
Нітрати, ммоль/м ³	-0,051	2,28	0,033	104,51	0,606	-0,624	0,390	-92	2,125	0,034
Амоній, ммоль/м ³	-0,106	2,51	0,020	215,99	0,463	-0,602	0,363	-154	3,573	0,000
Азот загальний, ммоль/м ³	-0,723	7,12	0,000	1465,6	0,413	-0,910	0,829	-242	5,629	0,000
Нафтопродукти, ммоль/м ³	-5,233	5,24	0,000	10565	0,088	-0,838	0,691	-70	3,107	0,002
АСПАР, ммоль/м ³	-3,019	2,95	0,008	6107,1	0,467	-0,663	0,439	-148	3,433	0,001
Феноли (сума), ммоль/м ³	-0,100	7,68	0,000	200,97	0,020	-0,884	0,782	-132	4,593	0,000

Прояви глобальних змін клімату (потепління та ацидифікація морської води) не були достатньо підтверджені для цього району моніторингу, лише зменшення солоності може бути пояснене кліматичним зростанням прісноводного бюджету Чорного моря, виявленим у попередніх дослідженнях.

Концентрації видів азоту і фосфору, силікатів та техногенних ЗР систематично зменшувалися протягом розглянутого періоду,

можливо, через покращення очисних технологій та інших заходів щодо захисту морського довкілля, запроваджених на національному і регіональному рівнях.

Результати для Сухого лиману та узмор'я порту Чорноморськ

Тренди збільшення температури, зменшення вмісту і насичення кисню, а також зменшення солоності води відповідають виявленим раніше проявам кліматичних змін — глобального потепління і зменшення випаровування завдяки зниженню середньої швидкості вітру у Чорному і Азовському морях.

Тренди зменшення показників якості і забруднення води (окрім фосфору фосфатного і загального) є наслідками заходів щодо захисту морського довкілля на локальному і національному рівнях.

Горбунова О. В.

СУЧАСНИЙ СТАН ЗАБРУДНЕННЯ МОРСЬКИХ ВОД АЗОВСЬКОГО МОРЯ В ТАГАНРОЗЬКІЙ ТА БЕРДЯНСЬКІЙ ЗАТОКАХ (ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗА 2014-2018 РР.)

Гідрометеорологічні спостереження в м. Маріуполі було організовано в 1915 році Відділом Торгових Портів.

З 01.04.95 року, у зв'язку з утворенням відділу гідрології та океанології, МГ-І-Маріуполь була реорганізована в Об'єднану гідрометеостанцію Маріуполь (ОДМС-Маріуполь).

Зараз — Маріупольська гідрометеорологічна обсерваторія (ГМО) у складі Донецького регіонального центру гідрометеорології.

Маріуполь займає одне з перших місць в Україні за обсягами викидів шкідливих речовин промисловими підприємствами. Найбільшими забруднювачами довкілля в місті є металургійні комбінати “Азовсталь” і його коксохімічне виробництво та “ММК ім. Ілліча”, які не враховують шкоди екології Азовського моря.

Азовське море є внутрішнім морем. Процеси водообміну, а, отже, і процеси самоочищення йдуть в ньому дуже повільно. Період водообміну Азовського моря становить 60-80 років.

Прибережні райони Азовського моря перебувають у тяжкому становищі. Улов риби по всьому морю скоротився за останні 30-40 років у кілька разів. Море на узбережжі темно-бурого кольору, особливо в центральній частині набережної, де впадає

річка Кальміус, стік якої, як і стік її правобережного притоку річки Кальчик, на 70-80 % сформований з шахтних і стічних вод. У Таганрозьку затоку потрапляють міські стічні води Маріуполя та його найбільших промислових підприємств, що мають самостійні випуски.

На якість морської води в Таганрозькій затоці несприятливо позначається прибережна морська течія, що формується під впливом стоку річки Дон. Вона відносить забруднені води Дону на захід, в сторону Маріуполя. Прозорість морської води на узбережжі знижується до 0,5 метра, в той час як у відкритій частині Азовського моря прозорість води становить 3-5 метрів.

Сток річки Кальміус і скиди стічних вод підприємств Маріуполя призводять до зниження вмісту кисню в придонному шарі моря практично до нуля, особливо в літню пору. Це викликає періодичні замори риби. Замори посилюються в післяпаводковий період, коли з підвищенням швидкості і інтенсивності прибережної морської течії із дна мілководдя піднімається накопичений за багато років великий шар донних відкладень техногенного походження.

Також, є проблема складування шлакових відходів. “Жужільний” острів впливає на гідрологічний режим моря: змінюється напрямок течій, відбувається замулення і накопичення донних забруднень. Дамба частково розмивається і стоки потрапляють до моря. Підприємство не вирішує питання переробки шлаку.

Не останню роль у забрудненні прибережних вод відіграють комунально-побутові стоки міської каналізації в районі Кленової балки, поблизу міського пляжу.

Моніторинг морських вод Азовського моря проводиться відповідно до “Програми спостережень за забрудненням морських вод” на мережі спостережень гідрометеорологічної служби, в тому числі в районах скидів забруднених ґрунтів (районах дампінгу). Інформація про сучасний стан забруднення морських вод у Таганрозькій та Бердянській затоках користується постійним попитом департаменту та вищестоящих організацій. До того ж, обласним департаментом була проведена закупівля нового обладнання для потреб лабораторії і зараз йде процес вводу його в експлуатацію.

Комплексна лабораторія спостережень за забрудненням природного середовища (КЛСЗПС) Маріупольської ГМО атестована на проведення вимірювань у сфері метрологічного нагляду

29.12.2015 року на п'ять років. Лабораторія займається відбором проб атмосферного повітря, морських та поверхневих вод і проведенням аналізів на наявність забруднюючих речовин.

Станції контролю I категорії в Таганрозькій затоці розташовані поблизу джерел забруднення: ст. 30 — акваторія Маріупольського морського торговельного порту (ДП “ММТП”), ст. 32 — район міського пляжу поблизу ТОВ “СРЗ”, ст. 33 — канал порту ПрАТ МК “Азовсталь” та ст. 34 — гирло ріки Кальміус. Спостереження проводяться щодавно протягом усього року (у холодний період — з берегу, у теплий період проби відбираються з борту судна смб-40 “Шквал”) і можна простежити динаміку концентрацій забруднювачів.

На станціях II категорії (зовнішній рейд) відбір проб проводиться в шарі поверхня-дно один раз на місяць у теплий період року, відповідно, з борту судна.

У Бердянській затоці КЛСЗПС обробляє результати аналізів 8 станцій II та III категорії. Концентрації забруднювачів на зовнішньому рейді п. Бердянськ є фоновими в порівнянні з концентраціями інгредієнтів-забруднювачів у Таганрозькій затоці, що дозволяє за результатами багаторічних спостережень аналізувати транскордонне перенесення забруднювальних речовин.

Відбір проб у Таганрозькій та Бердянській затоках в районах дампіingu (звалище ґрунту після заглиблення суднохідного каналу) проводять по 3 станціях два рази на рік.

Також, лабораторія виконує договірні роботи з аналізу стічних вод для Маріупольського морського торговельного порту (ДП “ММТП”) і Судноремонтного заводу (ТОВ “СРЗ”).

Результати спостережень Комплексної лабораторії Маріупольської ГМО протягом 2018 року і аналізованого періоду останніх п'яти років (2014-2018), показані на рис. 1.

Аналіз результатів гідрохімічних вимірювань параметрів морських вод в зазначеному регіоні показав:

- у 2018 році на станціях I категорії (узбережжі Таганрозької затоки) зміст основних забруднюючих речовин, таких як нафтопродукти (НП), синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР) і феноли (сума), збільшився в 3,5, 1,1 і 1,7 рази, відповідно, у порівнянні з 2017 роком. Середньорічна концентрація НП у цьому році (0,07 мг/дм³) стала *максимальною за*

п'ятиріччя. Концентрації біогенів (азоту амонійного та азоту нітритного) у 2018 році, навпаки, зменшилися в 1,7 і 1,1 рази, відповідно, від значень 2017 року. Солоність морської води на узбережжі моря в 2018 році збільшилася на 0,29 ‰ в порівнянні з показником минулого року і склала 8,13 ‰. Значення водневого показника (рН) в цьому році, навпаки, зменшилося на 0,02 одиниці рН в порівнянні з 2017 роком і стало дорівнювати 8,41 од. рН;

- середньорічна концентрація нафтопродуктів у донних відкладеннях на станціях I категорії, як і в минулі роки, відповідала критерію “не виявлено”, а фенолів виросла в 1,2 рази в порівнянні з попереднім роком;
- на станціях II категорії в Таганрозькій затоці (зовнішній рейд) у шарі поверхня-дно середньорічний вміст НП, СПАР і фенолів підвищився в порівнянні з 2017 роком до 0,03 мг/дм³, 10 і 0,3 мкг/дм³ відповідно. Значення цих забруднюючих речовин стали *максимальними за п'ятиріччя*. Забруднення азотом амонійним в шарі поверхня-дно на станціях зовнішнього рейду зменшилася в 1,9 рази в порівнянні з 2017 роком, а вміст азоту нітритного, навпаки, збільшився в 1,5 рази від середнього значення минулого року;
- у районі дампінгу в Таганрозькій затоці (біля с. Мелекіна) забруднення НП і СПАР мало стабільний характер як в 2018 році, так і в 2017. Значення показника — “не виявлено”. Вміст азоту амонійного в 2018 році зменшився до “не виявлено” проти 41 мкг/дм³ минулого року. Концентрація азоту нітритного, навпаки, зросла до 3 мкг/дм³ у порівнянні з торішнім “не виявлено”;
- на станціях II категорії в Бердянській затоці вміст НП і в 2018, і в 2017 році залишився незмінним — “не виявлено”. Концентрації біогенів (азоту амонійного та азоту нітритного) у 2018 році зросли в 4 рази в порівнянні з показниками минулого року. Вміст фенолів, навпаки, зменшився в цьому році до 0,1 мкг/дм³ проти 0,6 в 2017 році.

Для додаткової характеристики якості морської води в ПнЗ частині Таганрозької затоки зроблено розрахунок комплексного показника — індексу забруднення вод (ІЗВ) — для станцій I і II категорії (рис 2).

Динаміка змін середньорічних концентрацій забруднюючих речовин у морській воді на ст. I категорії м. Маріуполь за період 2014-2018 рр.

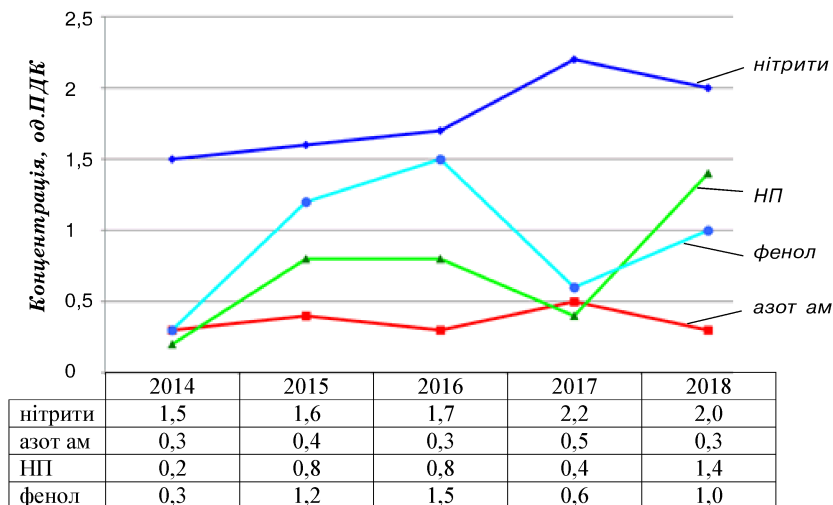


Рис. 1. Результати гідрохімічних спостережень Комплексної лабораторії Маріупольської ГМО протягом 2014-2018 рр.

Динаміка показників ІЗВ на станціях I категорії

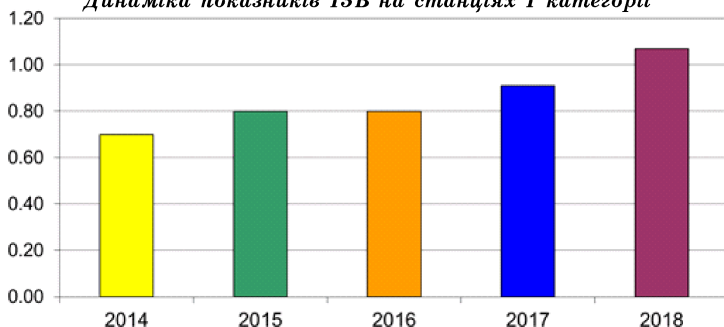


Рис. 2. Динаміка характеристики якості морської води в ПнЗ частині Таганрозької затоки

На основі ІЗВ, розрахованих з середніх і приведених до ГДК пріоритетних забруднюючих речовин і розчиненого кисню, можна зробити висновок, що в 2018 році води в ПнЗ частині Таганрозької затоки класифікувалися як “помірно забруднені” (ІЗВ = 1,07; III клас якості морських вод), води зовнішнього рейду п. Маріуполь — як “чисті” (ІЗВ = 0,45; II клас якості морсь-

ких вод) і води зовнішнього рейду п. Бердянськ — як “чисті” (ІЗВ = 0,27; II клас якості морських вод).

У порівнянні з аналогічним періодом спостережень 2017 року якість вод в ПнЗ частини Таганрозької затоки і зовнішнього рейду п. Маріуполь залишилася незмінною за класом.

Взагалі, можна зробити такі висновки: за зіставні періоди останніх п'яти років (2014-2018) стан забруднення Азовського моря в Таганрозькій затоці погіршується з кожним роком. Якщо показник індексу забруднення на узбережжі в 2014 році відповідав 2 класу забруднення (чиста вода), то в 2018 році він просунувся до кінця інтервалу 3 класу (помірно забруднена). Це відображає реальний вплив антропогенного (техногенного) фактору, тобто діяльності людства, на екологію навколишнього середовища. І дуже важливо й надалі вести гідрологічні спостереження і моніторинг забруднення морських вод Азовського моря.

Шалимов Н. А.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОПАСНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

Современные глобальные изменения климата свидетельствуют об увеличении негативных тенденций экономико-экологических дисгармоний для всех стран мира, в т.ч. и для Украины. Сегодня все большее количество людей задумывается над проблемами окружающей среды, и правительства многих стран мира уделяют пристальное внимание вопросам экологии. Такие проблемы, как рациональное использование энергии, решаются в глобальном масштабе. Во многих странах работают над использованием альтернативных источников энергии, включая энергию ветра и солнечную энергию. Однако они еще не скоро смогут заменить ископаемое топливо в широком масштабе. Глобальное изменение климата для всех стран мира, в т.ч. и для Украины может означать увеличение количества природных катастроф, включающих паводки, засухи, ураганы. Ликвидация этих последствий требует весьма серьезных затрат. Как сообщают украинские и российские ученые [1-2, 8-9], масштабы экономических затрат ежегодно исчисляются сотнями миллиардов долларов США (для Украины около 1 млрд. долларов).

Среди множества задач Украина должна решить ряд научно-технических, организационно-экономических, правовых, этических проблем. Особое внимание заслуживают вопросы организации комплексных биоклиматических исследований и разработка механизмов предупреждения небезопасных изменений климата. Последствия изменений климата в Украине особенно могут быть ощутимы для аграрного сектора, водного и лесного хозяйства, транспортных и энергетических систем, коммунального хозяйства и промышленности. Последствия небезопасных изменений климата (засухи, ураганы, грозы, град, повышения уровня Черного и Азовского морей) разрушают природную среду и хозяйственную инфраструктуру как Азово-Черноморского региона, так и Украины в целом [12]. Данной проблемой занимаются организации и учреждения почти всех стран мира, а также такие международные организации как ООН, ЮНЕСКО, Всемирная Организация Здоровья (ВОЗ). Всемирная Метеорологическая Организация (ВМО), Всемирная Служба Погоды (ВСП), Международный Союз Охраны Природы и Природных Ресурсов (МСОППР), Всемирная хартия природы и множество других учреждений [8, 11].

Глобальная флуктуация климата имеет экономические, политические и социальные аспекты. Кроме того, прогнозируемый подъем уровня мирового океана и в связи с этим затопление больших территорий суши, потребует не только строительства защитных сооружений, но и возможного переселения населения, в частности жителей Азово-Причерноморской низменности. А это вполне может вызвать социальные потрясения. Большой проблемой в этом плане явится влияние изменения климата на здоровье человека, и, прежде всего, необходимость адаптации его к новым климатическим условиям.

На основе обобщения информации, касающейся глобальному изменению климата и прогнозов его изменения в будущем, в зависимости от регионов планеты [1, 3-6, 9] можно ожидать:

1. Учащение засух в засушливых (аридных) зонах и увеличение площадей пустынь и полупустынь. Во влажных (гумидных) широтах, наоборот, будут возрастать объемы атмосферных осадков и влажность воздуха.
2. Снижение производительности аграрного сектора и уменьшения уровня обеспеченности продовольствием населения, прежде всего в зонах аридного климата. В гумидных зонах возможны учащение наводнений, затопление почв и вымокание урожаев.

3. Обострение дефицита водных ресурсов, особенно в бассейне Средиземного и Черного морей, в Средней Азии, Центральной Америке, Африке, Китае и др.
4. Ухудшение санитарно-гигиенических условий проживания населения, распространения инфекционных и инвазийных болезней среди людей, животных и птиц.
5. Усиление миграции населения из регионов экологического бедствия.
6. Роста потерь видового разнообразия живого в связи с сокращением ареалов существования видов.

Положительно оценивая прогнозы специалистов, стоит заметить, что некоторые из них понимают глобальное изменение слишком однозначно. Ведь повышение среднегодовой температуры на 1 и даже на 3 °С не означает исчезновение похолоданий и заморозков в южном регионе, как и не исключает возникновения спорадических засух в степной и лесостепной зонах. Кроме того, учитывая акватории Черного и Азовского морей и большие площади водного зеркала, созданные при зарегулировании стока крупных, средних и малых рек Украины, прогнозируемое 20 % увеличение атмосферных осадков на самом деле может оказаться значительно более существенным.

Что предстоит решать Украине

В ближайшее время предстоит реализовать комплекс экономических и природоохранных мер, направленных на восстановление природных экосистем и плодородия почв. Актуальной является разработка новой комплексной программы исследования, моделирования и прогнозирования климата Украины. Для этого необходимо привлечь лучшие научные силы НАНУ, УААН, АМН, Минобразования, Госкомгидромета и других учреждений Украины с использованием мощностей Вычислительного центра Института кибернетики НАНУ. Проблемы климата имеют судьбоносное значение для цивилизации с целью ее адаптации к изменениям климата и требуют коррекции жизнедеятельности человечества.

Мероприятия в области городской и региональной экологической политики

Глобальные изменения климата выражаются не только повышением средней температуры, но и возрастанием числа и силы отдельных явлений, таких как количества особенно жарких дней, засух, смерчей, резких оттепелей и заморозков. Одним из послед-

ствий глобального изменения климата является также фактор повышения изменчивости погоды в Причерноморской низменности, что весьма губительно влияет на самочувствие метеочувствительных людей.

Концепция развития туристических рекреационных зон

В мероприятиях должны рассматриваться экологические проблемы, проблемы здоровья и благосостояния человека, охрана наземных экосистем, акватории Черного и Азовского морей, растительности, диких животных, экологические вопросы энергетики, а также экологическое образование и информация, торговые, экономические и технологические аспекты. Для того, чтобы рационально использовали землю, необходимо создать новый детальный земельный кадастр, т.е. есть собрать достоверные сведения о размерах и качестве почв, их плодородии, хозяйственном использовании и оценить их стоимость. Основные разделы земельного кадастра — это данные о бонитировании почв и их экономическая оценка. В программу должны быть включены специальным разделом исследования по влиянию окружающей среды на здоровье населения, а также предложены профилактические мероприятия с целью снижению уровня заболеваемости уже известными болезнями (малярия, природно-очаговые инфекции), а также разработаны меры по предотвращению появления новых инфекций. Мероприятия должны предусматривать разработку методов регионального долгосрочного прогнозирования возможных изменений климата и его влияния на человека, а также влияние на климат различных факторов. Практическое значение программы будет состоять в том, что она поможет населению конкретного региона использовать данные о климате при планировании и регулировании всех сторон человеческой деятельности.

Положения Концепции предполагает эффективное использование имеющегося туристично-рекреационного потенциала Одесского региона по обеспечению на этой основе комплексного развития территории и реализации ее социально-экономических интересов при сохранении экологического равновесия в регионе.

Анализ результатов прогноза климатических изменений в Украине в случае удвоения содержания углекислого газа в атмосфере дает основания к таким выводам:

1. Повышение средней температуры во все сезоны года, по одним сценариям — наиболее существенно зимой, по другим — весной.

2. Увеличение количества атмосферных осадков на 20 %.
3. Повышение уровня Черного и Азовского морей, активизацию явлений подтопления территорий, абразии берегов морей и водохранилищ.
4. Перемещение в умеренные и северные зоны субтропических циклонов, которые будут способствовать опустыниванию юга Украины.
5. Снижение урожайности культур по одним сценариям и повышение — по другим.
6. Необратимую деградацию степей Причерноморья, Приазовья и степной части Крыма.
7. Миграцию лесов с запада и севера Украины на северо-восток к южным границам Российской Федерации.
8. На всей территории Украины предполагается снижение продуктивности лесов, в частности вследствие распространения эпифитотий и вредителей.

Мероприятия по улучшению местного климата

С учетом реально сформировавшихся климатических условий Одессы и условий природно-климатической зоны проводят мероприятия по улучшению городского климата, которые условно могут быть разделены на следующие группы:

- мероприятия по регулированию скорости ветра и вентиляции города (планировка городской застройки и улиц, ориентация зданий, создание древесно-кустарниковых и травянистых насаждений различного типа, систем водоемов и т.д.);
- мероприятия по уменьшению потерь тепла зданиями (конструкция окон, ориентация зданий, планировочные решения, касающиеся взаимного расположения зданий и групп зеленых насаждений);
- мероприятия по регулированию относительной влажности воздуха (создание водоемов и водотоков, увеличение площади поверхности с естественным проницаемым покровом, полив зеленых насаждений, мойка улиц и площадей);
- мероприятия по борьбе с загрязнением воздушного бассейна путем расположения загрязняющих объектов вне городской черты или в подветренной части городов, созданием высоких дымовых труб (до 250 м), способствующих рассеиванию примесей, эффективным использованием газоочистного оборудо-

дования, переходом на менее токсичные виды топлива, использованием более экономичных установок для сжигания топлива, регулированием или прекращением выбросов вредных веществ при неблагоприятных метеоусловиях вплоть до приостановки работы предприятий, переходом на безотходные или замкнутые циклы производства, предотвращением пыления в промышленности, строительстве, транспорте;

- мероприятия по регулированию поступления солнечной радиации (планировка улиц и кварталов, зеленых насаждений, использование разноуровневой застройки, окраска стен, крыш и мостовых, конструкция зданий и их элементов и т.п.).

Системы реального эколого-медицинского и биоклиматического прогнозов

Для построения действенной структуры экологического мониторинга и предвосхищения нежелательных последствий изменения климата необходим ряд условий.

Украина:

1. Достаточно надежные прогнозы о наступлении периодов сильной жары для представляющих интерес (нуждающихся) категорий населения (метеорологическая составляющая).
2. Полное понимание причинно-следственных связей между тепловой средой и здоровьем (эпидемиологическая, статистическая и биометеорологическая составляющие).
3. Эффективные меры реагирования, подлежащие реализации в пределах интервала заблаговременности, который обеспечивается предупреждением (составляющая здравоохранения).
4. Административная структура, способная обеспечить необходимую инфраструктуру (составляющая здравоохранения).

Южный регион Украины:

1. Создание инфраструктуры курортно-оздоровительного и рекреационного назначения.
2. Внедрение большего количества систем медицинских предупреждений о наступлении сильной жары, для чего требуется четкая координация действий между ведомствами здравоохранения и метеорологии и выработка соответствующих целевых рекомендаций и мер вмешательства.
3. Определение степени незащищенности населения Одесского региона от неблагоприятных последствий изменения климата для здоровья человека.

4. Анализ существующих в настоящее время мер, технологий и направление политики, связанных с повышением способности населения адаптироваться к изменению климата, и препятствия, мешающие этому.
5. Выявление мер, технологий и направление политики и подходов к их реализации, которые являются наиболее эффективными и подходящими для успешной адаптации населения южного региона к изменению климата.
6. Оценка пользы, которую дают конкретные стратегии или сочетания стратегий адаптации для человека для здоровья уязвимых категорий населения при различных сценариях изменения климата.
7. Определение затрат (на ликвидацию ущерба, связанного с климатом, и на осуществление мер по адаптации) и выгоды (как от изменения климата, так и от стратегий адаптации), в т.ч. дополнительные выгоды, не зависящие от изменений климата

Литература

1. Будыко М. И., Анисимов О. А., Борзенкова И. И. и др. Прогноз антропогенных изменений климата и их последствий // Труды Междунар. теоретической конф. “Проблемы гидрометеорологии и окружающей среды на пороге XXI века”. — С.-Петербург, 24-25 июня 1999 г. — СПб.: Гидрометеоиздат, 2000. — С. 35-59.
2. Ватсон Р. На пути к устойчивому развитию России: Бюллетень. — 2003. — Вып. 25. — С. 6-7.
3. Глобальное потепление или глобальное изменение климата? // Природно-ресурсные ведомости. — 2001. — № 15. — С. 1-3.
4. Голубець М. А. Що ж таке біотична і ландшафтна різноманітності? // Український ботанічний журнал. — 2006. — Т. 63. — № 4. — С. 457-469.
5. Екологічний збірник. Звіт про стан навколишнього природного середовища в Одеської області у 2008 році. — О.: ІНВАЦ, 2007. — 184 с.
6. Програма дій. Порядок денний на XXI століття (“Agenda 21”). — К.: Інтелсфера, 2000. — 360 с.
7. Сиротенко О. Д., Абашина Е. В. Агроклиматические ресурсы и физико-географическая зональность территории России при глобальном потеплении // Метеорология и гидрология. — 1998. — № 3. — С. 92-103.

8. Степанов В. Н., Рубель О. Е., Волошин Д. В. Формирование государственной программы предотвращения опасных изменений климата и их экономико-экологических последствий для Украины (концептуальные основы). — Одесса: Ин-т проблем рынка и экономико-экологических исследований НАН Украины, 1995. — 66 с.
9. Сытник К., Багнюк В. Жизнь и климат // Зеркало недели. — № 22(601). — 2006.
10. Шалимов Н. А. Арена жизни — атмосфера. Попытка системного анализа и решения проблемы: Уч. пособие. — Одесса: Друк, 2010. — 122 с.
11. IPCC 1996: Climate Change. The Science of Climate Change. Houghton J.T. et.al., eds. — Cambridge, Cambridge University Press, 1996. — 572 p.
12. Zaitsev Yu. An Introduction to the Black Sea Ecology. Odessa: Smil Edition and Publising Agency Ltd. 2008. — 228 p.

Шалимов Н. А.

АДАПТАЦИЯ АГРАРНОГО СЕКТОРА К НОВЫМ КЛИМАТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ПРИЧЕРНОМОРЬЯ

В течение двух последних десятилетий наблюдается значительный прогресс в развитии глобальных климатических моделей (ГКМ), связанный с ростом возможностей вычислительной техники и достижениями в исследованиях физических процессов, определяющих изменчивость климатической системы Земли. В расчетах климата XX века лучшие ГКМ при задании наблюдаемых изменений содержания парниковых газов и сульфатных аэрозолей успешно воспроизвели положительные вековые тренды приземной температуры воздуха [3]. Это обстоятельство позволяет сделать вывод [1], что климат предсказуем на временных интервалах порядка десятилетий. Подобный вывод имеет важное значение, хотя и не означает, что современные ГКМ способны восстановить с необходимой точностью картину будущих изменений климатической системы. Следует подчеркнуть, что XXI век начался периодом беспрецедентно быстрых изменений климата, которые окажут значительное влияние на многие отрасли экономики и, в первую очередь, на сельское хозяйство [4]. В результате этого агроклиматические ресурсы Украины безусловно изменятся, что может сказаться на эффективности сельского хозяйства.

Пути адаптации аграрного сектора

Адаптация сельского хозяйства к новым климатическим условиям не исчерпывается перераспределением посевных площадей. Основные усилия должны быть направлены на максимальное использование дополнительных тепловых ресурсов в результате потепления климата. Это может быть достигнуто путем внедрения более теплолюбивых культур (сортов), а также в результате выращивания вторых (пожнивных) культур для утилизации тепловых ресурсов, остающихся после уборки основной культуры.

Адаптация аграрного сектора также должна быть направлена на рациональное использование дополнительных тепловых ресурсов, но основное значение здесь приобретает более экономное использование водных ресурсов с целью нейтрализации отрицательного воздействия роста засушливости климата. Комплекс подобных мер хорошо известен — это влагосберегающие технологии, способствующие сокращению непродуктивного испарения и потерь воды на сток. В агрономическом плане борьба с засухой предусматривает внедрение более засухоустойчивых культур и сортов, оптимизацию сроков сева и густоты посевов, увеличение доли чистых паров и другие меры. Поскольку возможности таких мер ограничены, в степной зоне вряд ли следует ожидать значительного роста продуктивности сельского хозяйства при потеплении климата без радикального изменения его специализации.

Потребуются определенные затраты для адаптации аграрного сектора экономики к изменяющимся климатическим условиям. В силу разнообразия физико-географических условий юга Украины оценки ожидаемых изменений климата, равно и меры по адаптации к ним, должны носить региональный характер, оставаясь при этом сопоставимыми в экономическом отношении. Помимо изменений климатических параметров должно быть учтено влияние других, связанных с изменением климата геолого-географических факторов природной среды: влияние Черного моря, особенности биологическое разнообразия прибрежной зоны, распределение видов, популяций и сообществ, роста содержания CO_2 в атмосфере, загрязнение приземного слоя озоном, деградация почв природного и антропогенного характера, истощение водных ресурсов.

Глобальное потепление — это проблема не только будущего, но и настоящего. Самым теплым годом и за последние 100 лет,

и за последние 1000 лет оказался 1998 г., а 90-е годы признаны, как известно, самым теплым десятилетием за эти периоды. Изменения климатических условий за последние десятилетия оказывают значительное влияние на сельское хозяйство. Согласно имеющимся данным, влагозапасы метрового слоя почвы в июле в результате увеличения осадков и уменьшения испаряемости заметно увеличились [2]. При глобальном потеплении существенно изменится физико-географическая зональность территории Украины. Степная и лесостепная зоны расширятся и продвинутся на север до южных границ Воронежской и Ростовской областей Российской Федерации.

Более надежную информацию получим, привлекая классический показатель теплообеспеченности растений — суммы температур воздуха за период с температурой выше 10 °С. Можно предположить, что юго-западная граница земледелия, совпадающая с изолинией сумм, равной 1000 °С, к середине текущего столетия станет потенциально пригодной для земледелия, т.е. возрастет примерно в 1,5-2 раза.

Успешность возделывания сельскохозяйственных культур зависит в немалой степени и от климатических условий холодного периода года Украины. Границы распространения и посевные площади озимых зерновых культур, многолетних трав и плодовых культур будут определяться условиями их перезимовки. Согласно сценарию лаборатории геофизической гидродинамики США (GFDL R 30), почти на всей территории Украины установятся умеренно мягкие зимы (не ниже -5 °С), обеспечивающие нормальные условия перезимовки озимых зерновых культур. При всех этих расчетах использовались лишь данные об изменении температуры воздуха, которые прогнозируются точнее, чем ожидаемое распределение осадков.

Биоклиматический показатель (БКП) продуктивности

Для оценки возможных изменений продуктивности земледелия необходимо знать ожидаемый режим увлажнения. Для этого используется такой показатель продуктивности растениеводства, как биоклиматический показатель (БКП), характеризующий первичную чистую (нетто) продукцию агрофитоценозов. Этот показатель имеет определенные преимущества по сравнению с расчетной урожайностью конкретных сельскохозяйственных культур. БКП непосредственно учитывает увеличение продолжительности теплого периода года при потеплении и не зависит от

степени адаптации той или иной системы земледелия к изменяющимся климатическим условиям.

В результате потепления средние значения БКП для территории Украины по сценарию GFDL возрастут почти на 30 %. Предполагаемый рост биоклиматического потенциала связан с улучшением климатических условий. С помощью динамических моделей продуктивности агроэкосистем можно оценить БКП более полно и комплексно. Предложено следующее представление биоклиматического потенциала [2]: БКП₁ — при естественном увлажнении, БКП₂ — при достаточном увлажнении, БКП₃ — при нелимитированном минеральном питании, БКП₄ — при достаточном увлажнении и нелимитированном минеральном питании растений. БКП рассчитывается с помощью имитационной модели как суммарный урожай (т/га) сухой биомассы посева многолетних трав за период от даты перехода температуры воздуха через 5 °С весной до даты перехода через 5 °С осенью.

Следовательно, глобальное потепление приведет практически повсеместно к росту биоклиматического потенциала Украины. Можно предположить, что средние значения БКП современной земледельческой зоны при естественном увлажнении и плодородии почв повысятся на 11 % — через 40 лет, на 23 % — через 70 лет и на 10 % — через 100 лет.

Наряду с явно позитивными последствиями изменения климата необходимо указать и на возможно негативные последствия потепления. Важнейшее из них — уменьшение урожайности зерновых культур в степных районах Украины вследствие увеличения степени засушливости климата и ускорения созревания. Результаты расчетов по сценарию GFDL на период удвоения CO₂ [2] позволяет сделать следующий вывод: изменение климатических параметров по всем сценариям ГKM приводит к уменьшению средней урожайности зерновых на 20-40 %. Однако обогащение атмосферы углекислым газом практически полностью снимает отрицательные последствия потепления климата для зерновых культур на территории Украины. Почти точный баланс между положительным влиянием повышения содержания двуокси углерода в атмосфере и отрицательным воздействием аридизации климата на урожайность зерновых может быть нарушен воздействием других факторов: деградацией почв или повышением их плодородия, а также ростом загрязнения атмосферы.

Реалистические оценки возможных изменений климата

Для получения реалистических оценок влияния ожидаемых изменений климата нельзя не учитывать возможность приспособления (адаптации) сельского хозяйства к изменяющимся условиям среды, хотя эта природно-экономическая система отличается высокой консервативностью. Именно высокая консервативность систем ведения сельского хозяйства является главной причиной того, что вся его история сопровождалась кризисами, в основе которых лежала неспособность существующих систем земледелия обеспечить увеличивающееся население продуктами питания. Экологические катастрофы, наряду с необходимостью повышения урожайности, служили причинами смены систем земледелия. При обсуждении проблемы адаптации необходимо учитывать, что средние урожаи Украины в конце XX века сопоставимы со средними урожаями стран Европы в конце XIX века. Это вековое отставание не может быть объяснено никакими природными условиями страны. Стратегия земледелия Украины на начало XXI века состоит в его интенсификации, подъеме продуктивности сельскохозяйственных культур.

Позитив и негатив возможных климатических изменений

Приведенные данные свидетельствуют, что баланс позитивных и негативных последствий влияния изменений климата на био-климатический потенциал и продуктивность сельского хозяйства с учетом всех известных в настоящее время обстоятельств складывается в целом положительным для Украины. Смеем предположить, что глобальное потепление — исторический шанс для государства. Однако этот шанс может быть использован лишь при условии опережающей адаптации экономики к ожидаемым изменениям природной среды и климата. Суть проблемы состоит не столько в оценке состояния системы “климат-экономика” в конце XXI века, сколько в анализе возможных типов развития, по которым отдельные регионы Украины будут идти к этому новому состоянию. Благоприятный прогноз влияния глобальных изменений климата на экономику Украины в целом не исключает того, что некоторые регионы могут пережить в ближайшие десятилетия кризисы, связанные с уменьшением урожайности из-за серий аномально засушливых лет при запаздывании программы адаптации.

Литература

1. Израэль Ю. А., Груза Г. В., Катцов В. М., Мелешко В. П. Изменение глобального климата. Роль антропогенных воздействий // Метеорология и гидрология. — 2001, № 5. — С. 5-21.
2. Сиротенко О. Д., Абашина Е. В. Влияние глобального потепления на агроклиматические ресурсы и продуктивность сельского хозяйства Украины // Метеорология и гидрология. — 1994, № 4. — С. 101-112.
3. Шалимов Н. А., Девярых Г. Н. Биоклиматические условия Одесского региона // Причорноморський екологічний бюлетень. — 2006, № 2(20). — С. 122-125.
4. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability Contribution of Working Group ?? to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Chang. — WMO/UNEP. — Cambridge, Cambridge University Press, UK, 2001. — 1032 p.

УДК 504

Чугай А. В., Лавров Т. В.

ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ОКРЕМИХ РАЙОНІВ М. ОДЕСА ДІОКСИДОМ АЗОТУ І ОКСИДОМ ВУГЛЕЦЮ

Вступ. В наш час проблема забруднення атмосферного повітря в багатьох містах України через значний вплив пересувних джерел забруднення і, в першу чергу, автомобільного транспорту. До таких міст відноситься і м. Одеса, в якому внесок автотранспорту у формування загального рівня забруднення повітряного басейну складає до 80 % і більше. Тому оцінка і аналіз рівня забруднення атмосферного повітря великих промислових регіонів є необхідною і актуальною задачею.

Матеріали і методи досліджень. Метою роботи є оцінка рівня забруднення атмосферного повітря окремих районів м. Одеса діоксидом азоту і оксидом вуглецю.

В якості вихідних даних в роботі використані матеріали літературних джерел інформації, а також дані безперервних спостережень за якістю атмосферного повітря на пункті спостережень, розташованому на території Одеського державного екологічного університету (ОДЕКУ) за адресою вул. Львівська, 15.

Для оцінки рівня забруднення атмосферного повітря м. Одеса використано індекс забруднення атмосфери (ІЗА).

ІЗА окремою домішкою розраховується за формулою:

$$I = \left(\frac{\bar{q}}{ГДК_{co}} \right)^{C_i}, \quad (1)$$

де C_i — константа, що набуває значень 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 відповідно для 1; 2; 3; 4-го класу небезпеки речовини і дозволяє привести ступінь шкідливості i -ої речовини до ступеня шкідливості діоксиду сірки.

Вважається, що при $ІЗА \leq 1$ якість повітря за вмістом окремої ЗР відповідає санітарно-гігієнічним вимогам [1].

В ОДЕКУ з травня 2019 р. проводяться безперервні спостереження за окремими показниками якості атмосферного повітря і метеопараметрами з використанням перетворювача якості повітря (Air Quality Transmitter) AQТ420 фірми Vaisala Oyj (Фінляндська Республіка), який придбано в 2018 р. за міжнародним проектом Erasmus+561975-EPP-1-2015-1-FI-EPPKA2-SVNE-JP (ЕСОІМРАСТ) [<http://e-impact.net/uk/>]. Результати вимірювань представляються у вигляді графіку зміни будь-якого параметру, а також формуються як архівні файли даних. У перелік забруднюючих речовин (ЗР), які визначаються за допомогою вказаного приладу, в т.ч. входять діоксид азоту (NO_2) і оксид вуглецю (СО).

Результати дослідження та їх аналіз. Поблизу пункту спостережень в ОДЕКУ відсутні будь-які промислові джерела викидів ЗР, переважаючими джерелами викидів в даному районі є автомобільний транспорт. На рис. 1 наведено фрагмент карти вул. Львівської з позначенням місця розташування пункту спостережень.

Територія ОДЕКУ знаходиться у безпосередній близькості з узбережжям Чорного моря. Поблизу розташовані багатоквартирний дім, ЗОШ № 106, міська клінічна лікарня № 8, дім-інтернат для дітей-інвалідів, декілька магазинів і кафе. По вул. Львівській проходить маршрут міського маршрутного таксі № 185, а в літній період ще й двох маршрутних таксі № 142 і 197К, які обслуговують туристів і відпочиваючих для забезпечення їх доставки на міські пляжі. Тобто даний район характеризується інтенсивним транспортним потоком.

З урахуванням вище викладеного нами було зроблено спробу виконати оцінку рівня забруднення атмосферного повітря в районі розташування пункту спостережень на території ОДЕКУ

двома ЗР, головними джерелами забруднення яких є автотранспорт: діоксидом азоту і оксидом вуглецю.

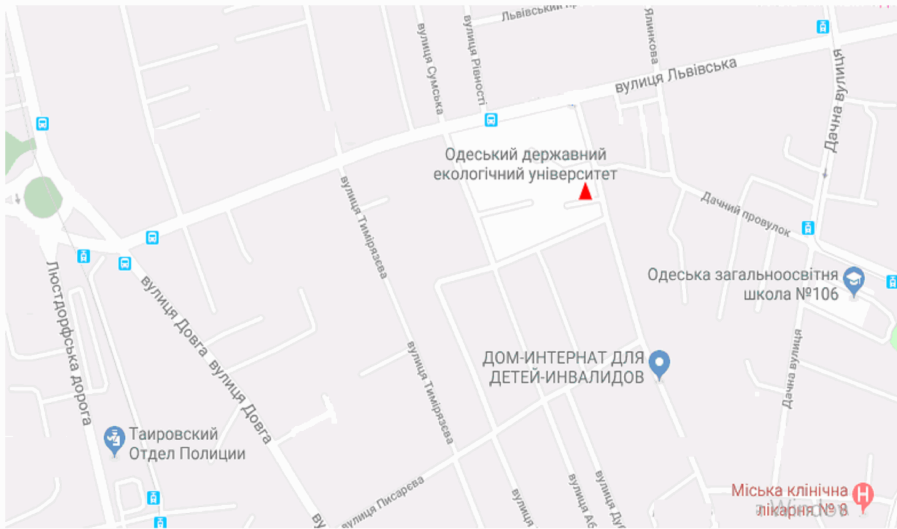


Рис. 1. Місце розташування пункту спостережень на території ОДЕКУ [2]

Раніше у роботі [3] було надано оцінку забруднення атмосферного повітря діоксидом азоту у літній період.

Як зазначено вище, спостереження проводяться в безперервному режимі. Проте нами було обрано для аналізу терміни у нічний (01:00-03:15 год.), ранковий (07:00-09:15 год.), денний (13:00-15:15 год.) і вечірній (19:00-21:15 год.) періоди. Дані були осереднені з кроком 1 хв. Порівняння проводилось з ГДКсд, а також розрахованою середньосезонною концентрацією ($q_{сер.сез.}$) згідно [4].

Було проведено аналіз динаміки зміни концентрацій діоксиду азоту в літній і осінній період (рис. 2-3).

Як видно з рис. 2, максимальні концентрації відзначались у липні і серпні. У більшості випадків отримані значення перевищують і ГДКсд, і $q_{сер.сез.}$ Також слід відзначити, що більш високий рівень забруднення відзначався у денні і вечірні часи. На протязі кожного місяця підвищені рівні забруднення відзначались у другій декаді червня, першій і третій декадах липня, а також другій половині серпня.

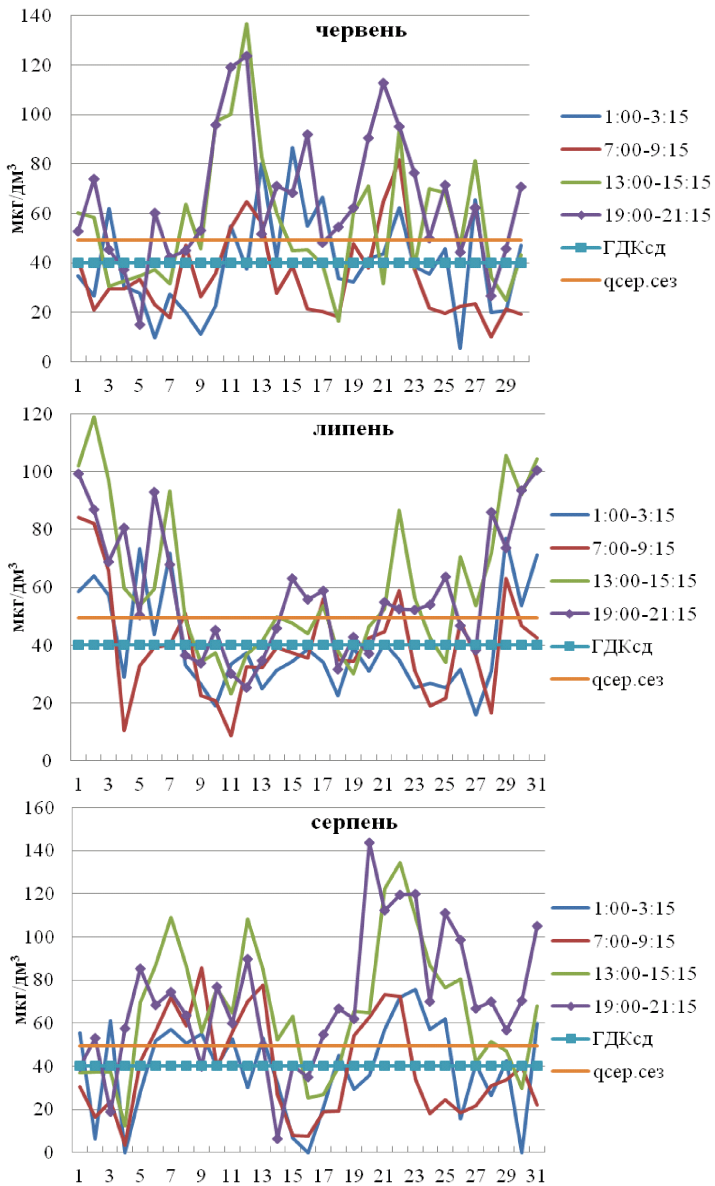


Рис. 2. Динаміка зміни концентрацій NO_2 в літній період 2019 р.

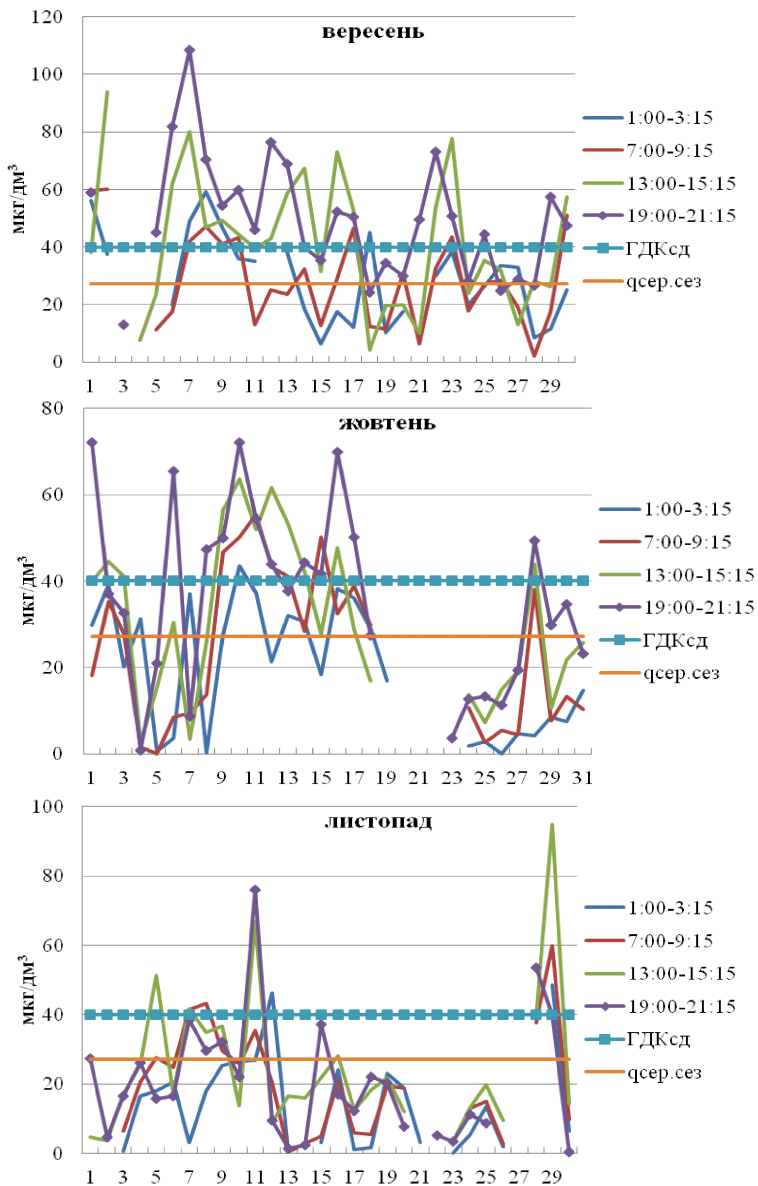


Рис. 3. Динаміка зміни концентрацій NO_2 в осінній період 2019 р.

В осінній період (рис. 3) відзначається незначне зменшення рівня забруднення атмосфери діоксидом азоту, особливо у жовтні-листопаді. Перевищення $ГДКсд$ і $q_{сер.сез.}$ відзначаються в середньому у 50 % випадків у вересні і жовтні. У листопаді це одиничні випадки, проте відзначається різке зростання концентрацій наприкінці місяця (28-29 листопада). Також слід відзначити, що перевищення $ГДКсд$ відзначаються у денні і вечірні часи спостережень. Зменшення вмісту діоксиду азоту в осінній період є закономірним, оскільки зменшився транспортний потік, в т.ч. і за рахунок зменшення перевезень відпочиваючих на міські пляжі.

Нами було розраховано індекс забруднення атмосфери (ІЗА) атмосферного повітря діоксидом азоту. Результати розрахунку наведені на рис. 4. Як видно з наведеного рисунку, в літній період якість атмосферного повітря не відповідала вимогам. Максимум забруднення відзначався у серпні. З вересня рівень забруднення суттєво зменшився і відповідав вимогам якості атмосферного повітря.

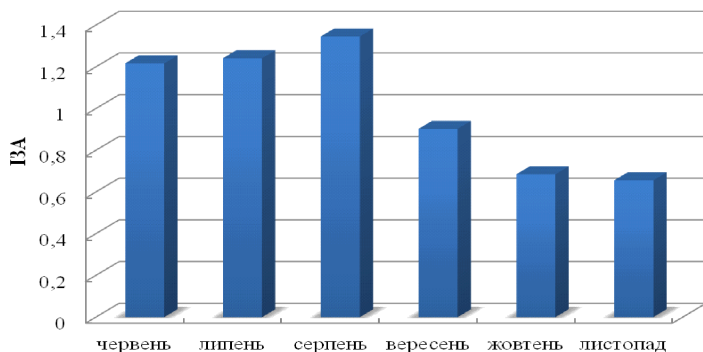


Рис. 4. Значення ІЗА діоксидом азоту (пункт спостережень ОДЕКУ, 2019)

Аналогічно були виконані розрахунки і для вмісту оксиду вуглецю. На рис. 5-6 наведено динаміку зміни концентрацій оксиду вуглецю в літній і осінній періоди.

Аналіз рис. 5 показує, що максимальні концентрації оксиду вуглецю відзначались у вечірні та нічні часи, мінімальні — у денні часи. Значні і постійні перевищення $q_{сер.сез.}$ відзначались у червні і серпні. На окремих діаграмах не наводились лінії $ГДКсд$, оскільки концентрації біли значно нижче. Окремі максимуми у липні і серпні в 2 рази перевищували відповідні у червні.

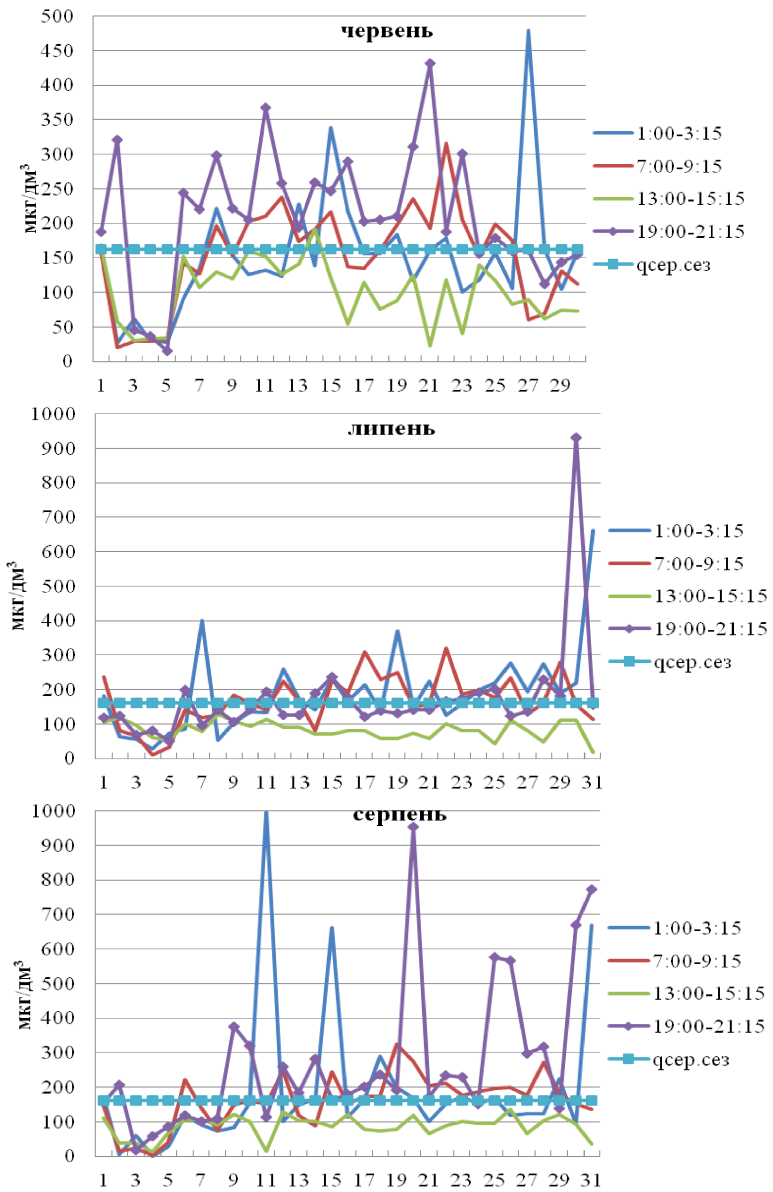


Рис. 5. Динаміка зміни концентрацій CO в літній період 2019 р.

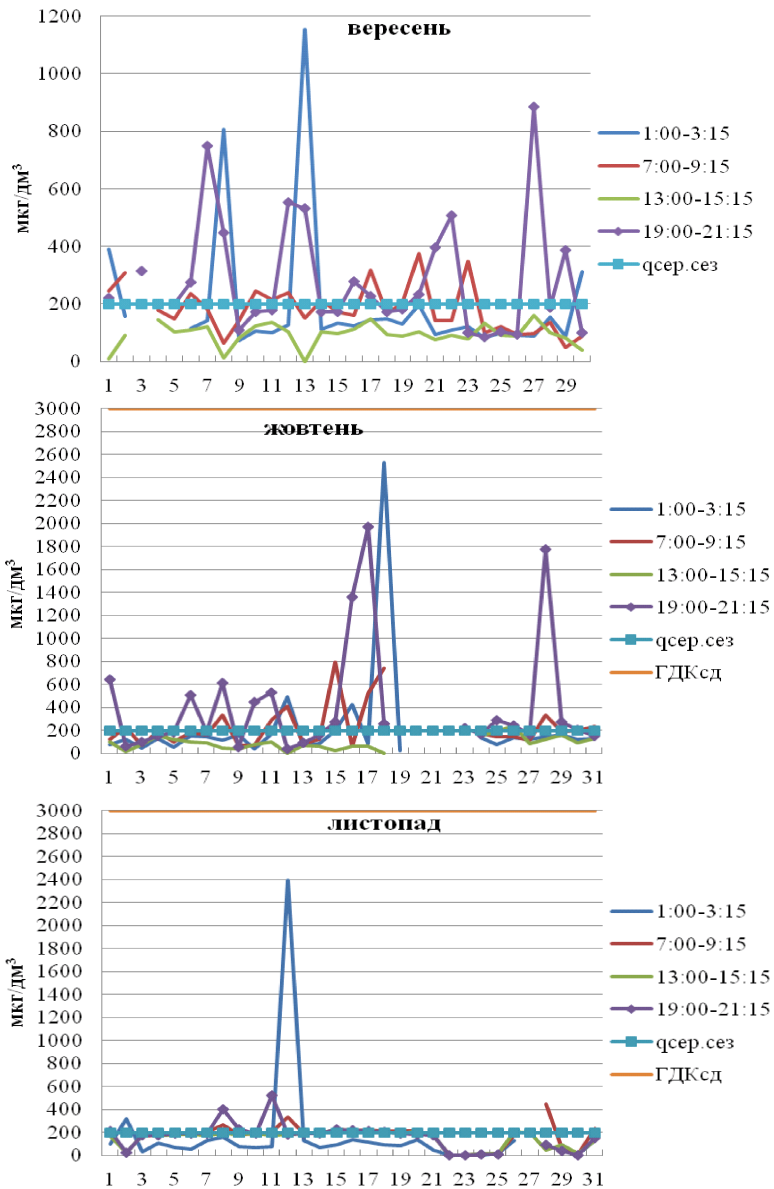


Рис. 6. Динаміка зміни концентрацій CO в осінній період 2019 р.

З рис. 6 видно, що в осінній період відзначається деяке підвищення загального рівня забруднення оксидом вуглецю, особливо у вересні. Максимальні концентрації, як і влітку, відзначались у вечірні і нічні часи. Відзначено декілька екстремумів у жовтні і листопаді. На наш погляд вони не відображають добовий хід концентрацій оксиду вуглецю. Можливо це обумовлено деякими порушеннями у роботі обладнання.

Також слід зазначити, що вміст оксиду вуглецю за наявними даними на два порядки нижче за даними спостережень на мережі пунктів по місту.

Було розраховано *ІЗА* оксидом вуглецю (рис. 7). З рисунку видно, що рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю в літньо-осінній період суттєво збільшився. Проте *ІЗА* не перевищує 1, тобто атмосфера умовно чиста.

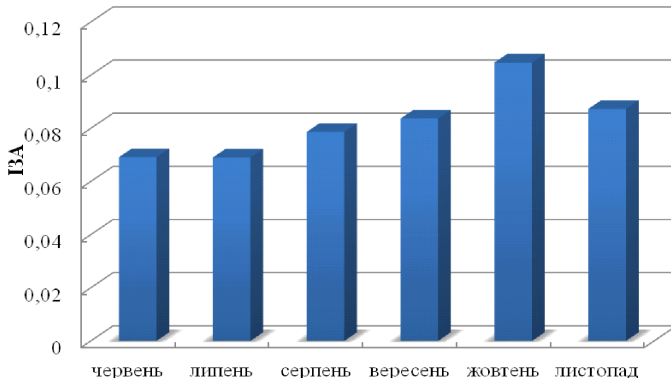


Рис. 7. Значення *ІЗА* оксидом вуглецю (пункт спостережень ОДЕКУ, 2019 р.)

Аналіз офіційних даних щодо рівня забруднення атмосферного повітря по місту в цілому (аналітичні довідки департаменту екології і природних ресурсів ОДА) [5] показав наступне:

- у червні максимальні перевищення *ГДК* спостерігалися по оксиду вуглецю (2,8 *ГДК*) і діоксиду азоту (0,6 *ГДК*) в районі автовокзалу (пункт № 17);
- у липні — по оксиду вуглецю (2,8 *ГДК*) в районі вул. Балківської (пункт № 18), діоксиду азоту (0,6 *ГДК*) — в районі вул. Чорноморського козацтва (пункт № 10);
- у серпні — по оксиду вуглецю (2,8 *ГДК*) і діоксиду азоту (0,6 *ГДК*) в районі Автовокзалу (пункт № 17);

- у вересні — по оксиду вуглецю (1,6 ГДК) в районі Автовокзалу (пункт № 17), діоксиду азоту (0,7 ГДК) — в районі вул. Чорноморського козацтва (пункт № 10).

Всі ці райони є районами інтенсивного руху автотранспорту.

За даними наших спостережень рівень забруднення атмосфери оксидом вуглецю складав 0,05-0,08 ГДКсд, діоксидом азоту — 0,66-1,35 ГДКсд. Тобто в цілому рівень забруднення діоксидом азоту значно вище.

Стосовно рівня забруднення діоксидом азоту, то концентрації цієї домішки за результатами отриманих даних дещо вище також концентрацій в районі розташування пункту № 8, який в м. Одеса оцінюється як фоновий. За даними багаторічних спостережень [6] концентрації на даному пунктів складають 0,72-0,79 ГДКсд.

Висновки. У роботі була оцінка рівня забруднення атмосферного повітря окремих районів м. Одеса діоксидом азоту і оксидом вуглецю за даними безперервних спостережень на пункті контролю, розташованому на території ОДЕКУ. В результаті виконаних досліджень можна зробити такі висновки:

1. Переважаючими джерелами викидів в районі розташування пункту спостережень на території ОДЕКУ є автомобільний транспорт.
2. Аналіз динаміки зміни концентрацій діоксиду азоту в літній період показали, що максимальні концентрації відзначались у липні і серпні. У більшості випадків отримані значення перевищують і ГДКсд, і $q_{сер.сез}$. Підвищений рівень забруднення відзначався у денні і вечірні часи.
3. В осінній період відзначається незначне зменшення рівня забруднення атмосфери діоксидом азоту, особливо у жовтні-листопаді. Перевищення ГДКсд відзначаються також у денні і вечірні часи. Зменшення вмісту діоксиду азоту в осінній період є закономірним, оскільки зменшився транспортний потік, в т.ч. і за рахунок зменшення перевезень відпочиваючих на міські пляжі.
4. За значенням ІЗА діоксидом азоту в літній період якість атмосферного повітря не відповідає вимогам. З вересня рівень забруднення суттєво зменшився і відповідає вимогам якості атмосферного повітря.
5. Максимальні концентрації оксиду вуглецю в літній період відзначались у вечірні та нічні часи, мінімальні — у денні

часи. Значні і постійні перевищення $ГДКсд$ і $q_{сер.сез.}$ відзначались у червні і серпні.

6. В осінній період відзначається деяке підвищення загального рівня забруднення оксидом вуглецю, особливо у вересні. Максимальні концентрації, як і влітку, відзначались у вечірні і нічні часи. Відзначено декілька екстремумів у жовтні і листопаді. Вони не відображають добовий хід концентрацій оксиду вуглецю і можуть бути обумовлені деякими порушеннями у роботі обладнання.
7. За значенням *ІЗА* оксидом вуглецю рівень забруднення атмосферного повітря в літньо-осінній період суттєво збільшився. Проте атмосфера умовно чиста. Вміст оксиду вуглецю за наявними даними на два порядки нижче за даними спостережень на мережі пунктів по місту.
8. Рівень забруднення атмосфери оксидом вуглецю складав 0,05-0,08 $ГДКсд$, діоксидом азоту — 0,66-1,35 $ГДКсд$.
9. Концентрації діоксиду азоту за результатами отриманих даних дещо вище концентрацій в районі розташування пункту № 8, який в м. Одеса оцінюється як фоновий.

Виконане дослідження є частиною роботи, присвяченою оцінці якості атмосферного повітря окремих районів м. Одеса з метою подальшого порівняльного аналізу і надання рекомендацій щодо поліпшення якості повітряного басейну.

Література

1. Безуглая Э. Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 116 с.
2. Електронний ресурс. URL: <https://www.google.com/maps/@46.3996964,30.7369149,16z> (дата звернення 21.11.2019).
3. Лавров Т. В., Чугай А. В. Аналіз забруднення атмосферного повітря окремих районів м. Одеса діоксидом азоту // Мат. VII Міжнар. наук. конф. молодих вчених “Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”. — Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2019. — С. 82-84.
4. Чугай А. В., Юрасов С. М., Чернякова О. І., Грабко Н. В., Волков А. І. Зб. метод. вказівок до практичних робіт з дисципліни “Моніторинг довкілля”. — Одеса: ОДЕКУ, 2006. — 139 с.

5. Електронний ресурс. URL: <http://ecology.odessa.gov.ua/montorng/> (дата звернення 22.11.2019).
6. Колісник А. В., Ничипорук О. І., Чугай А. В. Аналіз забруднення атмосферного повітря м. Одеса діоксидом азоту // Тези Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”. — Житомир: Житомирська політехніка, 2019. — С. 26-27.

УДК 504.4

Чугай А. В., Бобик В. О.

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД ОКРЕМИХ ДІЛЯНОК Р. ДУНАЙ

Вступ. Дунай — друга за величиною річка Європейського континенту. Її водозбірна площа охоплює значну територію Центральної Європи. Унікальність водної екосистеми річки полягає в тому, що вона протікає по території 17 країн, вона зазнає значного впливу промислових, сільськогосподарських, комунальних, енергетичних і іригаційних об'єктів, а також судноплавства та інших антропогенних факторів.

Гідрохімічний режим дунайської води формується під впливом його внутрішньорічного водного стоку, життєдіяльності водних організмів і стічних вод промислових підприємств, сільськогосподарства і населених пунктів.

Виходячи з викладеного, питання оцінки якості вод р. Дунай є актуальною задачею.

Матеріали і методи досліджень. Метою роботи є оцінка якості вод окремих ділянок р. Дунай (створи Ізмаїл і Рені) за 2015-2018 рр. В якості вихідних даних в роботі використані матеріали спостережень, надані Дунайською гідрометеорологічною обсерваторією.

Для оцінки якості поверхневих вод були використані два методи: графічний метод комплексної оцінки якості поверхневих вод і методика оцінки за гідрохімічними показниками.

Графічний метод базується на складанні графічної моделі якості поверхневих вод, яка є круговою діаграмою зі шкалами-радіусами, що відповідають певному гідрохімічному показнику. Ціна ділення кожного радіусу дорівнює максимальному значенню концентрації показника, що визначає придатність води для певного виду водокористування, тобто ГДК ЗР у водному об'єкті [1].

Якість води згідно методики оцінки якості поверхневих вод суші за гідрохімічними показниками (методика Гідрохімічного інституту) визначається через комплексний показник, який називається комбінаторним індексом забруднення (*КІЗ*):

$$KIZ = \sum_{i=1}^n S_i, \quad (1)$$

де S_i — загальний оціночний бал, отриманий шляхом перемноження показника повторюваності випадків перевищення *ГДК* і показника кратності перевищення *ГДК*.

Із загального числа врахованих інгредієнтів і показників якості води визначаються лімітуючі показники забруднення (*ЛПЗ*). Величина сумарного оціночного балу за таким інгредієнтом дорівнює чи більше 11. Виділяють 4 категорії якості води: слабо забруднена, забруднена, брудна, дуже брудна [2].

Результати дослідження та їх аналіз. Вихідна інформація містила матеріали щомісячних спостережень за окремими показниками якості вод: розчинений кисень, магній, хлориди, сульфати, кальцій, *БСК₅*, азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний, фосфати, феноли, нафтопродукти (НП), *СПАР*.

На рис. 1, 2 наведено результати аналізу зміни гідрохімічних показників якості вод р. Дунай із застосуванням графічного методу.

Аналіз показав, що перевищення *ГДК* в обох створах спостережень на протязі 2015-2018 рр. відзначались лише для окремих показників, а саме *БСК₅*, азот нітритний і феноли. За середньорічними даними концентрації вище *ГДК* відзначались за вмістом фенолів і в окремі роки азоту нітритного.

Результати розрахунку *КІЗ* для створів Ізмаїл і Рені наведено на рис. 3. Як видно з рисунку, в цілому рівень забруднення вод р. Дунай у створі м. Ізмаїл дещо вище, ніж у створі м. Рені. На протязі року значення *КІЗ* не зазнають суттєвих змін. Деяке збільшення рівня забруднення вод р. Дунай у створі м. Ізмаїл відзначається у червні-вересні, у створі м. Рені — у березні-квітні і липні-серпні. Жодного *ЛПЗ* за даними розрахунів в обох створах виявлено не було. Згідно з методикою якість вод р. Дунай у створах Ізмаїл і Рені за період дослідження характеризується класом II, категорією “забруднена”.

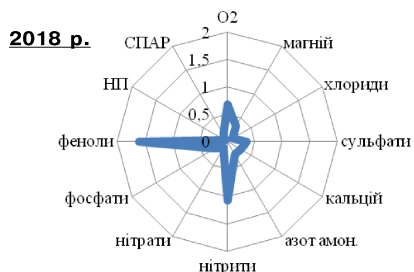
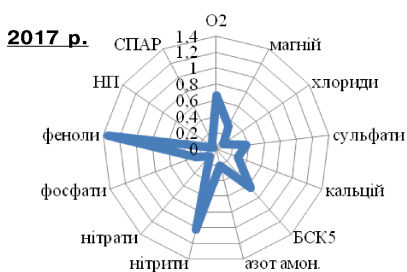
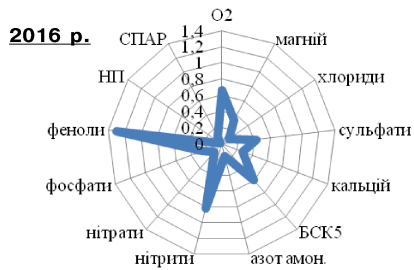
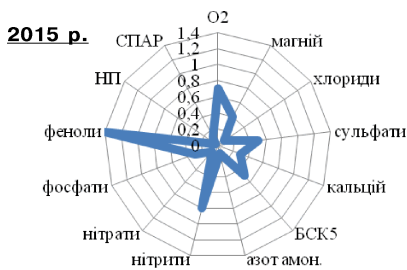


Рис. 1. Оцінка якості вод р. Дунай (створ м. Ізмаїл) у 2015-2017 рр.

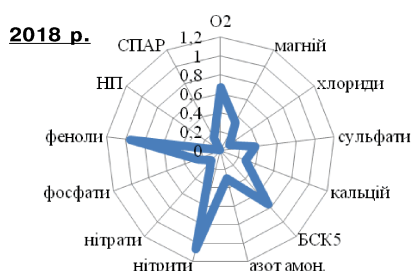
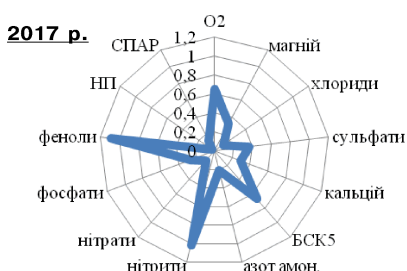
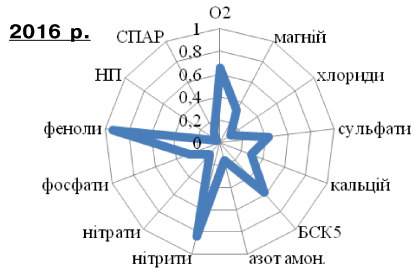
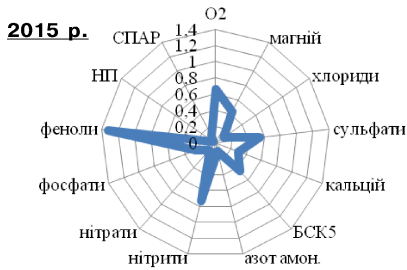


Рис. 2. Оцінка якості вод р. Дунай (створ м. Рені) у 2015-2017 рр.

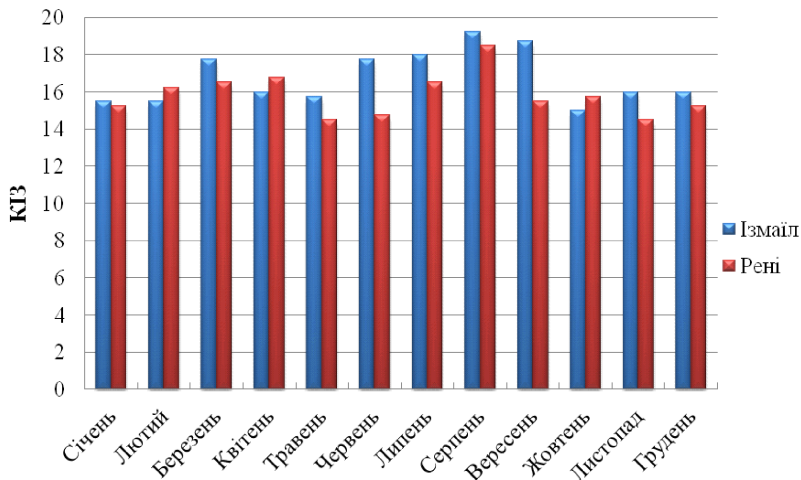


Рис. 3. Значення КІЗ вод р. Дунай (осереднені за 2015-2018 рр.)

Окремі результати за даними виконаних досліджень були висвітлені у роботах [3, 4].

Висновки. В роботі було проаналізовано динаміку зміни показників якості вод окремих ділянок р. Дунай (створи Ізмаїл і Рені), а також виконано оцінку і класифікацію якості вод. В результаті можна зробити такі висновки:

1. Перевищення *ГДК* в обох створах спостережень на протязі 2015-2018 рр. відзначались лише для окремих показників (*БСК₅*, азот нітритний і феноли).
2. Рівень забруднення вод р. Дунай у створі м. Ізмаїл вище, ніж у створі м. Рені. Жодного *ЛПЗ* за даними розрахунів в обох створах виявлено не було.
3. Якість вод р. Дунай у створах Ізмаїл і Рені характеризується класом II, категорією “забруднена”.

Дана робота є окремою частиною дослідження, присвяченого оцінці якості вод р. Дунай в межах її української частини (додатково створи Кілія і Вилково), а також оцінці ступення антропогенного навантаження на басейн р. Дунай.

Література

1. Игошин Н. И. Проблемы восстановления малых рек и водоемов. Гидроэкологические аспекты: Уч. пос. — Харьков: Бурун Книга, 2009. — 240 с.

2. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. — К.: Ніка-Центр, 2001. — 262 с.
3. Бобик В. О., Чугай А. В. Оцінка якості вод р. Дунай — м. Ізмаїл // Мат. V Міжнар. наук.-практ. конф. студентів, магістрантів та аспірантів “Галузеві проблеми екологічної безпеки”. — Харків: ХНАДУ, 2019. — С. 41-43.
4. Бобик В. О., Чугай А. В. Динаміка зміни показників якості вод р. Дунай у створі Рені // Тези Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”. — Житомир: Житомирська політехніка, 2019. — С. 57.

Романчук М. Є., Кабак І. С.

**ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ЗА ІНДЕКСОМ ЗАБРУДНЕННЯ
(ІЗВ та ІЗВмод.) В МЕЖАХ СТВОРУ
Р. ІНГУЛЕЦЬ - М. КРИВИЙ РІГ**

Вступ. Інгулець — річка у Кіровоградській, Дніпропетровській, Миколаївській та Херсонській областях, найбільша права притока нижньої течії Дніпра.

Після спорудження водосховищ у верхній і середній течії Інгульця у деяких населених пунктів природний режим річки порушився. Він зберігається лише на ділянках, розташованих нижче гребель.

Інтенсивне землеробство, в тому числі зрошуване, гірничорудна промисловість, швидке зростання металургійної та хімічної галузі в її басейні привело до поступового занепаду річки.

В результаті ерозії ґрунтів пройшло інтенсивне замулення річища, що суттєво зменшило загальну водність Інгульця.

Все вищезазначене свідчить про дуже напружений екологічний стан в басейні р. Інгулець. Оскільки вода річки використовується для зрошення, комунально-побутового та промислового водопостачання, риборозведення, то характеристика і оцінка якості води являється актуальною проблемою.

Вихідна інформація по параметрах якості води р. Інгулець - м. Кривий Ріг надана відділом гідрохімії Українського гідрометеорологічного інституту (УкрГМІ).

Результати дослідження. Індекс забруднення розраховується за шістьма показниками якості води: два з них являються обов'яз-

ковими (розчинений кисень та біохімічне споживання кисню — БСК₅), а інші — переважно ті, що характеризують біогенні речовини та речовини токсичної дії. Нами для розрахунків були обрані наступні компоненти: розчинений кисень, БСК₅, азот нітритний, манган, феноли, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР). Розрахунок проводився для двох створів: р. Інгулець - м. Кривий Ріг (1 км вище міста) та р. Інгулець - м. Кривий Ріг (1 км нижче міста). Індекс забруднення розраховується за формулою:

$$ІЗВ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} \quad (1)$$

де n — кількість показників; C_i — середня концентрація i -го компонента складу води; $ГДК_i$ — граничнодопустима концентрація i -го параметру.

Слід зазначити, що для всіх компонентів розраховується відношення фактичного значення до ГДК, окрім розчиненого кисню, коли ГДК ділиться на концентрацію i -ої величини.

Також, для більш повної характеристики якості води, був застосований модифікований індекс забруднення води (ІЗВмод.), в якому, окрім постійних показників (розчинений кисень та БСК₅) використані ті, що мають найбільше відхилення від ГДК. Для розрахунку були використані наступні компоненти: розчинений кисень, БСК₅, азот нітритний, манган, хром, мідь.

Виділяють такі класи якості води за ІЗВ:

- I — дуже чиста ($ІЗВ \leq 0,3$);
- II — чиста ($0,3 < ІЗВ \leq 1,0$);
- III — помірно забруднена ($1,0 < ІЗВ \leq 2,5$);
- IV — забруднена ($2,5 < ІЗВ \leq 4,0$);
- V — брудна ($4,0 < ІЗВ \leq 6,0$);
- VI — дуже брудна ($6,0 < ІЗВ \leq 10,0$);
- VII — надзвичайно брудна ($ІЗВ > 10,0$)

До першого класу відносяться води, на які найменше впливає антропогенне навантаження. Величини їх гідрохімічних та гідробіологічних показників близькі до природних значень для даного регіону.

Для вод другого класу характерні певні зміни порівняно з природними, однак ці зміни не порушують екологічної рівноваги.

До третього класу відносяться води, які знаходяться під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем.

Води IV-VII класів — це води з порушеними екологічними параметрами, їх екологічний стан оцінюється як екологічний регрес. [1]

На рис. 1 представлений графік зміни ІЗВ в межах створу р. Інгулець - м. Кривий Ріг за період 2011-2015 рр. Як видно, вище м. Кривий Ріг значення ІЗВ коливались від 1,16 (2015 р.) до 1,33 (2013 р.), а нижче міста — від 1,73 (2013 р.) до 1,99 (2014 р.).

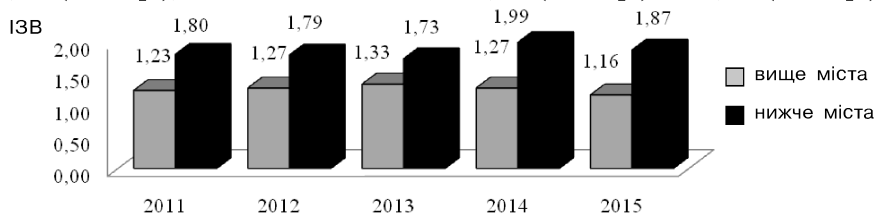


Рис. 1. Графік зміни ІЗВ в межах створу р. Інгулець - м. Кривий Ріг за період 2011-2015 рр.

В табл. 1 наведена характеристика отриманих результатів розрахунку: вода в межах створу (як вище так і нижче міста) за ІЗВ належить до III класу, тобто “помірно забруднена”. Суттєвих змін в межах створів за період спостереження практично не відбувається. За [1] води р. Інгулець - м. Кривий Ріг знаходяться під значним антропогенним впливом на протязі всього періоду спостереження.

На рис. 2 показаний графік зміни модифікованого індексу забруднення води в пункті р. Інгулець - м. Кривий Ріг. Вище створу ІЗВ_{мод.} змінюється в межах 2,22 (2014 р.) — 3,93 (2011 р.). В 2011-2013 рр. води річки відносяться до IV класу якості і оцінюються як “забруднені”, а в 2014-2015 роках — відносяться до III класу якості, тобто “помірно забруднені”.

Зменшення ІЗВ_{мод.} у часі відбувається і в створі на відстані 1 км від міста. Там індекс забруднення коливався від 3,12 (2015 р.) до 4,87 (2011 р.). У 2012 році навіть спостерігається незначне зменшення ІЗВ_{мод.} нижче м. Кривий Ріг. Вода окрім 2011 року (V клас — брудна) на протязі всього іншого періоду характеризується IV класом якості, а саме “забруднена”. Екологічний стан басейну (за [1]) р. Інгулець - м. Кривий Ріг на протязі 2011-2015 рр. оцінюється як екологічний регрес.

Таблиця 1.

Результати розрахунку ІЗВ та ІЗВмод. в пункті спостереження р. Інгулець - м. Кривий Ріг за період 2011-2015 рр. (за автором)

Рік	Створ р. Інгулець - м. Кривий Ріг	ІЗВ	Клас	Характеристика	ІЗВмод.	Клас	Характеристика
2011	вище міста	1,23	III	помірно забруднена	3,93	IV	забруднена
	нижче міста	1,80	III	помірно забруднена	4,87	V	брудна
2012	вище міста	1,27	III	помірно забруднена	3,67	IV	забруднена
	нижче міста	1,79	III	помірно забруднена	3,58	IV	забруднена
2013	вище міста	1,33	III	помірно забруднена	3,27	IV	забруднена
	нижче міста	1,73	III	помірно забруднена	3,43	IV	забруднена
2014	вище міста	1,27	III	помірно забруднена	2,22	III	помірно забруднена
	нижче міста	1,99	III	помірно забруднена	3,19	IV	забруднена
2015	вище міста	1,16	III	помірно забруднена	2,23	III	помірно забруднена
	нижче міста	1,87	III	помірно забруднена	3,12	IV	забруднена

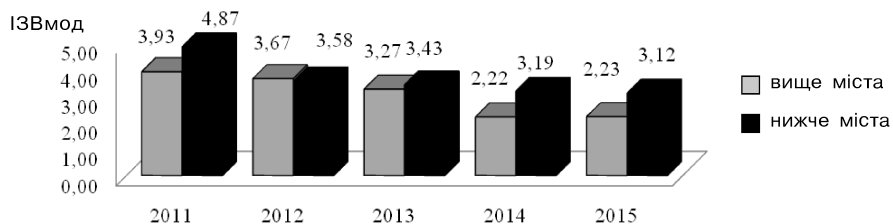


Рис. 2. Графік зміни ІЗВмод. в межах створу р. Інгулець — м. Кривий Ріг за період 2011-2015 рр.

Для визначення причин змін ІЗВ та ІЗВмод. були побудовані графіки динаміки у часі речовин, які входять до цих індексів (рис. 3-10).

Концентрації розчиненого кисню в воді р. Інгулець в межах м. Кривий Ріг за середньорічними даними на протязі 2011-2015 рр. були вищими за ГДКр., але трохи меншими за значеннями після міста (рис. 3). Параметри змінювались в межах 8,48-8,76 мг/дм³ (вище міста) — 8,10-8,28 мг/дм³ (нижче міста), при ГДКр. = 6,0 мг/дм³.

Зміна концентрацій БСК₅ представлена на рис. 4. Даний параметр свідчить про наявність в водах органічних речовин. Вище створу спостереження концентрації були в межах нормативних значень для вод рибогосподарського використання і тільки в 2014 році перевищення над ГДКр. склало 1,04.

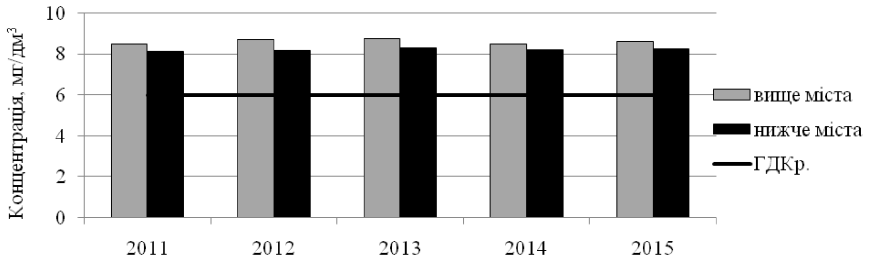


Рис. 3. Графік зміни концентрації розчиненого кисню в межах створу р. Інгулець - м. Кривий Ріг (ГДКр. = 6,0 мг/дм³)

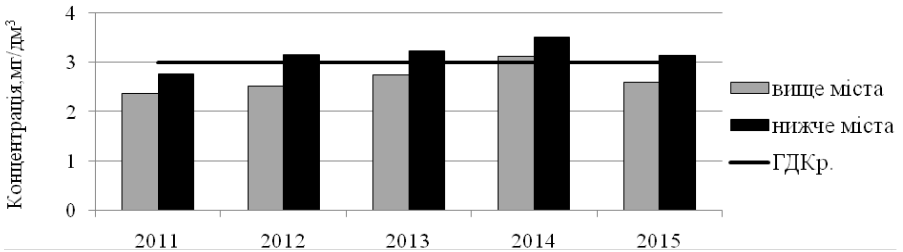


Рис. 4. Графік зміни концентрації БСК₅ в межах створу р. Інгулець - м. Кривий Ріг (ГДКр. = 3,0 мг/дм³)

Нижче створу перевищень ГДК не було лише в 2011 році (2,76 мг/дм³). Середньорічні концентрації БСК₅ росли з 2011 до 2014 рр. і набули максимального значення — 3,52 мг/дм³, а потім трохи знизилась, практично до нормативу.

На рис. 5 показана зміна концентрацій азоту нітритного, ГДКр. якого, дорівнює 0,02 мг/дм³.

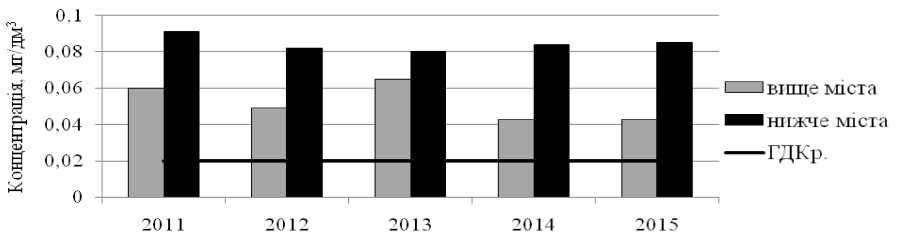


Рис. 5. Графік зміни концентрації азоту нітритного в межах створу р. Інгулець-м. Кривий Ріг (ГДКр. = 0,02 мг/дм³)

Найвище значення NO₂⁻ в воді Інгульця за 1 км до міста було в 2013 році і перевищувало ГДКр. в 3,25 рази. Максимальна середньорічна концентрація азоту нітритного нижче міста

спостерігалась в 2011 році і дорівнювала 4,55 ГДКр., причому на протязі всього періоду, не була нижче 4 ГДКр.

Зміна СПАРів представлена на рис. 6. Синтетичні поверхнево-активні речовини потрапляють до водойм, в основному, з стічними комунально-побутовими та промисловими водами. Вони погіршують смакові якості води, призводять до цвітіння (евтрафування) водних об'єктів. Як видно з графіку, значення концентрацій СПАРів у воді значно менше за ГДКр. в межах обох створів.

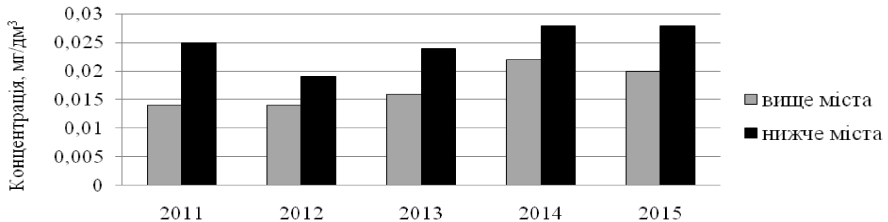


Рис. 6. Графік зміни концентрації СПАРів в межах створу р. Інгулець - м. Кривий Ріг (ГДКр. = 0,2 мг/дм³)

Феноли є одним з найбільш поширених забруднень, що надходять у поверхневі води зі стоками підприємств нафто-, сланце-переробної, лісохімічної, коксохімічної, анілінофарбової промисловостей та ін. В стічних водах цих підприємств вміст фенолів може перевищувати 10-20 г/дм³.

На рис. 7 відображена зміна середньорічної концентрації фенолів у часі.

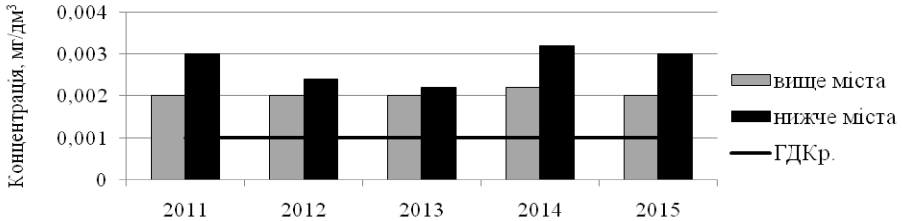


Рис. 7. Графік зміни концентрації фенолів в межах створу р. Інгулець - м. Кривий Ріг (ГДКр. = 0,001 мг/дм³)

Концентрації фенолів в межах верхнього створу дорівнювали 0,002 мг/дм³, тобто перевищували ГДКр. у два рази. Біля нижнього створу концентрації змінювались від 0,0022 до 0,0032 мг/дм³, при ГДКр. = 0,001 мг/дм³.

Графік зміни мангану в пункті р. Інгулець - м. Кривий Ріг представлений на рис. 8.

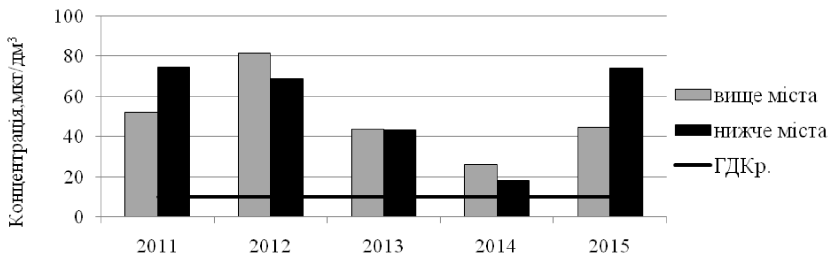


Рис. 8. Графік зміни концентрації мангану в межах створу р. Інгулець - м. Кривий Ріг (ГДКр. = 0,01 мг/дм³)

У водойми манган потрапляє в результаті вилуговування залізоманганних руд та інших мінералів, що містять цей елемент. Значні концентрації мангану надходять в поверхневі води в процесі розкладання водних тваринних та рослинних організмів, особливо синьо-зелених, діатомових водоростей. Сполуки мангану виносяться у водойми зі стічними водами манганних збагачувальних комбінатів, металургійних заводів, підприємств хімічної промисловості і з шахтними водами.

Видно, що ГДКр. значно перевищенні в межах обох створів. Цей параметр був задіяний як при розрахунку ІЗВ, так і при розрахунку ІЗВмод., оскільки по цьому елементу найвище відношення фактичних даних до нормативу.

Вище міста значення концентрації змінювались в межах 2,6ГДКр. (2014 р.) - 8,16ГДКр. (2012 р.), нижче створу від 1,8ГДКр. (2014 р.) до 7,45ГДКр. (2011 р.). Цікаво, що на протязі 2012-2014 рр. концентрації мангану за 1 км до міста Кривий Ріг вище ніж після міста. В 2013-2014 роках концентрації мангану в воді р. Інгулець значно зменшились в межах обох створів, але в 2015 році знов суттєво зросли.

На рис. 9 представлений графік зміни іонів шестивалентного хрому в межах створу спостереження.

У водні об'єкти сполуки трьох- і шестивалентного хрому потрапляють в результаті вилуговування з порід, надходять в процесі розкладання організмів і рослин, з ґрунтів; значні кількості можуть поступати зі стічними водами гальванічних цехів, фарбувальних цехів текстильних підприємств, шкіряних заводів і підприємств хімічної промисловості. Зниження концентрації іонів хрому може спостерігатися в результаті споживання їх водними організмами і процесів адсорбції.

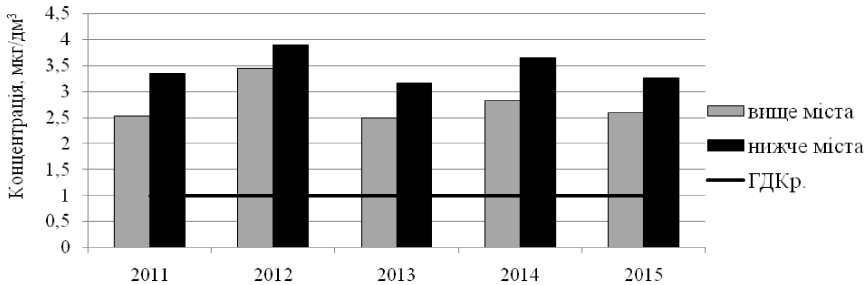


Рис. 9. Графік зміни концентрації хрому в межах створу р. Інгулець-м. Кривий Ріг (ГДКр.Cr6+ = 0,001 мг/дм³)

Гранично-допустима концентрація шестивалентного хрому для водойм рибогосподарського призначення дорівнює 0,001 мг/дм³.

Цей параметр враховувався при обчисленні ІЗВмод. Перевищення над ГДКр. складалося: вище міста — 2,5-3,4 рази, нижче міста — 3,1-3,9 рази. Суттєвих змін на протязі періоду спостереження не виявлено.

Мідь — один з найважливіших мікроелементів. Вона бере участь у процесі фотосинтезу і впливає на засвоєння азоту рослинами. Разом з тим, надлишкові концентрації цього хімічного елементу несприятливо впливають на рослинні та тваринні організми.

Вміст міді в природних прісних водах коливається від 1 до 30 мкг/дм³. Підвищені концентрації міді (до декількох грамів у літрі) характерні для кислих гірничих вод.

З рис. 10, на якому представлені часові зміни концентрацій міді в воді р. Інгулець, відображено поступове зменшення елементу в межах створів. Як видно, мінімальні концентрації були в 2015 році і склали 2,64 та 2,0 мкг/дм³ в верхньому та нижньому створах відповідно. Максимальні значення міді спостерігались в 2011 році і перевищували ГДК для рибогосподарського використання в 11,4 рази (вище Кривого Рогу) та в 12,2 рази (нижче міста).

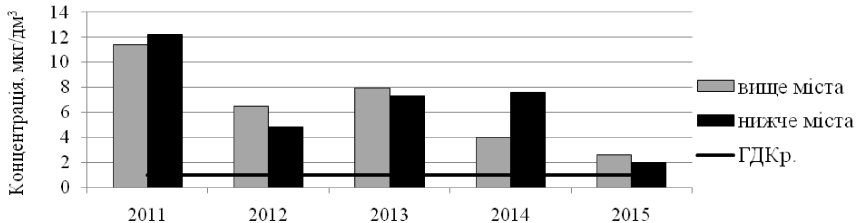


Рис. 10. Графік зміни концентрації міді в межах створу р. Інгулець - м. Кривий Ріг (ГДКр. = 0,001 мг/дм³)

Висновки. Отримані результати свідчать про значні проблеми в межах досліджуваного басейну, які пов'язані зі значним антропогенним навантаженням, але спостерігається й незначне покращення стану води р. Інгулець - м. Кривий Ріг за останні роки (за ІЗВ мод.).

Якість води в р. Інгулець на вході в місто Кривий Ріг вже не відповідає вимогам нормативних документів, так як має негативні чинники з боку підприємств міста Жовті Води та Кіровоградської області. [2].

З метою стабілізації гідрохімічного стану річки Інгулець та Карачунівського водосховища після завершення скиду зворотних вод з квітня по серпень триває промивка річки. Заходи з екологічного оздоровлення Карачунівського водосховища та річки Інгулець, що проводилися протягом 2011-2015 років, забезпечили покращення якості води у річці Інгулець та Карачунівському водосховищі [2].

Література

1. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод: Підручник. — К.: Ніка-центр, 2001. — 264 с.
2. Екологічний паспорт міста Кривого Рогу. 2017. — URL: <http://isdc.com.ua/wp-content/uploads/2016/10/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82-%D0%9A%D1%80%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%A0%D0%BE%D0%B3%D1%83.pdf>

Романчук М. Є., Довгополий М. М.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗМІНИ У ВОДІ

Р. ХОРОЛ - М. МИРГОРОД РЕЧОВИН ТОКСИЧНОЇ ДІЇ

Вступ. Хорол — це річка, яка протікає у Сумській і Полтавській областях України, права притока річки Псла (басейн Дніпра). Бере початок із джерел на північ від с. Червона Слобода і тече Придніпровською низовиною. Хорол впадає в Псел біля с. Сухорабівка Решетилівського району. Води річки використовують для водопостачання, зрошування, промисловості. Основними підприємствами-забруднювачами р. Хорол являються: ОКВПВКГ “Миргородводоканал” (м. Миргород); КП ЖКГ “Липоводолинське”, ПАТ “Армапром” (м. Миргород); ПАТ “Хорольський молококонсервний комбінат дитячих продуктів” (м. Хорол) та

ін. Разом зі стічними водами підприємств в річку потрапляють речовини токсичної дії, до яких відносяться: синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), нафтопродукти (НП), феноли, мідь, манган, залізо загальне, цинк, хром та ін. Деякі з цих елементів необхідні для існування живих організмів, що населяють водні об'єкти, але в надмірних кількостях дуже шкідливі, навіть призводять до загибелі.

Тому, оцінка впливу даних речовин на якість води та життєдіяльність водних біонтів, являється актуальною проблемою.

Результати дослідження та висновки. Якість води за означеними речовинами та елементами оцінювалась в пункті р. Хорол - м. Миргород за період 2004-2015 роки (за нафтопродуктами спостережень в створі не відбувалось).

В табл. 1 приводяться значення середньорічних концентрацій речовин токсичної дії, які були визначені в воді р. Хорол.

Таблиця 1.

Середньорічні концентрації речовин токсичної дії в воді р. Хорол - м. Миргород (2004-2015 рр.) [за автором]

Роки	Залізо загальне, мкг/дм ³	Мідь, мкг/дм ³	Цинк, мкг/дм ³	Хром 6+, мкг/дм ³	Манган, мкг/дм ³	Феноли, мкг/дм ³	АСПАР, мкг/дм ³
2004	135	2,30	36,50	3,50	196,25	4,8	45,0
2005	340	2,10	46,75	3,25	177,00	3,5	80,0
2006	295	1,30	33,50	2,00	126,00	4,8	72,5
2007	53	2,40	18,25	3,00	152,50	4,0	67,5
2008	80	3,10	28,75	2,50	143,75	3,8	60,0
2009	155	2,60	53,38	3,25	158,00	3,5	92,5
2010	133	5,90	219,00	3,50	143,00	2,5	90,0
2011	60	16,35	115,00	3,75	150,75	2,8	52,5
2012	105	2,30	76,00	3,25	82,75	3,0	57,5
2013	108	12,27	17,00	2,50	106,75	25	47,5
2014	125	1,20	14,25	2,25	131,75	3,0	55,0
2015	124	1,93	18,13	3,00	111,63	3,4	58,8
Середнє за 2004-2015	137	4,47	56,60	2,94	137,50	3,5	63,3
Мінімальне	20	0,00	4,00	1,00	43,00	1,0	40,0
дата	28.08.07 18.10.11	14.05.05 01.09.05 17.01.06 31.08.06 21.01.07 28.08.07	19.10.14	02.12.06 07.04.08	10.05.15	02.12.10	26.01.04 23.08.04 24.11.04 26.01.11 18.11.11 24.04.13 23.11.13
Максимальне	750	58,20	300,00	6,00	300,00	9,0	140,0
дата	17.05.06	12.04.11	02.12.10	26.01.04 01.09.05	28.10.07	24.10.04 31.08.06	12.04.09

СПАРи

Синтетичні поверхнево-активні речовини (ПАР) або детергенти є основною сировиною для виробництва синтетичних миючих засобів (СМЗ). ПАР одержують з продуктів переробки нафти. Вони являють собою органічні високомолекулярні сполуки, які знижують поверхневий натяг рідин та адсорбуються на межі розподілу фаз. [1]

Біологічне значення ПАР, як фактора забруднення гідросфери, значною мірою визначається їх фізичними властивостями: спроможністю знижувати поверхневий натяг, високою здатністю до піноутворення, емульгування та стабілізації у воді інших забруднювальних речовин. ПАР не тільки негативно впливають на якість води, але й підсилюють дію багатьох інших речовин, зокрема інгредієнтів стічних вод, у певних концентраціях сприяють інтенсивному розвитку мікрофлори, зокрема і сапрофітної [2, 3].

У гірничій справі ПАР застосовуються як змочувачі, піноутворювачі та емульгатори (при гідрообезпиленні); флотаційні реагенти, пептизатори, знижувачі твердості (при бурінні). [1] Основним наслідком збільшення концентрації фосфатів у поверхневих водах є евтрифікація водойм — неконтрольований розвиток синьо-зелених водоростей, який спричиняє “цвітіння” води. [2]

Концентрації СПАРів на протязі всіх років в воді р. Хорол не перевищували ГДКр. При ГДКр рибогосподарського призначення в 200 мкг/дм³ середньорічні концентрації СПАРів у воді змінювались від 45 мкг/дм³ (2004 р.) до 93 та 90 мкг/дм³ в 2009 та 2010 роках відповідно (рис. 1). Можна також бачити, що концентрації СПАРів у воді зменшуються у часі.

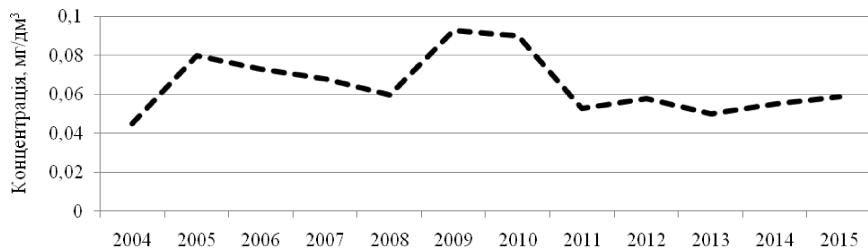


Рис. 1. Графік зміни концентрації СПАРів в створі р. Хорол - м.Миргород за період 2004-2015 рр.

По всіх інших показниках токсичної дії спостерігались значні перевищення ГДК для рибогосподарського використання.

На рис. 2 представлена кругова діаграма, на якій показано перевищення концентрацій речовин токсичної дії над ГДКр. в створі р. Хорол - м. Миргород, осереднених за період спостереження.

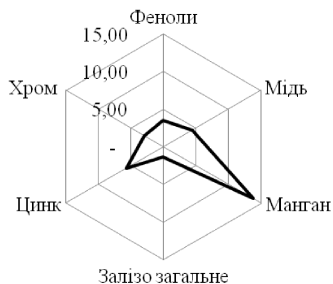


Рис. 2. Графік перевищення концентрацій речовин токсичної дії над ГДКр. (осереднених за 2004-2015 рр.)

З графіку (рис. 2) видно, що найбільші перевищення ГДКр. спостерігались за вмістом мангану, цинку, міді. Нижче наведена характеристика всіх речовин токсичної дії, які мали місце в воді Хоролу біля створу спостереження.

Хром

У поверхневій воді сполуки трьох- і шестивалентного хрому потрапляють в результаті вилугування з порід (хроміт, крокоїт, уваровіт та ін.). Деякі кількості надходять в процесі розкладання організмів і рослин, з ґрунтів. Значні кількості можуть надходити у водойми зі стічними водами гальванічних цехів, фарбувальних цехів текстильних підприємств, шкіряних заводів і підприємств хімічної промисловості. Зниження концентрації іонів хрому може спостерігатися в результаті споживання їх водними організмами і процесів адсорбції. [4] ГДК для рибогосподарського використання дорівнює $0,001 \text{ мг/дм}^3$.

На рис. 3 представлений графік зміни середньорічних концентрацій шестивалентного хрому в воді р. Хорол - м. Миргород. Межі коливань за період 2004-2015 рр.: $2,0 \text{ мкг/дм}^3$ (2006 р.) - $3,75 \text{ мкг/дм}^3$ (2011 р.). Розподіл у часі концентрацій хрому за всі дати спостереження, зображений на рис. 4. На ньому більш чітко простежується зменшення концентрацій у часі. На протязі всього періоду було зафіксовано перевищення норм ГДКр. і тільки 02.12.2006 р. та 07.04.2008 р. спостерігається найменше значення хрому у воді Хоролу, яке дорівнювало ГДКр. ($1,0 \text{ мкг/дм}^3$).

Максимальне відношення до ГДКр. було 26.01.2004 р. та 01.09.2005 р. і перевищувало граничнодопустиму концентрацію в 6,0 разів (табл. 1, рис. 4).

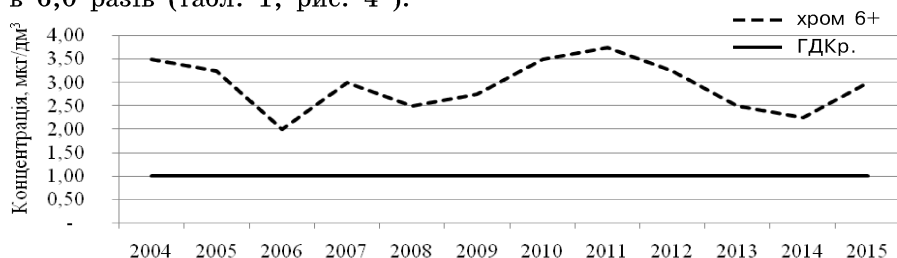


Рис. 3. Графік зміни шестивалентного хрому в воді р. Хорол - м. Миргород (середньорічні значення за період 2004-2015 рр.)

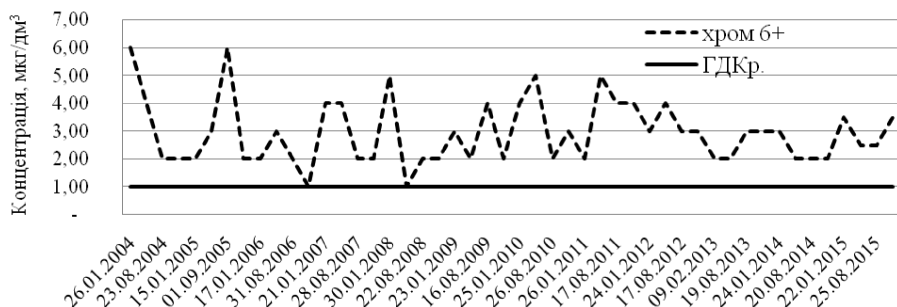


Рис. 4. Графік зміни концентрацій хрому в воді р. Хорол - м. Миргород (дати вимірювань за період 2004-2015 рр.)

Цинк

Потрапляє у природні води в результаті природних процесів руйнування і розчинення гірських порід та мінералів (сфалерит, цинкіт, глосларит, смітсоніт, каламін), а також зі стічними водами рудозбагачувальних фабрик і гальванічних цехів, виробництв пергаментного паперу, мінеральних фарб, віскозного волокна та ін.

Цинк відноситься до числа активних мікроелементів, що впливають на ріст і нормальний розвиток організмів. У той же час багато сполук цинку токсичні, насамперед його сульфат і хлорид [4].

Зміна вмісту цинку в воді р. Хорол - м. Миргород представлена на рис. 5. Найбільші середньорічні концентрації цинку за період спостереження зафіксовані у 2010 та 2011 роках — 21,9 та 11,5 ГДКр. відповідно. Мінімальні значення цинку були в

2014 році і дорівнювали 1,43 ГДКр. Із разових спостережень (табл. 1, рис. 6) максимальна концентрація цинку була 300 мкг/дм³ (02.12.2010 р.) при ГДКр. = 10.0 мкг/дм³, тобто перевищення над нормативом склало 30 ГДКр. Починаючи з 2013 року вміст цинку в воді р. Хорол зменшився. В межах нормативу концентрації цинку були: 14.05.2005 та 09.02.2013 (7,0 мкг/дм³), а найменше значення з разових вимірювань було 19.10.2014 р. і дорівнювало 4,0 мкг/дм³.

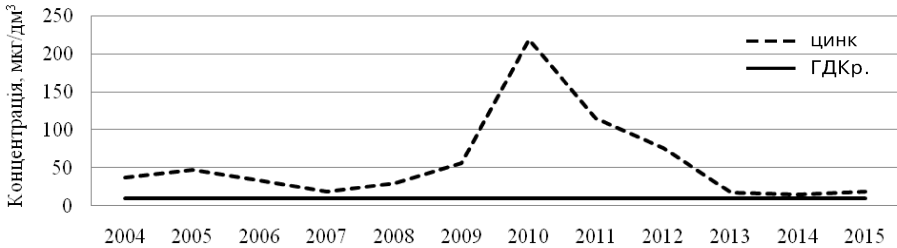


Рис. 5. Розподіл середньорічних значень концентрацій цинку в воді р. Хорол - м. Миргород за 2004-2015 рр.

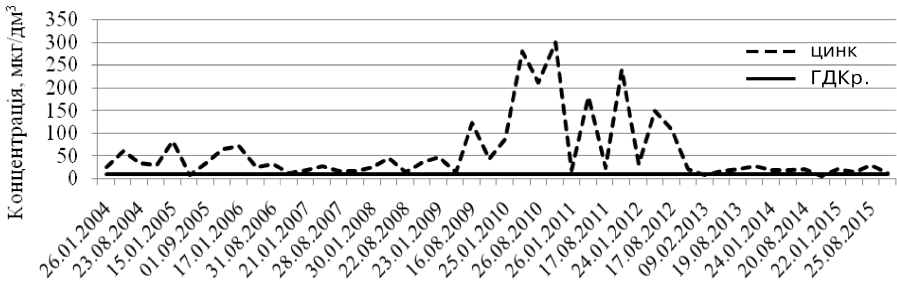


Рис. 6. Графік зміни концентрацій цинку в воді р. Хорол - м. Миргород (дати вимірювань за період 2004-2015 рр.)

Мідь

Мідь — один з найважливіших мікроелементів. Фізіологічна активність міді пов'язана головним чином із включенням її до складу активних центрів окислювально-відновних ферментів. Недостатній вміст міді в ґрунтах негативно впливає на синтез білків, жирів і вітамінів і сприяє безплідності рослинних організмів. Мідь бере участь у процесі фотосинтезу і впливає на засвоєння азоту рослинами. Разом з тим, надлишкові концентрації міді надають несприятливий вплив на рослинні та тваринні організми. [4]

В розподілі міді в воді р. Хорол - м. Миргород (рис. 7) простежуються два піки підвищення концентрацій. Найвищі середньорічні значення міді були в 2011 та 2013 рр. — 16,35 і 12,27 ГДКр. відповідно (при ГДКр. = 1.0 мкг/дм³). Найменший вміст міді у воді спостерігався в 2006 та 2014 рр. — 1,3 та 1,2 ГДКр. відповідно. З табл. 1 та рис. 8 видно, що за одиничними вимірами максимальна концентрація була: 12.04.2011 р. — 58,2 мкг/дм³ та 24.04.2013 р. — 32,8 мкг/дм³.

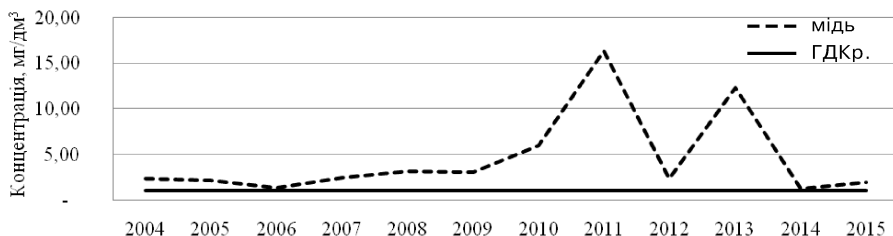


Рис. 7. Розподіл середньорічних значень концентрацій міді в воді р. Хорол - м. Миргород за 2004-2015 рр.

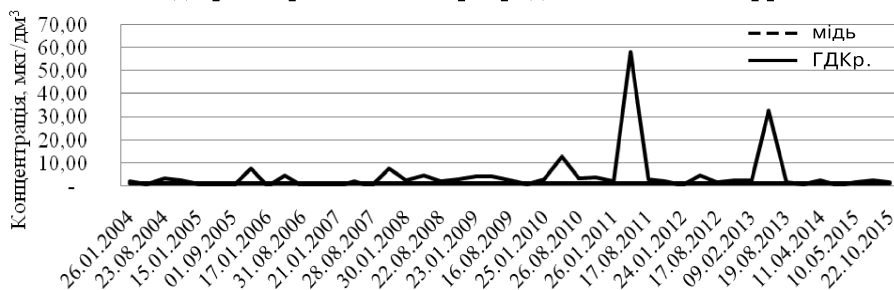


Рис. 8. Графік зміни концентрацій міді в воді р. Хорол - м. Миргород (дати вимірювань за період 2004-2015 рр.)

Манган

У поверхневій воді манган поступає в результаті вилуговування залізоманганних руд та інших мінералів, що містять манган (піролюзит, псиломелан, брауніт, манганіт, чорна охра). Значні кількості мангану надходять в процесі розкладання водних тваринних і рослинних організмів, особливо синьо-зелених, діатомових водоростей і вищих водних рослин. Сполуки мангану виносяться у водойми зі стічними водами марганцевих збагачувальних фабрик, металургійних заводів, підприємств хімічної промисловості і з шахтними водами.

Концентрація мангану у поверхневих водах схильна до сезонних коливань. Факторами, що визначають зміни концентрацій мангану, є співвідношення між поверхневим і підземним стоком, інтенсивність споживання його при фотосинтезі, розкладання фітопланктону, мікроорганізмів і вищої водної рослинності, а також процеси осадження його на дно водних об'єктів.

Роль мангану у житті вищих рослин і водоростей водою досить велика. Манган сприяє утилізації CO_2 рослинами, чим підвищує інтенсивність фотосинтезу, бере участь у процесах відновлення нітратів і асиміляції азоту рослинами. Манган сприяє переходу активного Fe (II) в Fe (III), що охороняє клітину від отруєння, прискорює ріст організмів і т.д.

З рис. 9 видно, що середні річні концентрації мангану у воді р. Хорол на протязі всього періоду спостереження значно перевищували ГДКр. і змінювались від 82,8 мкг/дм³ в 2012 р. (8,28 ГДКр.) до 196,3 мкг/дм³ в 2004 році (19,63 ГДКр.). Можна бачити поступове зменшення концентрацій мангану у часі. На рис. 10, для більш повної характеристики, представлений графік зміни мангану в воді р. Хорол - м. Миргород за всі дати виміру речовини в створі.

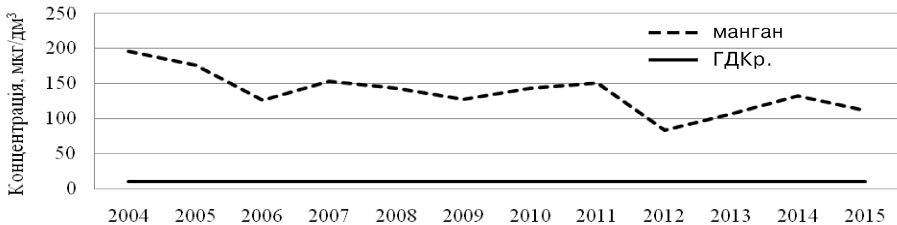


Рис. 9. Графік зміни середньорічних концентрацій мангану в воді р. Хорол - м. Миргород

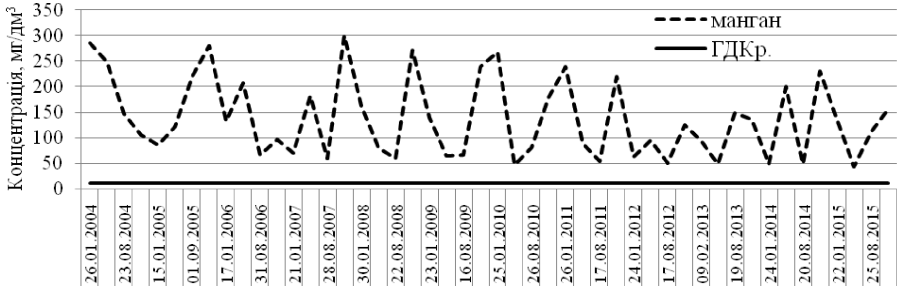


Рис. 10. Графік зміни концентрацій мангану в воді р. Хорол - м. Миргород (дати вимірювань за період 2004-2015 рр.)

На відміну від графіку на рис. 9, видно, що вміст мангану постійно змінюється, кожного року відбуваються збільшення та спади його концентрації у воді. Максимальне за період спостереження значення зафіксоване 28.10.2007 р. і дорівнювало 300 мкг/дм³, що у 30 разів вище за ГДКр.

По одній з самих розповсюджених версій, підвищення концентрації мангану в воді річки традиційно спостерігається наприкінці літа-початку осені і пов'язано з фізико-хімічними процесами, які проходять в донних відкладах в результаті підвищення температури води і, як слідство, зниження рівня кисню [5]. Також концентрація мангану підвищується у зв'язку з масовим відмиранням синьо-зелених водоростей [6].

Залізо

Головними джерелами сполук заліза в поверхневих водах є процеси хімічного вивітрювання гірських порід, що супроводжуються їх механічним руйнуванням і розчиненням. У процесі взаємодії з мінеральними і органічними речовинами, що містяться в природних водах, утворюється складний комплекс сполук заліза, що знаходяться у воді в розчиненому, колоїдному і завислому станах. Значні кількості заліза надходять з підземними стоками і зі стічними водами підприємств металургійної, металлообробної, текстильної, лакофарбової промисловості та з сільськогосподарськими стоками.

Будучи біологічно активним елементом, залізо в певній мірі впливає на інтенсивність розвитку фітопланктону та якісний склад мікрофлори у водоймі.

Концентрація заліза схильна до помітних сезонних коливань. Зазвичай у водоймах з високою біологічною продуктивністю в період літньої і зимової стагнації помітне збільшення концентрації заліза в придонних шарах води. Осінньо-весняне перемішування водних мас (гомותרмія) супроводжується окисленням Fe (II) у Fe (III) і випаданням останнього у вигляді Fe(OH)₃.

Вміст заліза у воді вище 1-2 мг Fe/дм³ значно погіршує органолептичні властивості, надаючи їй неприємний в'язкий смак, і робить воду малопридатною для використання в технічних цілях. ГДК заліза становить 0,3 мг Fe/дм³ (лімітуючий показник шкідливості — органолептичний), ГДК для заліза у воді водойми, яка використовується в рибогосподарських цілях, — 0,1 мг/дм³ [4, 7].

На рис. 11 та 12 наведені графіки зміни загального заліза в воді р. Хорол: на першому — середньорічні зміни; на другому — на кожну дату вимірювання періоду 2004-2015 рр. Найбільші середньорічні значення спостерігались в 2005 та 2006 роках і відповідно склали 0,34 та 0,295 мг/дм³ при ГДКр. = 0,1 мг/дм³. В подальшому концентрації заліза зменшувались і на протязі 2007-2009, а також в 2011 роках не перевищували ГДКр. В інші роки перевищення рибогосподарських норм біли в межах 1,05-1,3 ГДКр.

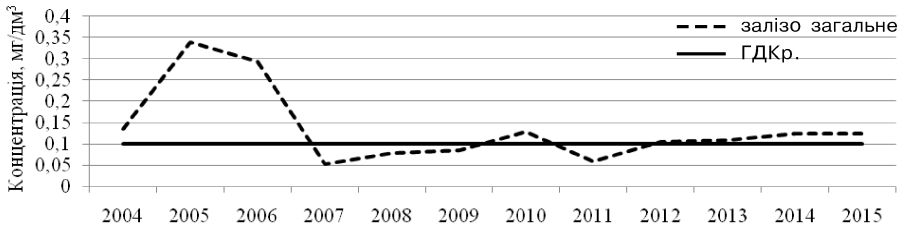


Рис. 11. Графік зміни середньорічних концентрацій заліза загального в воді р. Хорол - м. Миргород

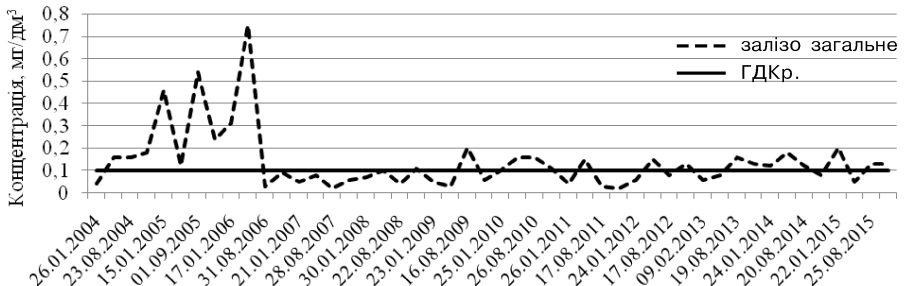


Рис. 12. Графік зміни концентрацій заліза загального в воді р. Хорол - м. Миргород (дати вимірювань за період 2004-2015 рр.)

Серед разових спостережень (рис. 12) значні перевищення ГДКр. були зафіксовані 15.01.2005, 01.09.2005 та 17.05.2006 рр. і дорівнювали 0,46, 0,54 та 0,75 мг/дм³ відповідно.

Феноли

Фенол в основному — штучна хімічна речовина, хоча може міститися у відходах тваринного походження і органічному матеріалі. Найбільше застосування фенол знаходить у виробництві пластмас, також використовується для виробництва капролактаму (для виготовлення нейлону і інших штучних волокон) і бісфенола (для виготовлення епоксидних і інших смол).

Він також використовується як слімісид (хімічна речовина, яка вбиває бактерії і гриби, знайдені у водянистому слизі), використовується як дезінфікуючий засіб, і в медичних препаратах.

Як і всяка органіка, фенол окислюється розчинним у воді киснем і поглинає його дуже сильно: сім молекул кисню потрібно на окислення одній лише молекули фенолу. До того ж він впливає на смак води; риба в забруднених фенолом водоймищах якщо і виживає, то все одно стає неїстівною, набуваючи специфічного, дуже неприємного запаху.

Із-за фенолу і його взаємодії з солями заліза, які завжди є у воді, водоймище “зацвітає”. У ньому починається піноутворення. Знешкоджувати таку воду хлоруванням не можна. Утворюються хлорфеноли, що мають ще більш сильний і неприємний запах. Концентрація фенолів в поверхневих водах схильна до сезонних коливань. В літній період вміст фенолів падає (з ростом температури збільшується швидкість розпаду). Гранічно допустима концентрація фенолу у воді рибогосподарського використання складає 0,001 мг/дм³.

З рис. 13 видно, що найбільші середньорічні значення фенолів у воді р. Хорол — 0,005 мг/дм³, спостерігались в 2004 та 2006 рр. З 2011 до 2015 рр. концентрації фенолів не змінювались, були найменшими і дорівнювали 0,003 мг/дм³. Середнє значення за період 2004-2015 роки — 0,035 мг/дм³. З разових вимірів (рис. 14) межі коливань концентрацій фенолів достатньо великі: мінімальне значення складає 0,001 мг/дм³ (02.12.2010 р.), максимальне — 0,009 мг/дм³ (24.10.2004 та 31.08.2006 рр.), що у 9 разів вище за ГДКр. В цілому, спостерігається зменшення концентрації фенолів у часі.

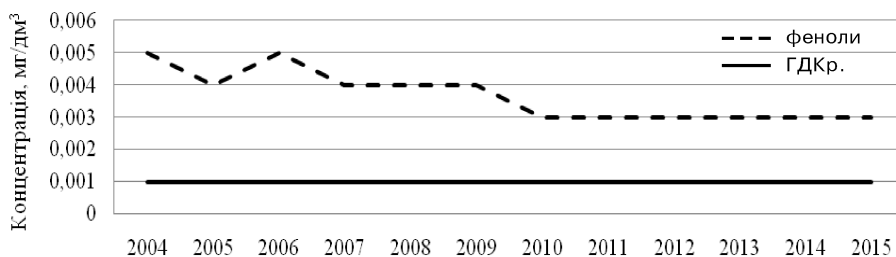


Рис. 13. Графік зміни у часі середньорічних значень концентрацій фенолів в воді р. Хорол - м. Миргород (2004-2015 рр.)

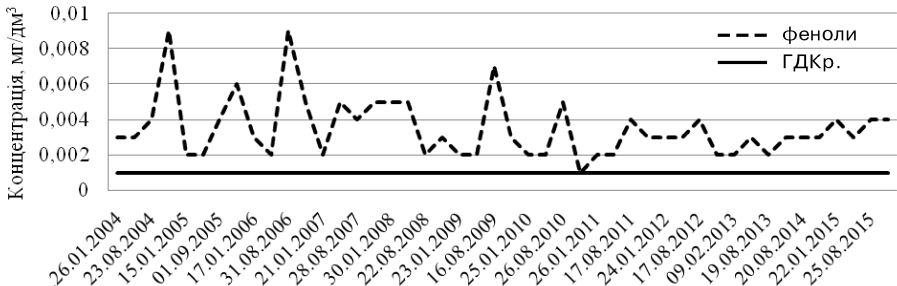


Рис. 14. Графік зміни концентрацій фенолів в воді р. Хорол - м. Миргород (дати вимірювань за період 2004-2015 рр.)

Зношеність водопровідної та каналізаційної систем міст, зарегульованість водойм призводить до збільшення забруднюючих речовин в воді р. Хорол. Міськими радами ведуться роботи по заміні старих систем водопостачання та водовідведення, по впровадженню нових систем очистки стічних вод, по зменшенню заборів води з річки на промислові потреби.

Література

1. URL:http://wikiinfo.mdpu.org.ua/index.php?title=%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96_%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B8
2. Мальований М. С., Дедик Л. М., Мараховська С. Б., Шандрович В. Т., Мараховська А. О., Гуглич С. І. Проблема негативного впливу поверхнево-активних речовин і синтетичних мийних засобів на гідросферу // Науковий вісник НЛТУ України. — 2015, Вип. 25.2. — С. 96-103. — URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2015/25_2/18.pdf
3. Болдін А. А. Хімічне забруднення природних вод // Світ хімії: Зб. наук. праць. — 2004, № 9. — С. 123-128.
4. URL:https://stud.wiki/ecology/3c0a65635b2ad69a4c43b89521206d27_0.html
5. URL:<https://www.telegraf.in.ua/kremenchug/10038570-v-vode-kremenchugskogo-vodohranilischa-prevysil-normu-marganec.html>
6. URL:https://www.telegraf.in.ua/kremenchug/16830-news_16830.html
7. Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод. — М.: Химия, 1973. — 376 с.

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ Р. ПСЕЛ ЗА МІНЕРАЛІЗАЦІЄЮ ТА ЇЇ СКЛАДОВИМИ

Вступ. Річка Псел протікає по території двох областей України: Сумської (довжина в межах області 176 км) та Полтавської (довжина в межах області 350 км). Загальна довжина річки — 717 км, площа басейну 22 800 км². Площа водозбору Псла на території України становить 16270 км².

Витоки Псла розташовані в Росії, в межах с. Пригорки Прохоровського району Білгородської області. Впадає до Дніпра між містами Кременчук та Горішні Плавні (Комсомольськ).

Оскільки Псел являється транскордонною річкою, використовується для отримання електроенергії, “для риболовлі, водопостачання та зрошення, на берегах її багато місць відпочинку” [1], оцінка якості води являється дуже актуальним питанням.

В роботі розглянуті та проаналізовані зміни мінерального складу води р. Псел в межах трьох створів: м. Суми, м. Гадяч та смт. Запсілля за період спостереження 2000-2015 рр. (рис. 1). Вихідна інформація надана відділом гідрохімії Українського гідрометеорологічного інституту (УкрГМІ).

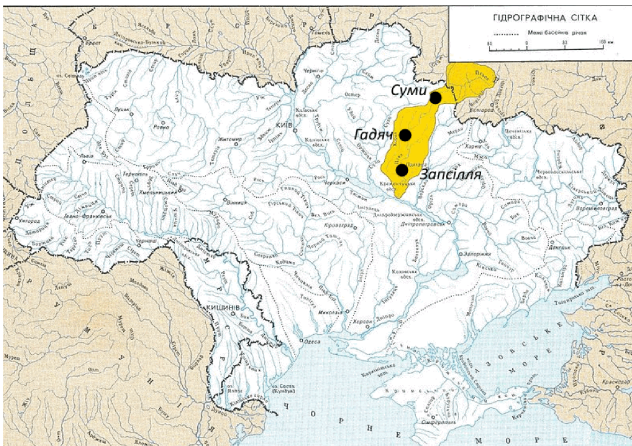


Рис. 1. Карта-схема розташування басейну р. Псел

Результати дослідження. Один із важливих факторів якості води — це визначення мінерального складу, зміна його як у просторі, так і часі.

Сумарний вміст всіх знайдених при хімічному аналізі води мінеральних речовин, звичайно виражається у вигляді суми іонів: для прісних і солонуватих вод в мг/дм³ (до 1000 мг/дм³) або г/дм³ (більш 1000 мг/дм³), для розсолів — в г/дм³, в г/кг або в ‰ [2].

В табл. 1 наводяться значення середньорічної мінералізації в межах трьох створів спостереження, а на рис. 2 представлена зміна мінералізації у часі в цих пунктах.

Таблиця 1.

Середньорічні значення мінералізації води р. Псел за період 2000-2015 рр.

Роки	Сума іонів, мг/дм ³		
	м. Суми	м. Гадяч	свт. Запсілля
2000	641,75	713,60	791,00
2001	698,00	777,00	630,00
2002	673,50	725,33	778,00
2003	710,25	794,50	636,50
2004	753,00	702,00	841,00
2005	735,75	716,50	689,67
2006	616,50	657,20	664,00
2007	638,50	711,00	658,50
2008	715,25	715,00	712,86
2009	800,25	716,67	644,33
2010	646,50	669,67	639,00
2011	644,50	784,50	685,50
2012	710,50	808,00	692,29
2013	702,75	844,75	709,50
2014	682,00	897,75	775,00
2015	747,75	857,50	773,33
Середнє	694,80	755,70	707,50

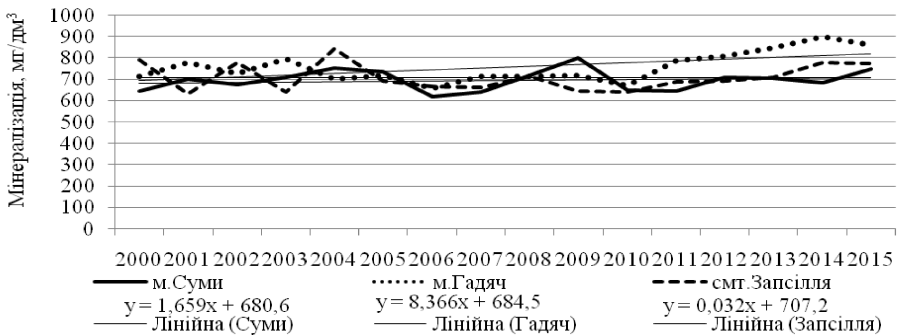


Рис. 2. Графік часових змін мінералізації в межах створів басейну р. Псел

Окрім графіків зміни мінералізації на рис. 2 наведені лінійні лінії тренду та рівняння. Як видно, коливання мінералізації знаходяться в межах: по м. Суми $616,5 \text{ мг/дм}^3$ (2006 р.) — $800,25 \text{ мг/дм}^3$ (2009 р.); по м. Гадяч $657,2 \text{ мг/дм}^3$ (2006 р.) — $897,75 \text{ мг/дм}^3$ (2014 р.); по смт. Запсілля $636,5 \text{ мг/дм}^3$ (2003 р.) — 841 мг/дм^3 (2004 р.). По створах м. Суми та смт. Запсілля спостерігається не значне збільшення мінералізації, а в пункті м. Гадяч в останні роки (починаючи з 2011 р.) — невпинний ріст.

За О. О. Альокіним води річок поділяються на води [3]:

- дуже малої мінералізації — менше $0,1 \text{ г/дм}^3$;
- малої мінералізації — $0,1-0,2 \text{ г/дм}^3$;
- середньої мінералізації — $0,2-0,5 \text{ г/дм}^3$;
- підвищеної мінералізації — $0,5-1,0 \text{ г/дм}^3$;
- високої мінералізації — $>1,0 \text{ г/дм}^3$.

Води в межах всього басейну р. Псел за цією класифікацією [2, 3] характеризуються, як води з підвищеною мінералізацією ($0,5-1,0 \text{ г/дм}^3$).

В. К. Хільчевським (2003) була розроблена класифікація природних вод за мінералізацією [4], в якій значною мірою враховані сучасні практичні та екологічні вимоги до якості вод, їх використання та охорони, а також значний досвід детального вивчення хімічного складу природних вод України [5, 6]:

- дуже прісні — менше $0,1 \text{ г/дм}^3$;
- помірно прісні — $0,1-0,6 \text{ г/дм}^3$;
- прісні з підвищеною мінералізацією — $0,6-1,0 \text{ г/дм}^3$;
- слабосолоні — $1,0-3,0 \text{ г/дм}^3$;
- середьосолоні — $3,0-15,0 \text{ г/дм}^3$;
- солоні — $15,0-35,0 \text{ г/дм}^3$;
- сильносолоні — $35-50 \text{ г/дм}^3$;
- розсоли — понад 50 г/дм^3 .

За цією класифікацією води р. Псел оцінюються як прісні з підвищеною мінералізацією ($0,6-1,0 \text{ г/дм}^3$).

За класифікацією якості поверхневих вод за критерієм мінералізації [7], води р. Псел в межах всіх створів за період 2000-2015 рр. належать до II класу та 2-ої категорії, тобто прісних олігогалінних (від 510 до 1000 мг/дм^3). За екологічною класифікацією — води “дуже добрі” за станом — “чисті” за ступенем чистоти (табл. 2).

Для узагальнення хімічного складу вод річки Псел - м. Суми за період 2000-2015 рр. було складено табл. 3, в якій вміщено

осереднені за багаторічний період відомості про концентрації хімічних речовин у трьох формах: у міліграмах на 1 дм³; у мілімолях кількості речовини еквівалента на 1 дм³ і відсотках кількості речовини еквівалента.

Таблиця 2.

Класифікація якості води у басейні р. Псел за критерієм мінералізації за середніми значеннями за період 2000-2015 рр.

№ посту	Клас якості		Категорія якості		Екологічна класифікація	
					за станом	за ступенем чистоти
м. Суми	II	прісні	2	олігогалінні	дуже добрі	чисті
м. Галяч	II	прісні	2	олігогалінні	дуже добрі	чисті
сmt. Запсілля	II	прісні	2	олігогалінні	дуже добрі	чисті

Для переходу від масової до молярної концентрації еквівалентів числове значення маси було поділено на числове значення молярної маси еквівалента ($Cl^- = 35,433$; $SO_4^{2-} = 48,064$; $HCO_3^- = 61,018$; $Mg^{2+} = 12,15$; $Ca^{2+} = 20,04$; $Na^+ = 22,99$).

Еквівалентна форма вираження концентрації є дуже важливою, оскільки в еквівалентній формі всі речовини описуються у тих рівноцінних одиницях, пропорційно до яких вони вступають у реакцію і зв'язані в солях, перебуваючи у твердому стані. При порівнянні складу природних вод необхідно знати й співвідношення між іонами [7]. Для цього використовується відносний вміст кількості речовини еквівалента (КРЕ) від загальної суми іонів у воді. При цьому суми аніонів (а) і катіонів (к) в еквівалентній формі рівні між собою і беруться за 100 %. Звідси відносний вміст будь-якого з іонів визначається за виразом

$$КРЕ_a = i \cdot 100 / \sum a ; \quad (1)$$

$$КРЕ_k = i \cdot 100 / \sum k ; \quad (2)$$

де i — вміст іона у ммоль/дм³.

В табл. 3 було внесено також суму іонів, яка характеризує мінералізацію води. Іони розташовані у такому порядку: Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} згідно до їх активності, окрім Ca^{2+} , який є активнішим за Mg^{2+} .

Для опису хімічного складу вод р. Псел - м. Суми було складено формулу Курлова (табл. 3).

М. Г. Курлов запропонував формулу ще в 1921 р. для компактного подання відомостей про мінеральні води. Її широко використовують і для опису хімічного складу природних вод.

Формула Курлова є псевдодробом (помилкова дріб, так як операція ділення не проводиться), в чисельнику якого записують аніонний склад води в відсотку-мольної формі (в %-моль, %-екв) в порядку зменшення, а в знаменнику — катіонний склад в такому ж порядку.

Запис формули М. Г. Курлова показана нижче у вигляді (3)

$$A \cdot M \frac{\text{аніони}}{\text{катіони}} pH; T; Q, \quad (3)$$

де A — специфічний елемент, що міститься у воді, мг/дм³, мг/л; M — загальна мінералізація, г/дм³, г/л; T — температура води, °С; Q — витрата джерела (дебіт свердловини), л/сут, м³/добу.

У формулі Курлова зазвичай вказують лише ті іони, концентрація яких перевищує 10, іноді 20 %.

Перед дробом ставиться прописна буква M (мінералізація), дані записуються до першого десяткового знаку (в г/дм³).

Таблиця 3.

Осереднені за період 2000-2015 рр. дані про хімічний склад вод р. Псел - м. Суми у різних формах з виведенням формули Курлова

Іон	Вміст, мг/дм ³	Кількість речовини еквівалента	
		мг-екв/дм ³	%-екв
Аніони			
Cl ⁻	81,60	2,30	25
SO ₄ ²⁻	92,05	1,92	21
HCO ₃ ⁻	302,00	4,95	54
∑ a	475,70	9,17	100
Катіони			
Na ⁺	78,38	3,41	34
Mg ²⁺	22,53	1,85	19
Ca ²⁺	92,36	4,61	47
∑ к	193,30	9,87	100
∑ і	669,00		
Формула Курлова	$M_{0,70} \frac{HCO_3 54Cl 25SO_4 21}{Ca 47Na 34Mg 19}$		

Крім іонного складу формула включає відомості про гази, специфічні компоненти, які проставляються перед величиною мінералізації зліва від псевдодробу.

Відомості про реакцію води — рН, температури — Т (°С) і дебіту Q або сумарному дебіту $\sum Q$ (л/добу) вказуються праворуч від псевдодробу. В найменування складу води включаються аніони і катіони, вміст яких перевищує 25 %-моль (% екв). Найменування хімічного складу води зазвичай включає два слова, які визначають переважні аніон і катіон і записують через дефіс [8].

Відповідно до формули Курлова в створі р. Псел - м. Суми вода за багаторічний період являється хлоридно-гідрокарбонатно-натрі-кальцієвою з мінералізацією 700 мг/дм³ (0,70 г/дм³).

Для наочного представлення розподілу аніонного та катіонного складу води в межах м. Суми були побудовані діаграми (рис. 3, 4).

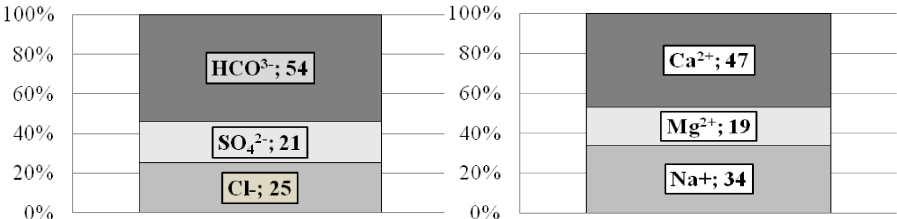


Рис. 3. Аніонний склад води р. Псел - м. Суми (у %-екв.) Рис. 4. Катіонний склад води р. Псел - м. Суми (у %-екв.)

Як видно з рис 3., з аніонів значно переважають гідрокарбонатні іони (54 %-екв.), а з катіонів (рис. 4) — кальцієві іони (47 %-екв.).

В табл. 4 наведені осереднені за період спостереження дані про хімічний склад вод р. Псел - м. Гадяч у різних формах з виведенням формули Курлова. Як видно, в межах створу вода хлоридно-гідрокарбонатна-натрієво-кальцієва з мінералізацією 760 мг/дм³ (0,76 г/дм³).

На рис. 5 представлена діаграма розподілу аніонного складу води р. Псел - м. Гадяч (у %-екв.)

З аніонів більш ніж у 2 рази по відношенню до інших аніонів переважають гідрокарбонатні іони (55 %-екв.). З катіонів (рис. 6) у більшій кількості спостерігаються кальцієві іони (45 %-екв.), але й іонів магнію практично така ж величина (39 %-екв.).

Характеристика хімічного складу води в межах створу р. Псел - смт. Запелля за 2000-2015 роки представлена в табл. 5.

Як видно, якість води за мінеральним складом мало відрізняється від попередніх створів. Біля смт. Запсілля вода також хлоридно-гідрокарбонатна-натрієво-кальцієва з мінералізацією 740 мг/дм³ (0,74 г/дм³).

Таблиця 4.

Осереднені за період 2000-2015 рр. дані про хімічний склад вод р. Псел - м. Гадяч у різних формах з виведенням формули Курлова

Іон	Вміст, мг/дм ³	Кількість речовини еквівалента	
		мг-екв/дм ³	%-екв
Аніони			
Cl ⁻	91,92	2,59	25
SO ₄ ²⁻	98,20	2,04	20
HCO ₃ ⁻	351,60	5,76	55
∑ _a	541,70	10,40	100
Катіони			
Na ⁺	96,25	4,19	39
Mg ²⁺	20,92	1,72	16
Ca ²⁺	96,84	4,83	45
∑ _к	214,00	10,70	100
∑ _i	756,00		
Формула Курлова	$M_{0,76} \frac{HCO_3 55Cl 25SO_4 20}{Ca 45Na 39Mg 16}$		

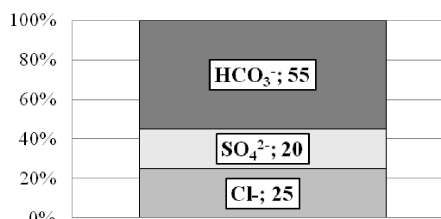


Рис. 5. Аніонний склад води р. Псел - м. Гадяч (у %-екв.)

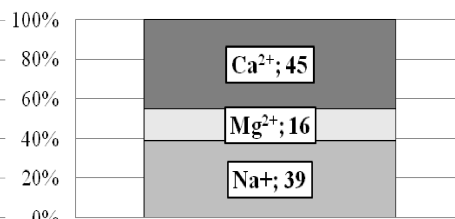


Рис. 6. Катіонний склад води р. Псел - м. Гадяч (у %-екв.)

На рис. 7 представлена діаграма розподілу аніонного складу води р. Псел - смт. Запсілля (у %-екв.), а на рис. 8 — катіонного.

В межах всіх створів проводився порівняльний аналіз якості води р. Псел по основних іонах з ГДКр. Було виявлено, що за вмістом хлоридів, магнію та кальцію перевищення нормативів

якості води для рибогосподарського призначення, не спостерігалось. Але в межах всіх створів було перевищення ГДК за вмістом сульфатів та натрію (за винятком р. Псел - м. Суми).

Таблиця 5.

Осереднені за період 2000-2015 рр. дані про хімічний склад вод р. Псел - смт. Запсілля у різних формах з виведенням формули Курлова

Іон	Вміст, мг/дм ³	Кількість речовини еквівалента	
		мг-екв/дм ³	%-екв
Аніони			
Cl ⁻	84,34	2,38	24
SO ₄ ²⁻	96,89	2,02	21
HCO ₃ ⁻	328,40	5,38	55
\sum_a	541,70	9,78	100
Катіони			
Na ⁺	82,83	3,60	36
Mg ²⁺	22,51	1,85	18
Ca ²⁺	92,54	4,62	46
\sum_k	201,00	10,10	100
\sum_i	743,00		
Формула Курлова	$M_{0,74} \frac{HCO_3 55Cl/24SO_4 21}{Ca46Na33Mg18}$		

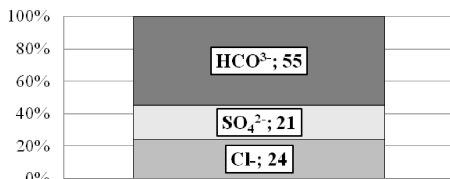


Рис. 7. Аніонний склад води р. Псел - м. Запсілля (у %-екв.)

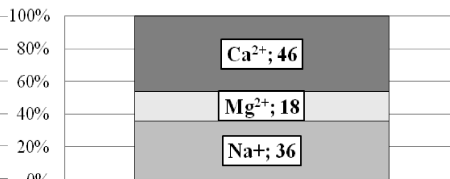


Рис. 8. Катіонний склад води р. Псел - м. Запсілля (у %-екв.)

На рис. 9 показаний розподіл вмісту сульфатів за період 2000-2015рр. в створі м. Суми та перевищення норм ГДКр. (100 мг/дм³).

Незначне перевищення ГДКр. було в 2000 р. (106,35 мг/дм³), 2003 р. (102,8 мг/дм³) та в 2013 р. (100,9 мг/дм³), але найбільше спостерігалось в 2004 році і дорівнювало 142,67 мг/дм³. Найменше значення сульфатів спостерігалось в 2001 році і складало 66,6 мг/дм³.

Характеристика часової зміни сульфатів в воді р. Псел - м. Гадяч за середньорічними даними періоду спостереження представлена на рис. 10. Можна зазначити, що практично у всі роки значення концентрації сульфатів в воді були на межі ГДКр., але перевищення спостерігалися лише в 2002 р. (109,0 мг/дм³), в 2011 р. (130,0 мг/дм³), 2012 (128,4 мг/дм³) та 2013 (142,5 мг/дм³) роках. Найменший вміст сульфатів в воді р. Псел - м. Гадяч був в 2004 році — 77,8 мг/дм³.

Зміна концентрації сульфатів в межах р. Псел - смт. Запсілля представлена на пелюстковій діаграмі (рис. 11). За середньорічними значеннями перевищення ГДК рибогосподарського призначення спостерігалося лише двічі: у 2000 році і дорівнювало 1,24ГДКр. та в 2004 році — 1,83ГДКр.

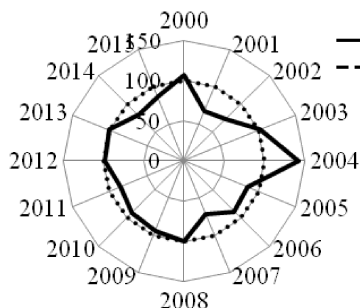


Рис. 9. Характеристика часової зміни середньорічних концентрацій сульфатів в воді р. Псел - м. Суми

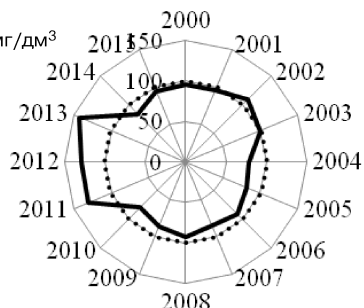


Рис. 10. Характеристика часової зміни середньорічних концентрацій сульфатів в воді р. Псел - м. Гадяч

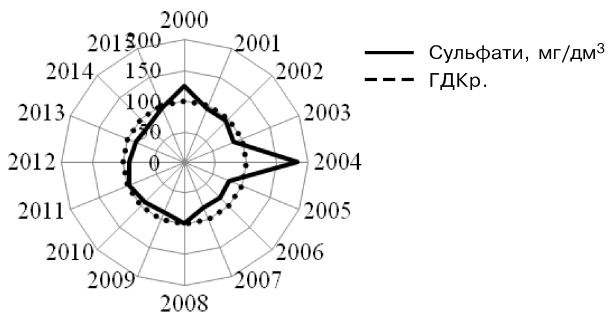


Рис. 11. Характеристика часової зміни середньорічних концентрацій сульфатів в воді р. Псел - смт. Запсілля

Як було вказано вище, тільки в межах р. Псел - м. Суми не спостерігалось перевищення ГДКр. за вмістом іонів натрію (120 мг/дм^3). В даному створі значення концентрації коливались від $42,5 \text{ мг/дм}^3$ (2011 р.) до $116,2 \text{ мг/дм}^3$ (2009 р.).

В пункті спостереження р. Псел - м. Гадяч середньорічні концентрації натрію змінювались від $36,38 \text{ мг/дм}^3$ в 2000 р. до $152,75 \text{ мг/дм}^3$ в 2014 р. (рис. 12). Перевищення ГДК для вод рибогосподарського призначення було визначене лише в останні 2014-2015 рр. — в 1,53 та 1,34 рази відповідно.

Середньорічні концентрації натрію в створі р. Псел - смт. Запсілля змінювались в межах $26,0 \text{ мг/дм}^3$ (2001 р.) - $154,83 \text{ мг/дм}^3$ (2004 р.), що відображено на пелюстковій діаграмі (рис. 13). Саме в 2004 році і спостерігалось єдине перевищення ГДКр. в 1,55 разів.

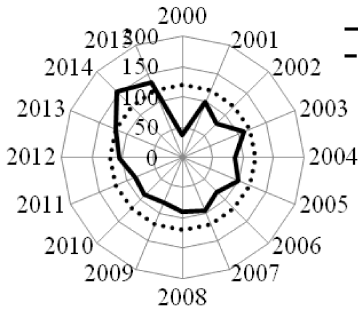


Рис. 12. Пелюсткова діаграма зміни середньорічних значень іонів натрію в воді р. Псел - м. Гадяч

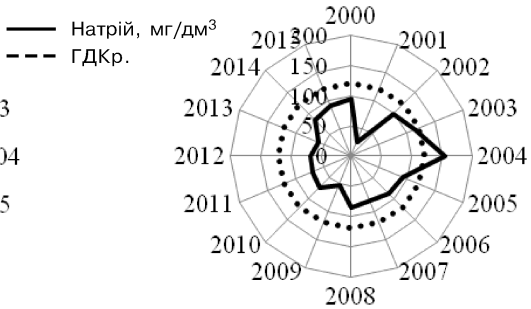


Рис. 13. Пелюсткова діаграма зміни середньорічних значень іонів натрію в воді р. Псел - смт. Запсілля

За разовими значеннями концентрації натрію були вищими і, навіть, в створі м. Суми, в якому не спостерігалось перевищень нормативу за середньорічними показниками, дорівнювали 169 мг/дм^3 (16.05.2009 р.). В пунктах р. Псел - м. Гадяч та р. Псел - смт. Запсілля максимальні за період 2000-2015 рр. концентрації натрію були зафіксовані відповідно: 09.02.2014 р. (225 мг/дм^3) та 01.10.2004 р. (213 мг/дм^3).

Література

1. URL:<https://sites.google.com/site/gadacmisteckomriie/home/nasa-ricka-psel>

2. Справочник по гидрохимии / Под ред. А. М. Никанорова. — Л.: Гидрометеиздат, 1988. — 391 с.
3. Алекин О. А. Основы гидрохимии. — Л.: Гидрометеиздат, 1970. — 442 с.
4. Хільчевський В. К., Осадчий В. І., Курило С. М. Основы гідрохімії: Підручник. — К.: Ніка-Центр, 2012. — 312 с. — ISBN 978-966-521-559-2
5. Горєв Л. М., Пелешенко В. І., Хільчевський В. К. Гідрохімія України. — К.: Вища школа, 1995. — 307 с. — ISBN 5-11-004522-4
6. URL:https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%B2%D0%BE%D0%B4
7. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / За ред. В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк та ін. — К.: Символ-Т, 1998. — 28 с.
8. URL:<http://leksii.com/1-88953.html>

Божко Л. Ю., Бугор Г. В.

АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СІЯНИХ ТРАВ

В роботі наводиться характеристика основних агрометеорологічних показників формування продуктивності багаторічних сіяних трав в Україні. На матеріалах багаторічних спостережень на мережі гідрометеорологічних станцій за метеорологічними елементами і врожайністю насіння трав отримані статистичні залежності врожайів насіння сіяних трав від окремих агрометеорологічних показників та їх комплексу. Отримані залежності дали змогу розробити прогноз очікуваного врожаю із завчасністю один місяць.

***Ключові слова:** багаторічні трави, агрометеорологічні умови, вегетаційний період, клімат, агроекологічні категорії врожаю.*

Вступ. Для забезпечення населення повною мірою продуктами тваринництва необхідний його інтенсивний розвиток. Для зменшення імпорту зарубіжного м'яса і забезпечення населення ним необхідно довести виробництво його в Україні до 21 млн. тон, молока до 106-110 млн. тон, яєць — до 80-82 млрд. штук. Розвиток тваринництва в країні потребує забезпеченості кормової бази. Виконання цих задач неможливе без розвитку виробництва кормів.

На основі інтенсивного польового та лугового-пасовищного виробництва кормів необхідно збільшити виробництво грубих та м'ясистих кормів. Провідна роль в цьому залежить багаторічним сіяним травам, зелена маса яких вміщує велику кількість протеїну та інших питомих речовин. Її використовують для одержання сіна, сінажу, силосу та кормів, які заготовлюються методом штучного висушування. Корми сіяних багаторічних трав мають найнижчу собівартість. Велике значення має створення культурних пасовищ. Культурне пасовище — це високопродуктивне кормове угіддя, в основі якого лежить науково-обґрунтована система агротехнічних заходів щодо створення високоурожайного травостою.

Найбільшу питому вагу за поживністю мають зелені корми сіяних багаторічних трав. Висока цінність зелених кормів пояснюється їх доброю перетравністю, дієтичними властивостями. Крім того, вони містять досить багато протеїну та вітамінів, зокрема каротину. Поживність зеленого корму в значній мірі залежить від складу трав. Сіяні пасовища можуть бути злаковими, бобовими та змішаними. У бобових трав протеїну в 1,5 рази більше, ніж у злакових.

Однак площі під сіяними травами поки що не збільшуються і однією із причин цього є нестача насіння для сівби, особливо бобових, конюшини та люцерни. Встановлено, що основною причиною зниження виробництва зелених кормів є велика нестача посівного матеріалу і кормо збиральних машин в господарствах і їх незадовільний технічний стан. Відсутність необхідної техніки не дозволяє здійснювати заготівлю кормів в стислі агротехнічні терміни за прогресивними технологіями. Тому більшу частину насіння сіяних трав закупляють за кордоном.

Однією із необхідних умов покращання насінництва трав є раціональне розміщення їх по зонах країни, де насінництво найбільш рентабельне.

Високі та сталі врожаї насіння можна отримати в тих зонах, де агрометеорологічні умови відповідають вимогам трав до умов навколишнього середовища.

Мета і методи дослідження. Метою дослідження є вивчення закономірностей впливу агрометеорологічних умов на формування врожайності насіння багаторічних сіяних трав по природно-кліматичних зонах України.

Для виконання поставленої задачі була використана агро- і метеорологічна інформація за період з 1990 по 2015 рр., літературні джерела за темою роботи, агрокліматичні довідники по областях України.

Стан проблеми. В Україні вивчено і введено в культуру землеробства більше 20 видів багаторічних злакових трав. До них відносяться: тимофіївка лугова, вівсяниця лугова, їжа збірна, костер безостий, лисохвіст луговий, м'ятлик луговий, райграс пасовищний, половиця біла, а також бобових — люцерна, конюшина, еспарцет, донник білий і жовтий та ін. [2-6].

Науковцями встановлено, що біологічна продуктивність трав представляє собою здатність живої істоти створювати біомасу і утворювати біотичний покрив. Вона формується під впливом цілого ряду факторів, одним із яких є клімат.

Дослідженнями Жукова А. С., Гулінової Н. Р., Страшної Г. І. встановлено, що отримання високих і сталих врожаїв сіяних трав залежить від комплексу факторів, серед яких головними є добре розвинений травостій без бур'янів, з оптимальним водним режимом ґрунту та наявності достатньої кількості комах — обпилювачів. Оптимальна структура травостою 400-500 стебел на 1 м², а на момент збирання на насіння 320-450 стебел на 1 м². Крім того, формування врожайності насіння сільськогосподарських культур є досить складним і багатогранним процесом, який залежить від цілої низки природно-кліматичних і економічних факторів: це і біологічні особливості культури і її сортів, родючість ґрунтів, рівень агротехніки, метеорологічні умови кожного конкретного року, поява шкідників і хвороб і т. ін. Насіннева продуктивність багаторічних сіяних трав теж залежить від водного, повітряного, світлового і температурного режимів. В сприятливі за зволоженням роки врожайність насіння різко підвищується і до того ж підвищується якість насіння [7-10].

Для формування насіння сума ефективних температур (вище 9 °С) повинна бути для жовтої люцерни — 1300 °С, для синьої та синьо-гібридної — 1800-2000 °С. Для формування насіння конюшини необхідна сума ефективних температур вище 5 °С — 1400-1700 °С [8].

Оптимальною температурою для розвитку всіх сіяних трав є температура повітря 18-20 °С. Всі багаторічні трави краще ростуть та розвиваються в умовах довгого дня. Для них краще мало інтенсивне світло з переважанням довгохвильової радіації.

Велике значення в підвищенні насінневої продуктивності трав мають комахи-обпилювачі. Всі бобові трави є перехресно обпилюваними рослинами. При само обпилюванні квітів із насіння утворюється рослини з висотою в 1,6 разів менше ніж у перехресно обпилюваних і насіння отримують у 10 разів менше [15]. Бобові трави обпилюють багато комах, але головними із них є джмелі і бджоли, які переносять пилок із рослини на рослину.

Дослідженнями Г. І. Страшної встановлено, що для формування високих урожаїв насіння багаторічних трав велике значення мають погодні умови в період цвітіння рослин і дозрівання насіння [11-16].

Результати дослідження. Порівняння вимог багаторічних трав до тепла із забезпеченістю теплом території України показує, що тепла для дозрівання насіння сіяних трав достатньо в усіх агрокліматичних зонах.

Але більша частина території України відноситься до зони нестійкого та недостатнього зволоження. Зони на території України виділені за показником зволоження, який розраховується як відношення річної суми опадів до річної випаровуваності (K). За цим показником зволоження на території України виділено п'ять зон: $1-K > 1,2$; $1,2 > 2-K > 1,0$; $1,0 > 3-K > 0,75$; $0,75 > 4-K > 0,5$; $0,5 > 5-K$ [1].

Були досліджені ряди врожайності насіння (в цілому за всіма видами трав), для чого були побудовані по кожній області графіки динаміки врожаїв насіння трав і розраховані лінії трендів. Із табл. 1, де наводяться дані середньої урожайності трав на початок і кінець періоду за трендом видно, що приріст врожаїв насіння за трендом спостерігався тільки у Сумській, Волинській, Івано-Франківській, Чернівецькій областях і становив більше 0,08 ц/га. Значний вклад у величину врожаїв насіння вносить перемінна складова, яка обумовлена коливаннями врожаїв за рахунок метеорологічних факторів. Так, у Чернівецькій області підвищення врожайності за рахунок культури землеробства становило 0,14 ц/га, а відхилення врожайності від лінії тренда досягало до 0,82 ц/га у посушливому 1992 році та 0,50 ц/га у 1990 році, досить прохолодному та вологому.

Найбільше зростання врожайності за рахунок культури землеробства спостерігалось у Луганській області і становило щорічно 0,05 ц/га і за 20 років досягло 0,99 ц/га. Відхилення від

лінії тренда теж були значними. Найбільше відхилення спостерігалось у 1994 році і становило 2 ц/га.

В багатьох областях України відзначається тенденція зменшення врожаїв насіння сіяних трав. Це зменшення становило від 0,28 до 0,65 ц/га в цілому по областях України, а найбільшим воно було, в Запорізькій області — 1,42 ц/га.

Таблиця 1.

Урожайність насіння багаторічних сіяних трав (за трендом) на початок і на кінець періоду

Області	Урожай багаторічних трав на початок і кінець періоду, ц/га		
	У ₁₉₉₀	У ₂₀₁₅	Приріст $\Delta U_{1990-2015}$
Київська	1,98	1,34	-0,64
Сумська	1,77	1,82	0,05
Чернігівська	1,23	1,04	-0,19
Волинська	1,17	1,36	0,19
Івано-Франківська	1,01	1,38	0,37
Чернівецька	1,29	1,43	0,14
Тернопільська	1,45	1,01	-0,44
Львівська	1,83	1,18	-0,65
Вінницька	1,57	1,56	-0,01
Харківська	2,95	2,35	-0,60
Полтавська	3,91	3,63	-0,28
Закарпатська	2,19	1,34	-0,85
Кіровоградська	3,11	2,50	-0,61
Одеська	3,71	2,89	-0,82
Херсонська	1,77	1,67	-0,10
Запорізька	3,54	2,12	-1,42
Луганська	2,68	3,67	0,99

Значні коливання врожаїв і в інших областях. Так, у Вінницькій області найбільше відхилення від лінії тренду становило 0,5 ц/га у 1993 р., а в 1990 р. — 0,75 ц/га досить прохолодному та вологому. Досить складна тенденція врожаїв насіння сіяних трав у Дніпропетровській області, де до 1997-1998 рр. врожайність зменшувалась, після 1998 року почала підвищуватись.

Дослідження впливу агрометеорологічних умов на формування врожаїв насіння багаторічних трав проводилось впродовж вегетаційного періоду за допомогою кореляційного та графічного аналізів. Величини середніх по областях урожаїв співставля-

лись с метеорологічними величинами: середньою за місяць температурою повітря за період травень-серпень, сумою опадів за цей же період, дефіцитом насичення повітря за травень, червень, коефіцієнтом зволоження Н. Р. Гулінової за травень, червень та ГТК Селянінова за червень, липень, серпень. Всі метеорологічні елементи використовувались середні по області. Коефіцієнт зволоження Н. Р. Гулінової розраховувався за формулою

$$K_{5(6)} = 0.5R_{11-3} + R_{4-5(6)} / 0.5 \sum d_{4-5(6)} , \quad (1)$$

де R_{11-3} — сума опадів за листопад-березень, мм; $R_{4-5(6)}$ — сума опадів за квітень-травень (червень), мм; $\sum d_{4-5(6)}$ — сума дефіцитів насичення повітря за квітень-травень (червень), мм.

Статистичні залежності врожаїв насіння багаторічних сіяних трав розраховувались для кожної із областей. В результаті розрахунків були отримані матриці коефіцієнтів кореляції, що характеризують тісноту зв'язку середнього по області врожаю сіяних трав з різними агрометеорологічними показниками (табл. 2).

Аналіз матеріалів показав, що на більшій частині території України інтенсивне накопичення рослинної маси відбувається в травні, тому вплив температурного режиму проявляється дуже слабо, коефіцієнти кореляції врожаїв насіння з температурними показниками травня нижче рівня значущості (табл. 2). Температура повітря в червні, коли відбувається в більшості областей цвітіння трав, значно впливає на рівень врожайності насіння. Особливо це стосується областей Полісся та Лісостепу. В південних та східних районах України цвітіння трав відбувається раніше на 10-12 днів і високі температури негативно впливають на формування врожаю насіння сіяних трав. Ще вищі значення коефіцієнтів кореляції врожаю сіяних трав з температурою повітря спостерігаються у липні. Коефіцієнти кореляції для областей Полісся і Лісостепу коливаються в межах 0,36-0,56, для степових областей — -0,15 ... -0,30. В степових областях високі температури повітря часто супроводжуються суховійними явищами. Це спричиняє несприятливі умови для обпилювання рослин через те, що пилок швидко висихає, насіння не утворюється, частина квітів осипається.

Більша частина території Полісся і Лісостепу, за виключенням крайніх північно-західних областей) це зона трьох укосів люцерни. В степових районах один укіс люцерни йде на сіно, другий — на насіння.

Таблиця 2.

Коефіцієнти кореляції урожайності насіння сіяних трав з різними агрометеорологічними показниками по областях України

Області	Агрометеорологічні показники												
	T ₆	T ₇	T ₈	R ₆	R ₇	D ₅	D ₆	ГТК ₆	ГТК ₇	ГТК ₈	ГТК ₅	K ₅	K ₆
Львівська	0,27	0,42	0,41	-0,49	-0,43	0,24	0,31	-0,48	-0,45	-0,41	0,18	-0,08	-0,58
Закарпатська	0,12	0,64	0,51	-0,40	-0,39	0,24	0,33	-0,28	-0,42	-0,42	0,33	-0,18	-0,33
Тернопільська	0,27	0,35	0,38	-0,36	-0,40	0,42	0,29	-0,31	-0,36	-0,24	-0,36	-0,64	-0,69
Хмельницька	0,34	0,37	0,32	-0,30	-0,61	0,44	0,34	-0,26	-0,34	-0,22	-0,39	-0,59	-0,61
Чернівецька	0,12	0,23	0,31	-0,23	-0,34	0,21	0,22	-0,25	-0,32	-0,25	-0,29	-0,25	-0,30
Волинська	0,22	0,12	0,23	-0,67	-0,71	0,42	0,43	-0,64	-0,68	-0,32	-0,18	-0,06	-0,61
Рівненська	0,34	0,34	0,28	-0,42	-0,50	0,45	0,41	-0,49	-0,58	-0,22	0,02	-0,26	-0,26
Вінницька	0,43	0,29	0,32	-0,51	-0,49	0,47	0,40	-0,55	-0,56	-0,22	-0,13	-0,51	-0,64
Київська	0,38	0,40	0,22	-0,65	-0,48	0,43	0,53	-0,64	-0,42	-0,27	0,04	-0,25	-0,53
Черкаська	0,29	-0,13	0,32	-0,65	-0,30	0,29	0,27	-0,65	-0,18	-0,19	-0,10	-0,36	-0,55
Кіровоградська	-0,20	-0,24	-0,34	-0,18	-0,29	0,24	-0,22	-0,13	-0,14	-0,16	-0,02	0,36	-0,34
Полтавська	0,06	-0,16	-0,41	-0,34	-0,08	0,12	-0,12	-0,35	-0,22	-0,25	0,17	0,11	0,12
Дніпропетровська	-0,17	-0,04	0,32	-0,15	-0,50	-0,34	-0,31	-0,12	-0,15	-0,14	0,31	0,40	0,28
Запорізька	-0,33	-0,06	-0,34	-0,16	-0,59	-0,21	-0,22	-0,13	-0,21	-0,22	0,14	0,30	0,31
Луганська	-0,36	-0,28	-0,38	-0,17	-0,11	-0,39	-0,31	-0,18	-0,32	-0,25	0,55	0,56	0,41
Одеська	0,20	-0,09	-0,22	-0,22	-0,09	-0,25	-0,25	-0,34	-0,40	-0,34	0,10	0,27	-0,33
Херсонська	0,11	-0,09	0,18	-0,57	-0,56	-0,20	-0,20	-0,67	-0,30	-0,27	0,27	0,20	-0,22

Підвищення середньої за місяць температури повітря до 22 °С та зниження її нижче 16 °С спричиняють різке зниження врожаїв насіння багаторічних трав. Аналіз розрахунків показав, що у Поліссі і більшості областей Лісостепу підвищення температури сприяє підвищенню врожаїв насіння, в степових областях — навпаки. Відзначається також різний вплив температури повітря в різних зонах і в різні періоди розвитку багаторічних трав.

Для оцінки впливу умов зволоження на формування врожаїв насіння багаторічних сіяних трав були використані суми опадів за червень та липень, ГТК за травень-серпень, коефіцієнт зволоження Н. Р. Гулінової за травень та червень а також середні дефіцити насичення за травень і червень.

Величини коефіцієнтів кореляції урожаїв трав із сумами опадів свідчить про те що вплив сум опадів на формування врожаїв насіння за червень (період цвітіння) майже в усіх областях України негативний.

Немає тісного зв'язку врожаїв насіння з сумою опадів за червень в центральних областях України. Вищі коефіцієнти кореляції між врожаєм і сумою опадів за червень спостерігаються у східних та південних областях.

В південних та південно-східних районах залежність врожаїв насіння від ГТК за травень і червень характеризуються високими значеннями коефіцієнтів кореляції (0,56-0,63), в інших районах вплив зволоження на врожай насіння сіяних трав має зворотний напрям, а коефіцієнт кореляції невисокий і має від'ємний знак.

Вплив дефіциту насичення повітря вологою на врожайність насіння сіяних трав у травні подібний впливу температури повітря. Коефіцієнт кореляції врожаїв з дефіцитом насичення в західних, північно-західних та центральних областях України коливається в межах від 0,36 до 0,47 у південних та східних областях значення коефіцієнту кореляції між цими величинами мале і значущості не має.

В червні вплив дефіциту насичення на формування врожаїв насіння зростає в центральній частині України і коефіцієнт кореляції досягає значень 0,61-0,63.

Слабкий зв'язок врожаїв насіння сіяних трав з показниками зволоження зв'язане з деякими біологічними особливостями сіяних трав. В похмуру, сиру погоду погіршуються умови

цвітіння рослин, літ комах-обпилювачів, зменшується вміст цукру в нектарі, а отже і обпилювання квіток теж різко зменшується, тому і врожай зменшується.

В південних областях кількість опадів у період цвітіння у порівнянні з північними областями різко скорочується, тому не наносить суттєвої шкоди квітучим рослинам.

В результаті аналізу графіків залежності врожаїв насіння сіяних багаторічних трав від термічних показників і показників зволоження можна зробити висновок, що найбільш впливовими факторами на врожай насіння є середня температура повітря червня, липня, серпня дефіциту насичення та коефіцієнтів зволоження травня та червня. Вплив цих показників по регіонах України значно відрізняється.

На основі аналізу парних коефіцієнтів кореляції врожайності з різними показниками області були об'єднані в регіони, в яких вибрані агрометеорологічні показники з найвищими значеннями коефіцієнтів кореляції і отримані багатofакторні статистичні залежності врожаїв насіння сіяних трав. для різних груп областей. Всі області об'єднані у чотири регіони. Основними критеріями для об'єднання областей в групи були значення коефіцієнтів кореляції врожаїв з коефіцієнтами зволоження за травень і червень та температурою повітря за червень та липень.

- 1 — Рівненська, Волинська, Житомирська, Київська, Сумська, Чернігівська області;
- 2 — Хмельницька, Чернівецька, Львівська, Тернопільська, Івано-Франківська, Закарпатська, Вінницька області;
- 3 — Полтавська, Дніпропетровська, Черкаська, Кіровоградська та Харківська області;
- 4 — Одеська, Миколаївська, Запорізька, Луганська, Донецька та Херсонська області.

Для кожного із регіонів отримані статистичні багатofакторні залежності врожаїв насіння сіяних багаторічних трав з комплексами агрометеорологічних показників (табл. 3).

Враховуючи високі значення коефіцієнтів регресії можна застосовувати отримані рівняння для розрахунків очікуваних врожаїв сіяних трав. Завчасність прогнозу в цьому випадку становитиме біля двох місяців, якщо прогноз складати на початку червня за фактичними даними середньої температури та ГТК за травень і прогнозованими величинами на червень, використову-

ючи відповідні рівняння. Прогноз урожаю з двомісячною завчасністю можна уточнювати із завчасністю за місяць. У цьому випадку прогноз складається у перших числах липня.

Таблиця 3.

Рівняння зв'язку врожаїв насіння трав
з комплексом агрометеорологічних показників

Регіон	Рівняння зв'язку	Коефіцієнт регресії	Похибка рівняння, ц/га	Номер рівняння
1	$Y_1 = -0,108ГТК_5 + 0,012T_6 + 1,025Y_c + 0,330$	R = 0,68	$S_y = 0,20$	(2)
	$Y_2 = -0,246ГТК_6 + 0,045T_7 + 0,683Y_c + 0,026$	R = 0,71	$S_y = 0,20$	(3)
2	$Y_4 = -0,042ГТК_5 + 0,065T_6 + 1,448Y_c - 1,609$	R = 0,78	$S_y = 0,20$	(4)
	$Y_5 = -0,156ГТК_6 + 0,080T_7 + 1,371Y_c + 0,783$	R = 0,62	$S_y = 0,60$	(5)
3	$Y_6 = -0,176ГТК_5 + 0,061T_6 + 0,599Y_c - 0,139$	R = 0,75	$S_y = 0,40$	(6)
	$Y_7 = -0,318ГТК_6 + 0,077T_7 + 0,920Y_c + 1,906$	R = 0,62	$S_y = 0,60$	(7)
4	$Y_8 = -0,486ГТК_5 + 0,080T_6 + 0,987Y_c + 1,185$	R = 0,82	$S_y = 0,25$	(8)
	$Y_9 = -0,257ГТК_6 + 0,030T_7 + 1,046Y_c - 1,122$	R = 0,66	$S_y = 0,70$	(9)

Примітка: Y — середній по області врожай насіння сіяних трав; $ГТК_5$, $ГТК_6$ — середні по області значення $ГТК$ за травень, червень; T_6 , T_7 — середня по області температура повітря за червень, липень °C; Y_c — середній по області врожай насіння за останні три роки.

За дослідженнями Страшної Г. І. на врожаї насіння багаторічних сіяних трав значно впливає дефіцит насичення повітря. Наші дослідження також показали, що в північних і північно-західних районах на величину врожайності також впливає дефіцит насичення повітря тому були отримані багатофакторні залежності врожаю насіння сіяних трав з врахуванням дефіциту насичення повітря, коефіцієнту зволоження Гулінової за червень і середньої температури повітря за липень серпень.

Для регіонів рівняння мають вигляд:

$$1) Y = 0,05d_5 - 0,049K_6 + 0,13T_7 + 0,14T_8 + 2,38, \quad R = 0,83, \quad S_y = 0,83 \text{ ц/га} \quad (10)$$

$$2) Y = 0,10d_5 - 0,02R_6 - 0,86ГТК_{7,8} + 0,10T_8 - 2,08, \quad R = 0,71, \quad S_y = 0,33 \text{ ц/га} \quad (11)$$

$$3) Y = -0,318K_6 - 0,29T_{7,8} + 5,64, \quad R = 0,63, \quad S_y = 0,61 \text{ ц/га} \quad (12)$$

$$4) Y = -1,46K_{5,6} - 0,30T_8 + 1,046Y_c - 1,122, \quad R = 0,66, \quad S_y = 0,96 \text{ ц/га} \quad (13)$$

Отримані рівняння (10-13) можуть бути використані для складання уточнення прогнозу врожаю насіння сіяних трав із завчасністю 1 місяць.

Перевірка всіх рівнянь на незалежному матеріалі показала, що виправданість прогнозів із різною завчасністю складає 83-91 % по всій території України, окрім південних областей, де виправданість становила 76-83 % (табл. 4).

Таблиця 4.

Виправданість прогнозів врожаїв сіяних трав з різною завчасністю

Області	Урожаї 2016 року		Відхилення прогнозованих врожаїв від фактичних, ц/га	Виправданість прогнозу, %
	прогнозовані, ц/га	фактичні, ц/га		
Чернігівська	1,5	1,3	0,3	80
Київська	1,7	1,4	0,3	83
Черкаська	2,3	2,5	0,2	91
Дніпропетровська	2,7	2,3	0,4	86
Луганська	1,9	1,5	0,4	79
Запорізька	2,6	2,4	0,2	92
Херсонська	2,5	2,1	0,4	74
Одеська	2,9	2,5	0,4	86

На основі кореляційного і графічного аналізу отримана таблиця значень метеорологічних елементів, які визначають одержання високих та низьких врожаїв багаторічних трав по території України (табл. 5).

Таблиця 5.

Значення метеорологічних і агрометеорологічних елементів, які визначають умови формування різних рівнів урожаїв насіння багаторічних трав

Фактори	Погодні умови	
	сприятливі	несприятливі
Температура повітря в червні, °С	18-21	< 16 ... > 24
Температура повітря в липні, °С	18-22	< 16 ... > 25
ГТК за червень	0,8-1,4	< 0,4 ... > 1,6
Сума опадів в червні, мм	45-80	< 30 ... > 100
Сума опадів в липні, мм	35-75	< 30 ... > 90

Висновки. На території України складаються сприятливі умови для отримання високих врожаїв насіння сіяних багаторічних трав, але урожайність по регіонах дуже мінлива і коливається від 0,20 до 0,40 відн. од. В північних і західних областях вели-

чину врожаю більшою мірою визначає теплозабезпечення трав до цвітіння, в південних і східних — вологозабезпечення. Критичним періодом для формування насіння сіяних трав першого укосу є червень, для другого укосу — кінець липня і серпень.

Отримані багатofакторні статистичні залежності врожаїв насіння трав з комплексом агрометеорологічних показників можна використовувати для розробки прогнозу врожаїв насіння із завчасністю 2-1 місяць.

Література

1. Агроклиматический атлас УССР. — Л.: Гидрометеоздат, 1970.
2. Бедарев С. А. Агрометеорология и лугово-пастбищное хозяйство. — Л.: Гидрометеоздат, 1979.
3. Вербицкая Л. П. Люцерна на семена в Краснодарском крае. — Краснодар, 1981. — 89 с.
4. Биоклиматология бобовых и злаковых трав / Под ред. И. Г. Грингофа. — Л.: Гидрометеоздат, 1981. — 232 с.
5. Губайдуллин Х. Г., Еникеев Р. С. Люцерна на корм и семена. — М.: Россельхозиздат, 1982. — 69 с.
6. Гулинова Н. В. Погода и урожай сеяных и луговых трав. — Л.: Гидрометеоздат, 1982. — 239 с.
7. Жуков А. С. Семеноводство многолетних трав в Центральном Черноземье. — Л.: Гидрометеоздат, 1979. — 106 с.
8. Ильинский Н. Н. Семеноводство многолетних трав. — М.: Россельхозиздат, 1979. — 76 с.
9. Прокофьева И. В. Селекция и семеноводство кормовых культур в Молдавии. — Кишинев: Штиница, 1985. — 46 с.
10. Сергеев П. А. Культура клевера на корм и семена. — Л.: Колос, 1973. — 32 с.
11. Страшная А. И. Методические указания по составлению прогнозов урожайности семян многолетних трав на ЕТС. — М.: ГМЦ СССР, 1985. — 24 с.
12. Страшная А. И. Погода и урожайность многолетних трав в Нечерноземной зоне. — М.: Гидрометеоздат, 1985. — 229 с.
13. Уланова Е. С., Сиротенко О. Д. Методы статистического анализа в агрометеорологии. — М.: Гидрометеоздат, 1980.
14. Страшная А. И. Влияние агрометеорологических условий на состояние сеяных многолетних трав весной в центральных областях ЕТ СССР // Тр. ГМЦ СССР, 1980. — Вып. 214. — С. 8-14.

15. Страшная А. И. Влияние агрометеорологических условий на перезимовку многолетних бобовых трав в центральных областях ЕТ СССР // Метеорология и гидрология, 1980. — № 1.
16. Личикаки В. М. Прогноз перезимовки люцерны // Тр. УкрНИИ, 1975. — Вып. 139.
17. Русанова А. В., Кочетова С. И. Методические указания по составлению долгосрочного агрометеорологического прогноза урожая сена сеяных многолетних трав на территории Северного Казахстана. — Алма-Ата: КазУГКС, 1978.
18. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Адаменко Т. І. Агрометеорологічні прогнози. — Одеса: ТЕС, 2017. — 508 с.
19. Польовий А. М. Сільськогосподарська метеорологія. — Одеса: ТЕС, 2012. — 629 с.
20. Лебедева В. М., Страшная А. И. Основы сельскохозяйственной метеорологии. — Обнинск, 2012. — Т. 2, Кн. 2. — 326 с.
21. Грингоф И. Г., Клещенко А. Д. Основы сельскохозяйственной метеорологии. — Обнинск, 2011. — Т. 1. — 654 с.
22. Дмитренко В. П., Щербак Л. В., Бібік В. В. Сільськогосподарська метеорологія. Термінологічний довідник. — К.: Ніка-Центр, Наукова думка, 2009.

Барсукова О. А., Вінницька О. С.

ДИНАМІКА ВМІСТУ БІЛКА І КЛЕЙКОВИНИ В ЗЕРНІ ПШЕНИЦІ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Озима пшениця належить до числа провідних зернових культур в нашій країні. Народне господарство зацікавлене у виробництві не тільки великої кількості зерна, але і найвищої якості. Як кількість так і якість зерна залежить від властивостей вирощуваних сортів та умов, в яких вони вирощуються.

Агрометеорологічна оцінка умов вирощування озимої пшениці являє собою складний комплекс агрометеорологічних та агротехнічних показників, які характеризують вплив кожного окремого періоду вегетації на формування урожаю в цілому. Кожний послідовний період залежить від попередніх. З цієї причини агрометеорологічні умови повинні розглядатись і за окремими відрізками розвитку культури і в цілому за вегетаційний період разом із агротехнічними засобами. Велике значення для отримання високих врожаїв має накопичення та збереження вологи в ґрунті, запаси котрих значно відрізняються в окремі роки.

Підвищення якості зерна — це одна із найголовніших задач сільськогосподарського виробництва. Вклад агрометеорологічної науки у вирішенні цієї задачі полягає в тому, щоб розробити достатньо точні методи прогнозів якості господарської важливої частини врожаю — зерна та впровадити їх в практику агрометеорологічного обслуговування сільського господарства [1-4].

Головними показниками якості зерна озимої пшениці є вміст в ньому білка та клейковини, через те, що з ними пов'язана технологічна, мукомельна і товарна цінність зерна.

Як вміст білка в зерні, так і якість клейковини спадкоємні і в значній мірі залежать від сорту культури. Але білковість зерна та вміст клейковини не втримуються на рівні сорту-моделі, вони мають значну мінливість, в тому числі і в географічному розрізі в залежності від клімату, властивостей ґрунтів та агротехніки. В цілому вплив кліматичних умов значно перевищує вплив агротехнічних заходів.

На світовому ринку ціна зерна прямо пропорційна вмісту білка в ньому. Білки найбільш цінна частина питомих речовин, які вміщуються в зерні. Вони складаються переважно із амінокислот, вісім із яких є незамінними для нормальної життєдіяльності всього живого. Слід зазначити, що ці амінокислоти не синтезуються в живому організмі, а надходять до нього з рослинною їжею, в тому числі і з продуктами зерна. Більша частина населення земної кулі відчуває “білковий голод”, який полягає не стільки в нестачі продуктів харчування, скільки в їх незбалансованості, неповноцінності, низькій білковості. Тому вивчення залежності якості зерна від агрометеорологічних умов і умов агротехніки вирощування має наукову і практичну цікавість.

Метою нашої роботи є дослідження впливу агрометеорологічних умов на вміст білка та клейковини в зерні озимої пшениці.

Вміст білку і клейковини в зерні озимої пшениці коливається по території Одеської області в залежності від агрометеорологічних умов кожного конкретного року. Для аналізу використовувались дані спостережень за вмістом білка і клейковини в зерні озимої пшениці сортів Миронівська 808, Безоста 1 та Одеська 51. Екстремальні і середні значення вмісту білку і клейковини в зерні озимої пшениці наводяться в табл. 1.

Аналіз табл. 1 показує, що коливання вмісту білку і клейковини в зерні озимої пшениці по області незначні. В середньо-

му якість зерна по всій території області, становить за білком 12-13 % і вище, за клейковиною — 27-29 %. Найвищий вміст в зерні білка і клейковини було відмічено у 2004 році — 14,8 та 31,8 % відповідно на ст. Одеса. В цілому коливання вмісту білка по території області в середньому не перевищує 0,03 %, клейковини — 3,3 %.

Таблиця 1.

Середні та екстремальні значення вмісту білка і клейковини в зерні озимої пшениці по Одеській області

Станції	Середнє	Максимум	Мінімум	Сігма	С _v
Білок					
Любашівка	12,4	14,3 (2005 р.)	10,3 (1998 р.)	0,56	0,045
Затишся	12,3	14,1 (2006 р.)	10,8 (1994 р.)	0,81	0,065
Роздільна	12,5	14,3 (2004 р.)	11,3 (1994 р.)	0,94	0,077
Сербка	12,5	14,2 (1993 р.)	10,9 (1996 р.)	0,92	0,075
Одеса	12,6	14,8 (2004 р.)	11,4 (2007 р.)	0,89	0,073
Сарата	12,6	14,7 (1994 р.)	11,5 (2003 р.)	0,97	0,091
Болград	12,6	14,8 (1994 р.)	11,5 (2003 р.)	0,96	0,089
Ізмаїл	12,8	14,9 (2006 р.)	11,5 (2003 р.)	0,96	0,090
Клейковина					
Любашівка	24,4	29,3 (2005 р.)	21,0 (1998 р.)	0,56	0,045
Затишся	24,3	27,1 (2006 р.)	20,8 (1994 р.)	0,81	0,065
Роздільна	25,5	29,3 (2004 р.)	20,3 (1994 р.)	0,94	0,077
Сербка	25,5	28,2 (1993 р.)	20,9 (1996 р.)	0,92	0,075
Одеса	26,6	31,8 (2004 р.)	21,4 (2007 р.)	0,89	0,073
Сарата	25,6	30,7 (2009 р.)	21,5 (2003 р.)	0,97	0,091
Болград	25,6	29,8 (1994 р.)	21,5 (2003 р.)	0,96	0,089
Ізмаїл	25,1	30,9 (2006 р.)	21,5 (2003 р.)	0,96	0,090

Максимальні значення вмісту білку в зерні озимої пшениці коливаються від 14,1 до 14,8 %, мінімальні — від 10,3 до 11,5 %, клейковини 26,1-31,8 %, мінімальні 20,3-21,5 %. В цілому по території Одеської області якість зерна спостерігалась більш менш однорідною.

Мінливість вмісту білку і клейковини зумовлюється комплексом факторів, частина із яких пов'язана з технологією виробництва і відноситься до категорії постійних, а частина пов'язана з погодою і відноситься до категорії випадкових. В динаміці необхідно відрізнити дві компоненти: 1 — зміна рівня вмісту білка

і клейковини як результат покращання агротехніки (тренд); 2 — коливання вмісту білка і клейковини, яке обумовлюється метеорологічними факторами кожного конкретного року.

Для виявлення динаміки вмісту білку та клейковини в залежності від кліматичних особливостей території і агротехніки, а також для виявлення коливання цих значень в залежності від агрометеорологічних умов проведено аналіз постійної та перемінної складової якості врожаїв озимої пшениці. З цією метою були побудовані і проаналізовані графіки динаміки вмісту білка та вмісту клейковини — в зерні озимої пшениці і розраховані рівняння ліній трендів, які наводяться в табл. 2.

Таблиця 2.

Рівняння ліній трендів вмісту білку та клейковини в зерні озимої пшениці в Одеській області

Райони області	Рівняння ліній трендів	Номер рівняння
Білок		
Любашівка	$Y = 0,127x + 9,62$	1
Затишся	$Y = 9,84 + 0,024x$	2
Сербка	$Y = 9,85 + 0,037x$	3
Роздільна	$Y = 0,036x + 11,36$	4
Одеса	$Y = -0,027x + 12,57$	5
Сарата	$Y = 0,018x + 11,1$	6
Болград	$Y = 12,79^{-0,018}$	7
Ізмаїл	$Y = 0,291 + 7,58$	8
Клейковина		
Любашівка	$Y = 0,1084x + 21,05$	9
Затишся	$Y = 0,293 + 12,65$	10
Сербка	$Y = 0,1001x + 19,8$	11
Роздільна	$Y = 0,1375 + 21,65$	12
Одеса	$Y = 0,1355x + 23,2$	13
Сарата	$Y = 0,183x + 21,5$	14
Болград	$Y = 0,1278x + 23,6$	15
Ізмаїл	$Y = 0,189x + 22,8$	16

На всіх станціях, окрім ст. Ізмаїл лінія тренду вмісту білка в зерні описується рівнянням прямої. Видно, що на кінець досліджуваного період вміст білку в зерні озимої пшениці зростав. Початковий рівень вмісту білка за трендом коливався від 9,6 % на ст. Любашівка (рис. 1) до 11,4 % на ст. Сарата.

Щорічний приріст за трендом на цих станціях коливався від 0,017 до 0,128 %. На ст. Ізмаїл початковий рівень вмісту білка в зерні озимої пшениці становив 12,8 %, далі лінія тренда носить ступеневий характер з від'ємним знаком і на кінець пері-

оду динаміка вмісту білка на цій станції за трендом становила 12,2 %. Також були розраховані відхилення вмісту білка в зерні від ліній трендів по станціях Одеської області.

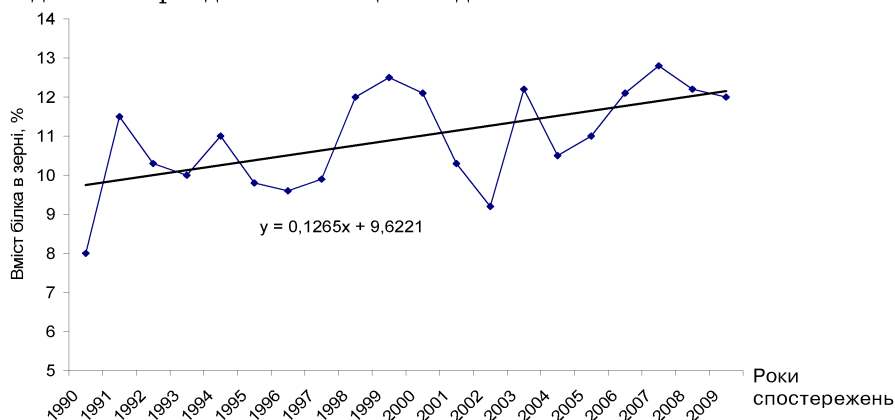


Рис. 1. Динаміка вмісту білка в зерні озимої пшениці і лінія тренда в Любашівці

Необхідно відзначити, що спостерігається ідентичність відхилень вмісту білка в зерні по станціях області. Так на всіх станціях, окрім Ізмаїлу спостерігалось зменшення вмісту білка в період з 1993 по 1996 роки. Потім починаючи з 1997 відзначалось значне зростання вмісту білка, по всіх станціях, яке тривало до 2000 року включно. По ст. Ізмаїл ці коливання теж спостерігались, але період зменшення вмісту білка спостерігався з 1994 по 1998 рік, потім в період збільшення вмісту білка спостерігався по ст. Ізмаїл з 1999 року по 2004 рік.

Аналізуючи рисунки, на яких представлена динаміка вмісту клейковини в зерні озимої пшениці, рівнянь ліній трендів, розрахованих методом найменших квадратів (табл. 2) показав, такої ідентичності динаміки клейковини, як динаміки білка по станціях Одеської області не спостерігається. Найменші коливання вмісту клейковини в зерні озимої пшениці спостерігаються по ст. Роздільна, а найбільші по ст. Любашівка.

Щорічний приріст вмісту клейковини по станціях області коливався від 0,109 до 0,113 %.

Також були розраховані відхилення вмісту клейковини в зерні озимої пшениці від ліній трендів як по окремих станціях, так і в середньому по області.

Як видно із аналізу рисунків, тобто з 1993 по 1998 роки спостерігались значення вмісту клейковини нижче лінії тренду; відхилення коливались від -6,1 до -0,6, а в період з 1997 по 2001 роки спостерігався підвищений вміст клейковини, відхилення від лінії тренду були позитивні і становили від 0,5 до 5,0 %.

За даними В. М. Пасова, А. М. Польового врожайність сільськогосподарських культур зумовлюється двома групами факторів, перша група це заходи культури землеробства, друга — погодні умови. Це ж стосується і вмісту білка і клейковини в зерні озимої пшениці. Для того, щоб визначити відхилення вмісту білка та клейковини в зерні за рахунок погодних умов були розраховані щорічні відхилення їх від ліній трендів, динаміка відхилень вмісту білка від ліній трендів по окремих станціях і в середньому по області [5].

Окрім щорічних відхилень білка і клейковини в зерні озимої пшениці були розраховані імовірності відхилень (табл. 3). Відхилення вмісту білку по території Одеської області коливається від $\pm 0,1$ до $\pm 1,9$ %. За даними В.Н. Страшного [3] максимальний вміст білка і клейковини в зерні озимої пшениці не співпадає з максимальними врожайями.

Таблиця 3.

Імовірність відхилень від лінії тренду вмісту білку та клейковини в зерні озимої пшениці

Райони	Градації відхилень вмісту білку (%) від лінії тренду			
	$\pm 0,0-0,4$	$\pm 0,5-0,8$	$\pm 0,9-1,2$	$\pm 1,3-1,9$
Любашівка	58	18	6	18
Затишшя	47	47	6	-
Сербка	47	24	29	-
Роздільна	29	35	18	18
Одеса	35	29	24	12
Сарата	65	23	1	11
Болград	41	41	18	-
Ізмаїл	37	27	26	10
	Градації відхилень вмісту клейковини (%) від тренду			
	$\pm 0,0-0,5$	$\pm 0,6-1,0$	$\pm 1,1-2,0$	$\pm 2,1-3,5$
Роздільна	38	20	15	27
Затишшя	40	31	18	11
Одеса	39	29	15	17
Ізмаїл	38	27	25	10
Любашівка	40	30	17	13

Аналіз результатів показав, що в посушливі роки, коли врожайність була не вище 22-25 ц/га вміст білку в зерні був вищий значень за трендом на 0,8-1,5 %. В роки з високою врожайністю (на 3-6 ц/га вище врожайності за трендом) вміст білку в зерні був нижчим на 0,5-1,5 % ніж за трендом. В роки з високою врожайністю (на 3-6 ц/га вище врожайності за трендом) вміст білку в зерні був нижчим на 0,5-1,5 %, клейковини — на 2,5-3,5 %. Тобто можна сказати, що не завжди високий врожай зерна озимої пшениці буде відповідати підвищеній його якості. Сорти озимої пшениці, які досліджувались оптимально вміщують в зерні білку до 15 %, клейковини в основному 30 %, але в деякі роки можуть вміщувати клейковини до 35 %.

Такі ж висновки стосуються і вмісту клейковини. Тільки відхилення характеризувалось іншими показниками, а саме при низькій врожайності вміст клейковини був вищим на 2,5-3 %, а в роки з високими урожаєм відповідно нижче на 3,5-4 %.

Якщо порівняти щорічні прирости вмісту білка та клейковини за трендом, що характеризує рівень культури землеробства, з відхиленнями за рахунок погодних умов, то видно, що вплив погоди на вміст білка і клейковини в зерні більш відчутний за рахунок погодних умов, ніж вплив агротехніки.

Тільки цим можна пояснити погіршення якості зерна озимої пшениці не зважаючи на підвищення рівня культури землеробства. Дослідження показали, що підвищення вологості повітря в період від колосіння до повної стиглості (1997, 2007 рр.) негативно впливає на якість зерна, і вирівнює позитивний вплив підвищення рівня агротехніки.

Дослідження А. М. Дерев'янка [2] показали, що підвищення ГТК до 1,3 відн.од. і вище в період весняно-літнього розвитку озимої пшениці значно погіршує якість зерна. Підвищена вологість спричиняє таке явище як “стікання” зерна. А це, в свою чергу спричиняє збільшення кількості щуплих зерен, зменшення маси 1000 зерен, що сприяє значному зменшенню врожаю і його якості. Для Одеської області підвищення вологості в період дозрівання зерна явище досить рідке і за роки дослідження (1990-2009) спостерігалось тільки у двох роках — 1997 та 2007, тобто у 10 % років.

Накопиченню як білка так і клейковини в зерні сприяє погода з відносною вологістю повітря не вище 50 %, середнім

дефіцитом насичення на рівні 8-12 гПа та температурі повітря не нижче 18 °С.

Література

1. Горелова Е. И., Сандлер Ж. Я. Качество зерна — второй урожай. — М.: Колос, 1984. — 221 с.
2. Дерев'янку А. Н. Методические указания по составлению прогноза показателей качества зерна озимой пшеницы в черноземной зоне СССР. — М.: Гидрометцентр СССР, 1986. — 36 с.
3. Страшный В. Н. Агрометеорологические условия и качество зерна озимой пшеницы в центрально-черноземной зоне / Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. — М., 1977. — 25 с.
4. Полевой А. М. Сільськогосподарська метеорологія. — Одеса: ТЕС, 2012. — 606 с.
5. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Адаменко Т. І. Агрометеорологічні прогнози. — Одеса: ТЕС, 2017. — 508 с.

Корень В. В., Костюкевич Т. К.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ВРОЖАЙНОСТІ КУКУРУДЗИ В ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Кукурудза — найдавніша культурна рослина. Батьківщина її — Америка, звідки кукурудза і була завезена в Європу. Певне уявлення про роль кукурудзи в економіці багатьох країн світу може дати перерахування можливого її застосування в господарській діяльності людини: кукурудза широко використовується як харчовий продукт, як корм для сільськогосподарських тварин і, крім того, служить важливим джерелом сировини для промислового виробництва; здатність приносити високі врожаї визначає роль кукурудзи як важливої культури [1].

Кукурудза — високоврожайна культура багатопланового використання. В нашій країні кукурудза є найважливішою кормовою культурою, використовується в якості основного компонента концентрованого корму, який особливо широко використовується для свиней і птиці. Зелений корм і силос застосовуються для годівлі великої рогатої худоби, особливо корів. На корм використовується також кукурудзяна солома, обгортки качанів, качани і їх стрижні.

Особливістю вирощування цієї культури є те, що тривалість збирання не впливає на якість та обсяг виробництва зерна на відміну від інших зернових культур. Окрім цього, за сухої погоди зерно кукурудзи навіть покращує свої якісні показники, стає сухішим, що зменшує у подальшому витрати на складські послуги. Упродовж останніх десяти років обсяги її виробництва постійно зростали (за винятком сезонів 2012-2013 та 2015-2016 років), адже кукурудза вважається одним із кращих видів зерна для виробництва концентрованих кормів у тваринництві та незамінною сировиною для виробництва біоетанолу [2].

Загальні обсяги світового виробництва кукурудзи ростуть з кожним роком. Дана культура використовується в великих кількостях як в кормовій сфері сільського господарства, так і в харчовій промисловості. Що стосується рейтингу найбільш процвітаючих в цій справі країн, то посунути з першого місця США навряд чи в найближчі кілька десятків років комусь вдасться. Аж надто у них великі території засівів, та й клімат у багатьох штатах дуже підходящий. Україна, незважаючи на свій молодий вік, стабільно знаходиться в першій десятці, а один раз навіть піднялася на 4-й рядок.

За розмірами посівної площі кукурудза посідає друге місце в Україні після озимої пшениці та ранніх ярих культур і відіграє значну роль у зерновому балансі країни. Загалом зростаючий попит світового ринку стимулюватиме й надалі збільшення виробництва кукурудзи, а чинний рівень цін забезпечить економічну привабливість цього напряму діяльності. Така ситуація в черговий раз підтверджує загальногосподарське та економічне значення цієї культури.

Врожайність кукурудзи в Україні росте з кожним роком. В першу чергу це пов'язано з застосуванням нових сортів та підвищенням рівня агротехніки, а по-друге — це зростання попиту до цієї культури на світовому ринку. На сьогоднішній день лідерами по обсягу виробництва кукурудзи в Україні є Полтавська, Кіровоградська, Дніпропетровська та Черкаська області [3].

Динаміка виробництва кукурудзи в Херсонській області представлено на рис. 1. Як бачимо, площа посівів кукурудзи на зерно в Херсонській області з 2000 до 2018 року виросла майже в 2 рази. Максимальне значення площі 45,0 тис. га спостерігалось в 2017 році, а мінімальне значення 21,8 тис. га у 2010 році.

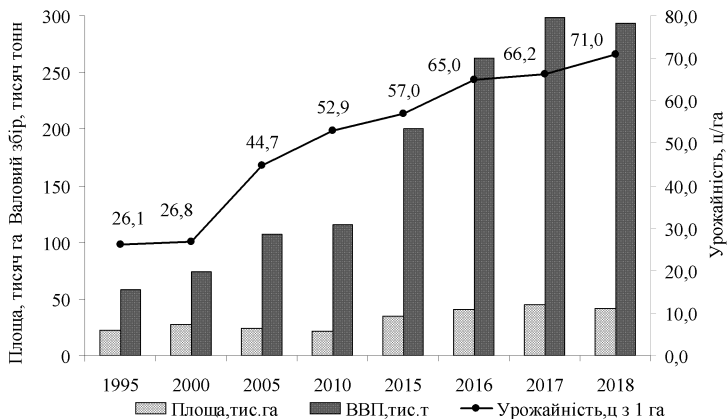


Рис. 1. Динаміка виробництва кукурудзи в Херсонській області
Джерело: побудовано автором за даними [3]

Урожайність в 2018 році збільшилась в 2,5 рази у порівнянні з 2000 роком, максимальне значення 71,0 ц/га спостерігалось у 2018 році, мінімальне 26,1 ц/га у 1995 році. Виробництво кукурудзи на зерно з 1995 по 2018 рік збільшилось майже в 5 разів — з 58,5 до 293,0 тисячі тонн.

Клімат Херсонської області помірно-континентальний із порівняно м'якою зимою та жарким тривалим літом. Середня температура повітря за рік по області становить 9,8-10,8 °С. Вегетаційний період (із середніми добовими температурами повітря 5 °С і вище) триває 229-237 днів [4]. Період активної вегетації сільськогосподарських культур (із середніми добовими температурами повітря 10 °С і вище) триває 183-189 днів.

Херсонська область — найбільш засушлива область України. Переважна кількість опадів випадає в літній період у вигляді злив. Середня кількість опадів по області за рік становить 444 мм. Близько 65 % від річної кількості опадів випадає в теплий період року.

Кукурудза не належить до посухостійких культур. За вегетаційний період вона споживає величезну кількість води. Кукурудза, яка дає врожай зерна 63,5 ц/га, споживає приблизно 4,8-6,1 млн. літрів води, що еквівалентно 480-600 мм опадів. Вчені вважають оптимальним 260-300 мм опадів за вегетаційний період, головну масу яких рослини повинні отримати до викидання волоті.

Можливість використання кукурудзи в якості найважливішого об'єкту землеробської культури в різноманітних ґрунтово-кліматичних умовах, свідчить про здатність успішно адаптуватися до значних коливань і різним сполученням життєвих факторів. Ці фактори визначаються насамперед реакцією рослини на вплив таких чинників, як вода, температура ґрунту і повітря, кислотність ґрунту і забезпеченість її необхідними запасами доступних рослині елементів мінерального живлення, світло, взаємодія між кукурудзою та іншими рослинами в посіві [1].

Кукурудза потребує певного дотримання умов вирощування. І якщо вона не отримає усіх необхідних ресурсів (добрив, світла, вологи, добре оброблених ґрунтів, чистоту від бур'янів та інших елементів агротехніки), то її врожайність може бути нижчою ніж очікувана. Натомість при дотриманні усіх умов урожайність може здивувати навіть досвідчених агрономів.

Вирішальною умовою в системі агротехнічних заходів, спрямованих на отримання стійких високих врожаїв кукурудзи, можна вважати густоту стояння рослин. Важливо забезпечити таке розміщення рослин, при якому кожна з них може мати відносно однакову і цілком достатню площу живлення і сонячного освітлення [1].

Значення врожаю кукурудзи коливаються рік від року — чим вище середня врожайність, тим більше коливання [5, 6]. Для отримання планованих урожаїв поряд з детальною оцінкою агрокліматичних ресурсів необхідно вивчення часової мінливості врожаїв у різних агрокліматичних зонах.

Урожайність в кожному конкретному році формується під впливом цілого комплексу факторів. Однак при вирішенні практичних питань часто виникає необхідність роздільної оцінки ступеня впливу на врожайність, як рівня культури землеробства, так і умов погоди. В основу такої оцінки покладено ідею В. М. Обухова [7] про можливість розкладання тимчасового ряду врожайності будь якої культури на дві складові: стаціонарну і випадкову. Ця ідея отримала подальший розвиток у дослідженні інших авторів.

Нами був виконаний аналіз динаміки врожайності кукурудзи за період з 1999 по 2018 роки для Херсонської області. За допомогою методу гармонійних ваг для кожної з областей нами була визначена тенденція врожайності, досліджувалися ряди врожайності та були визначені відхилення розрахункових трендових значень від фактичних. Проведена оцінка правильності вибору

виду тренда і перевірка гіпотези про те, що випадкова компонента являє собою стаціонарний випадковий процес для всіх областей.

На рис. 2 представлено графік динаміки врожайності кукурудзи та лінія тренду в Херсонській області. Плавна лінія характеризує тренд врожайності, а ламана лінія — щорічні коливання врожайності за рахунок різних факторів, основу яких становить клімат.

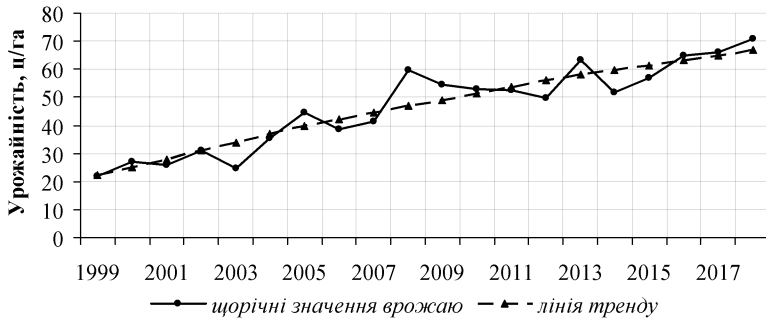


Рис. 2. Динаміка врожайності кукурудзи та лінія тренду в Херсонській області. Джерело: [авторська розробка]

Як видно з рис. 2, з 1999 по 2018 рік спостерігається збільшення значення врожайності. Так, на початку періоду дослідження фактична врожайність становила 22,0 ц/га, а в 2018 році збільшилась до 71,0 ц/га. Найменші врожаї було зібрано на початку розглядаємого періоду.

Прямолінійне збільшення значення компоненти тренда спостерігається на протязі всього періоду, це свідчить про суттєве підвищення рівня культури землеробства за цей період.

Вплив погодних умов на врожайність кукурудзи в Херсонській області у вигляді відхилень представлено на рис. 3.

Як видно з рис. 3, найбільш несприятливим для вирощування кукурудзи був 2003 та 2014 роки, коли від'ємне відхилення від лінії тренду становило відповідно -9,3 та -7,8 ц/га. Це свідчить про дуже несприятливі погодні умови, що склалися протягом цих років. У роки ж зі сприятливими погодними умовами вдавалося отримати збільшення врожаю за їх рахунок і відхилення від лінії тренду мали додатні значення. Найбільш сприятливими для вирощування кукурудзи в Херсонській області був 2008 рік, відхилення від лінії тренду становило 13,1 ц/га.

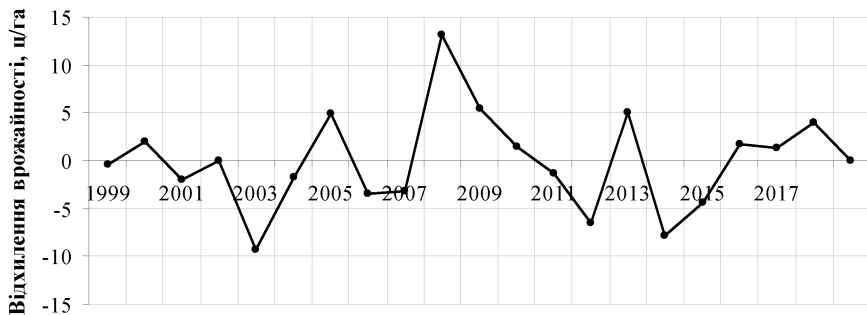


Рис. 3. Відхилення врожайності кукурудзи від лінії тренду.

Джерело: [авторська розробка]

В роботі було виконано аналіз динаміки врожайності кукурудзи в Херсонській області за період 1999-2018 рр., розрахована лінія тренда і проведена оцінка правильності вибору виду тренду. В результаті детального дослідження видно, що в останні роки спостерігається значний приріст врожайності кукурудзи, що свідчить про значні зміни у виробництві.

В Херсонській області є всі необхідні кліматичні і рельєфні умови для масштабного вирощування кукурудзи. Залишається лише налагодити організаційні і технічні моменти, і тоді цілком можна розраховувати на отримання стійких та сталих врожаїв.

Література

1. Частная физиология полевых культур / Под ред. Е. И. Кошкина. — М.: КолосС, 2005. — 344 с.
2. Костюкевич Т. К. Агрокліматична оцінка умов вирощування кукурудзи на біомасу для використання в енергетичній промисловості на території Поділля. Використання альтернативних джерел енергії в умовах розвитку сільських територій // Матер. II Міжнар. наук.-практ. конф. (Полтава, 22 листопада 2019). — Полтава: РВВ ПДАА, 2019. — С. 68-70. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/materialy-2-mnpk-vykorystannja-alternatyvnyh-dzherel-enerhiyi..poltava-22.11.19>. (дата звернення: 19.12.2019).
3. Державна служба статистики України // Сайт Державного департаменту статистики України. Сільське господарство. Рослинництво. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 14.11.2019).

4. Агрокліматичний довідник по Херсонській області: (1986-2005 рр.) // МНС України; Херсон. обл. центр з гідрометеорології / За ред. С. І. Мельничука, Т. І. Адаменко. — Оdesa: Астропринт, 2011. 208 с.
5. Полевой А. Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. — Л.: Гидрометеоздат, 1988. — 319 с.
6. Уланова Е. С., Сиротенко О. Д. Методы статистического анализа в агрометеорологии. — Л.: Гидрометиздат, 1968. — 198 с.
7. Обухов В. М. Урожайность и метеорологические факторы. — М., 1949. — 318 с.

Костюкєвич Т. К.

АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ НА ТЕРИТОРІЇ СХІДНОГО ПОДІЛЛЯ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Озима пшениця за своїми біологічними особливостях відрізняється від ярових колосових культур. На початок весняної вегетації вона має розвинену кореневу систему, добре використовує весняний максимум вологи і тому краще переносить весняні і літні засухи, дає вищі і постійні урожаї. Посіви озимої пшениці вигідні господарствам тим, що частина посівних робіт переноситься на осінь, а прибирання починається раніше.

Найважливішими показниками, які характеризують якість пшениці й напрямок її використання, є білок та клейковина. Так, в хлібопекарській промисловості потрібно зерно з вмістом білка 14-15 %, а для виробництва макаронів — 17-18 %. Найбільш важливими вважаються сорти твердої пшениці [1].

Відходи борошномельного виробництва (висівки, борошняний пил) йдуть на кормові цілі. Часто озиму пшеницю сіють для отримання раннього корму в системі зеленого конвеєра. Солому раніше також використовували на корм, а останнім часом почали застосовувати як органічне добриво.

Озима пшениця широко вирощується в Україні із застосуванням сучасної інтенсивної технології. Суть останньої полягає в оптимізації умов її вирощування на всіх етапах росту й розвитку рослин. Це передбачає: розміщення культури після кращих попередників; використання інтенсивних сортів; інтегровану сис-

тему захисту рослин від бур'янів, хвороб та шкідників, застосування добрив на заплановану врожайність дотримання високої професійної та виконавської дисципліни механізаторів при виконанні усіх технологічних операцій; організацію біологічного контролю за станом росту і розвитку рослин на основних етапах органогенезу.

Головними виробниками зерна пшениці, крім України, є Китай, Росія, США, Індія, Канада, Франція. На рис. 1 представлена динаміка виробництва озимої пшениці в Україні. В останні роки площі під посівами пшениці в Україні збільшуються.

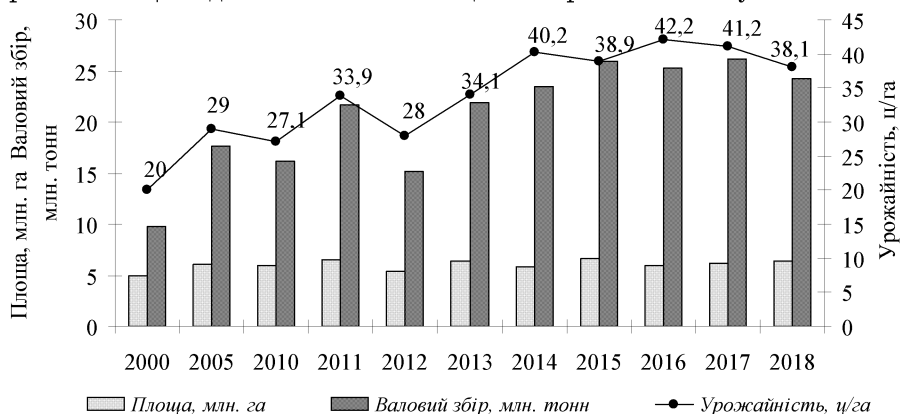


Рис. 1. Динаміка виробництва озимої пшениці в Україні.

Джерело: розроблено автором за даними [2]

Під урожай пшениці озимої 2017 і 2018 року в Україні, за даними Держкомстату, було засіяно 6160 і 6371 тисяч га відповідно, у порівнянні — в 2000 році це значення становило 4888 тисяч га. Відповідно, й валовий збір також істотно збільшився — в середньому до 25000 та 26000 тисяч тонн, у порівнянні — в 2000 році це значення становило набагато менш — всього 9775 тисяч тонн. Врожайність пшениці озимої також підвищилася. Так, урожай пшениці озимої 2017 та 2018 роках в Україні становив 41,2 і 38,1 ц/га відповідно, у порівнянні — в 2000 році це значення становило 20,0 ц/га [2].

Товарні ресурси зернового ринку і повнота задоволення потреби в різних видах зерна значною мірою визначаються розміром, структурою посівних площ, врожайністю і як похідною цих параметрів складом валових зборів зернових культур. Вро-

жайність і валовий збір не відрізняються стабільністю. Високі врожаї зерна припадають, в основному, на роки з відносно сприятливими погодними умовами.

Найбільші врожаї пшениці озимої отримують в Лісостепу України [2]. На рис. 2 представлена врожайність зерна пшениці озимої в Лісостепу України та площі під цією культурою в розрізі областей станом на 2018 рік. Так, врожайність пшениці озимої в Хмельницькій області становила 57,6 ц/га — це найбільше значення по Україні, трохи менш в Тернопільській та Вінницькій областях — близько 54 ц/га.

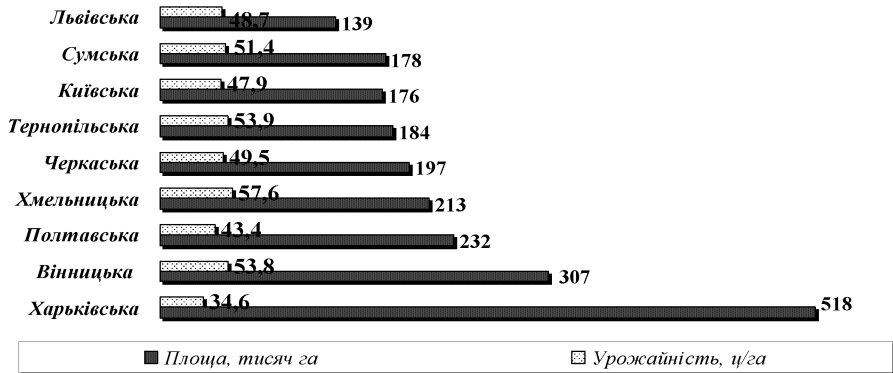


Рис. 2. Врожайність зерна пшениці озимої в Лісостепу України та площі під цією культурою в розрізі областей станом на 2018 рік. Джерело: розроблено автором за даними [2]

Найменший врожай пшениці озимої в Лісостепу в 2018 році отримано в Харківській області — 34,6 ц/га, при цьому площа під пшеницею тут найбільша. Найменші площі було засіяно в Львівській області — 140 тисяч га [2].

Урожайність сільськогосподарських культур, в тому числі й озимої пшениці залежить від багатьох факторів, серед яких найважливішими є світло, тепло, волога, мінеральне живлення тощо. Зміни клімату, які особливо відчутні в останнє десятиліття, спричиняють зміну агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці, які, в свою чергу, спричиняють зміну темпів розвитку культури, показників формування її продуктивності, яка значною мірою визначає рівень врожайності.

Для оцінки можливих змін клімату нами було використано сценарій RCP4.5 — (репрезентативні траєкторії концентрації),

який являє собою сценарій середнього рівня викидів і концентрацій всього набору парникових газів, аерозолів і хімічно активних газів [3].

Одним із найпростіших методів відображення можливих змін у кліматичному режимі будь-якої метеорологічної величини є порівняння з минулими даними, зокрема, середніми багаторічними величинами за базовий період. В даному дослідженні за базовий береться період з 1991 по 2010 рр.

Слід зазначити, що вплив зміни клімату на продуктивність озимої пшениці розглядався за умов сучасної агротехніки та сучасних сортів культури. Для дослідження впливу кліматичних змін на продуктивність озимої пшениці на фоні зміни кліматичних умов нами розглядалися такі варіанти:

- базовий (середні багаторічні);
- кліматичні умови періоду (сценарій RCP4.5).

Розрахунки виконувались для території Східного Поділля. Слід підкреслити, що вплив зміни клімату на формування продуктивності сільськогосподарських культур розглядався за умов сучасної агротехніки та сучасних сортів і гібридів жита озимого в припущенні, що вони суттєво не зміняться. Тенденції зміни агрокліматичних ресурсів розглядалась нами за різні проміжки часу. Для оцінки змін агрокліматичних ресурсів при можливих змінах клімату було використано сценарій змін клімату в Україні RCP4.5.

Агрокліматичні умови періоду вегетації озимої пшениці за умов реалізації сценарію зміни клімату RCP4.5 у порівнянні з середніми багаторічними даними представлено на рис. 3. Як видно з графіку, період вегетації озимої пшениці за умов реалізації сценарію “клімат” буде проходити на фоні знижених температур та зменшеної кількості опадів наприкінці та збільшенням опадів в середині вегетації.

Розглянемо, як під впливом змін клімату будуть змінюватись дати настання фаз розвитку озимої пшениці, показники розвитку по міжфазних періодах, показники фотосинтетичної продуктивності та врожай. За даними 1991-2010 рр. (базовими), дати відновлення вегетації майже співпадають з датами переходу температури повітря через 5 °С, і спостерігаються в третій декаді березня — 28 березня. За умов реалізації сценарію зміни клімату дата відновлення вегетації зміститься на більш пізні строки — 7 квітня (табл. 1).

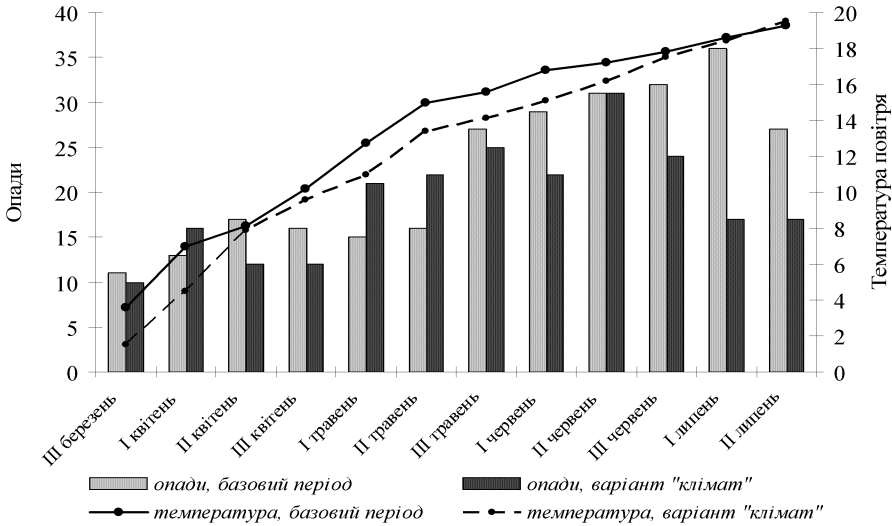


Рис. 3. Агрокліматичні умови періоду вегетації озимої пшениці на території Східного Поділля за умов зміни клімату за сценарієм RCP4.5 у порівнянні з середніми багаторічними даними. Джерело: [авторська розробка]

Таблиця 1.

Фази розвитку озимої пшениці за середніми багаторічними даними та за умовами зміни клімату RCP4.5 на території Східного Поділля

Період	Відновлення вегетації	Поява нижнього вузла соломини	Колосіння	Воскова стиглість	Тривалість періоду, дні
1991-2010	28.03	04.05	30.05	10.07	105
2021-2050	07.04	12.05	09.06	20.07	106
Різниця	+11	+8	+10	+10	+2

Джерело: [авторська розробка]

Поява нижнього вузла соломини, як показали наші розрахунки, спостерігається при накопиченні суми активних температур порядку 390 °C (табл. 2) — 4 травня. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP4.5, дата появи нижнього вузла соломини очікується 12 травня, що на вісім днів пізніше, ніж за базових умов (табл. 1).

Колосіння озимої пшениці за середніми багаторічними даними спостерігається 30 травня. За умов реалізації сценарію зміни

клімату RCP4.5, на території Вінницької області дата колосіння очікується 6 липня, що на десять днів пізніше, ніж за базових умов (табл. 1).

Таблиця 2.

Агрокліматичні умови вирощування озимої пшениці за середніми багаторічними даними та за умовами зміни клімату RCP4.5 на території Східного Поділля

Показник	1991-2010	2021-2050	Різниця
Відновлення вегетації - поява нижнього вузла соломини			
Середня температура повітря за період, °С	8,8	9,2	+0,4
Сума активних температур за період, °С	318	312	-6
Сума опадів за період, %	100	100	0
Тривалість періоду, дні	38	28	-10
Поява нижнього вузла соломини - колосіння			
Середня температура повітря за період, °С	14,9	14,2	-0,7
Сума активних температур за період, °С	387	398	+11
Сума опадів за період, %	100	141	+41
Тривалість періоду, дні	26	28	+2
Колосіння - воскова стиглість			
Середня температура повітря за період, °С	18,2	17,9	-0,3
Сума активних температур за період, °С	748	750	+2
Сума опадів за період, %	100	78	-22
Тривалість періоду, дні	41	42	+1
Весь вегетаційний період			
Середня температура повітря за період, °С	14,0	13,9	-0,1
Сума активних температур за період, °С	1453	1460	+7
Сума опадів за період, %	100	96	-4
Тривалість періоду, дні	105	106	+1
Вологозабезпеченість, від.од.	0,86	0,84	-0,02
ГТК - гідротермічний коефіцієнт	1,5	1,4	-0,1

Джерело: [авторська розробка]

Воскова стиглість озимої пшениці за середніми багаторічними даними спостерігається 10 липня. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP4.5 дата воскової стиглості буде спостерігатися 20 липня, що на десять днів пізніше, ніж за базових умов (табл. 1).

Температурні умови грають важливу роль в житті рослин. Вони можуть прискорити або сповільнити їх розвиток в певні періоди. Максимальна продуктивність рослин проявляється тільки при оптимальному температурному режимі, властивому кожному виду, сорту і змінюваному по фазах їх розвитку.

Сума температур за період відновлення вегетації - поява нижнього вузла соломини в умовах зміни клімату RCP4.5 менш

лише на 11 °С ніж за середніми багаторічними даними. Середня температура повітря на території Вінницької області за період відновлення вегетації - поява нижнього вузла соломини в умовах зміни клімату RCP4.5 очікується на рівні 9,2 °С, що на 0,4 °С більше, ніж за середніми багаторічними даними. Тривалість періоду в умовах зміни клімату RCP4.5 скоротиться на 10 днів, ніж за середніми багаторічними даними (табл. 2).

Середня температура повітря на території Східного Поділля за період поява нижнього вузла соломини - колосіння в умовах зміни клімату RCP4.5 очікується на 0,7 °С менш, ніж за середніми багаторічними даними, та становить 14,2 °С. Тривалість періоду в умовах зміни клімату RCP4.5 збільшиться на 2 дні, ніж за середніми багаторічними даними (табл. 2).

Температурний режим періоду колосіння - воскова стиглість буде проходити на фоні незначної різниці температур (табл. 2). Середня температура повітря на території Східного Поділля за період в умовах зміни клімату RCP4.5 очікується на 0,3 °С менш, ніж за середніми багаторічними даними, та становитиме 17,9 °С. Тривалість періоду в умовах зміни клімату RCP4.5 збільшиться на 1 день, ніж за середніми багаторічними даними (табл. 2).

Порівняння сум температур за вегетаційний період озимої пшениці в умовах зміни клімату за сценарієм RCP4.5 з таким же показником в базовий період показує, що ці суми зростуть не значно, не дивлячись на зміщення початку вегетації на більш пізні терміни, різниця температурного фон у цьому випадку буде не суттєвою — лише на 7 °С (табл. 2).

Роль вологи в житті рослин величезна. За допомогою води відбувається транспорт елементів мінерального живлення з коренів в надземні частини, а асимілятив з листя — до інших органів рослин, а також підтримується необхідний при цьому температурний режим.

І. Ф. Букша [4] зазначає, що кількість атмосферних опадів для території України змінилася несуттєво, проте помітними є зміни інтенсивності та характеру їх випадання. В. О. Балабух [5] також відмічає, що останнім часом почастишали випадки, коли за кілька годин випадає половина або місячна норма опадів. Підвищення температури повітря та нерівномірний розподіл опадів, які мають зливовий, локальний характер у теплий період і не забезпечують ефективного накопичення вологи в ґрунті, може спричинити зростання повторюваності та інтенсивності посух.

Для оцінки вологозабезпеченості вегетаційного періоду озимої пшениці аналізувались такі ж періоди як і для оцінки теплозабезпеченості: базовий 1991-2010 рр. та розрахунковий за кліматичним сценарієм RCP4.5 (2012-2050 рр.). При цьому розглядались такі показники: сума опадів за період та вологозабезпеченість. Результати розрахунків представлені у табл. 2.

Так, кількість опадів у період відновлення вегетації - поява нижнього вузла соломини в умовах зміни клімату RCP4.5 на території Східного Поділля у порівнянні з базовим періодом очікується незмінною (табл. 2).

Кількість опадів у період поява нижнього вузла соломини - колосіння в умовах зміни клімату RCP4.5 збільшиться на 41 % від середніх багаторічних значень (табл. 2).

За період колосіння - воскова стиглість в умовах зміни клімату RCP4.5 на території Східного Поділля у порівнянні з базовим періодом очікується зниження на 22 % (табл. 2).

В цілому за період вегетації озимої пшениці в умовах зміни клімату RCP4.5 в умовах Східного Поділля у порівнянні з базовим періодом очікується незначне зниження на 4 % (табл. 2).

За таких умов значення вологозабезпеченості в умовах зміни клімату RCP4.5 на території Східного Поділля зменшиться на 0,02 відносних одиниці (табл. 2) у порівнянні з середньо багаторічними даними.

Значення гідротермічного коефіцієнту за період вегетації озимої пшениці в умовах зміни клімату RCP4.5 зменшиться на 0,1 у порівнянні з базовим періодом та становитиме 1,4.

Як бачимо, найбільші відмінності було виявлено в період поява нижнього вузла соломини - колосіння. Це зменшення середньої температури на 0,7 °C за умов зміни клімату у порівняння з базовим періодом, та збільшення суми опадів на 41 % за умов зміни клімату у порівняння з базовим періодом.

В період поява нижнього вузла соломини - колосіння озиме жито проходить IV, V, VI та VII етапи органогенезу — формування колосових горбків та формування квіток. В цей період необхідна температура повітря не нижче 15 °C та достатнє зволоження ґрунту. Цей період вважається критичним по відношенню до вологи.

Таким чином, можна зробити висновок, що за умов реалізації сценарію зміни клімату RCP4.5 умови вегетації озимої пшениці на території Східного Поділля будуть проходити на фоні зниже-

них температур у порівнянні з середніми багаторічними даними. Очікується перерозподіл кількості опадів за міжфазні періоди вегетації озимої пшениці, що пов'язано з здвигом настання фаз розвитку культури.

Література

1. Частная физиология полевых культур / Под ред. Е. И. Кошкина. — М.: КолосС, 2005. — 344 с.
2. Державна служба статистики України // Сайт Державного департаменту статистики України. Сільське господарство. Рослинництво. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>. (дата звернення: 2.12.2018р.)
3. Climate Change 2013: The Physical Science Basis / T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor [et al.] // Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. — Cambridge University Press, 2013. — 1535 p.
4. Букша И. Ф. Изменение климата и лесное хозяйство Украины. — Вып. 7. — Львів: РВВ НЛТУ України, 2009. — С. 11-17.
5. Балабух В. О. Зміна інтенсивності конвекції в Україні: причини та наслідки. — URL: <http://meteo.gov.ua/files/content/docs/Vinnitsa/UkrGMI.pdf>. (дата звернення: 20.12.2019 р.)

Божко Л. Ю., Николаєва А. М.

АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ТОМАТІВ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Вступ. Томати відносяться до найпоширенішої за споживанням овочевої культури. Посівні площі томатів складають 57 % всієї площі овочевих культур. В Одеській області виробничі площі під томатами за розміром займають одне із провідних місць серед овочевих культур.

Вирощуються томати розсадним і безрозсадним методом. Не перемінною основою для отримання високих урожаїв томатів є введення при їх вирощуванні овочевих сівозмін. Бажано розташовувати посадки томатів другою культурою після внесення органічних добрив. Добрими попередниками для томатів є капуста, огірки, рис.

Для рівномірного надходження урожаїв для споживачів в південних областях рекомендується відводити під розсадні тома-

ти 65-70 % всієї площі та не менше 15 % вирощувати за типом ранньої культури. При цьому скоростиглі та середньостиглі сорти вирощувати у співвідношенні 1:1. На крайньому півдні питому вагу ранніх томатів можна збільшувати до 20-30 %.

Всі овочеві культури, а особливо томати, відіграють важливу роль в ланцюгу харчування людини через те що вміщують велику кількість вітамінів та органічних сполук, які нейтралізують неорганічні кислі сполуки, які вводяться в організм з такими продуктами як м'ясо, жири, вироби з муки, крупи та ін.

Врожаї томатів щороку дуже мінливі і їх величина визначається забезпеченістю території світлом, теплом, вологою, продуктами живлення а також родючістю ґрунтів та біологічними особливостями.

Підвищення врожаїв томатів культур можливе за рахунок багатьох факторів: у тому числі і розміщення різних за скоростиглістю сортів у відповідності з агрокліматичними ресурсами території і біологічними особливостями культури.

Метою даної роботи є дослідження агрометеорологічних умов вирощування томатів в Одеській області та оцінка агрокліматичних умов формування агроекологічних урожаїв томатів різного рівня.

Матеріали та методи дослідження. Для дослідження використані матеріали паралельних спостережень за розвитком томатів середньостиглих сортів, формуванням врожайності і метеорологічними чинниками в Одеській області за період з 1980 по 2015 рр.

Томат — трав'яниста однорічна рослина з прямостоячим або пригнутих стеблом, покритим залозистими волосками. Рослина тропічного походження і відзначається високими вимогами до тепло та вологозабезпеченості. В Одеській області томати вирощуються на зрошуваних землях переважно розсадним способом.

Велика роль в репродуктивному розвитку томатів належить умовам вирощування. Рано та рясно цвітуть томати при вирощуванні їх в ранній культурі із застосуванням плівкового укриття, на другому місці — рання культура без застосування укриття, на третьому — звичайна розсадна культура і на останньому — безрозсадна культура.

Для рівномірного надходження урожаїв в районах Південного Степу рекомендується відводити під розсадні томати 65-70 % всієї площі та не менше 15 % вирощувати за типом ранньої культури. При цьому скоростиглі та середньостиглі сорти ви-

рощувати у співвідношенні 1:1. На крайньому півдні питому вагу ранніх томатів можна збільшувати до 20-30 %.

В цілому за період вегетації томатів за даними Т. О. Побетової їм необхідна сума температур вище 10 °С в залежності від скоростиглості сорту від 2500 до 3600 °С. Зростають вимоги томатів до температури ґрунту в період масового плодоносіння. Для формування доброго врожаю томатів необхідне збільшення надходження води та мінерального живлення в рослини. Це можливе тільки за високої температури ґрунту. Кращі умови для мінерального живлення і росту рослин складаються при температурах ґрунту біля 25 °С.

Дорослі рослини томату витрачають досить багато води. Для створення урожаю 500 ц/га вони витрачають близько 6000 м³ води. Найбільші витрати води рослинами томатів спостерігаються в період від початку утворення плодів до закінчення плодоносіння. Підвищуються витрати води з ґрунту із збільшенням густоти рослин.

Дослідження динаміки середньої по Одеській області врожайності томатів показало, що в області щорічно спостерігається різке коливання врожайів (рис. 1). І якщо лінія тренда характеризує умови впливу культури землеробства на середню врожайність, то щорічні відхилення зумовлені впливом погоди (рис. 2).

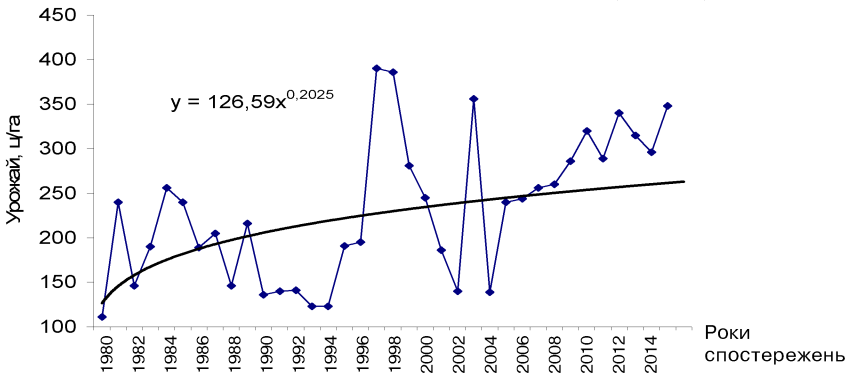


Рис. 1. Динаміка середніх по Одеській області врожайів томатів і лінія тренда

Дослідженнями Л. Ю. Божко та О. Є. Ярмольської встановлено, що в умовах дотримання норм і термінів зрошення на врожай томатів впливають безліч факторів, основними із яких є: якість розсади, терміни висаджування в ґрунт, погодні умови в

період і після висаджування розсади і теплозабезпеченість всього вегетаційного періоду.

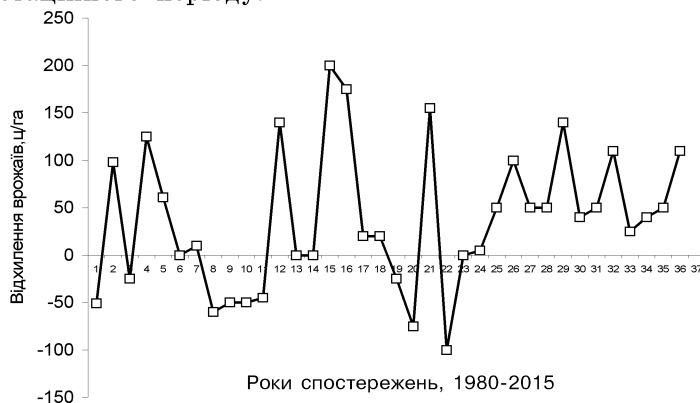


Рис. 2. Відхилення врожаю томатів від лінії тренда в Одеській області

За даними багатьох дослідників [2-5] продуктивність сільськогосподарських культур в тому числі і томатів зумовлюється сукупністю агрокліматичних показників, які характеризують агрокліматичні ресурси території. Показники агрокліматичних ресурсів повинні всебічно відображати: 1) наскільки сільськогосподарські культури забезпечені цими ресурсами; 2) співвідношення ресурсів потребам рослин; 3) ступінь використання цих ресурсів. Найадекватніше відображення агрокліматичних ресурсів може бути реалізовано в агроекологічних категоріях врожайності, які ґрунтуються на принципах максимальної продуктивності і відповідності умов зовнішнього середовища потребам рослин.

Згідно з першим принципом — максимальної продуктивності — рослини та фітоценози в природних умовах мають максимальну в існуючих умовах продуктивність, а також максимальний коефіцієнт корисної дії (КПД) використання фотосинтетичний активної радіації (ФАР). Згідно з другим принципом — відповідні умови — максимальній продуктивності і висока врожайність забезпечуються шляхом створення умов, які задовольняють потребам рослин. Принцип відповідності умов реалізується антропогенним впливом:

- 1) зміна умов навколишнього середовища відповідно до потреб сільськогосподарських культур реалізується шляхом використання відповідних агротехнічних заходів;

- 2) досягнення кращої відповідності біологічних властивостей рослин умовам навколишнього середовища за допомогою селекції;
- 3) розміщення сільськогосподарських культур, їх окремих сортів та гібридів відповідно до ґрунтово-кліматичних умов та з врахуванням мікрокліматичних особливостей території;
- 4) цілеспрямований і обґрунтований захист рослин від хвороб і шкідників [12-14].

Логічним результатом принципу максимальної продуктивності і відповідності умов є метод еталонних урожаїв [2, 13] який розглядає та порівнює різноманітні категорії урожаїв:

- потенційна врожайність (ПУ) — врожайність сорту в ідеальних умовах, вона обумовлюється надходженням ФАР і біологічними особливостями сільськогосподарських культур;
- метеорологічна можлива врожайність (ММУ) — максимально можливий урожай сільськогосподарських культур при існуючих агрометеорологічних і оптимальних ґрунтових умовах;
- дійсно можлива врожайність (ДМУ) — максимально можливий урожай сільськогосподарських культур в існуючих метеорологічних і ґрунтових умовах;
- врожайність у виробництві (УВ) — врожайність, яка одержана в господарстві, при існуючій агротехніці вирощування.

Запропонована Тоомінгом Х. Г. система еталонних урожаїв дозволяє значно глибше підходити до вирішення питань оцінки відповідності кліматичних ресурсів біологічним вимогам різних сільськогосподарських культур. Цей принцип знайшов широке використання [12].

Для розрахунків використовувалась розроблена А. М. Польовим математична модель, яка призначена для оцінки продуктивності клімату. Модель розроблена на основі концепції максимальної продуктивності Х. Р. Тоомінга [13].

Для більш детальної оцінки агрокліматичних умов за крок моделі прийнято декаду.

Модель має блокову структуру і вміщує шість блоків:

- 1 - блок вхідної інформації;
- 2 - блок показників сонячної радіації і вологотемпературного режиму;
- 3 - блок функції впливу фази розвитку і метеорологічних чинників на продуктивний процес рослин;
- 4 - блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням;

- 5 - блок агроекологічних категорій врожайності;
- 6 - блок узагальнюючих оцінкових характеристик.

Зупинимось на описі п'ятого та шостого блоків.

Важливим показником продуктивності посівів сільськогосподарських культур вважається коефіцієнт господарської ефективності урожаю, який відображає відношення кількості сухої фітомаси господарської частки урожаю до маси загальної сухої фітомаси. Коефіцієнт господарської ефективності залежить від сорту сільськогосподарських культур та агрометеорологічних умов. За допомогою коефіцієнту господарської ефективності розраховуються агроекологічні категорії урожаю плодів при їх стандартній вологості.

Окрім різних категорій врожайності модель дозволяє розраховувати п'ять узагальнених характеристик:

- міру сприятливості метеорологічних умов вирощуванню культури;
- коефіцієнт сприятливості метеорологічних умов;
- коефіцієнт сприятливості ґрунтових умов;
- коефіцієнт ефективності використання агрокліматичних ресурсів;
- коефіцієнт ефективності використання фактичних агрометеорологічних і ґрунтових умов.

Підвищення рівня УП і доведення його до ДМУ вимагає ретельного дотримання всіх засобів агротехніки, виконання їх у цілковитій відповідності з агрометеорологічними умовами на конкретному полі. Наближення ДМУ до ММУ вимагає роботи що до підвищення родючості ґрунту. Різниця між ММУ і ПУ компенсується за рахунок меліоративних заходів, а також в результаті правильного підбору сортів і культур, які краще були пристосовані до особливостей конкретного клімату. Підвищення рівня ПУ забезпечується, головним чином, шляхом селекції нових сортів, які матимуть більш високий рівень врожайності за рахунок більш ефективного використання сонячної радіації [12-14, 16].

Як і для інших культур, максимальний врожай плодів томатів залежить від надходження фотосинтетично активної радіації і коефіцієнта її використання при оптимальному забезпеченні теплом, вологою та мінеральним живленням. Надходження *ФАР* та прирости потенційного врожаю наводяться на рис. 3.

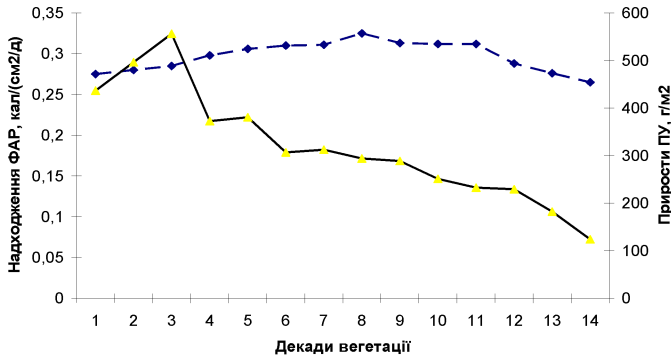


Рис. 3. Надходження ФАР (кал/(см²/д) та прирости потенційного врожаю томатів: 1) надходження ФАР; 2) ПУ томатів

Інтенсивність ФАР на початку вегетації становить 0,280 кал/(см²·хв) поступово зменшується і в період масового утворення плодів становить 0,253 кал/(см²·хв). Зменшення інтенсивності надходження ФАР в другій половині вегетаційного періоду томатів пояснюється скороченням тривалості світлої пори доби (рис. 1).

Інтенсивність ФАР зумовлює величину приростів ПВ. Найбільших значень прирости ПВ досягають в третю декаду вегетації і становлять 556 г/м², поступово зменшуючись, особливо після першого та другого збору плодів і становлять 272-308 г/м². Наприкінці вегетації приріст найменший і становить 153 г/м².

Волого-температурний режим території обумовлює величину приростів ММВ, ДМВ та УВ (табл. 1).

Нижня межа кривої температурного оптимуму *ТОР1* починається з температури 15 °С, поступово підвищується і досягає максимальних значень 19,6 °С в період закінчення фази зелена стиглість. Після цього відбувається поступове зниження *ТОР1* і наприкінці вегетації вона становить 16,2 °С.

Верхня межа кривої температурного оптимуму — *ТОР2* починається з температури 22,2 °С. Максимальних значень 26,4 °С досягає в той же період, що і *ТОР1*. Наприкінці вегетації *ТОР2* становить 22,4 °С. Різниця між *ТОР1* та *ТОР2* становить 7,7 °С.

Крива середньої температури повітря починається з позначки 17 °С. В першій декаді вона виходить за межі температурного оптимуму, в другій декаді вегетації майже зрівнюється з температурним оптимумом, в третій декаді входить в межі темпера-

турного оптимуму і перебуває там до кінця вегетації. З восьмої по одинадцяту декади вегетації значення середньої за декаду температури повітря досягали середини між *TOP1* та *TOP2*.

Таблиця 1.

Волого-температурні показники формування приростів різних категорій врожаїв томатів в Одеській області

Декади вегетації	Температура повітря, °С			<i>Eф</i> , мм	<i>Ео</i> , мм	<i>Eф/Ео</i>	Урожайність, г/м ²		
	середня	<i>TOP1</i>	<i>TOP2</i>				<i>ММВ</i>	<i>ДМВ</i>	<i>УВ</i>
1	17,1	16,3	22,3	22	27	0,84	133,5	106,7	60,8
2	18,2	17,5	23,6	49	52	0,95	182,0	146,6	82,5
3	19,0	18,7	24,5	56	57	0,99	197,0	157,4	89,0
4	19,9	18,6	25,5	60	61	0,99	206,0	165,6	93,0
5	20,7	19,8	25,9	65	66	0,99	211,0	169,0	95,0
6	21,8	20,1	26,3	71	74	0,97	219,0	175,0	98,0
7	22,5	20,1	26,4	64	66	0,97	240,2	192,4	108,7
8	21,8	19,9	26,4	60	63	0,96	214,2	172,5	97,0
9	20,8	19,6	25,8	60	63	0,96	194,6	155,7	87,0
10	18,2	18,7	25,8	56	66	0,86	191,0	153,0	86,0
11	17,0	17,7	24,6	35	50	0,71	136,6	109,0	61,0
12	16,4	17,1	23,8	24	39	0,61	87,4	69,5	39,7
13	15,3	16,2	23,4	17	30	0,57	35,0	28,0	16,0
14	12,3	13,8	22,5	13	25	0,85	31,0	21,0	12,0

Хід кривої приростів *ММВ* (рис. 2) починається з відмітки 351 г/м², різко підвищується до 540 г/м² в наступні дві декади. Потім в період утворення плодів прирости дещо зменшуються до 275 г/м², після першого масового збору плодів знову збільшуються впродовж 3 декад до 308 г/м².

Криві приростів *ДМВ* та *УВ* повторюють хід приростів *ММВ*, але їх значення значно нижче за *ДМВ* на 120-200 г/м², *УВ* нижче *ДМВ* на 100-150 г/м². Таке співвідношення між різними рівнями врожаїв томатів спостерігається впродовж всього вегетаційного періоду. Наприкінці вегетації різниця між *ДМВ* та *УВ* становить 20 г/м².

Після висаджування розсади сумарне випаровування було 22 мм. Його значення поступово підвищувалось і в декаду найбільшого наростання вегетативної маси становило 64-69 мм. Після бланжової стиглості сумарне випаровування почало зменшуватись до 46-51 мм. В кінці вегетаційного періоду воно становило 19-26 мм.

Відношення *Eф/Ео* впродовж всієї вегетації томатів коливається в межах 0,93-1,0 відн. од. і лише в першу декаду вегетації становить 0,86 відн.од., та в дві останні відповідно 0,81-0,76 відн. од.

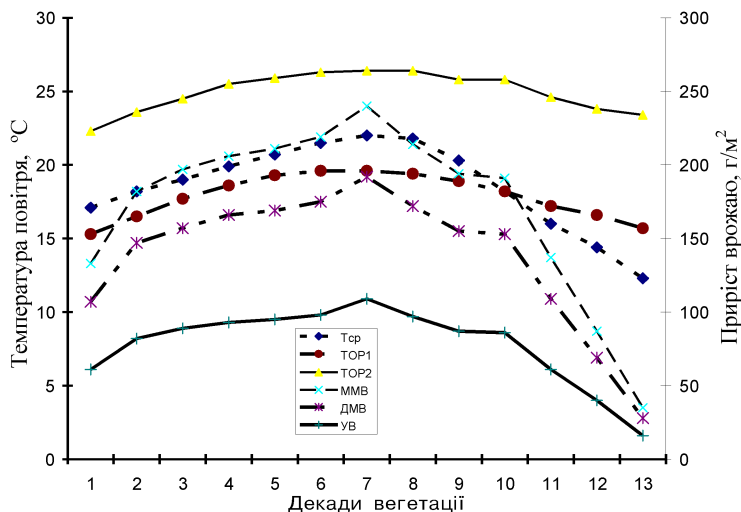


Рис. 4. Динаміка температурного режиму ($T_{ср}$, $TOP1$, $TOP2$) і приростів врожаїв сухої маси томатів ($ММВ$, $ДМВ$, $УВ$)

Були розраховані оцінки: сприятливості агрокліматичних умов (K_m), рівня ефективності використання агрокліматичних ресурсів (K_e), коефіцієнт використання агроекологічного потенціалу ($K_{агро}$) та оцінки рівня господарського використання метеорологічних та ґрунтових умов ($K_{земл}$) (табл. 2).

Таблиця 2.

Узагальнюючі характеристики продуктивності томатів

№	Загальні показники	Значення показників
1	Оцінка міри сприятливості кліматичних умов, відн. од.	0,961
2	Оцінка ефективності використання агро кліматичних ресурсів, відн.од.	0,343
3	Оцінка рівня господарського використ. мет. та ґрунтових умов, відн. од	0,562
4	ПВ плодів, ц/га	508
5	ММВ плодів, ц/га	449
6	ДМВ плодів, ц/га	416
7	УВ плодів, ц/га	162
8	Бал ґрунтової родючості	0,64
9	ПВ всієї сухої маси, г/м ²	4167
10	ММВ всієї сухої маси, г/м ²	4008
11	ДМВ всієї сухої маси, г/м ²	2444
12	УВ всієї сухої маси, г/м ²	1375
13	$K_{госп}$, відн. од	0,56

Висновки. На основі виконаних досліджень можна зробити висновок, що в Одеській області є значний резерв для підвищення врожайності томатів. Це в основному агротехнічні заходи. Значну роль в цьому відіграють: якість розсади, густота посівів, кількість поливів за вегетаційний період, норма зрошення і норми одного поливу, своєчасне внесення добрив, боротьба із забур'яненням посівів.

Література

1. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин: Підручник / Паламарчук В. Д., Поліщук І. С. і ін. — Вінниця, 2013. — 721 с.
2. Божко Л. Ю. Оцінка агрокліматичних ресурсів вирощування овочевих культур // Вісник ОДЕКУ. — 2006, № 3. — С. 56-65.
3. Божко Л. Ю. Вплив зрошення на гідрометеорологічний режим полів з овочевими культурами // Вісник ОДЕКУ. — 2009, № 8. — С. 45-56.
4. Божко Л. Ю. Клімат і продуктивність овочевих культур в Україні. — Одеса: Екологія, 2010. — 368 с.
5. Журбицкий З. И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. — М.: Изд-во АН СССР, 1993. — 186 с.
6. Ершова В. Л. Возделывание томатов в открытом грунте. — Кишинев: Штиница, 1978. — 280 с.
7. Галямин Б. Н. О построении динамической модели формирования урожая агрометпрогнозов // Биологические системы в земледелии и лесоводстве. — М.: Наука, 1984. — С. 70-84.
8. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України // Під ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. — Одеса: ТЕС, 2015. — 520 с.
9. Овощеводство Молдавии. — Кишинев: Картя Молдовэняскэ, 1972. — С. 288-301.
10. Патрон П. И. Комплексное действие агроприемов в овощеводстве. — Кишинев: Штиница, 1981. — 283 с.
11. Польовий А. М. Сільськогосподарська метеорологія. — Одеса: ТЕС, 2012. — 630 с.
12. Полевой А. Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. — Л.: Гидрометеоиздат, 1988. — 318 с.
13. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Ситов В. М., Ярмольська О. Є. Практикум з сільськогосподарської метеорології. — Одеса, 2003. — 542 с.

14. Полуэктов Р. А., Пых Ю. А., Швытов И. А. Динамические модели экологических систем. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 151 с.
15. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Дронова О. О. Вплив антропогенних змін клімату на термічні показники в Україні на період до 2030-2040 рр. // ГМЖ. — 2011, № 9. — С. 54-65.
16. Сказкин Ф. Д. Критический период у растений по отношению к недостатку воды в почве. — Л.: Наука, 1971. — 56 с.
17. Тооминг Х. Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. — Л.: Гидрометеиздат, 1984. — 263 с.

Омеляненко Ю. С., Костюкевич Т. К.

ОЦІНКА МІНЛИВОСТІ ВРОЖАЙНОСТІ ГРЕЧКИ НА ТЕРИТОРІЇ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Гречка — цінна продовольча, сільськогосподарська і медоносна культура. Не вдаючись в детальний опис переваг цієї культури, що широко підкреслено численної літературою, відмітимо, що вона володіє виключно великою акумулятивною здатністю по відношенню до радіоактивних речовин, при вживанні виводить їх з нашого організму, чому набуває все більшого значення в харчуванні населення, особливо після чорнобильської катастрофи.

Гречка — культура багато в чому складна. Це обумовлено не тільки її походженням (гірські райони північній частині Індії), а й особливими морфологічними та фізіологічними властивостями: слабо розвинена коренева система, велика листова поверхня, відсутність воскового нальоту.

У нашій країні головним напрямом вирощування гречки є отримання гречаної крупи, яка містить значну кількість необхідних для організму людини білків, жирів, вуглеводів та органічних кислот. Застосовується вона і при лікуванні хвороб печінки, судинної та нервової систем. Гречана крупа та продукти її переробки є обов'язковими компонентами здорового харчування людини [1].

Гречка — культура вологолюбна, з відносно великою витратою води на освіту одиниці сухої речовини. Крім того, вона характеризується високою вимогливістю до тепла, коротким періодом вегетації і підвищеною вибірковістю до механічного складу ґрунтів.

Одночасність цвітіння, плодоутворення і активного росту вегетативної маси створює велику напруженість в постачанні кореневою системою поживними речовинами, що розвиваються плодів.

Ця культура дуже чутлива до термінів посіву, так як, з одного боку, сходи піддаються негативному впливу заморозків, з іншого — вона позитивно відгукується на ранні строки посіву, так як в цьому випадку цвітіння-плодоутворення не потрапляє на період липневої спеки і нектар не висихає в меншій мірі.

Зауважимо, що врожайність гречки багато в чому залежить від відвідуваності її квіток бджолами та іншими великими комахами, так як вона є комахозапилення. Все це значно ускладнює вирощування гречки і часто призводить до низької її врожайності [2].

Гречка є добрим попередником. Вона краще інших зернових очищає поле від бур'янів, при цьому поліпшуються агрофізичні властивості ґрунту. Гречку можна використовувати в якості страхової культури. Як культуру теплолюбних і з коротким періодом вегетації її можна висівати досить пізно, коли повністю з'ясовується стан озимих посівів після зимівлі. Гречку можна також використовувати для пожнивних посівів.

Незважаючи на значну привабливість цієї культури, не лише як конче необхідної для організму людини, але й досить економічно привабливої через високу вартість гречаного зерна і невисоку собівартість продукції, — вирощуванню гречки ще не приділяється належна увага. Не всі сучасні сорти задовольняють вимоги виробництва як за рівнем урожайності, так і за якістю отримуваної продукції.

Найбільший обсяг виробництва гречки спостерігається у Житомирській області і становить 24 %. Вінницька область має 9 % від обсягу виробництва гречки в Україні. Найменший відсоток обсягу виробництва припадає на інші області — це близько 5 % (рис. 1).

В останні роки площі під гречкою в Україні та Вінницькій області стрімко зменшуються (табл. 1). З рис. 2 видно, що площа посівів з 1990 до 2000 року зросла з 32,5 до 47,6 тисяч га, а з 2000 по 2018 роки площа посівів зменшилась і в 2018 році становила 7,7 тисяч га.

По виробництву гречки можна сказати, що в 2000 році воно було найбільшим — 48,3 тисяч тонн, а найменше значення спостерігалось в 2015 році — 8,1 тисяч тонн. Урожайність гречки з 1990 до 2010 року зменшилась від 12 ц з 1 га до 9,7 ц з 1 га, в 2013 р. вона різко зросла до 12,9 ц з 1 га, потім різко зменшилась до 9 ц з 1 га (2015 р.) і зросла до 13 ц з 1 га в 2018 році (рис. 2).

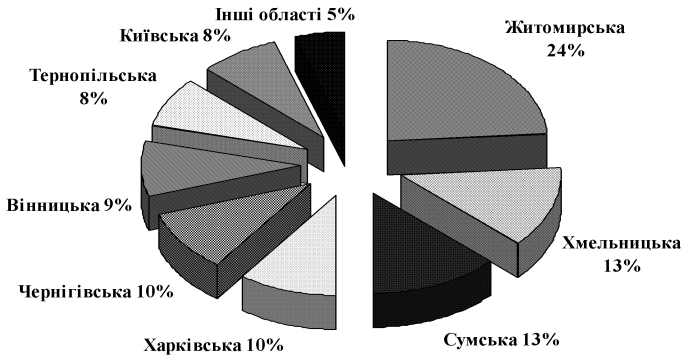


Рис. 1. Обсяг виробництва гречки в Україні в розрізі областей станом на 2018 рік. Джерело: побудовано автором за даними [3]

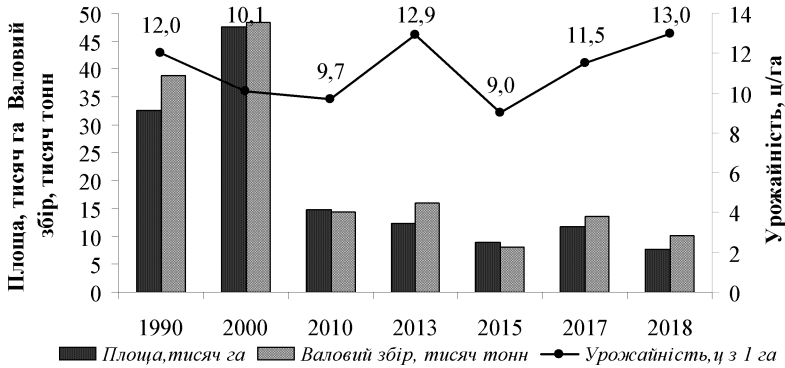


Рис. 2. Динаміка виробництва гречки на території Вінницької області. Джерело: побудовано автором за даними [3]

В Україні площа, з якої зібрано гречку станом на 1990 рік становила 362,3 тисяч га, до 2018 року вона зменшилась до 113,3 тисяч га (табл. 1).

У Вінницькій області площа під посівами зменшилась майже в 4 рази. Врожайність по Україні зросла на 1 ц з 1 га, по області врожайність зросла також на 1 ц з 1 га. Незважаючи на це виробництво гречки по країні зменшилось до 137 тис. га, на початку періоду виробництво сягало 420,1 тис. га, а по області було 38,9 тис. га. До 2018 року воно зменшилось втричі, до 10,1 тис. га (по області).

Значення врожаю гречки коливаються рік від року — чим вище середня врожайність, тим більше коливання [4, 5]. Для от-

римання планованих урожаїв поряд з детальною оцінкою агрокліматичних ресурсів необхідно вивчення часової мінливості врожаїв у різних агрокліматичних зонах.

Таблиця 1.

Виробництво гречки в Україні та Вінницькій області

Територія	1990	2000	2010	2013	2015	2017	2018
Площа, тисяч га							
Україна	362,3	528,9	198,6	168,4	127,7	185,3	113,3
Вінницька область	32,5	47,6	14,8	12,3	9,0	11,8	7,7
%	9	9	7	7	7	6	7
Виробництво, тисяч тонн							
Україна	420,1	480,6	133,7	179,0	128,1	180,4	137,0
Вінницька область	38,9	48,3	14,3	15,9	8,1	13,6	10,1
%	9	10	11	9	6	8	7
Урожайність, ц/га							
Україна	11,6	9,1	6,7	10,6	10,0	9,7	12,1
Вінницька область	12,0	10,1	9,7	12,9	9,0	11,5	13,0
%	103	111	145	122	90	119	107

Джерело: побудовано автором за даними [2]

Нами був виконаний аналіз динаміки врожайності гречки за період з 1991 по 2018 роки для Вінницької області. За допомогою методу гармонійних ваг [4] нами була визначена тенденція врожайності, досліджувалися ряди врожайності та були визначені відхилення розрахункових трендових значень від фактичних. Проведена оцінка правильності вибору виду тренда і перевірка гіпотези про те, що випадкова компонента являє собою стаціонарний випадковий процес для всіх областей.

На рис. 3 представлено графік динаміки врожайності гречки та лінія тренду в Вінницькій області. Плавна лінія характеризує тренд врожайності, а ламана лінія — щорічні коливання врожайності за рахунок різних факторів, основу яких становить клімат.

Як видно (рис. 3), на початку періоду дослідження врожайність за трендом становила лише 6,3 ц/га, а до 2005 року зросла до 7,2 ц/га, тобто суттєвих змін не відбувалося. Починаючи з 2006 року і до кінця періоду досліджень спостерігається зростання значення компоненти тренда з 7,6 до 14,3 ц/га, що свідчить про суттєве підвищення рівня культури землеробства за цей період.

В середньому за роки дослідження врожайність становила 10,3 ц/га. Протягом зазначеного періоду спостерігалися значні

коливання фактичної врожайності гречки на території дослідження. Так, найменші врожаї зерна гречки було зібрано в 1999 році (4 ц/га) та 2006 році (6 ц/га).

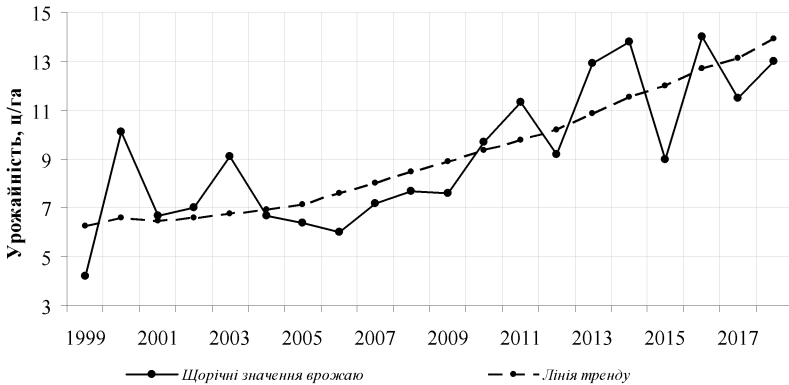


Рис. 3. Динаміка врожайності гречки та лінія тренду в Вінницькій області. Джерело: [авторська розробка]

Для виявлення в чистому виді впливу погодних умов окремих років на формування врожаю гречки у Вінницькій області, розглянемо відхилення фактичних урожаїв від лінії тренду (рис. 4). За 20 років у 10 випадках спостерігались від'ємні відхилення, які були досить суттєвими і коливалися від $-0,3$ до $-2,9$ ц/га. Найбільш несприятливими для вирощування гречки були 1999, 2006, 2015 та 2017 рр., саме у ці роки спостерігалися найбільші від'ємні відхилення від лінії тренду — $-2,1$, $-1,6$, $-2,9$ та $-1,9$ ц/га відповідно. Це свідчить про дуже несприятливі погодні умови, що склалися протягом цих років.

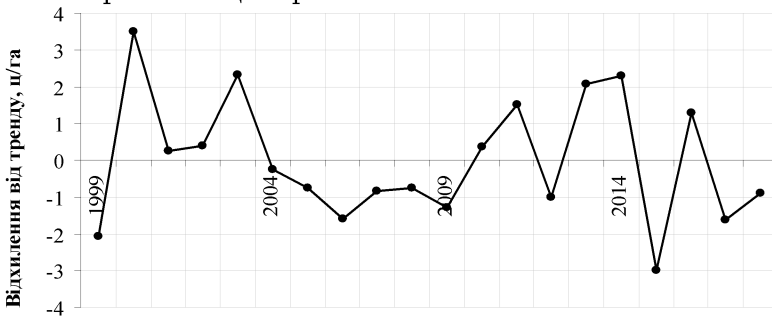


Рис. 4. Відхилення врожайності гречки від лінії тренду. Джерело: [авторська розробка]

У роки ж зі сприятливими погодними умовами вдавалося отримати збільшення врожаю за їх рахунок і відхилення від лінії тренду мали додатні значення. Найбільш сприятливим для вирощування гречки був 2000 р., коли додатне відхилення від лінії тренду становило 3,4 ц/га. Як можна бачити з рисунка, також великі прирости врожаю за рахунок сприятливих погодних умов було отримано у 2003 р. — 2,3 ц/га, у 2014 р. — 2,3 ц/га та у 2013 р. — 2,1 ц/га.

В роботі було виконано аналіз динаміки врожайності гречки в Вінницькій області за період 1999-2018 рр., розрахована лінія тренда методом гармонійних ваг і проведена оцінка правильності вибору виду тренду. В результаті детального дослідження видно, що в останні роки спостерігається значний приріст врожайності зерна гречки, що свідчить про значні зміни у виробництві.

Таким чином, агрометеорологічні умови Вінницької області сприятливі для вирощування та отримання стійких та сталих врожаїв гречки, але при умовах дотримання технології обробітку.

Література

1. Алексеева О. С. Гречка. — К.: Урожай, 1976. — 132 с.
2. Безручко О. Високі та стабільні врожаї гречки... Як їх одержати // Пропозиція. — 1998, № 6. — С. 18-21.
3. Державна служба статистики України. Сайт Держ. департаменту статистики України. Сільське господарство. Рослинництво. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 14.11.2019).
4. Уланова Е. С., Сиротенко О. Д. Методы статистического анализа в агрометеорологии. — Л.: Гидрометиздат, 1968. — 198 с.
5. Обухов В. М. Урожайность и метеорологические факторы. — М., 1949. — 318 с.

Толмачова А. В.

ВПЛИВ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СОЇ В СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ

Вступ. Однією з основних зернобобових культур світового землеробства є соя. Від її виробництва залежать стабілізація землеробства, підвищення урожайності, ліквідація дефіциту білка, поповнення ресурсів жирів, запасів азоту ґрунту, економіка господарств. Може вирощуватися в основних весняних, післязакісних

і післяжнивних посівах, та як страхова культура при пересіві озимих, які загинули у період зимівлі.

За останні десятиріччя в Україні зростає інтерес до сої в усіх ґрунтово-кліматичних зонах, розширюється соєве поле, вона повноправно включається в сівозміни основних землеробських регіонів. Тепер наша країна за обсягами виробництва сої займає перше місце в Європі, восьме — у світі. Має великі перспективи нарощування виробництва і формування значних експортних її ресурсів на європейському континенті. Як біологічний азот-фіксатор, вона є одним з кращих попередників у сівозміні, стабілізуючим фактором росту виробництва зерна і зміцнення економіки господарств [1].

Вона відрізняється високою екологічною пластичністю і завдяки виконану в багатьох країнах селекційної роботи пішла далеко за межі початкового поширення. За кількістю і якістю містяться в соєвому зерні корисних речовин їй немає рівних серед усіх польових сільськогосподарських культур. Особливу значущість має ця культура в рішенні білкової проблеми через високий вміст білка в зерні (36-48 %). Крім того, в зерні сої знаходиться 17-26 % масла з сприятливим жирно-кислотним складом, великий набір мінеральних речовин і вітамінів, тому вона відіграє вирішальну роль в зерновому, харчовому і кормовому балансах багатьох великих країн [2].

Вона відноситься до рослин короткого дня, з тривалим вегетаційним періодом. Тепловий режим є одним з найважливіших факторів життя рослин, формує велику вегетативну масу, дає цінний урожай бобів. Найбільш ефективним методом підвищення урожайності сої являється впровадження в практику сільськогосподарського виробництва сортового районування, при якому розміщення різних сортів стиглості сої проводиться з врахуванням відповідності агрокліматичних умов територій вирощування біологічним особливостям цих сортів.

Залежно від довжини дня, тепло- і вологозабезпечення регіону сорти сої будуть по-різному розвиватися і створювати врожай. При більш пізніх термінах посіву можливий посів пізньостиглої групи, при пізньому посіві — тільки висів ранньостиглих сортів районуваних в даному регіоні [6].

Мета роботи. Метою роботи є оцінка впливу агрометеорологічних умов на формування врожайності сої в умовах Одеської області.

Методи дослідження. Робота виконувалась на підставі комплексного підходу з використанням методу гармонійних зважувань.

Для виконання роботи були використані дані про середньобласну урожайність сої за 1989-2018 рр.

Опис та аналіз результатів. Для отримання високих і стабільних урожаїв сільськогосподарських культур, у тому числі і сої, завжди було та залишається основною метою землеробства.

Незважаючи на загальне зростання урожайності сої, коливання її по роках залишаються значними. Чим вище середня урожайність, тим більше коливання. Для отримання планованих урожаїв необхідно досліджувати часову мінливість урожайності у різних агрокліматичних зонах. Мінливість урожаїв сільськогосподарських культур в окремі роки обумовлена впливом значної кількості факторів, які поділяють на дві групи.

Перша група включає ряд факторів, що обумовлюють рівень культури землеробства. Досягнення генетики та селекції, технологія вирощування культур, яка включає забезпеченість добривами, меліорацію земель, а також енергозабезпеченість сільськогосподарства.

Друга група об'єднує метеорологічні фактори, які визначають значні відхилення врожайності в окремі роки від середнього рівня. Врожайність у кожному конкретному році формується під впливом цілого комплексу природних чинників.

В основу оцінки ступеню впливу на урожайність як рівня культури землеробства, так і умов погоди покладено ідею В. М. Обухова [4] про можливість розкладання тимчасового ряду урожайності будь-якої культури на дві складові: стаціонарну та випадкову. У такій постановці ряд урожайності ($Y_l = 1, 2, \dots, n$) можна подати у такому вигляді

$$Y_l = f(t) + U_l ,$$

де $f(t)$ — стаціонарна послідовність; U_l — випадкова послідовність.

Стаціонарна складова часового ряду визначає загальну тенденцію зміни урожайності в періоді, який розглядається. Вона визначає загальну тенденцію зміни урожайності за даний період і представляється плавною лінією, яка отримана в результаті згладжування ряду, називається трендом і описується зазвичай рівнянням прямої або параболою другого порядку. Випадкова

складова обумовлюється погодними особливостями окремих років, визначає їх вплив на формування урожайності та представляється відхиленнями від лінії тренду. Таке розкладання обґрунтовується тим, що рівень культури землеробства виявляє помітний вплив на врожайність сільськогосподарських культур не тільки в поточному році, але і в наступні роки, тобто сільське господарство відрізняється певною інерційністю. Тому лінія тренду досить точно характеризує середній рівень урожайності, який обумовлений рівнем культури землеробства, економічними та природними особливостями конкретного району.

Для оцінки врожайності сільськогосподарських культур в різних регіонах або прогнозування тенденції врожайності на найближчі роки в практиці агрометеорології найчастіше застосовують два методи — найменших квадратів і гармонійних ваг.

Метод гармонійних ваг вперше був запропонований З. Хельвігом. В агрометеорології пізніше цей метод отримав подальший розвиток в дослідженнях А. М. Польового [5] та інших. Принцип методу гармонійних ваг полягає у тому, що значення часового ряду зважують так, щоб більш пізні спостереження мали більшу вагу, тобто вплив більш пізніх спостережень повинен сильніше відбиватися на тенденції врожайності, ніж вплив більш ранніх.

Для аналізу динаміки врожайності сої в Одеській області були використані щорічні середньообласні дані по врожайності культури за період 1989 по 2018 роки, за даними Державної статистичної служби України [3]. Розрахунок трендів здійснювався за допомогою методу гармонічних ваг (зважувань) та була проведена оцінка правильності вибору тренду врожайності сої.

Результати даної роботи представлені на рис. 1, 2.

На рис. 1 плавна лінія характеризує тренд урожайності, а ламана лінія — щорічні коливання врожайності за рахунок різних факторів, основу яких становить кліматичні умови.

Як видно з даних рис. 1, на початку цього періоду врожайність сої в Одеській області складала 10,1 ц/га. Наприкінці досліджуваного періоду врожай сої збільшився на 12,4 ц/га і склав 22,5 ц/га. Під впливом погодних умов окремих років урожай значно варіював. Мінімальне значення врожаю сої спостерігалось в 2007 році і склало 4,7 ц/га, а максимальне — в 2018 році і склало 22,5 ц/га.

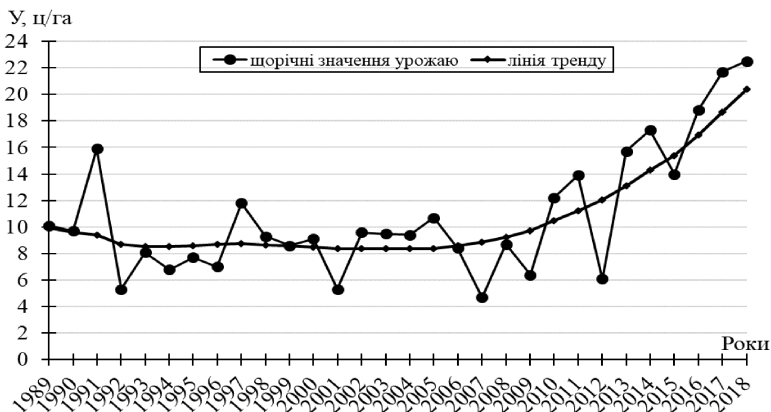


Рис. 1. Динаміка врожайності сої та лінія тренду в Одеській області

Також були визначені відхилення розрахункових трендових значень від фактичних урожаїв сої в Одеській області (рис. 2).

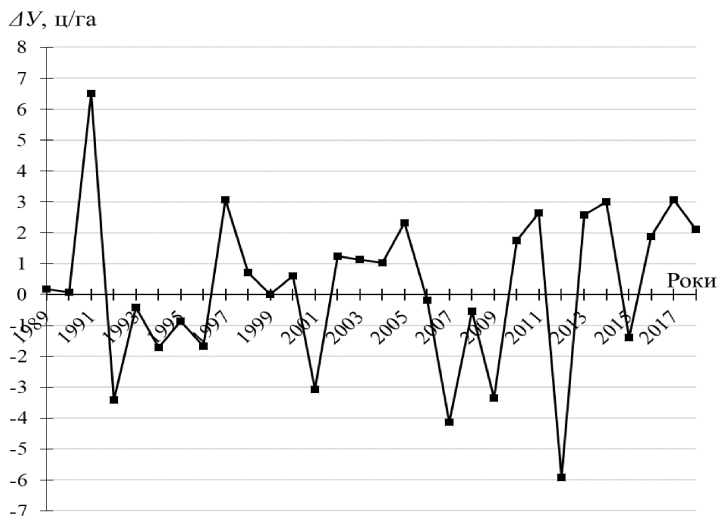


Рис. 2. Відхилення врожайності сої від лінії тренду в Одеській області

Розглянемо як змінювалась урожайність за трендом. З рис. 1 ми бачимо, що з 1987 до 1992 року урожайність сої зменшилась від 9,92 до 8,7 ц/га, потім з 1993 до 2005 року не відбува-

лось майже ніяких змін врожайності — лінія тренду пряма. Але, починаючи з 2006 року й до теперішнього часу спостерігається прямолінійне збільшення значення компоненти тренда, що свідчить про суттєве підвищення рівня культури землеробства за цей період. Цей відрізок лінії тренду має параболічну форму і зростання трендової компоненти відбулося з 8,58 до 20,38 ц/га.

З розглянутого періоду в 18 роках спостерігалися сприятливі погодні умови, що дало можливість отримати збільшення урожаю від 0,02 до 6,5 ц/га. Найбільш сприятливим для вирощування сої був 1991 р., коли додатне відхилення від лінії тренду скла-ло 6,5 ц/га. В інші роки погодні умови виявилися несприятли-вими, що виразилося в негативному відхиленню від -0,2 до -5,9 ц/га. Найбільш несприятливими для вирощування сої були 1992, 2001, 2007, 2009 та 2012 рр., саме у ці роки спостерігали-ся найбільші від'ємні відхилення від лінії тренду — 3,4; 3,1; 4,1; 3,3 та 5,9 відповідно. Це свідчить про дуже несприятливі погодні умови, що склалися протягом цих років.

При правильному виборі виду тренду відхилення від нього, будуть носити випадковий характер. Для перевірки основної гіпотези ми скористалися критерієм серій, заснованих на меді-ані \mathcal{E}_{med} вибірки. Для того щоб вхідний ряд представляв випад-кову вибірку, протяжність $[K_m(n)]$ найдовшої серії (послідовність плюсів чи мінусів, отриманих шляхом зіставлення кожного чле-на ряду з медіаною) не повинна бути занадто великою, а загаль-не число серій $\nu(n)$ — занадто маленьким. Вибірка визнається випадковою, якщо виконується наступна нерівність (для 5 %-го рівня значущості):

$$\left. \begin{aligned} K_m(n) &< [3,3(\lg n + 1)] \\ \nu(n) &> \left[\frac{1}{2}(n + 1 - 1,96\sqrt{n-1}) \right] \end{aligned} \right\},$$

де $K_m(n)$ — протяжність самої довгої серії; $\nu(n)$ — загальна кількість серій для кожного регіону.

Щоб одержати ліві частини нерівностей з відхилень від трен-да $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \dots, \mathcal{E}_n$, створюємо для кожного з даних економічних райо-нів варіаційний ряд, $\mathcal{E}^{(1)}, \mathcal{E}^{(2)}, \dots, \mathcal{E}^{(n)}$, де $\mathcal{E}^{(1)}$ — найменше зі всіх відхилень, а \mathcal{E}_{med} — медіана цього варіаційного ряду. Далі одержуємо послідовність плюсів і мінусів за таким правилом.

На i -му місці ($i=1, 2, \dots, n$) ставиться знак плюс, якщо i -те спостереження в початковому ряді перевершує медіану, і знак мінус, якщо воно менше за медіану. Якщо i -те спостереження рівне медіані, воно знижується. Потім підраховуємо протяжність найдовшої серії $K_m(n)$ і загальне число серій $v(n)$ для кожного економічного району.

Порівняння лівих і правих частин нерівностей (табл. 1) показує, що обидві нерівності справедливі. В результаті приймається гіпотеза про випадковий характер відхилень рівнів тимчасового ряду врожайності від тренда.

Таблиця 1.

Оцінка правильності вибору тренду врожайності сої в Одеській області

Область	$K_{max}(n)$	$v(n)$	$3,3(\lg n + 1)$	$\frac{1}{2}(n + 1 - 1,96\sqrt{n - 1})$
Одеська	5	15	8,2	10,2

На основі аналізу динаміки врожайності сої на території Одеської області за період 1989-2018 рр., була розрахована лінія тренда методом гармонійних ваг і проведена оцінка правильності вибору виду тренду. В результаті дослідження бачимо, що починаючи з 2012 року спостерігається тенденція стійкого росту врожайності сої, що свідчить про значні зміни у виробництві сої в Одеській області. Для отримання високих врожаїв необхідно введення посухостійких сортів сої та суворого дотримання технології її вирощування.

Література

1. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої. — К.: Урожай, 1993. — 432 с.
2. Баранов В. Ф. Качество посевных работ — основа высокого урожая сои // Технические культуры. — 1991, № 2. — С. 22-25.
3. Державна служба статистики України. Сайт Державного департаменту статистики України. Сільське господарство. Рослинництво. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
4. Обухов В. М. Урожайность и метеорологические факторы. — М.: Госпланиздат, 1949. — 318 с.
5. Полевой А. Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. — Л.: Гидрометеиздат, 1983. — 175 с.
6. Чехов А. В. Олійні культури України. — К.: Основа, 2007. — С. 175-219.

ЕКОЛОГІЧНО-ОРІЄНТОВАНІ ФОРМИ ТУРИЗМУ У РЕКРЕАЦІЙНО-ТУРИСТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УКРАЇНІ

З розвитком індустріалізації та урбанізаційних процесів навколишнє середовище зазнало великої шкоди від антропогенної діяльності, тому в теперішній час багато зусиль загострено на розповсюдженні та формуванні ідей екологічного світогляду серед населення, впровадженні моделі сталого розвитку на всіх рівнях управління та екологізації сфер життєдіяльності людства. Одним із шляхів екологізації рекреаційно-туристичної діяльності (РТД) є впровадження екологічно-орієнтованих форм продуктів РТД.

Для диференціації різновидів екологічно-орієнтованих туристичних продуктів, які пропонуються з метою задоволення схожих потреб споживачів, у різних країнах використовують такі дефініції: екологічний, природний, біотуризм (як складова природного), пригодницький (активний), сільський, зелений, агротуризм [1].

Дані види туризму мають багато спільних рис: обумовлені помірним або незначним впливом на навколишнє середовище, характеризуються схожими цілями та принципами створення, їх споживачі відзначаються більш розвиненим екологічним мисленням.

Однак, ці види туризму відрізняються місцем та формою надання цих послуг (які, наприклад, можуть передбачати врахування критеріїв екологізації — екологічне маркування, екотехнології, екологічно чисті продукти, облаштування номерів, еко-маршрути, еко-мапи) [1].

Серед екологічно-орієнтованих форм РТД, на думку автора, можна виділити наступні: туристичні кластери, дестинації, агро-садиби та зелені маршрути. Усі вони взаємопов'язані та майже не існують одна від одної.

Туристичним кластером називають групу географічно сусідніх компаній і пов'язаних з ними організацій індустрії туризму (органів держуправління, інфраструктурних суб'єктів господарювання, установ освіти), які взаємодоповнюють один одного [2].

В роботі кластера приймають участь будь-яка зацікавлена людина, підприємство в міру своїх можливостей. Внести свій вклад і примножити прибуток можуть не тільки власники садиб, а й медичні установи, організації, що працюють в сфері охорони природи та збереження культурної спадщини, ЗМІ, вироб-

ники і продавці спортивного, туристичного спорядження, продуктів харчування та багато інших.

Першим кластером в Україні був туристичний кластер у Кам'янці-Подільському. У 2018 році в Україні був створений проект “Туристичні кластери 300+” заснований на принципах ефективної соціальної взаємодії. Автори проекту прагнуть створити понад 300 туристичних кластерів і всю необхідну інфраструктуру для їх ефективної діяльності за три роки. В рамках проекту вже були сформовані кластери в Вишгороді, Нікополі та Мелітополі [3].

В Україні є багато кластерів: “Прикарпатсько-Сколівсько-Бескидський”, “Розтоцький”, “Надбузький”, “Верхньо-Наддністровський”, “Західна Черкащина”. Волинський туристичний кластер створений в рамках транскордонного співробітництва у сфері екотуризму “Польща-Білорусь-Україна 2007-2013”.

Туристична дестинація — це географічний простір (місцевість, регіон, країна), що становить мету подорожей користувача (або сегмента відвідувачів), що володіє необхідною інфраструктурою для розміщення, харчування, розваг, пізнавальної та оздоровчої діяльності. Основними видами дестинацій є атракційний пункт, туристський центр (місцевість) і туристський регіон. Саме на цих рівнях створюється найбільша частина турпродукту, споживаного сучасними туристами [2].

Прикладами типів дестинацій в Україні є “Кам'янець-Подільська фортеця” як туристичний об'єкт-дестинація, Національний дендрологічний парк “Софіївка” як екологічна дестинація, культурноісторична дестинація “Чернігів стародавній”, екологічна та зелена дестинація “Українська Венеція”, спортивно-оздоровча дестинація “Буковель”, релігійна дестинація “Свято-Успенська Почаївська лавра”, екологічна та сільська дестинація “Дунайські плавні”, культурологічна дестинація “Історичний центр Львова”, “Шевченківський національний заповідник” як освітня та екологічна дестинація і т.д. [4].

Агросадибою є житловий будинок або кілька житлових будинків з прилеглою інфраструктурою, розташованих в сільській місцевості, малих міських поселеннях на упорядкованій території [2].

На території садиб можлива організація прокату велосипедного та туристичного спорядження, спортивних та історичних ігор, творчих та музичних вечорів, весіль у староукраїнському

стилі, навчання з садівництва, риболовлі та підводного плавання, кулінарних занять по виготовленню традиційних українських страв, створення лавки з сувенірною продукцією, екомузею, екомастерських.

Агросадиби присутні на всій території України, але основним регіоном розповсюдження агросадиб є Прикарпатський.

Концепція “зелених шляхів” або маршрутів (Greenways) передбачає пересування туристів пішки або з використанням екологічних немоторизованих засобів транспорту (на велосипеді, байдарці, верхи на коні і т.п.) по лінійних маршрутах, прокладених уздовж природних коридорів (узбереж річок, каналів і озер, лісових доріг і стежок) або уздовж історичних шляхів (“Бурштиновий шлях”, “Шлях із варяг у греки”) [4].

На відміну від масового туризму, зелені маршрути припускають активне спілкування туристів з місцевими жителями, проведення екскурсій, майстер-класів з народних ремесел, фестивалів, дегустацій страв регіональної кухні, продаж сувенірної продукції, розміщення і харчування на базі агросадиб.

Під терміном “зелений маршрут” в Європі зазвичай розуміють екологічні коридори (лінійні траси по мальовничій природній місцевості або уздовж історичних шляхів) для рекреації і комунікації з використанням немоторизованих засобів транспорту, що пропагують ідеї сталого розвитку. Тому в ряді європейських країн термін “зелений маршрут” в даний час використовується для позначення екологічних коридорів, що з’єднують особливо охоронювані природні території (заповідники, національні парки, природні резервати і ін.) І забезпечують просторову спільність ландшафтів, включаючи природні міграційні шляхи для диких тварин.

В даний час в результаті підтримки проекту ЄС/ПРООН “Сталий розвиток на місцевому рівні” в Україні розвиваються зелені шляхи в декількох областях. Станом на листопад 2019 року українські зелені шляхи перебувають на етапі втілення та створення інфраструктурних, навігаційних та функціональних елементів. Перший зелений шлях “Долини двох річок” був запроєктований у 2016 році в Київській області. Він перетинає 6 населених пунктів, в наявності є кінні бази, готельно-ресторанні комплекси, арт-резиденція, музей, фіш-парк. Другий зелений шлях “Медове коло” розташовано в Рівненській області

вздовж річки Горинь. Головний шлях має форму кола: початок і кінець маршруту знаходяться у м.Рівне, але є й кілька локальних шляхів на приблизно 250 км. Його особливістю є організація бортництва та історичних реконструкцій, також на шляху є можливість спробувати медові продукти місцевого приготування. “Медове коло” перетинає до 11 населених пунктів та навіть острів Чайчине. На маршруті є багато цікавих археологічних пам'яток, місць відпочинку, джерел питної води, водний та велосипедний маршрути.

Третій шлях має назву “Прадавній Велет”, який розташовано на території п'яти адміністративних районів Тернопільської області. Його площу формує долина річки Дністер та її притоки (Збруч, Коропець та інші). Шлях розповсюджується на території багатьох національних природних парків (НПП): “Дністровський каньйон”, “Подільські Товтри”, “Хотинський”, “Галицький”. На “Прадавньому Велеті” є багато туристично привабливих зон для водного, спелеологічного, пізнавального, історичного туризму.

На Херсонщині йде розробка зеленого шляху “Соляна дорога”, який об'єднує 15 населених пунктів від центральної частини області до морів. Особливість цього маршруту в його історичній таврійській складовій — пропонується зробити мандрівку шляхом, яким їздили чумаки. В наявності також гастрономічний (пропонуються делікатеси — мармурове м'ясо, козячий сир), бальнеологічний, водний, велосипедний, спортивний, пізнавальний, культурний туризм. Планується будівництво кемпінгів, центрів сімейного відпочинку та грязе-бальнеологічних лікувальних закладів. Розробкою шляху займаються Тавричанська, Асканійська та Присиваська об'єднані територіальні громади.

Аналізуючи основні напрями розвитку міжнародного екотуризму, можна зробити висновок про те, що певні позитивні зрушення відбуваються і в Україні. Спостерігається позитивна динаміка екотуризму в країні, продукти РТД стали більш різноманітні.

Основою “зелених шляхів” можуть стати національні природні парки (НПП), в межах яких виділяються функціональні зони стаціонарної та регульованої рекреації.

Визначення рекреаційної місткості курортно-оздоровчої території базується на нормах рекреаційного навантаження — допустимій кількості рекреантів на одиницю площі, які одночасно можуть перебувати на даній території і не викликати негативних наслідків у природному середовищі.

За методикою визначення рекреаційної місткості території, розробленою М. В. Копачем [5], норма рекреаційного навантаження залежить від типу природних ландшафтів, сезону року, функціональної спрямованості рекреаційного використання території. Рекреаційну місткість пропонується визначати для кожного сезону окремо за формулою:

$$V_i = \frac{N_i \cdot S_i \cdot C_i}{D_i} ,$$

де V_i — рекреаційна місткість i -тої території, осіб; N_i — норма рекреаційного навантаження на i -ту територію, осіб/км²; S_i — площа i -тої рекреаційної території, км²; C — тривалість рекреаційного періоду, днів; D_i — середня тривалість перебування туриста і відпочиваючих на i -й території, днів.

Для порівняння різних рекреаційних районів одного типу природного комплексу (табл. 1) були вибрані для оцінювання можливого рекреаційного навантаження площі НПП «Нижньодністровський» (Одеська область), «Білобережжя Святослава» (Миколаївська область) та «Азово-Сиваський» (Херсонська область). Вихідними даними послужили площі функціональних зон стаціонарної та регульованої рекреації НПП.

Таблиця 1.

Результати розрахунків рекреаційного навантаження для окремих НПП Північно-Західного Причорномор'я

Рекреаційні райони НПП	Результати розрахунків рекреаційного навантаження (тис. чол)					
	літо			зима		
	min.	max.	сер.	min.	max.	сер.
«Нижньодністровський»	463	771	617	270	450	360
«Білобережжя Святослава»	1029	1714	1371	600	1000	800
«Азово-Сиваський»	1543	2571	2057	900	1500	1200

Порівнюючи результати розрахунків рекреаційної місткості для трьох НПП, можна відзначити той факт, що найбільше рекреаційне навантаження характерно для Азово-Сиваського НПП, найменше — для НПП «Нижньодністровський». Різниця між ними складає більш ніж три рази, це можна пояснити тим, що площа зони стаціонарної та регульованої рекреації НПП Одеської області в два рази менша за площу НПП Херсонської області.

Дані факти підтверджуються результатами розрахунків. Найбільша середня рекреаційна місткість характерна для Азово-Сиваського НПП для зими та літа (відповідно 1,2 та 2,06 млн. осіб), на другому місці знаходиться НПП “Білобережжя Святослава” (800 тис.осіб та 1,37 млн.осіб), а найменшою рекреаційною місткістю характеризується НПП “Нижньодністровський”.

На території НПП “Білобережжя Святослава” можна розробити круговий зелений шлях по Кінбурській косі вздовж Дніпровського лиману через селища Василівка та Покровське з обортом до Ягорлицького лиману.

На території НПП “Нижньодністровський” також є варіант кругового зеленого шляху навколо Дністровського лиману з перетином кордону та відвідуванням території Молдови. В цих двох НПП є можливість пізнавального, екологічного та історичного туризму із залученням водного, велосипедного, кінного та інших видів пересування.

В рамках моделі сталого розвитку туризму одним з найбільш ефективних видів туризму виступає екологічний. Однак розвиток екотуризму є досить специфічним видом туристичної діяльності, що передбачає значний рівень кадрового, методологічного та матеріально-технічного забезпечення.

Реалізація проектів по екотуризму потребує багато часу та роботи: організації співробітництва між різними сторонами суб'єктів РТД, аудиту дестинації, опису туристичних продуктів, інфраструктури, плану розвитку, опису орієнтовного бюджету проекту, приклади перспективних особливих продуктів дестинації.

Потенційних територій для розвитку мереж туристичних кластерів, дестинацій, садиб, зелених шляхів в Україні багато, але необхідна організація процесу розробки та впровадження даних елементів до екологічно-орієнтованих форм рекреаційно-туристичної діяльності.

Література

1. Шульгіна Л. М., Бондар А. І. Маркетинг і менеджмент інновацій. — 2010. — № 1. — С. 161-168.
2. Бизнес в агро- и экотуризме: Пособие / Под общ. ред. А. И. Тарасенка. — Минск, 2014. — 380 с.
3. Офіційний сайт проекту “Туристичні кластери 300+” — URL: travelpeople.com.ua

4. Лужанська Т. Ю. Стратегії розвитку регіональних туристичних дестинацій // Науковий вісник Мукачівського держ. ун-ту (сер. № 171; Економіка № 187); 36. наук. пр. — Мукачів: МДУ, 2014. — Вип. 2 (2). — С. 175-180.
5. Кравців В. С., Гринів Л. С., Копач М. В., Кузик С. П. Науково-методичні засади реформування рекреаційної сфери: Наукове видання. — Львів: НАН України. — ІРД НАН України, 1999. — 78 с.

Уманов А., Матыгин А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КЛИМАТА БАСЕЙНА РЕКИ ДНЕСТР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ REGCM4.7

Гидрометеорологический центр Черного и Азовского морей

Различные аспекты глобального потепления наблюдаются с 70-х годов XX столетия. Экологические проблемы, которые появились после строительства ГЭС на реке Днестр, происходят на фоне изменения климатических условий региона, вызванных глобальным потеплением. Водоемы оказывают воздействие на метеорологический режим прибрежной территории. Многочисленные факты и наблюдения метеорологических станций показывают, что местный климат прибрежной зоны приобретает ряд новых черт, ранее отсутствовавших. Наличие большого водохранилища играет роль местного климатического фактора. Поэтому специфические черты изменения местного климата побережий водохранилищ проявляются на фоне общих особенностей и колебаний климата данного района.

Исследования последних десятилетий указывают на достаточную эффективность численных региональных климатических моделей при прогнозировании влияния антропогенного воздействия на фоне климатических изменений [1-3]. Обусловлено это тем, что по сравнению с глобальными моделями региональные модели более точно описывают состояние системы “атмосфера - подстилающая поверхность”.

Следует отметить, что на данный момент большая часть основных параметров подстилающей поверхности (альbedo, температура поверхности, растительный покров, распределение по вертикали параметров атмосферы и т.п.) не моделируются, а извлекаются из внешних архивов и баз данных. При решении климатичес-

ких задач среднесезонные результаты моделирования можно использовать на пространственных масштабах 20-50 км [4].

Цель работы — исследование возможностей региональной климатической модели RegCM [4-6] при прогнозном описании климата бассейна Днестра. Выбор этой модели обусловлен достаточно успешным применением версий этих моделей для оценки климатических изменений в нескольких районах Земного шара [1, 3].

1. Климатическая модель **RegCM4.7**

Динамическое ядро модели RegCM4.7 — гидростатическая версия мезомасштабной модели MM5. Разработка и поддержка модели выполнены в Международном центре теоретической физики им. Абдуса Салама в Италии, г. Триест, ICTP [4-6].

2. Основные модули модели: Terrain, SST, ICBC, RegCM, GrADSNcPrepare, GrADSNcPlot.

2.1 Модуль Terrain предназначен для географической привязки сетки точек модели через задание горизонтальных размеров, количества узлов, пространственного разрешения сети региональной модели; координат центральной точки в используемой картографической проекции. Также с помощью этой подпрограммы формируются данные о рельефе и типе подстилающей поверхности на основе заложенных в системе модели баз данных. Разрешение по пространству от 30 секунд до одного градуса.

2.2 Подпрограмма ICBC (Initial Condition, Boundary Condition) используется для задания начальных и граничных условий. ICBC — файлы содержат информацию о полях давления и температуры на уровне подстилающей поверхности, проекции скорости ветра, вертикальные профили температуры и водяного пара.

2.3 Модуль SST (Sea Surface Temperature) задает океанические поля. Без задания SST запуск главной модели невозможен.

2.4 Модуль RegCM выполняет моделирование климатической системы региона.

Модель содержит набор схем параметризаций физических процессов в пограничном слое, переноса потоков тепла и влаги, излучения и т.п.

3. Обработка результатов моделирования и их визуализация производятся модулями GrADSNcPrepare и GrADSNcPlot.

Для корректной работы модели RegCM4.7 были установлены необходимые компоненты: компилятор Fortran (GNU Fortran), библиотека параллельных вычислений MPI2, библиотека работы с форматом двоичных данных netCDF NCO, netCDF Operators.

Следует отметить, что для более совершенной визуализации модельных данных можно использовать и ГИС, но это требует проведения дополнительных преобразований данных RegCM из netCDF-формата в GeoTIFF, например.

Постановка вычислительных экспериментов

Первым этапом исследований, было установление влияния размеров области интегрирования и положения границ (западной и восточной) относительно зон анализа на приземную температуру воздуха и интенсивность осадков. Такая постановка вычислительных экспериментов позволяет на количественном уровне исследовать влияние размеров области интегрирования и положения их границ относительно зон анализа при характерном западном переносе.

Эксперименты выполнялись для моделируемой области, размеры которой 20×38 ячеек, область разделена на квадраты размером 20×20 км, 20 с севера на юг и 38 — с запада на восток. Границы 46-50⁰ с.ш. и 27-33⁰ в.д. Центр области имеет координаты 48.5⁰ с.ш. и 28.4⁰ в.д.

Расчеты проведены для нижеописанной конфигурации RegCM4.7:

- размер ячейки 20×20 км;
- равноугольная коническая проекция Ламберта;
- характеристики подстилающей проекции;
- архивные данные с разрешением 30 угловых секунд;
- начальные и граничные данные по результатам реанализа [7], глобальная модель EN50M [8];
- 18 сигма уровней по вертикали;
- модель пограничного слоя;
- параметризация облаков;
- верхняя граница на уровне 50 гПа;
- временной шаг в атмосферной модели — 150 секунд;
- исходные данные о рельефе и свойствах подстилающей поверхности взяты из набора данных, представленных разработчиками модели ICTP;
- сценарии глобальной модели Representative Concentration Pathways (RCPs);

- остальные параметры модели задавались в соответствии с рекомендациями разработчиков для версии 4.7.

В связи с ограниченными вычислительными возможностями тестовые расчеты на данный момент проведены для периода с 01.12.2018 г. по 01.01.2025 г., для задания начальных и граничных условий использовался реанализ [8]. В качестве сценариев экономического мирового развития моделью RegCM4.7 использовался новый подход к идентификации будущих выбросов парниковых газов: применялись так называемые типичные (репрезентативные) пути концентрации (RCPs). Сценарии RCP предполагают пути достижения определенных радиационных воздействий на климатическую систему, которые могут привести к изменениям глобального климата. В частности, нами будут проведены исследования, основанные на трех сценариях: RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5, которые предполагают увеличение радиационного воздействия на 2,6, 4,5 и 8,5 Вт/м², соответственно. Такие радиационные воздействия соответствуют слабым, умеренным и сильным изменениям температуры воздуха и осадков для двух временных диапазонов (горизонтов) — 2021-2050 и 2071-2100 гг.

Всего модель может производить расчеты для прогнозов 80 параметров атмосферы и подстилающей поверхности. Для анализа выбирались параметры, которые описывают основные характеристики, необходимые для оценки климатических изменений региона: температура воздуха в приповерхностном слое, температура поверхности, осадки, испарение, конвективные осадки, содержание влаги в почве, поверхностный сток, суммарный сток.

Полученные в работе результаты позволяют сделать следующие выводы:

- модель RegCM4.7 удовлетворительно воспроизводит сезонный ход температуры воздуха,
- модельные данные по годовому ходу аномалий температуры и интенсивности осадков для 2017-2019 гг. в целом удовлетворительно согласуется с результатами CRU [9].

В качестве примера вычислительных мероприятий в аспекте моделирования климата, приведем также некоторые результаты региональных прогнозов вероятного будущего климата в черноморской прибрежной зоне Украины, которые основаны на сценариях изменения климата с высоким разрешением (12,5 км), выполненных для Европы в рамках инициативы EURO-CORDEX

[10] (личное сообщение Р. М. Коробова). В модели EURO в качестве базовых значений для оценки вероятных изменений среднего климата приняты значения температура воздуха и количество осадков в 1971-2000 годах. Соответственно, оценки значений ожидаемых изменений для каждого выбранного сценария рассчитываются как разница между смоделированными значениями климатической переменной и их значениями для 1971-2000 гг. В табл. 1 приведены соответствующие средних значений температуры приземного воздуха и количества осадков в прогнозах на будущее по этим сценариям.

Таблица 1.

Значения средних сезонных и годовых аномалий температуры воздуха в приземном слое и осадков для района северного Причерноморья по сравнению с периодом 1971-2000 гг. [10,11]

Сценарии	Сезоны / временные диапазоны (горизонты)									
	Зима	Весна	Лето	Осень	Год	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
	2021-2050					2071-2100				
Средняя температура воздуха, °С										
RCP2.6	0.5	0.2	0.2	0.0	0.2	0.9	0.7	-0.1	0.0	0.4
RCP4.5	1.7	1.3	1.7	1.2	1.5	2.6	2.4	2.8	2.3	2.5
RCP8.5	1.8	1.5	1.6	1.6	1.6	4.5	3.7	4.7	3.8	4.2
Осадки, мм										
RCP2.6	-8	16	-144	-48	-46	40	-160	-104	95	-33
RCP4.5	68	-40	-141	93	-5	46	-22	-123	86	-3
RCP8.5	29	-19	-123	24	-22	49	-9	-152	19	-24

Отметим некоторые моменты европейских прогнозов значений климатических параметров:

- очевидно, что температура воздуха увеличивается с увеличением радиационного воздействия на климатическую систему и временной горизонт;
- наиболее интенсивное повышение температуры для всех сценариев RCP ожидается в зимний сезон;
- значительное уменьшение осадков в весенне-летний период не компенсируется в осенне-зимнее время некоторым увеличением осадков, однако при общем базовом годовом количестве осадков около 550 мм их общее уменьшение можно считать довольно небольшим;
- резкое повышение температуры воздуха, которое не будет компенсировано эквивалентным увеличением количества осадков, приведет к дальнейшей аридизации исследуемой территории.

Главным результатом работы является вывод о возможности использования модели для установления характера будущих изменений климата региона бассейна реки Днестр.

Литература

1. Краковская С., Балабух В., Горбачева В., Набиванец Ю. Заключение отчет. Анализ и прогнозирование изменений климата в бассейне реки Днестр. Анализ воздействий изменений климата на водные ресурсы реки Днестр // Проект инициативы ENVSEC. Снижение уязвимости к экстремальным наводнениям и изменению климата в бассейне реки Днестр (Днестр-III: наводнения и климат). — 2012. — 90 с.
2. Степаненко С. М., Польовий А. М., Школьний Є. П. та ін. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України. — Одеса: Екологія, 2011. — 696 с.
3. Лагутин А. А., Волков Н. В., Мордвин Е. Ю., Резников А. Н. Моделирование климата Западной Сибири: результаты модели RegCM4. — <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-klimata-zapadnoy-sibiri-rezultaty-modeli-regcm4/viewer>.
4. Pal J. S., Giorgi F., Xunqiang B. et al. Regional climate modeling for the developing world: the ICTP RegCM3 and RegCM4 // Bull. Amer. Meteor. Soc. — 2007. — V. 88.
5. Elguindi N. et al. Regional climatic model RegCM reference manual version 4.6. ICTP, Trieste, Italy, 2014 (URL: <http://gforge.ictp.it/gf/download/docmanfileversion/98/1691/ReferenceMan.pdf>).
6. Filippo Giorgi, Fabien Solmon, Graziano Giuliani. Regional climatic model RegCM user's guide version 4.6. ICTP, Trieste, Italy, 2016 (URL: <https://gforge.ictp.it/gf/download/docmanfileversion/97/1690/UserGuide.pdf>).
7. Kalnay E. M., Kanamitsu M., Kistler R. et al. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project // Bull. Amer. Meteor. Soc. — 1996. — V. 77.
8. EH5OM global data for ICTP RegCM4 [Electronic resource]. URL:<http://users.ictp.it/pubregcm/RregCM4/globedat.htm>.
9. Mitchell T. D., Jones P. D. An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids // Int. J. Climatol. — 2005. — V. 25.
10. Jacob D., J. Petersen, B. Eggert et al., 2013: EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research // Reg Environ Change. — 16 p. — DOI 10.1007/s10113-013-0499-2

**РАСЧЕТ ОБЪЕМОВ ГОДОВОГО СТОКА РЕКИ ДНЕСТР
В УСТЬЕВОМ УЧАСТКЕ ЗА ПЕРИОД 1985-2018 ГОДЫ**

*Гидрометеорологический Центр Черного и Азовского морей,
Одесса, 27000, Французский б-р89, edmachine111@gmail.com*

1. Введение

Оценка влияния строительства гидротехнических сооружений на реке Днестр на состояние экосистемы в условиях изменения климата предполагает наличие временных рядов гидрологических параметров, анализ которых позволит сформулировать соответствующие выводы. Однако на данный момент отсутствует надежная информация даже о значениях годового стока непосредственно в устье реки Днестр. Это можно объяснить тем, что участок реки Днестр ниже гидрологического поста (далее по тексту — г/п) Бендеры (после того как основное русло разделяется на два рукава — Днестр и Турунчук) для наблюдений за стоком представляется крайне сложным в плане размещения репрезентативных г/п и, соответственно, получения достоверных данных, на основании которых можно было производить оценку годового объема стока Днестра в целом. Следует также отметить, что репрезентативным гидрометрическим наблюдениям на устьевом участке реки препятствуют: развитая пойма; меняющие свою конфигурацию протоки, ерики и старицы; многочисленные плавневые озера со значительной аккумулирующей ёмкостью, которые трансформируют и перераспределяют в себе сток нижней части водосбора. Таким образом, на данный момент исследования в области динамики экосистем реки не могут быть в полной мере обеспечены необходимой гидрологической информацией. В рамках Проекта “HydroEcoNex” была поставлена задача определения устьевого стока при недостатке репрезентативных данных, поэтому целью данной работы является разработка метода расчета оценки объема стока реки Днестр в устьевом участке по имеющимся материалам наблюдений.

Из гидрологических постов, расположенных на основном русле р. Днестр в ее нижнем течении с точки зрения репрезентативности и полноты многолетних данных наблюдений за стоком, наиболее надежным представляется г/п в г. Бендеры. Г/п Бендеры позволяет фиксировать сток реки Днестр с водосбора площадью в 66100 км² (91,7 % всей площади водосбора). Наблюдения за стоком здесь ведутся с 1881 года.

На основании многолетних данных по г/п Бендеры, средний многолетний объем годового стока р. Днестр характеризуется значением $9,24 \text{ км}^3$ [1].

Ниже г/п Бендеры в Днестр впадает несколько небольших рек: Золотая, Окна, Рыбница, Белочи, Ягорлык, Кучурган, суммарный годовой сток которых оценивается в среднем в $0,12 \text{ км}^3$, т.е. указанные притоки могут давать дополнение к годовому объему реки около $1,3 \%$ относительно среднего многолетнего объема стока, проходящего через г/п Бендеры.

Для решения поставленной задачи на этом устьевом участке ниже г/п Бендеры, значительную информационную ценность представляют современные данные ежедневных наблюдений за речным стоком, а именно: ежедневные уровни воды на г/п: с. Троицкое - р. Турунчук; с. Незавертайловка - р. Турунчук; с. Олонешты - р. Днестр; с. Маяки (г/п Одесского Державного екологічного університету — ОДЕКУ) - р. Днестр.

Г/п Маяки ОДЕКУ в с. Маяки ведет многолетние систематические наблюдения за ежедневными уровнями воды и производит отдельные измерения расхода воды. Однако, следует отметить, что г/п Маяки находится под влиянием ветровых сгонно-нагонных явлений, возникающих в устьевом участке реки Днестр. Этот факт является достаточно сложным фактором, который значительно усложняет построение устойчивой зависимости расходов воды от наблюдаемых уровней.

2. Расчет объемов годового стока р. Днестр

Для проведения расчетов объема годового стока р. Днестр в ее устьевом участке за период 1985-2018 годы частично использованы методика и данные наблюдений, которые опубликованы кафедрой гидрологии ОДЕКУ в работе [1].

Методика ОДЕКУ дает возможность вычисления ежедневного расхода воды в гидрометрическом створе г/п Маяки ОДЕКУ - р. Днестр, на основании выявленной её авторами связи измеренных расходов воды в створе г/п Маяки с соответственными ежедневными (среднесуточными) наблюдениями над уровнями воды по г/п Маяки ОДЕКУ - р. Днестр и уровнями воды на г/п Троицкое ООУВХ - р. Турунчук.

Зависимость расхода воды, QM ($\text{м}^3/\text{с}$), в гидрометрическом створе г/п Маяки ОДЕКУ от уклона водной поверхности, который образуется на участке реки между в/п Троицкое и

г/п Маяки ОДЕКУ, достаточно хорошо аппроксимируется в экспоненциальной форме [1]:

$$Q_M = 90 \cdot e^{35 \cdot \text{г-м}} \quad , \quad (1)$$

где Q_M — среднесуточный расход воды на г/п Маяки ОДЕКУ, м³/с; г-м — уклон водной поверхности на участке г/п Троицкое - р. Турунчук - г/п Маяки ОДЕКУ - р. Днестр, промилле (‰).

Для расчета объема годового стока за период с 2010 по 2018 годы (9 лет) были использованы данные по ежедневным уровням воды по г/п Маяки ОДЕКУ - р. Днестр и ежедневные измеренные уровни воды по г/п Троицкое - р. Турунчук.

В процессе первичной обработки исходных данных наблюдений двухсрочные данные ежедневных наблюдений над уровнями воды были приведены к среднесуточным. Ряды ежедневных наблюдений, в которых, по различным причинам, данные на протяжении одного-пяти дней отсутствовали, были восстановлены методом простой линейной интерполяции.

Далее, по временным рядам ежедневных уровней на указанных г/п определялся уклон водной поверхности на участке реки между ними, и по формуле (1) вычислялся среднесуточный ежедневный расход воды в створе г/п Маяки ОДЕКУ. Среднесуточный расход воды затем переводился в суточный объем стока. Годовой объем стока по г/п Маяки ОДЕКУ вычислялся как сумма суточных объемов.

Ввиду отсутствия данных наблюдений за уровнем воды на г/п Троицкое ранее 2010 года, для расчета годовых объемов стока Днестра с 1993 по 2009 годы были использованы имеющиеся данные по ежедневным уровням на г/п Маяки ОДЕКУ - р. Днестр и ежедневным уровням воды на г/п Незавертайловка - р. Турунчук за этот же период.

Для оценки среднесуточных расходов воды была построена кривая зависимости имеющихся значений измеренных расходов на г/п Маяки ОДЕКУ и соответствующих уровней воды на участке г/п Маяки ОДЕКУ - р. Днестр и г/п Незавертайловка - р. Турунчук для периода с 1999 по 2010 год (рис. 1).

Кривая зависимости расхода воды от уровня воды, а точнее, от уклона поверхности воды на участке г/п Маяки ОДЕКУ - р. Днестр - г/п Незавертайловка - р. Турунчук здесь так же определена в экспоненциальном виде и представлена формулой:

$$Q_M = 90 \cdot e^{25,3 \cdot \text{In-м}}, \quad (2)$$

где Q_M — среднесуточный расход воды на г/п Маяки ОДЭКУ, м³/с; In-м — уклон водной поверхности на участке г/п Незавертайловка - р. Турунчук - г/п Маяки ОДЭКУ - р. Днестр, промилле (‰).

В качестве уточнения, аналогичное построение было выполнено для временного ряда лет с пониженной водностью, а именно — для лет с объемом стока ниже средней многолетней величины — 9,24 км³. Экспоненциальная формула расчета зависимости расхода от уровня для таких лет была принята в следующем виде:

$$Q_M = 80 \cdot e^{26 \cdot \text{In-м}}, \quad (3)$$

По полученным формулам (2) и (3) был произведен расчет такой же, как и по формуле (1), объемов годового стока за 17 лет — с 1993 по 2009 год.

Чтобы определить значения объемов стока за период с 1985 по 1992 год, для которого отсутствуют данные наблюдений за уровнями воды по г/п Троицкое и Незавертайловка, была рассмотрена зависимость вычисленных объемов годового стока за 1993-2018 годы по г/п Маяки ОДЭКУ - р. Днестр и объемов годового стока по данным наблюдений на г/п Бендеры - р. Днестр за этот же период (рис. 2).

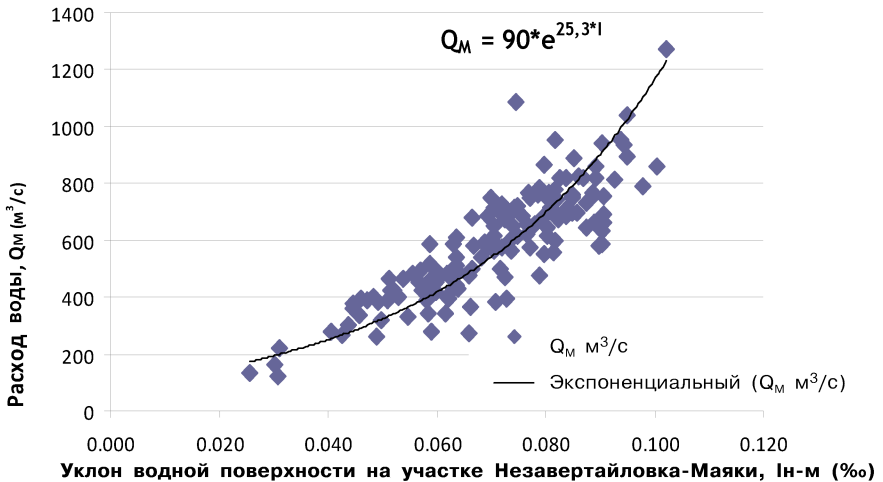


Рис. 1. Зависимость расхода воды на г/п Маяки ОДЭКУ - р. Днестр,

$$Q_M = f(\text{In-м})$$

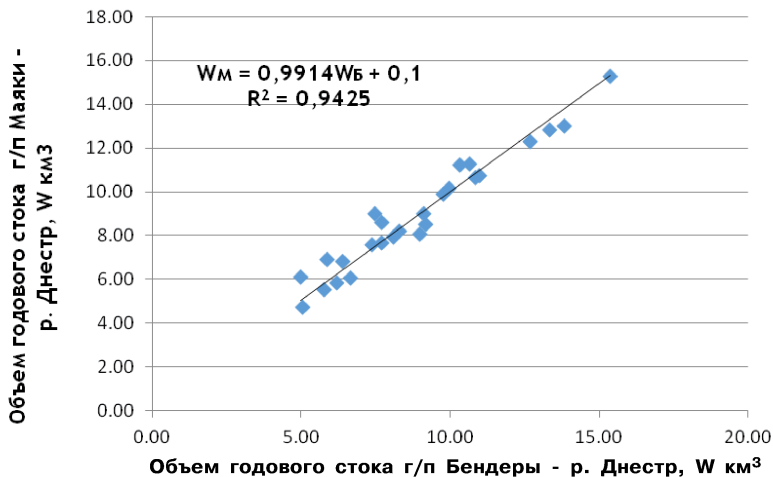


Рис. 2. Связь годовых объемов стока на г/п Маяки ОДЕКУ - р. Днестр и объемов годового стока на г/п Бендеры - р. Днестр за период наблюдений с 1993 по 2018 гг.

Зависимость описывается уравнением линейной регрессии:

$$W_M = 0,991W_B + 0,31, \quad (4)$$

где W_M — объем годового стока по г/п Маяки ОДЕКУ - р. Днестр, км³; W_B — объем годового стока по в/п Бендеры - р. Днестр, км³.

При полученном уравнении регрессии (4) коэффициент корреляции величин объема стока, вычисленных по экспоненциальным формулам (1), (2), (3) для г/п Маяки ОДЕКУ и измеренных годовых объемов стока на г/п Бендеры, имеет значение $R = 0.97$.

Значения объемов годового стока р. Днестр для г/п Маяки ОДЕКУ, полученные в результате расчетов по формулам (1)-(4), приведены в табл. 1.

Полученный временной ряд значений объема стока реки Днестр в его устьевой части позволяют оценить колебания водности реки за период с 1985 по 2018 год. Хорошей иллюстрацией изменения водности реки служат совмещенные графики разностно-интегральных кривых, которые построены по значениям модульных коэффициентов годового стока (рис. 3).

Модульные коэффициенты для г/п Залещики и Бендеры определены по имеющимся данным наблюдений на этих постах. Для г/п Маяки ОДЕКУ модульные коэффициенты вычислены по

значениям годового объема стока, которые были получены в ходе расчетов по вышеописанной методике.

Таблица 1.

Объемы годового стока реки Днестр, рассчитанные для г/п Маяки ОДЭКУ; площадь водосбора 72 000 км²; период 1985-2018 гг.

№ п/п	Год	W км ³	№ п/п	Год	W км ³	№ п/п	Год	W км ³
1	1985	8,48	13	1997	11,30	25	2009	10,18
2	1986	6,64	14	1998	15,28	26	2010	13,04
3	1987	5,47	15	1999	12,83	27	2011	8,21
4	1988	8,96	16	2000	8,53	28	2012	5,86
5	1989	8,79	17	2001	10,69	29	2013	8,08
6	1990	4,90	18	2002	9,04	30	2014	6,08
7	1991	8,79	19	2003	7,93	31	2015	5,53
8	1992	7,75	20	2004	7,69	32	2016	4,74
9	1993	8,62	21	2005	9,89	33	2017	6,82
10	1994	6,14	22	2006	10,77	34	2018	9,01
11	1995	6,92	23	2007	7,61			
12	1996	11,26	24	2008	12,32			

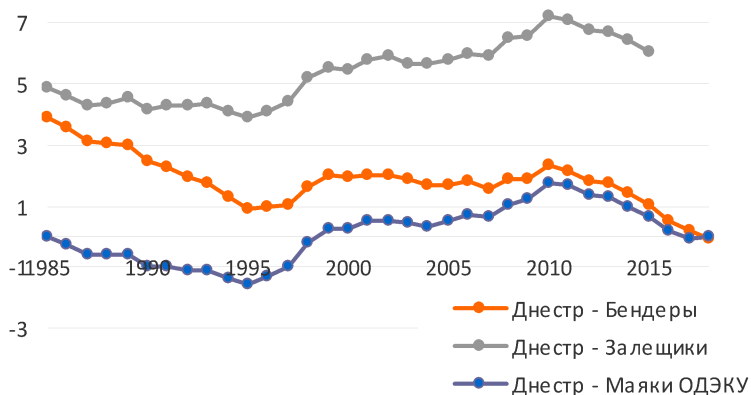


Рис. 3. Разностно-интегральные кривые стока воды р. Днестр

Совмещенный график позволяет выделить фазы изменения водности реки, которые синхронны и хорошо выражены на каждом из г/п. Фаза уменьшения водности прослеживается от 1985

и заканчивается в 1995 году, затем, с 1995 по 2010 год, следует фаза увеличения водности. После 2010 года, вплоть до настоящего времени, наблюдается спад водности реки.

Установление фаз водности дает возможность определить значение “нормы стока” или величину среднемноголетнего объема стока в устьевом участке реки, в условиях меняющейся водности. Можно выбрать два условно полных цикла водности, в данном случае: с 1985 по 2010 год (26 лет) и с 1995 по 2018 год (24 года). Для периода с 1985 по 2010 год значение среднемноголетнего объема равно 9,22 км³, за период с 1995 по 2018 год — 9,15 км³.

3. Выводы и заключение

Расчет объема годового стока реки Днестр в створе г/п Маяки ОДЭКУ по представленной схеме позволяет оценить величину годового стока всей реки Днестр в ее устьевом участке при наличии данных наблюдений за уровнями воды на гидрологических постах Троицкое и Незавертайловка.

Для дальнейшего уточнения расчетов требуется увеличение количества данных измеренных расходов воды в створе г/п Маяки ОДЭКУ, как при прохождении паводков, так и при экстремально низких, меженных уровнях воды, особенно в холодный период, и в условиях наблюдающейся тенденции общего снижения водности реки.

Значения среднемноголетних объемов стока реки внутри выделенных циклов водности (с 1985 по 2010 год и с 1995 по 2018 год) свидетельствуют о тенденции снижении объема годового стока. Если оценка среднегодового объема стока Днестра на основе данных по г/п Бендеры дает значение 9,24 км³ [1], то проведенный расчет показывает результат — 9,22 км³ (период с 1985 по 2010 годы), и 9,15 км³ (период 1995-2018 годы), т.е. можно говорить об относительном уменьшении многолетнего объема стока реки Днестр за рассматриваемый период практически на 1 %.

Литература

1. Гопченко Є., Гриб О., Белов В., Терновий П. Побудова залежностей між витратами та рівнями води р. Дністер в районі с. Маяки (при вільному руслі): Звіт з НДР (заключний). — Одесса: Од. держ. екол. ун-т, 2013. — 83 с.

НАШІ АВТОРИ

- *Барсукова О. А.*, канд. геогр. наук, доцент ОДЕКУ
- *Бобик В. О.*, магістр ОДЕКУ
- *Божко Л. Ю.*, канд. геогр. наук, доцент каф. агрометеорології і агроекології ОДЕКУ
- *Бугор Г. В.*, магістр ОДЕКУ
- *Вінницька О. С.*, магістр ОДЕКУ
- *Горбунова О. В.*, зав. сектором комплексної лабораторії спостережень за забрудненням природного середовища (КЛСЗПС) Маріупольської ГМО
- *Довгополий М. М.*, магістр ОДЕКУ
- *Ільїн Ю. П.*, доктор геогр. наук, ст. наук. співр., заст. директора УкрГМІ з наукової роботи
- *Кабак І. С.*, магістр ОДЕКУ
- *Козачок Ю. С.*, Донецький РЦГМ
- *Корень В. В.*, студентка ОДЕКУ
- *Корниюк В. К.*, Маріупольська ГМО
- *Костюкєвич Т. К.*, канд. геогр. наук, асистент каф. агрометеорології та агроекології ОДЕКУ
- *Лавров Т. В.*, студент ОДЕКУ
- *Матигін О. С.*, канд. физ.-мат. наук, провідний океанолог ГМЦ ЧАМ
- *Ніколаєва А. М.*, магістр ОДЕКУ

- *Омеляненко Ю. С.*, студентка ОДЕкУ
- *Онiщенко Е.*, гідролог ГМЦ ЧАМ
- *Пiсоцький Є. С.*, магістр ОДЕкУ
- *Полетаєва Л. М.*, канд. геогр. наук, доцент каф. екології та охорони довкілля ОДЕкУ
- *Романчук М. Є.*, канд. геогр. наук, доцент каф. екології та охорони довкілля ОДЕкУ
- *Толмачова А. В.*, канд. геогр. наук, зав. навчальної лабораторії ґрунтознавства кафедри агрометеорології та агроекології ОДЕкУ
- *Уманов А.*, програміст ГМЦ ЧАМ
- *Чугай А. В.*, канд. геогр. наук, доцент, декан природоохоронного факультету ОДЕкУ
- *Шалімов М. О.*, професор каф. прикладної екології та газодинаміки ОНПУ
- *Шангіна С. В.*, магістр ОДЕкУ

ЗМІСТ

Козачок Ю. С.

Сучасний стан виконання програми морських прибережних спостережень Азово-Чорноморського басейну..... 3

Корниюк В. К.

Виконання експедиційних робіт
Маріупольською гідрометеорологічної обсерваторією..... 7

Гльїн Ю. П.

Оцінка довготермінових змін показників якості
водного довкілля за даними регулярних спостережень
на морській гідрометеорологічній мережі України..... 18

Горбунова О. В.

Сучасний стан забруднення морських вод Азовського моря
в Таганрозькій та Бердянській затоках
(порівняльний аналіз за 2014-2018 рр.)..... 28

Шалимов Н. А.

Региональные особенности формирования программы
предотвращения опасных изменений климата..... 33

Шалимов Н. А.

Адаптация аграрного сектора к новым
климатическим условиям Причерноморья..... 40

Чугай А. В., Лавров Т. В.

Оцінка забруднення окремих районів м. Одеса
діоксидом азоту і оксидом вуглецю..... 45

Чугай А. В., Бобик В. О.

Оцінка якості вод окремих ділянок р. Дунай..... 56

Романчук М. Є., Кабак І. С.

Оцінка якості води
за індексом забруднення (ІЗВ та ІЗВмод.)
в межах створу р. Інгулець - м. Кривий Ріг..... 60

Романчук М. Є., Довгополий М. М.

Характеристика зміни у воді
р. Хорол - м. Миргород речовин токсичної дії..... 68

Романчук М. Є., Пісоцький Є. С.

Оцінка якості води р. Псел
за мінералізацією та її складовими..... 80

Божко Л. Ю., Бугор Г. В. Агрометеорологічні умови формування продуктивності сіяних трав	90
Барсукова О. А., Вінницька О. С. Динаміка вмісту білка і клейковини в зерні пшениці в Одеській області	102
Корень В. В., Костюкевич Т. К. Дослідження динаміки врожайності кукурудзи в Херсонській області	109
Костюкевич Т. К. Агрокліматичні умови вирощування озимої пшениці на території Східного Поділля в умовах зміни клімату	115
Божко Л. Ю., Ніколаєва А. М. Агрокліматична оцінка умов вирощування томатів в Одеській області	123
Омеляненко Ю. С., Костюкевич Т. К. Оцінка мінливості врожайності гречки на території Вінницької області	133
Толмачова А. В. Вплив агрометеорологічних умов на формування врожайності сої в степовій зоні України	138
Шангіна С. В., Полетаєва Л. М. Екологічно-орієнтовані форми туризму у рекреаційно-туристичної діяльності в Україні	145
Уманов А., Матыгин А. Моделирование климата бассейна реки Днестр с использованием модели RegCM4.7	151
Онищенко Э., Матыгин А. Расчет объемов годового стока реки Днестр в устьевом участке за период 1985-2018 годы	157
НАШІ АВТОРИ	164

ФОП Попова

Тіраж 150 екземплярів

65010, м. Одеса, вул. Палубна 9/4

тел/факс: (048) 714-91-71