

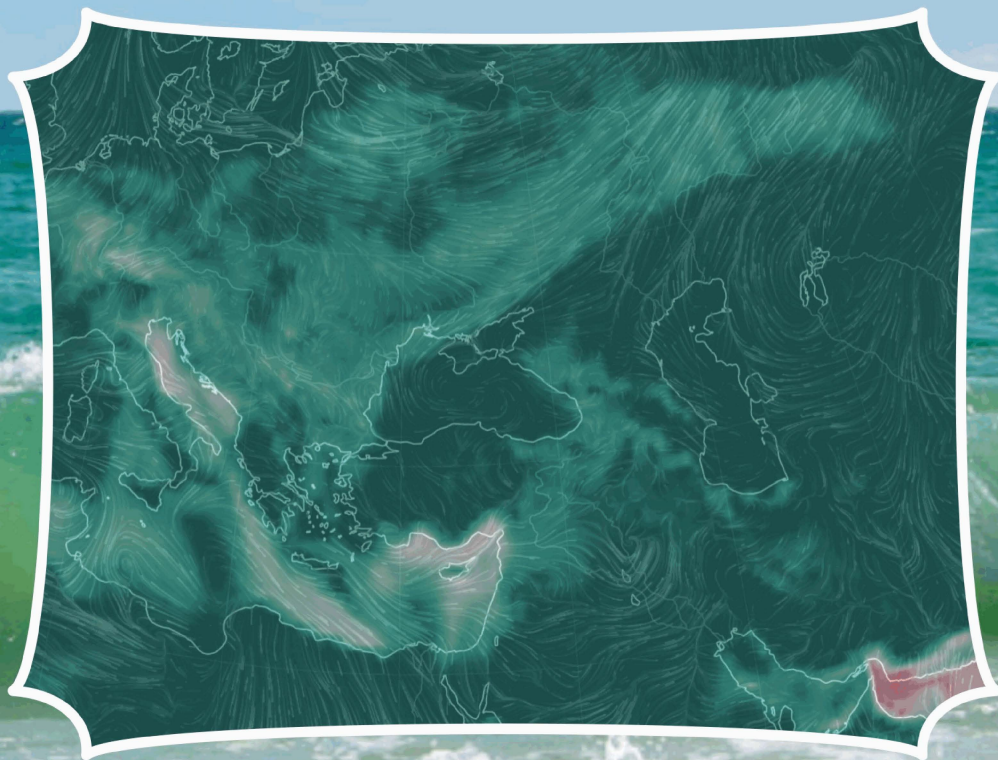


Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей

Гидрометеорологический центр
Черного и Азовского морей
Государственной гидрометеорологической
службы Украины

2018 г.

№1(21)



65009, г. Одесса, Французский бульвар, 89, тел. 63-64-17, факс 63-16-10
e-mail: odessabul@ukr.net

Государственная гидрометеорологическая служба Украины

Гидрометеорологический центр
Черного и Азовского морей

ВЕСТНИК

ГИДРОМЕТЦЕНТРА
ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ

№ 1 (21)

Одесса - 2018

**Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей.
Государственная гидрометеорологическая служба Украины.
— 2018. — № 1(21). — 292 с. — Языки: укр., рус.**

Редакционная коллегия

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

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

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

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 всё 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 ещё 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 серьёзных затрат. Как сообщают украинские и российские учёные [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 Чёрного и Азовского морей) разрушают природную среду и хозяйственную инфраструктуру как Азово-Чёрноморского 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 подъём 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 объёмы 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 урожая.
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 видовой 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°C 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 Чёрного 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 решить 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 её 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 последствий 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 Чёрного 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 её 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 Чёрного 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 проникаемым 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 оборудования, 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 надёжные 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 чёткая координация действий между ведомствами здравоохранения и метеорологии и выработка соответствующих целевых рекомендаций и мер вмешательства.
3. Определение степени незащищённости 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.: Гидрометеоздат, 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 Одеській області у 2008 році. — Одеса: 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. — 2006. — № 22(601).

10. Шалимов Н. А. Арена жизни — атмосфера. Попытка системного анализа и решения проблемы. Учеб. 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.

Чумаченко В., Недострелова Л. В.

ДОСЛІДЖЕННЯ ГРОЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Вступ. Всі процеси в хмарах проходять при постійній взаємодії хмарного повітря з оточуючим повітрям. Що стосується електрики атмосфери, то вона є фоном для електричних процесів у хмарах. Але разом з тим, електрика хмар у значній мірі формує електрику атмосфери. Однією з основних характеристик електричного поля є напруженість поля E . У випадку електростатичного поля напруженість залежить від потенціалу U . Напруженість електричного поля має напрямок, перпендикулярний до еквіпотенціальних поверхонь у бік негативного заряду. Оскільки земна поверхня у середньому має негативний заряд, а атмосфера — позитивний, напруженість електричного поля (або просто електричне поле) має напрямок зверху вниз. Цей напрямок електричного поля прийнято вважати нормальним, а вертикальну складову градієнта потенціалу — додатною. Електричне поле нижніх шарів атмосфери формується під дією випромінювання радіоактивних речовин. Тому найбільша густина позитивного заряду спостерігається біля земної поверхні. З висотою вона зменшується. Розподіл об'ємних зарядів встановлюється в значній мірі під впливом струменів провідності в атмосфері. Провідність λ повітря обумовлюється концентрацією та рухливістю іонів. Легкі іони — це комплекси з декількох молекул з одним елементарним зарядом. Важкі іони виникають, як правило, шляхом приєднання легких іонів до часток аерозолі. Тому при збільшенні в повітрі концентрації аерозольних часток збільшується й концентрація важких іонів. Провідність атмосфери визначається головним чином легкими іонами. Концентрація легких іонів в атмосфері залежить від інтенсивності іоні-

зації молекул повітря випромінюванням радіоактивних домішок і космічними променями. Оскільки джерелом радіоактивних домішок у повітрі є земна поверхня, то з висотою інтенсивність іонізації за рахунок цього механізму I_r зменшується. Навпаки, інтенсивність іонізації космічними променями I_c з висотою збільшується. У приземному шарі повітря на інтенсивність іонізації чинить вплив і випромінювання радіоактивних речовин ґрунту. Інтенсивність іоноутворення у вільній атмосфері залежить не тільки від інтенсивності космічних променів, але й від густини повітря. У свою чергу, інтенсивність космічних променів залежить від широти: вона збільшується при зростанні широти. Це є результатом впливу магнітного поля Землі [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У процесах електризації, які можливі в хмарах, завжди приймають участь іони. Іони, що утворюються в повітря, можуть бути, як вже зазначалося, легкими чи важкими. Ті іони, які утворюються у середині води в рідкій або твердій фазах, можуть бути атомними чи молекулярними. Процеси електризації в хмарі з участю повітряних іонів відбуваються при контакті останніх з частками хмари. Крім цього, заряди на краплях і кристалах хмар або опадів можуть виникати під впливом взаємодії між ними.

Одним з механізмів зарядження хмарних крапель є захоплення іонів. Його інтенсивність залежить від концентрації й рухливості іонів, властивостей рідини у поверхневому шарі, розмірів й швидкості падіння крапель, напруженості електричного поля тощо. Другим механізмом, що приводить до зарядження хмарних часток, є контакт і тертя льодяних часток.

Згідно висновку Гельмгольца, при контакті двох тіл різної хімічної природи на поверхнях стикання утворюються заряди у виді подвійного електричного шару, які при розділенні тіл можуть залишитись на них вже як вільні заряди. У цьому випадку різниця потенціалів подвійного електричного шару пропорційна контактній різниці потенціалів тіл. Ці уявлення, вірні у своїй основі, недостатні для характеристики механізму утворення зарядів при контакті хмарних елементів, оскільки процес зарядження їх при цьому залежить від багатьох факторів: крім хімічного складу тіл він залежить ще й від їх кристалічної структури, геометрії, пружності, теплового стану, молекулярних сил зчеплення, відносної швидкості й умов співудару, електропро-

відності й діелектричної проникності, густини оточуючого середовища й т.д. Все це пояснює той факт, що електризація відбувається й при контакті тіл однакової хімічної природи.

При контакті тіла обмінюються електронами й іонами до тих пір, доки не настає термодинамічна й електростатична рівновага, якій буде відповідати різниця потенціалів, що дорівнює контактній різниці потенціалів. Якщо розрив контакту відбувається швидко, то термодинамічна рівновага порушується, що приводить до виникнення деякої різниці потенціалів, яка залежить від загальної ємності тіл у новому положенні та зарядів, котрі виникають при контакті й не встигають стікати. Після роз'єднання тіл термодинамічна рівновага відновлюється у відношенні до середовища, в якому знаходиться тіло, а між поверхнями тіл установлюється різниця потенціалів, яка дорівнює різниці робіт виходу електронів й іонів.

У природних умовах при електризації часток у хмарах важко уявити випадки контакту льодяних часток без тертя. У такому разі умови електризації повинні дуже змінитися, оскільки при терті виникають численні, швидко поминаючи контакти часток у окремих точках зіткнення. Крім того, спостерігається руйнування поверхневого шару у цих точках. Обидва ефекти повинні приводити до електризації тертьових часток. Знак та інтенсивність електризації залежить від багатьох причин: хімічного складу речовини, властивостей поверхні, механічного напруження, температури, вологості повітря тощо. Але існують два основних фактори, які обумовлюють процес електризації при контакті лід-лід: електропровідність льоду, яка забезпечується механізмом проточного переносу, і піроелектричний ефект другого порядку, який полягає в тому, що в льодяному кристалі із-за температурного градієнта з'являється дипольний момент. Він є причиною об'ємної та поверхневої поляризації. Цей ефект у комбінації з протонною провідністю дає можливість пояснити, чому різниця потенціалів залежить від різниці температур льодяних тіл за умови відсутності тертя. При цьому більш нагріте льодяне тіло придбаває негативного потенціалу відносно більш холодного. Значення різниці потенціалів залежить від швидкості розриву контакту: чим більша швидкість, тим більша різниця потенціалів [1].

Електризація відбувається й при замерзанні крапель води, які, як відомо, є слабкими розчинами хімічних речовин. Основну роль

у цьому процесі відіграють іони домішок і, можливо, процеси у подвійному електричному шарі на границі вода-лід. Оскільки подвійний електричний шар характеризується порівняно невеликим стрибком потенціалу (частки вольту), він не може бути безпосередньо відповідальним за різниці потенціалів на границі лід-вода, які досягають $10\text{-}10^2$ В. Тому вважають, що причиною електризації є не молекулярні процеси на границі лід-розчин, а структурні змінення при перетворенні фаз.

Відповідно до сучасних уявлень, при температурах, близьких до точки замерзання, в рідкій воді утворюються комплекси молекул — рідкі кристали, які мають значно більші електричні моменти, ніж окрема молекула. У подвійному електричному шарі, що утворюється рідкими кристалами на границі розділу лід-розчин, стрибок потенціалу може бути значно більшим, ніж у подвійному електричному шарі розділу розчин-повітря.

На умови проникнення іонів з рідини у ґратки водяних кристалів повинні також чинити вплив умови росту кристалів. Енергія, яка необхідна іону для подолання потенціального бар'єру та переходу з розчину в лід, приблизно на три порядки більша теплової енергії молекули, що виділяється при закріпленні її у льодяному кристалі. Тому зростання льодяного кристалу за рахунок приєднання молекул повинно відбуватися легше, ніж проникнення у ґратки іона. Зростання кристалу дає можливість іону подолати потенціальний бар'єр, оскільки при цьому відбувається глибоке проникнення електричного поля у рідину по колу орієнтованих молекул води.

Замерзання переохолоджених крапель води може відбуватись як з поверхні, так і з середини. Якщо спочатку лід з'являється на поверхні краплі, то вона вибухає. При цьому виникають електричні заряди. Як показали експерименти, при замерзанні крапель дистильованої води радіусом $0,1\text{-}1,0$ мм уламки виносять переважно негативний заряд. Він дорівнює $4\cdot 10^{-12}$ Кл. Середній позитивний заряд уламків має значення $2\cdot 10^{-12}$ Кл. Частота утворення позитивних і негативних зарядів приблизно однакова. При цьому позитивний заряд залишається на більшій частині краплі.

Вище були розглянуті механізми електризації при співударях льодяних часток одна з одною, льодяних часток з переохолодженими краплями й при руйнуванні замерзаючих крапель.

Перший з них може мати місце тільки у верхніх частинах наковалень купчасто-дошових хмар. Другий та третій можуть спостерігатись в областях як сухого (сублімація), так і мокрого (замерзання) зростання льодяних часток. Але особливо часто в нижній частині області сухого росту та у верхній частині області мокрого росту повинен відбуватись співудар крупних льодяних часток (граду, льодяної крупи) з сумішшю льодяних кристалів і переохолоджених крапель, які утримуються там у великих концентраціях. При таких співударах процес електризації повинен бути дуже складним, оскільки одночасно може відбуватись електризація при контактах льодяних часток між собою і з переохолодженими й електризація при руйнуванні крапель на поверхні крупних льодяних часток.

При рязному надходженні переохолоджених крапель й льодяних кристаликів на льодяну поверхню можливим є такий процес. Коли на льодяну поверхню попадає переохолоджена краплина, відбувається її швидка кристалізація з виділенням тепла, яке нагріває її до 0°C . Якщо в цей момент на поверхню краплі, що замерзає, попаде льодяна частка, то між ними відбувається тісний контакт. Частина заряду, який виникає при замерзанні краплі, поступає на цю льодяну частку і вона тим більша, чим більша ємність, тобто розміри частки. Якщо контакт є тимчасовим, то частка вносить з собою зазначений заряд. Оскільки лід відносно води має позитивний потенціал, ця частка також повинна заряджатися позитивно, а льодяна поверхня — негативно. Якщо припустити, що контактна різниця потенціалу вода — лід дорівнює 1 В , а частка льоду сферична з радіусом 10 мкм , то вона повинна винести заряд порядку 10^{-15} Кл , а при радіусі 100 мкм — 10^{-14} Кл .

Зазначений механізм одночасного співудару переохолоджених крапель і часток льоду з льодяною поверхнею є комплексним. Можна припустити, що основну роль тут відіграє активізація протонів під впливом градієнта температури, механічної енергії та процесів, які спостерігаються на границі вода-лід при кристалізації.

Окрім розглянутих ефектів, на зарядження крапель впливає балоелектричний ефект. Під балоелектричним ефектом розуміють електризацію при руйнуванні води. Цей процес може виникати в атмосферних умовах при співударах крапель одна з од-

ною, при спонтанному руйнуванні крупних крапель, при співударах крапель з ґрунтом й водною поверхнею, при таненні градин й вириванні з них бульбашок повітря, при вириванні повітряних бульбашок з водної поверхні, при співударах градин і льодяної крупи з крупними краплями, при таненні градин й відриванні від них крапель. Як гіпотеза, розглядається можливість індукційних механізмів електризації, тобто електризації крапель і кристалів у середовищі повітряних іонів, яка обумовлена струмами під впливом зовнішнього електричного поля, а також електризація, що може відбуватись лише в сильних електричних полях при виникненні коронного розряду й стіканні зарядів з часток.

Існує велика кількість гіпотез про формування електричної структури грозової хмари. Але загально прийнятої теорії цього складного явища ще не розроблено [1-4]. Найбільше визнання має схема будови грозової хмари, яка була запропонована Сімпсоном та Робінсоном, а потім уточнена Байерсом, Брейамом, Пірсом й іншими. Відповідно до цієї схеми у верхній частині хмари, яка розташовується вище ізотерми -12°C , переважають додатні заряди, що виникають на льодяних частках. У нижній частині хмари зосереджуються головним чином від'ємні заряди. Такий розподіл об'ємних зарядів найбільш крупного масштабу обумовлюються впливом різних процесів електризації. Але треба мати на увазі, що в хмарах одночасно спостерігаються процеси, сприяючі та перешкоджаючі накопиченню зарядів на хмарних частках й просторовому розділенню значних об'ємів часток, які мають заряди одного знаку. Мейсон на основі того, що велику інтенсивність має електризація, обумовлена осадженням переохолоджених краплин на поверхні градин і крупи, побудував теорію утворення об'ємних зарядів у грозовій хмарі. Враховуючи такі фактори, як розподіл крупи за розмірами, змінювання швидкості висхідних потоків повітря з висотою, струм стікання, обумовлений провідністю повітря й струмом під грозовою хмарою, він отримав рівняння для швидкості накопичення зарядів і змінення напруженості електричного поля. Таким чином, під впливом вертикальних рухів відбувається розділення зарядів у хмарі з переваженням додатних у верхній частині і від'ємних у нижній, тобто зарядів першого масштабу з напруженістю, яка має порядок 10^5 В/м.

Більш високі значення напруженості, що мають порядок 10^6 В/м, необхідні для виникнення блискавок, утворюються під

впливом турбулентності. Турбулентність відіграє подвійну роль. По-перше, при посиленні дрібномасштабної турбулентності зростає струм провідності, що зменшує напруженість електричного поля першого масштабу, тобто по хмарі у цілому. По-друге, досить великі турбулентні об'єми, відриваючись від загального потоку й наближаючись з такими ж великими об'ємами, що утримують заряди протилежного знаку, збільшують напруженість поля. Неоднорідність електричного поля меншого (другого) масштабу, що породжується макромасштабною турбулентністю, спроможна збільшити напруженість електричного поля до зазначених вище критичних значень, результатом чого є виникнення електричних розрядів у середині хмари, між сусідніми хмарами, та між хмарою та землею поверхнею. У самій нижній частині хмари переважають об'єми другого масштабу з надлишком позитивних зарядів. Цьому сприяє перенос позитивних іонів конвективними потоками з приземного шару атмосфери, а також випаровування й розбризкування крупних крапель дощу під хмарою. Саме між нижньою позитивною зарядженою й середньою негативно зарядженою частинами грозової хмари найбільш часто напруженість електричного поля перевищує критичне, або пробійне значення, при якому відбувається іскровий пробій шару повітря. Критичне значення напруженості знаходиться у границях $3 \cdot 10^5 \dots 6 \cdot 10^5$ В/м. Сила струменю при іскровому розряді різко збільшується за рахунок іонізації повітря протягом усього шляху розряду. Існує декілька стадій розвитку блискавки. На першій стадії іскровий розряд складається з великої кількості окремих розрядів, які називаються стримерами. Розряд на земну поверхню починається з об'єднання декількох стримерів у східчастий лідер, який формує сильно іонізований канал на шляху від хмари до земної поверхні. Коли східчастий лідер досягає поверхні Землі, виникає зворотній імпульс який характеризується переносом позитивного заряду вгору по іонізованому каналу. Східчастий лідер рухається з швидкістю близько 150 км/с окремими стрибками по звивистому шляху. Тривалість імпульсів й пауз — 50-100 мкс, довжина східців — близько 50 м. Розрядна напруженість електричного поля, яка відіграє роль початкової для розвитку наступного розряду, знаходиться у межах $2 \cdot 10^4 \dots 4 \cdot 10^4$ В/м. Термін, необхідний для виникнення наступного розряду, дорівнює

100-300 с. Двозарядну електричну структуру першого масштабу в купчасто-дощовій хмарі з осередками позитивних зарядів другого масштабу в нижній частині хмари називають грозовою ячеєю. Розвинута купчасто-дощова хмара, як правило, складається з декількох грозових ячеек, які перебувають на різних стадіях розвитку. Повний термін життя ячейки дорівнює 20-30 хвилин. Іскрові розряди, що спостерігаються в атмосфері й називаються блискавками. Їх розділяють на лінійні, плоскі, кульові й поточні.

Лінійні блискавки при розряді на поверхню Землі мають середню довжину декілька кілометрів, діаметр каналу 15-20 см. Сила струменю змінюється в широких границях. Максимальні значення досягають декількох кілоамперів, а загальна кількість електрики блискавки за один розряд — 20-30 Кл. Тривалість блискавки у середньому дорівнює 0,2 с, а максимальне значення її — майже 1,5 с. Потужність блискавки може досягати мільйонів кіловат, проте енергія розряду порівняно невелика (її було б досить для живлення лише однієї електричної лампи у 150 Вт протягом 1 години). При розряді температура в іонізованому каналі зростає до 15000-20000 К, що приводить до виникнення ударної хвилі, яка дуже швидко перероджується в звукову хвилю. Остання і сприймається як грім. Частота коливання цієї хвилі близька до 20 Гц. Радіус чутності грому досягає 15-20 км. Всі наступні імпульси струменю, число яких може бути 3-5, поширюються по каналах, що готуються лідерами. Всі лідери, які проходять по сформованому каналу, рухаються з більшими швидкостями, ніж перший, котрий будує канал. Їхня швидкість досягає 10^4 - 10^5 км/с. Імпульси струменю нейтралізують від'ємний заряд лідера і поширюються на все більшу товщину хмари, виснажуючи її електричний заряд. Плоска блискавка є сумарним ефектом великої кількості коронних розрядів на хмарних частках. Вона приводить до червонуватого безшумного світання значної товщі грозової хмари. Кульові блискавки відносяться до маловивчених явищ природи. Біля земної поверхні вони мають діаметр 10-15 см. Тривалість їх існування від часток секунди до декількох хвилин, швидкість руху — декілька метрів за секунду. Колір кульових блискавок білий або червонуватий. Існує декілька гіпотез щодо природи кульових блискавок, але теорія цього цікавого явища ще не розроблена. Поточні блискавки це

декілька десятків утворень кульовидної форми, які розташовуються уздовж каналу лінійної блискавки на відстані близько 1 м один від одного. Вони мають діаметр декілька сантиметрів й тривалість близько 1с.

Результати дослідження. Для вивчення грозової діяльності було використано дані щоденних спостережень за метеорологічними явищами на навчальній станції “Чорноморка” за період з 1 січня 2011 по 31 грудня 2015 років. В результаті дослідження випадків гроз на станції було визначено повторюваність цього явища (табл. 1) та розподілення гроз по сезонах (табл. 2).

Таблиця 1.

Повторюваність гроз на станції
за період з 1 січня 2011 по 31 грудня 2015 роки

| Рік | Місяць | | | | | | | | Всього |
|--------|--------|----|----|----|-----|------|----|---|--------|
| | ІІІ | ІV | V | VI | VII | VIII | IX | X | |
| 2011 | - | - | 6 | 8 | 11 | 1 | 1 | 1 | 28 |
| 2012 | 1 | 2 | 8 | 11 | 4 | 3 | 1 | - | 30 |
| 2013 | - | 1 | 2 | 24 | 4 | 2 | 1 | - | 34 |
| 2014 | - | - | 4 | 8 | 5 | 8 | 3 | - | 28 |
| 2015 | - | 1 | 2 | 4 | 9 | - | - | 1 | 17 |
| Всього | 1 | 4 | 22 | 55 | 33 | 14 | 6 | 2 | 137 |

Аналіз табл. 1 дозволяє зробити такі висновки. У 2011 році спостерігалось всього випадків гроз — 28, з яких максимум має місце в липні — 11; мінімум (1) — спостерігався в серпні-жовтні. Не спостерігалися грози в березні та квітні. За 2012 рік було виявлено 30 гроз. В червні спостерігався максимум — 11, мінімум (1) — в березні та вересні. В жовтні гроз не було. 2013 рік характеризувався найбільшою кількістю випадків — 34, з яких максимум мав місце в червні — 24 грози, мінімум (1) — квітні та вересні, не спостерігалися грози в березні та жовтні. У 2014 році було зафіксовано 28 гроз, максимум (8) — в червні та серпні, мінімум (3) — у вересні. За 2015 рік всього випадків гроз 17 — найменша кількість за 5 років, максимум відзначено в липні — 9, мінімальна кількість в квітні та жовтні — 1 гроза. Найбільша кількість випадків явища за період 5 років має місце в червні — 55, мінімальна кількість в березні — 1 гроза. Всього за досліджений період на станції спостерігалось 137 випадків гроз.

Таблиця 2.

Розподіл гроз на станції по сезонах
за період з 1 січня 2011 по 31 грудня 2015 роки

| Сезон | Рік | | | | | Всього |
|--------|------|------|------|------|------|--------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | |
| Весна | 6 | 11 | 3 | 4 | 3 | 27 |
| Літо | 20 | 18 | 30 | 21 | 13 | 102 |
| Осінь | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 8 |
| Всього | 28 | 30 | 34 | 28 | 17 | 137 |

З табл. 2 видно, що максимальна кількість гроз спостерігалась влітку і складала 102 випадки. Весною мали місце 27 випадків даного явища, а восени — 8 гроз. За період дослідження зимою грози не спостерігалися взагалі.

Висновки. Аналіз результатів дослідження грозової діяльності на навчальній станції “Чорноморка” дає змогу зробити наступні висновки. Найбільша кількість випадків за період 5 років має місце в червні — 55, мінімальна кількість в березні — 1 гроза. Всього за досліджений період на станції спостерігалось 137 випадків гроз. Хмари, при яких спостерігалися грози — це хмари вертикального розвитку, а саме Сb, Сu cong. Грози супроводжуються атмосферними явищами: зливами. Грози спостерігаються за умови хмарності 10/10, 8/8. Максимальну кількість гроз виявлено влітку — 102 випадки. Взимку грози не спостерігалися.

Література

1. Школьний Є. П. Фізика атмосфери: Підручник. — К.: КНТ, 2007. — 486 с.
2. Імянітов І. М. Струм вільної атмосфери. — Л.: Гідрометеоіздат, 1965. -239 с.
3. Лучник В. М. Фізика грози. — Л.: Гідрометеоіздат, 1974. — 325 с.
4. Шишкін Н. С. Хмари, опади і грозова електрика. Вид. 2. — Л.: Гідрометеоіздат, 1964. — 401 с.

ГРОЗОВА ДІЯЛЬНІСТЬ НАД ХАРКОВОМ

Вступ. Гроза представляє собою комплексне явище, зумовлене сильною нестійкістю стратифікації атмосфери, при якому спостерігається утворення та розвиток купчасто-дощових хмар, багатократні електричні розряди у вигляді блискавки та звуковий ефект — грім [1; 3].

Своєчасне і надійне виявлення, локація і трасування грозових осередків, знання структури і часової мінливості електромагнітного випромінювання, що супроводжує грозу, є найважливішим елементом прогнозування небезпечних явищ погоди і успішного рішення прикладних задач. Найбільш складним є прогнозування внутрішньомасових гроз, які виникають в однорідній повітряній масі, як ізольовані утворення, хаотично розташовані над великими просторами.

В останні десятиліття на території України на ряді станцій максимальне число днів з грозою зросло (подекуди на 4 дні), що може бути зумовлено зміною положення висотно-фронтальної зони (ВФЗ) та посиленням меридіональних процесів. Водночас в окремих регіонах кількість днів з грозою і її тривалість зменшилася, що пояснюється змінами активності циклонічних процесів при переважанні грози фронтального походження [2].

Результати дослідження. У якості вихідної інформації використано дані бюлетенів погоди ст. 34300 Харків (аеропорт) за теплий період 2011-2015 рр., оперативна синоптична інформація, дані МПШЗ [4-8].

Виділено 230 періодів з грозою, в тому числі рахувалися випадки повторення грози кілька раз (2-3) за одну добу з переривами за строками спостереження. Найбільша повторюваність грози зафіксована в 2013 р. — 54 випадки, а мінімальна — у 2015 р. — 33 (табл. 1).

За місяцями загалом домінує червень (28 %), практично рівнозначна повторюваність грози у травні та липні — 24 і 23 % відповідно. Досить висока повторюваність грози у серпні — 16 %.

При ранньому розвитку весняних процесів останніх років у квітні спостерігався підвищений температурний режим і розвиток конвективних процесів, в результаті частка виникнення грози зросла до 5 %. Найнижчі показники відповідно до сезонних

кліматичних змін належать жовтню ~ 1 % (гроза відмічалася тільки у 2012 р.).

Таблиця 1.

Загальна повторюваність грози на ст. 34300 Харків у теплих періодах 2011-2015 рр. (кількість випадків)

| Рік | Місяць | | | | | | | Всього |
|--------|---------|---------|---------|--------|---------|----------|---------|--------|
| | квітень | травень | червень | липень | серпень | вересень | жовтень | |
| 2011 | 1 | 6 | 14 | 12 | 7 | 2 | 0 | 42 |
| 2012 | 3 | 8 | 9 | 10 | 18 | 0 | 2 | 50 |
| 2013 | 2 | 18 | 16 | 11 | 4 | 3 | 0 | 54 |
| 2014 | 3 | 17 | 15 | 8 | 8 | 0 | 0 | 51 |
| 2015 | 2 | 6 | 11 | 12 | 1 | 1 | 0 | 33 |
| Всього | 11 | 55 | 65 | 53 | 38 | 6 | 2 | 230 |

Окремо виділені періоди грозової діяльності без опадів, з опадами та за часовим критерієм — нічні та денні грози (рис. 1).

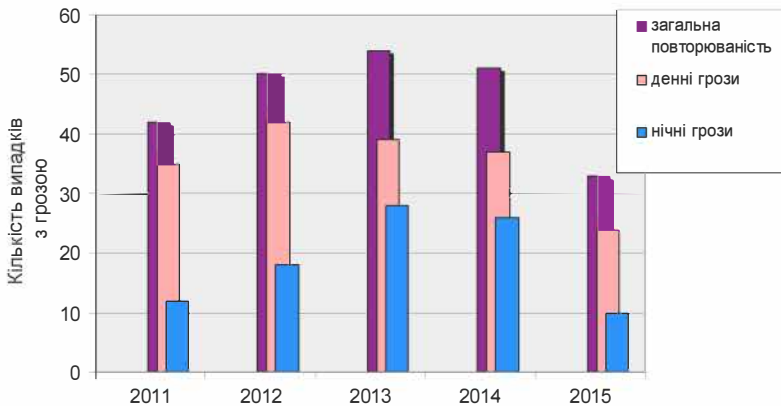


Рис. 1. Повторюваність грози на ст. 34300 Харків у теплих періодах 2011-2015 рр. (кількість випадків)

Загалом за 5 років переважали денні грози — 177 епізодів (65 %).

У 2011 р. гроза спостерігалась 42 рази, максимальна повторюваність належить літу — 33, з перевагою у червні — 14 випадків. Лише 1 випадок у квітні, а в жовтні гроза не реєструвалася. Всього за 2011 р.: 97 % гроз з опадами; подвійна перевага денної грози — 35 випадків проти 12 нічних.

2012 року максимум повторюваності зміщується на серпень — 18 випадків; у вересні не було жодного випадку з грозою. Неци-

пово низька повторюваність грози у червні — 9. Загалом за рік: 95 % випадків грози з опадами; денні грози домінували у 70 % випадків.

В 2013 р. визначено 54 періоди з грозою. Максимум зафіксований у травні, що є відхиленням від кліматичної норми; в жовтні гроза не спостерігалася. Дуже низька повторюваність грози виділяється у серпні — 4 рази. Зареєстровано 93 % випадків грози з опадами.

В 2014 р. виявлено 51 випадок з грозами. За аналогією з попереднім роком максимум у травні — 17 випадків. Рівнозначні показники у липні-серпні — по 8. У вересні та жовтні грози не відмічено. Суха гроза відзначена лише у 12 випадках (6 %). Денні грози незначно переважали — 59 %.

2015 року визначено найнижчу повторюваність грозової діяльності — 33 випадки. У серпні та вересні грози відмічалися одноразово; у жовтні грози не було. Сухі грози спостерігалися в цьому році найрідше — 6 випадків (2 %). Вдвічі частіше реєструвалися денні грози.

Сезонний розподіл грози у Харкові відповідає кліматичній нормі — найчастіше грози відмічалися в літній період — 156 випадків. Окремо за роками літні грози також домінують. Висока частка весняної грози — 66 випадків, як правило, за рахунок травневої грози. Весною найвища рівнозначна повторюваність відмічена у 2013 і 2014 рр. — по 20 епізодів, найнижчі показники у 2011 р. — 7 і 2015 р. — 8 випадків.

Мінімум грозоутворення припадає на осінь (8 випадків). При цьому 2014 року осінні грози не фіксувалися.

Розглядаючи загальну річну повторюваність за 2011-2015 рр. в холодний період грози у Харкові не спостерігалися, найбільш ранні грози — 06.04.2012 р. і 09.04.2014 р., найбільш пізня — 30.10.2012 р.

Розподіл випадків грози за типом синоптичних умов формування наведено у табл. 2.

Найбільша повторюваність належить фронтальним грозам. Загалом, фронтальних — 143 випадки (62 %), а внутрішньомасових — 89 (38 %). При цьому чітко виділяється домінування утворення грози у системах холодних фронтів — 72 випадки. Майже рівнозначна частота виникнення грози на теплих фронтах і фронтах оклюзії.

Таблиця 2.

Повторюваність грози за типами на ст. 34300 Харків, теплі періоди 2011-2015 рр.

| Рік | Тип грози | | | | | Всього |
|--------|-------------------|------------|----------|----|----|--------|
| | внутрішньо-масова | фронтальна | | | | |
| | | ХФ | втор. ХФ | ТФ | ФО | |
| 2011 | 15 | 17 | 2 | 4 | 5 | 43 |
| 2012 | 12 | 16 | 2 | 11 | 10 | 51 |
| 2013 | 25 | 15 | 1 | 7 | 6 | 54 |
| 2014 | 30 | 8 | 2 | 4 | 7 | 51 |
| 2015 | 7 | 16 | 0 | 7 | 3 | 33 |
| Всього | 89 | 72 | 7 | 33 | 31 | 232 |

Найбільша повторюваність внутрішньомасових гроз зафіксована в 2014 р. — 30 випадків (34 %), а фронтальних в 2012 р. — 29 випадків (17 %). Найнижча частка внутрішньомасових гроз у 2015 р. — 8 %, а фронтальних — у 2014 р. — 9 %.

На теплих фронтах і фронтах оклюзії грози найчастіше формувалися у 2012 р. — 11 і 10 випадків відповідно. В системах холодних фронтів найвищу повторюваність процеси грозоутворення мали у 2011 р. — 17 випадків, висока рівнозначна повторюваність також у 2012 і 2015 рр. — 10 епізодів. У системах вторинних холодних фронтів грози відмічалися рідко — 7 випадків.

Проаналізовано синоптичні процеси, за яких утворилися грозові процеси над Харковом з квітня по жовтень 2011-2015 рр.

Загалом, у циклонічних системах грози типово формувалися частіше — 190 випадків (82 %) проти 43 випадків в антициклонічних полях.

При цьому: грози у центральних частинах циклонів відмічались у 12 % випадків, з найвищим показником у 2011 р. — 9 разів. У тилу циклонів зафіксована найбільша повторюваність грозоутворення серед усіх виділених частин баричних систем — 23 %. Більшість належить 2011 р. — 13 випадків, мінімум у 2013 р. — 6. У передній частині циклону частка грози склала 7 %. Мінімум належить 2011р. — 1 випадок, максимум — 2014 р. — 4 епізоди.

Периферійні процеси мали значний відсоток повторюваності. Так, північно-західна периферія: 18 % з максимумом у 2013 р. — 11 випадків. На північно-східній периферії циклонів повторюваність грози найнижча — лише 9 випадків, при цьому у 2011 та

2012 рр. не відзначалося формування грози у цьому секторі циклону, а у 2013 та 2015 рр. лише 2 та 1 випадків відповідно.

Південні сектори близькі за повторюваністю грози — 16 і 14 випадків — відповідно південно-західна і південно-східна частина циклону.

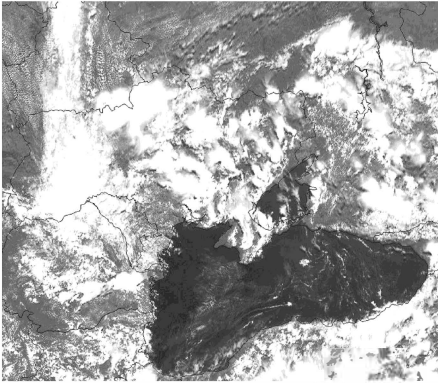
Таким чином, у системах циклонів найвища повторюваність формування грози відмічена у тилу, тобто у системі холодного фронту, та на північно-західній периферії — 42 і 34 випадки (18 та 14 %). Найменша повторюваність зафіксована на північно-східній окраїні, всього 9 випадків.

Як відомо, фронти можуть формуватися лише на периферії антициклонів внаслідок дивергенції повітряних потоків у центральних частинах максимумів. Так, у 2015 р. грози в системах антициклонів відмічалися одноразово, а 2014 р. визначається найбільша частка у 13 випадків. Найвищі показники повторюваності грози належать південно-західній периферії антициклонів — 33 % (14), при чому 8 випадків припадає на 2014 р. Близька повторюваність грози у тилувій і передній частинах антициклонів — 7 і 8 випадків відповідно. На північно-східній периферії максимумів грози не реєструвалися, на південно-східній — 1 раз у 2013 р., на північно-західній двічі також у 2013 р. В тилувій частині антициклонів грози відмічалися 8 раз, з них 6 — у 2012 р.

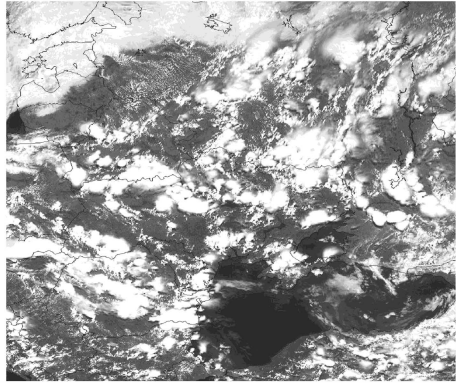
У підсумку, в антициклонічних системах грози формувалися стандартно нечасто, найбільшу повторюваність зафіксовано на південно-західній окраїні антициклонів. На північно-східній окраїні антициклонів грози не відмічалися.

Внутрішньомасові грози виникають в нестійких повітряних масах, в теплу пору року, як правило, у другій половині дня. Внутрішньомасові грози поширюються за площею окремими осередками на значній відстані один від одного (рис. 2). На знімку представлена конвективна хмарність в ТВ діапазоні — осередкова структура яскраво-білого тону вказує на потужність купчастої хмарності.

Системи мілкої конвекції не відображуються на синоптичних картах і рідко зумовлюють небезпечні явища. Проте в окремих випадках грози над Харковом розвивались саме в таких умовах. Приклади систем, утворених купчастою і купчастою потужною хмарністю, що склалися з дрібномасштабних комірок круглої або квазігексагональної форми і хмарних гряд представлені на рис. 3.

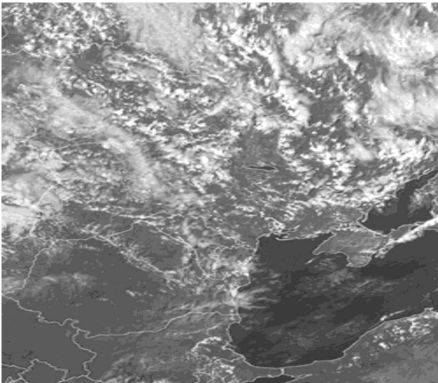


13.06.2011 р.

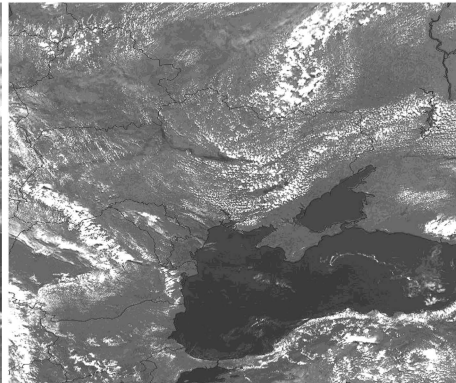


27.05.2014 р.

Рис. 2. Внутрішньомасові процеси на знімках МШСЗ



17.08.2012 р.



30.07.2014 р.

Рис. 3. Системи мілкої конвекції на знімках МШСЗ

Глибока конвекція характеризує інтенсивну конвекцію, що розвивається в нестійкій атмосфері в шарах великої вертикальної потужності.

Наведемо приклади однокоміркових і багатокоміркових гроз. Однокоміркові хмари складаються з одного конвективного осередку з висхідним потоком у центральній частині і можуть зумовлювати ізольовані грози (рис. 4). Як правило, виникають в малоградієнтних полях, при цьому однокоміркові грози є важко прогнозованими.

Багатокомірковий кластер складається одночасно з декількох осередків (комірок), при цьому кожен осередок у фіксований

момент часу знаходиться на різних стадіях свого розвитку. Кожен окремий осередок у кластері знаходиться в зрілому стані близько 20 хвилин; сам мультикомірковий кластер може існувати протягом декількох годин (рис. 5).

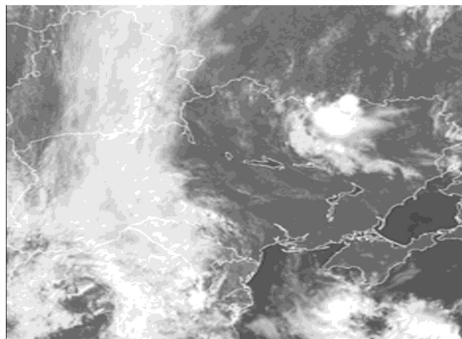
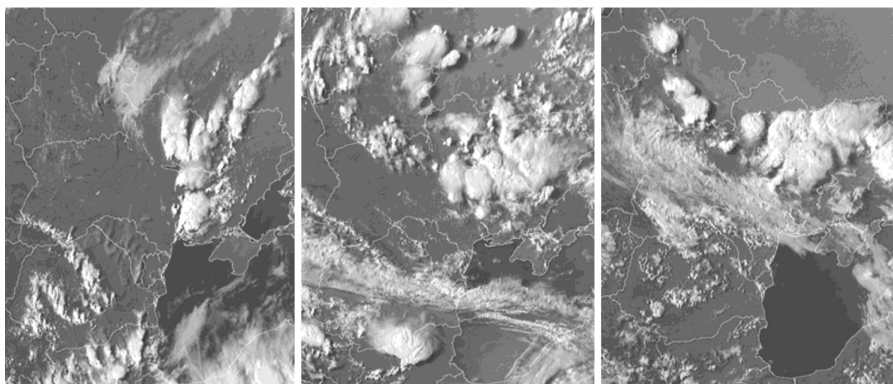


Рис. 4. Однокоміркова купчаста хмарність над сходом України на знімку МПСЗ 06.06.2012 р.



10.05.2012 р.

17.05.2013 р.

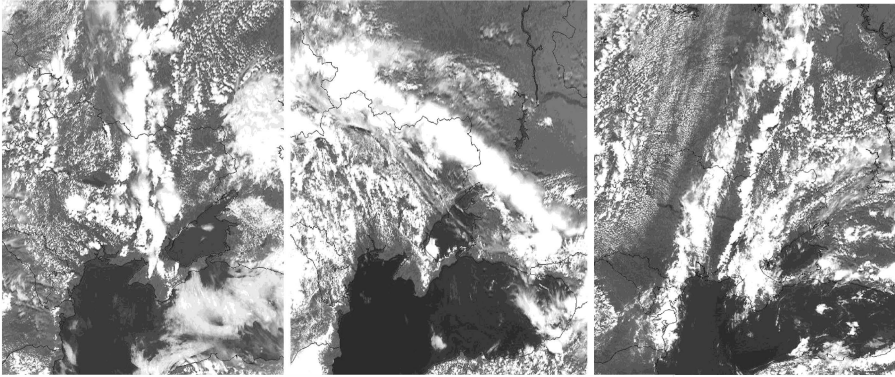
18.05.2014 р.

Рис. 5. Мультикоміркова хмарність на знімках МПСЗ

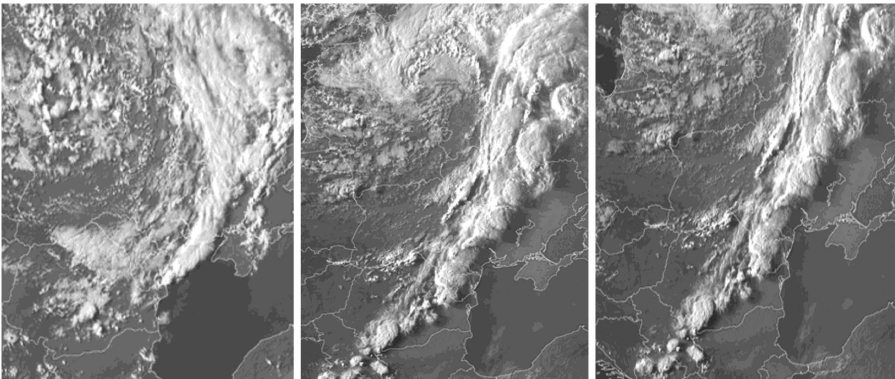
Окрему структуру утворюють лінійні грози. Багатокоміркові лінійні грози являють собою лінію гроз із тривалим, добре розвигим фронтом поривів вітру на передній лінії фронту (рис. 6).

Фронтальні грози зазвичай спостерігаються на холодних фронтах, рідше — теплих фронтах, переважно влітку, а іноді можуть виникати ранньою весною, пізно восени і навіть взимку. Приклади формування грози на холодних фронтах демонструє рис. 7. Зауважимо деяку аномальність збігу календарних дат при

переміщенні однотипної структури загостреного холодного фронту через Україну і, зокрема, Харківську область.



10.05.2012 р. 17.05.2013 р. 18.05.2014 р.
Рис. 6. Багатокоміркові лінійні грози на знімках МПЧЗ



10.05.2012 р. 17.05.2013 р. 18.05.2014 р.
Рис. 7. Грози у системах холодних фронтів на знімках МПЧЗ

Найбільш небезпечні процеси досліджуваного періоду у зоні активної конвекції (ЗАК) відзначалися 12 липня 2014 р. Зазначена хмарна зона являла собою конвективну систему потужної хмарності з викидами перистих хмар (*Ci*), які облямовують купчасто-дощове скупчення і являють собою вид хмарності з ковадел (“наковальни”). Це показова структура хмарності суперкомірки при достатньому розвитку *Cb* по вертикалі, коли їх верхні границі є зледенілими, на що вказують низькі температури межі хмарності верхнього ярусу (рис. 8).

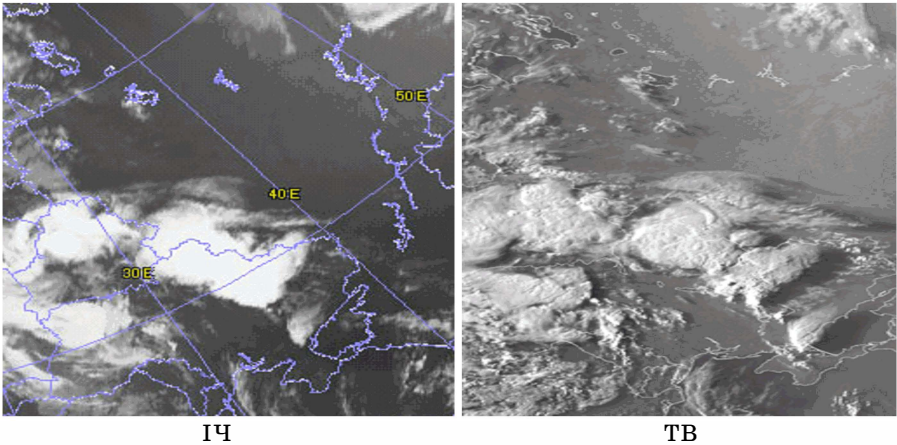


Рис. 8. Зображення суперкомірки на знімках МШСЗ
12.07.2014 р.

Як відомо, радіолокаційна інформація особливо важлива у випадках розмитих баричних полів біля поверхні землі. Достовірність інформації МРЛ про грози достатньо висока: у середньому вище ніж 88 % і має тенденцію зростання від весняного до осіннього сезону. Одним із основних параметрів радіолокаційних характеристик гроз є максимальна висота радіолуни. У разі сильно розвиненої конвекції поява *Cb* хмар з градом, смерчами, шквалами і стихійними опадами супроводжується збільшенням значень максимальних висот радіолуни. Існує критичне значення: $H_{max} \geq 13$ км, яке може виступати одним з параметрів розпізнавання зон активної конвекції [1; 3].

Так, системи суперкомірок, що спостерігалися 14.06.2012 р., 17.05.2014 р. і 15.08.2015 р. характеризувалися висотою радіолуни до 15 км при грозах, граді градації сильні (цифри коду RADOB 6, 8), зливах від помірних до сильних.

Література

1. Алексеева А. А., Глушкова Н. И. Особенности развития конвективных стихийных гидрометеорологических явлений и их прогноз // Труды ГМЦ России, 2000. — Вып. 330. — С. 90-97.
2. Заболоцька Т. М., Підгурська В. М., Шпиталь Т. М. Грозова діяльність на території України // Наук. праці УкрНДГМІ, 2007. — Вип. 256. — С. 92-98.

3. Назаренко А. В. Опасные природные явления. Часть III. — Изд.-полиграф. центр Воронежского гос. ун-та, 2008. — 62 с.
4. http://rp5.ua/Погода_в_мире
5. <http://www.eumetsat.int>
6. <http://www.wetterzentrale.de/>
7. <http://www2.wetter3.de/fax>
8. www.ncdc.noaa.gov/oa/mpp/

УДК 551.515.3

Семергей-Чумаченко А. Б., Кроленко Ю. І.

СМЕРЧІ НАД ПІВДЕННИМ ЗАХОДОМ УКРАЇНИ

Смерчі спричиняють величезні катастрофічні руйнування внаслідок досить значної сили вітрового натиску і великої різниці тиску між ним і навколишнім середовищем. За останні десятиріччя ХХ та на початку ХХІ ст. відмічається тенденція до збільшення частоти стихійних метеорологічних явищ на території України через глобальні зміни великомасштабної циркуляції атмосфери [8; 10], тому питання виявлення умов формування небезпечних погодних явищ над різними районами України зберігає актуальність.

Мета дослідження — характеристика розподілу смерчів над південно-західними областями України за 2001-2017 рр., циркуляційних та термодинамічних умов їх виникнення на прикладі Одеської, Миколаївської та Херсонської областей.

Вихідна інформація — інтерактивна база даних Європейської лабораторії сильних штормів (European Severe Storms Laboratory, ESSL) [12], синоптичні карти з архіву пакету АРМСин 3.0 та дані радіозондувань [13] над Одесою. За допомогою ресурсу [12] побудована карта локалізації смерчів над регіоном дослідження за вказаний період (рис. 1).

В результаті роботи з вихідним матеріалом виявлено 27 випадків виникнення смерчів (табл. 1) над південним заходом України з 2001 по 2017 рр., які спостерігалися над Одеською, Миколаївською і Херсонською областями: 9, 7 та 11 випадків за період дослідження. Причому, з року у рік кількість вихорів поступово зростала, як і над рештою територією України [11].

Як видно з рис. 2, більшість смерчів над регіоном (38 %) виникала у червні, також вони активно утворювалися у травні

— 25 %. З графіка добового ходу видно, що найчастіше смерчі виникали у денні години, а найрідше вони спостерігалися у нічний час.



Рис. 1. Карта розповсюдження смерчів південним заходом України за період 2001-2017 рр.

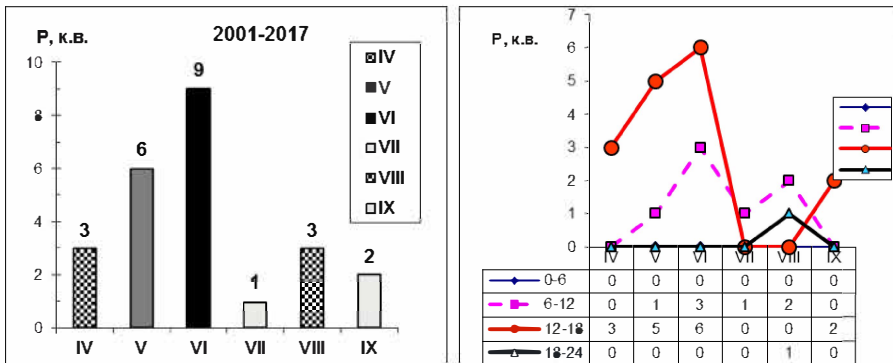


Рис. 2. Річний та добовий хід виникнення смерчів над південним заходом України з 2001 по 2017 рр.

В залежності від області помітно змінювався сезонний хід смерчеутворення (рис. 3), а саме у Миколаївській області найбільше вихорів утворилося у червні (43 %) та жодного вихорю не відмічалось у липні.

У Херсонській області також смерчі переважно відмічалися у червні, що склало 44 %, значна кількість вихорів спостерігалася у травні та серпні (по 22 %), вдвічі менше у липні (11 %), а

у квітні та вересні не було жодного вихорю. Над Одеською областю найчастіше смерчі виникали у травні (38 %), у квітні та червні їх повторюваність становила по 25 %. У найспекотніші місяці літа (липень та серпень) вихорі не відмічалися взагалі (табл. 1). Виявилось, що за 17 років смерчі у липні спостерігалися лише двічі над Херсонщиною — 3 липня 2013 р. та 26 липня 2017 р. у серпні кількість вихорів зростає до трьох.

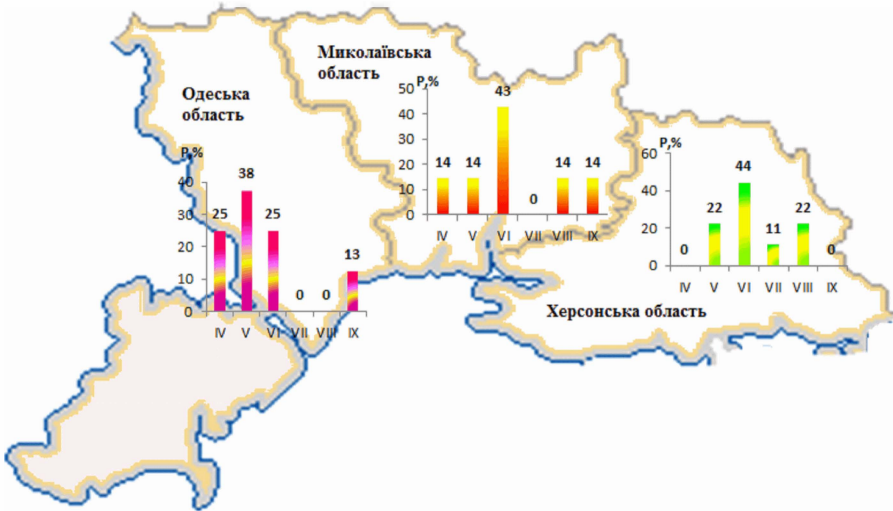


Рис. 3. Річний хід активності смерчеутворення над областями південного заходу України

Таблиця 1.

Дані про смерчі над південним заходом України 2001-2017 рр.

| № п/п | Дата | Час, UTC | Населений пункт | Координати | |
|-----------------------------|------------|----------|-----------------|------------|---------|
| | | | | φ, пн.ш. | λ, сх.д |
| Миколаївська область | | | | | |
| 1 | 15.06.2001 | 16:00 | Калинівка | 47°23' | 32°97' |
| 2 | 11.08.2006 | 22:00 | Миколаїв | 46°97' | 32°00' |
| 3 | 28.06.2007 | 17:00 | Миколаїв | 47°00' | 32°05' |
| 4 | 21.04.2014 | 14:00 | Новий Степ | 47°32' | 31°45' |
| 5 | 03.05.2014 | 13:30 | Миколаїв | 46°98' | 32°09' |
| 6 | 06.09.2015 | 13:50 | Костянтинівка | 47°10' | 31°94' |
| 7 | 01.06.2016 | 10:18 | Кандибине | 47°18' | 32°04' |
| 8 | 10.05.2016 | 13:00 | Привілля | 46°16' | 33°33' |

Продовження таблиці 1.

| № п/п | Дата | Час, UTC | Населений пункт | Координати | |
|---------------------------|------------|----------|------------------------|------------|--------|
| Херсонська область | | | | | |
| 1 | 13.08.2002 | 09:00 | Херсон | 46°25' | 32°90' |
| 2 | 30.06.2010 | 15:00 | Чернянка | 46°65' | 33°40' |
| 3 | 29.06.2013 | 15:00 | Велика Олександрівка | 47°31' | 33°32' |
| 4 | 03.07.2013 | 11:30 | Нова Каховка | 46°72' | 33°37' |
| 5 | 23.06.2014 | 07:45 | Щасливцеве | 46°04' | 34°94' |
| 6 | 28.05.2015 | 13:15 | Новоолексіївка | 46°23' | 34°64' |
| 7 | 11.06.2015 | 15:00 | Генічеськ | 46°18' | 34°85' |
| 8 | 20.08.2015 | 09:00 | Щасливе | 46°05' | 34°90' |
| 9 | 10.05.2016 | 13:00 | Привілля | 46°16' | 33°33' |
| 10 | 09.06.2017 | 12:00 | Нова Збуриївка | 46°41' | 32°39' |
| 11 | 26.07.2017 | 08:30 | Чорне море | 46°09' | 33°06' |
| Одеська область | | | | | |
| 1 | 20.04.2005 | 15:00 | Китай | 45°58' | 29°22' |
| 2 | 26.05.2005 | 15:00 | Білгород-Дністровський | 46°20' | 30°35' |
| 3 | 18.09.2005 | 14:00 | Одеса | 46°47' | 30°73' |
| 4 | 22.04.2012 | 12:00 | Петрівка | 48°00' | 29°27' |
| 5 | 06.06.2012 | 15:00 | Авангард | 46°47' | 30°60' |
| 6 | 07.06.2013 | 09.30 | Одеса | 46°40' | 30°68' |
| 7 | 28.05.2014 | 11.00 | Софіївка | 47°02' | 31°00' |
| 8 | 10.05.2016 | 13:10 | Велике Бурилове | 47°78' | 29°29' |
| Всього: 27 | | | | | |

Отже, над південним заходом України смерчі частіше виникали з 2001 по 2017 рр. над Херсонщиною у післяполудневі години. Над всім регіоном більшість вихорів спостерігалось у травні та червні, квітень та вересень характеризувалися помірною активністю їх формування.

Відомо [1-6], що утворенню смерченебезпечної хмарності, сприяє перегрів повітря у приземному шарі на невеликих площах порівняно з навколишнім простором.

В [2; 5; 7] виділяють п'ять метеорологічних та синоптичних ознак, які сприяють утворенню смерчів:

1. Наявність динамічного фактора, який забезпечує підйом теплого то вологого повітря нижньої тропосфери уверх, що має

місце у зонах хвилеутворення, циклонах, на атмосферного фронтах та на розділах повітряних мас з різною вологістю.

2. Велика конвективна нестійкість в атмосфері, яка характеризується вертикальними градієнтами температури, значно більшими волого адіабатичних.
3. Сильні, з великим вертикальним зсувом, південно-західні вітри у середній та верхній тропосфері (наявність потужної струминної течії) та існування у приграничному шарі атмосфери струминної течії нижніх рівних рівнів, які мають південно-східний та південний напрямок.
4. Потік з півдня та південного сходу вологого повітря в шарі земля-1000 м та сухого повітря з заходу та південного заходу в шарі 1000-2000 м.
5. Наявність затримуючого шару вище приграничного шару, внаслідок чого утворення потужних купчасто-дощових хмар відбувається “вибуховим” способом.

З аналізу описів шквалів та смерчів, що проводилися в УкрГМЦ, виявлено ряд додаткових ознак, які характерні для синоптичних ситуацій при яких спостерігались смерчі на території України [2; 5]:

1. Атмосферний тиск на поверхні землі 995-1000 гПа; падіння тиску у теплому повітрі та ріст у холодному — 3-5 гПа/3 год.
2. Контрасти температур у фронтальній зоні біля земної поверхні перевищує 8-10 °С/300 км, а в шарі 500-1000 гПа — 18-20 дам/1000 км.
3. Сходимість ізогіпсів вздовж потоку в середній тропосфері.
4. Перед виникненням смерчів у денні години часто спостерігаються високі температури повітря, які переважно досягають 25-30 °С.
5. Найчастіше смерчі виникають при:
 - 5.1. переміщенні через територію України циклонів з південного заходу та півдня;
 - 5.2. розташуванні осі висотної улоговини на АТ-500 на схід від меридіану 10⁰ сх.д.;
 - 5.3. розміщенні над Скандинавією циклонів, які простежуються до висоти 5-9 км;
 - 5.4. південно-західній та південній орієнтації ВФЗ, та навіть наявності аномально орієнтованої південно-східної ВФЗ.

6. Верхня межа хмарності за даними МРЛ 9-13 км. та може досягти 15-17 км, перевищуючи нижню межу тропопаузи. Нижня межа хмарності найчастіше фіксується висотою 200-300 м.
7. Вологонасиченість повітря біля поверхні землі 10-15 г/кг.
8. Наявність струминної течії нижніх рівнів, що орієнтована перпендикулярно атмосферному фронту.
9. У більшості випадків на знімках штучних супутників землі (ШСЗ) з деякою завчасністю можна виявити осередок яскравої та щільної хмарності з викидами перистої хмарності у напрямку повітряного потоку в середній тропосфері в середній тропосфері та наявність струминної течії з холодної сторони, що вказує на відділення хмарного осередку від фронтальної хмарності та може бути ознакою формування самостійного мезоциклону з власною циркуляцією. Найчастіше хмарні осередки мають форму коми або підкови та дуже швидко збільшуються.

Якщо проаналізувати випадки, коли над південним заходом України спостерігалися смерчі, то можна оцінити сприятливість метеорологічних та аеросиноптичних умов виникненню небезпечних вихорів. Результати цього аналізу зведені у табл. 2, та підрахована сума всіх виявлених чинників.

Отже, найбільша кількість характерних ознак виявилось напередодні випадків: 1 червня 2016 р. у Миколаївській області, 30 червня 2010 р. та 28 травня 2015 р. у Херсонській області, 18 вересня 2005 р. у Одеській області, хоча ці вихори не відрізнялися значною інтенсивністю — лише F0 за шкалою Фуджіта.

В цілому, смерчі над південним заходом України виникали при відносно високих значення атмосферного тиску — від 1005 до 1015 гПа, а найнижчий тиск спостерігався перед останнім випадком у Миколаївській області, тобто 1 червня 2016 та становив не менш ніж 1000 гПа.

Цікаво, що значні градієнти приземної температури відмічався у дев'яти випадках, а за їх відсутністю утворювалися 15 смерчів. Над Одеською та Миколаївською областями було лише по два вихорю за умови термічно неоднорідного поля, тоді як над Херсонською областю подібних явищ відбулося більше половини (5 випадків).

Сходимість ізогіпсів вздовж потоку в середній тропосфері оцінювалася по полю геопотенціалу на рівнях 700-500 гПа, та виявилось, що лише у двох випадках над Миколаївською областю виявилася помітна конвергенція ізоліній, решта смерчів формувалася при майже прямих паралельних ізогіпсах. Над Одеською областю половина смерчів виникала за умов сходимості потоків, а над Херсонською областю всі випадки утворювалися при її відсутності.

Таблиця 2.

Нааявність ознак смерчеутворення напередодні над південним заходом України 2001-2016 рр.

| Область | Дата | Місяць | Рік | Ознаки | | | | | | | | | | | | Сума |
|--------------|------|--------|------|--------|---|---|---|-----|-----|-----|-----|---|---|---|---|------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5.1 | 5.2 | 5.3 | 5.4 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Миколаївська | 15 | 6 | 2001 | - | - | - | - | - | + | + | + | - | + | - | + | 5 |
| | 11 | 8 | 2006 | - | - | - | - | + | + | - | + | - | - | + | + | 5 |
| | 28 | 6 | 2007 | - | - | - | + | - | + | + | + | - | - | - | + | 5 |
| | 21 | 4 | 2014 | - | - | - | - | + | - | + | + | + | - | - | + | 5 |
| | 3 | 5 | 2014 | - | - | + | - | - | + | + | + | + | - | - | + | 6 |
| | 6 | 9 | 2015 | - | + | - | - | + | + | + | + | + | - | + | + | 8 |
| | 1 | 6 | 2016 | + | + | + | - | + | + | + | + | + | + | - | + | 10 |
| Херсонська | 13 | 8 | 2002 | - | - | - | + | - | - | + | + | + | - | - | + | 5 |
| | 30 | 6 | 2010 | - | - | - | + | - | + | + | + | + | - | + | + | 7 |
| | 29 | 6 | 2013 | - | - | - | + | - | + | + | + | - | - | - | + | 5 |
| | 3 | 7 | 2013 | - | + | - | - | - | + | + | + | + | - | - | + | 6 |
| | 23 | 6 | 2014 | - | - | - | - | - | + | + | + | - | - | - | + | 4 |
| | 28 | 5 | 2015 | - | + | - | - | + | + | + | + | + | - | - | + | 7 |
| | 11 | 6 | 2015 | - | + | - | + | - | + | + | - | + | - | - | + | 6 |
| | 20 | 8 | 2015 | - | + | - | - | - | + | + | - | + | - | + | + | 6 |
| | 10 | 5 | 2016 | - | + | - | - | - | + | - | - | + | - | - | + | 4 |
| | 9 | 6 | 2017 | - | + | - | - | - | + | + | - | + | - | + | + | 6 |
| 26 | 7 | 2017 | - | + | - | - | - | + | - | - | + | - | - | + | 4 | |
| Одеська | 20 | 4 | 2005 | - | - | + | - | + | + | + | + | + | - | - | + | 7 |
| | 26 | 5 | 2005 | - | - | - | + | + | + | + | - | + | + | + | + | 8 |
| | 18 | 9 | 2005 | - | + | - | + | + | + | + | + | + | + | + | + | 10 |
| | 22 | 4 | 2012 | - | - | + | - | - | + | - | + | + | - | - | + | 5 |
| | 6 | 6 | 2012 | - | - | + | - | + | + | + | + | + | - | + | + | 8 |
| | 7 | 6 | 2013 | - | - | - | - | + | + | + | + | + | + | + | + | 8 |
| | 28 | 5 | 2014 | - | - | + | - | - | + | - | + | + | + | + | + | 7 |
| | 10 | 5 | 2016 | - | + | - | - | - | + | - | - | + | - | - | + | 4 |

Цікаво, що високий фон приземної температури відмічався у семи випадках, а у відсутності спеки утворювалися 17 смерчів (при температурі не вище 15-22 °С). Над Миколаївською областю був лише один вихор за умови спекотної погоди, над Одеською областю спостерігалось 2 випадки, тоді як над Херсонською областю подібних явищ відбулося менше половини (4 випадки), отже більшість смерчів виникло при відсутності спеки.

Як показав аналіз синоптичної інформації, у 10 випадках формування смерчів з 24 спостерігалось переміщення циклону з півдня або південного сходу на північ або північний захід. Над Одеською та Миколаївською областями подібна ситуація складалася у більшості випадків, на відміну від Херсонської, де лише одного разу (28 травня 2015 р.) циклон пересувався з південного заходу на північний схід.

Наявність висотної улоговини на рівні 500 гПа була характерною для всього південно-західного регіону України під час формування смерчів, за винятком двох випадків (21 квітня 2014 р. у Миколаївській області та 13 серпня 2002 р. у Херсонській області).

Присутність циклону над Скандинавією не спостерігалася лише п'ять разів, причому над Одеською областю тричі та по одному разу над рештою регіону. Отже 80 % смерчів над нашими областями утворювалися за наявності глибокого циклону над Скандинавією, решта вихорів формувалася при іншій локалізації подібного баричного утворення.

Що стосується орієнтації ВФЗ, то характерна для розвитку небезпечної конвекції меридіональна не виявилася лише у п'яти випадках над Херсонською та Одеською областями, що не заважало розвитку потужної конвективної хмарності. Над Миколаївською областю всі вихори розвивалися при меридіональних потоках південних напрямків.

Верхня межа хмарності за даними метеорологічних радіолокаторів, розрахунків на аерологічних діаграмах або за супутниковими знімками жодного разу не опускалася нижче 9 км на передодні виникнення смерчу над Одеською областю. Над рештою регіону практично третина явищ утворювалася при менш високих хмарах.

Вологонасиченість повітря біля поверхні землі у чверті випадках спостерігалася від 10-11 до 11-13 г/кг, тобто відповідала типовому значенню 10-15 г/кг. Всі смерчі над Херсонською об-

ластю спостерігалися при відносно сухому повітрі — 8-9 та 10-11 г/кг. Порівняно с іншими областями більш вологе повітря біля землі напередодні смерчу виявилось в Одеській області, майже половина вихорів виникала при значній вологонасиченості.

Струминні течії нижніх рівнів з перпендикулярною орієнтацією до фронту виявлені за даними радіозондів (00 UTC) та полів швидкості вітру та ліній току [27] (00 і 12 UTC) у 38 % випадках над південним заходом України, причому у 63 % над Одеською областю низькі течії передували смерчам на відміну від інших областей.

Характерна потужна купчасто-дощова хмарність з викидами перистих хмар за напрямом потоку спостерігалася кожен раз за декілька годин до виникнення смерчу.

Отже, характерна хмарність властива кожному смерчу, але циркуляційні умови, фон температури та вологості, аерологічна структура можуть відрізнятися один від одного за виключенням меридіональної улоговини на рівні 500 гПа для всіх випадків.

Останній вихор над південним заходом України спостерігався 9 червня 2017 р., коли Херсонська область знаходилася під впливом улоговини малоазійської депресії. Холодний фронт зміщувався на фоні контрасту температури повітря, та активність фронту спостерігалася на лінії розділу море-суша (рис. 4).

За даними приземної карти за 26 липня 12 UTC південний захід України знаходився під впливом поля зниженого тиску, але спостерігалось зміщення фронтальної системи з північного заходу України. Через Київську область та райони Молдови зміщувався холодний фронт на фоні контрасту температур (перед фронтом спостерігалась максимальна температура повітря 31,1 °C, за фронтом 21,6 °C) — умови для виникнення шквалів.

При прогнозуванні виникнення грози, граду, шквалу та інших небезпечних явищ погоди, які обумовлені розвитком конвекції, практикується використання значень індексів, що характеризують конвекцію за низкою параметрів [3; 9].

Для аналізу готовності атмосфери напередодні смерчів залучені аерологічні діаграми за строк 00 UTC над ст. Одеса-ГМО та розрахунки індексів нестійкості атмосфери у 00 та 12 UTC, що отримані за допомогою ресурсу [13], причому для строку 00 UTC проводилися як безпосередні розрахунки за даними радіозонду, так і за [13], які практично не розходилися у своїх значеннях (табл. 3).

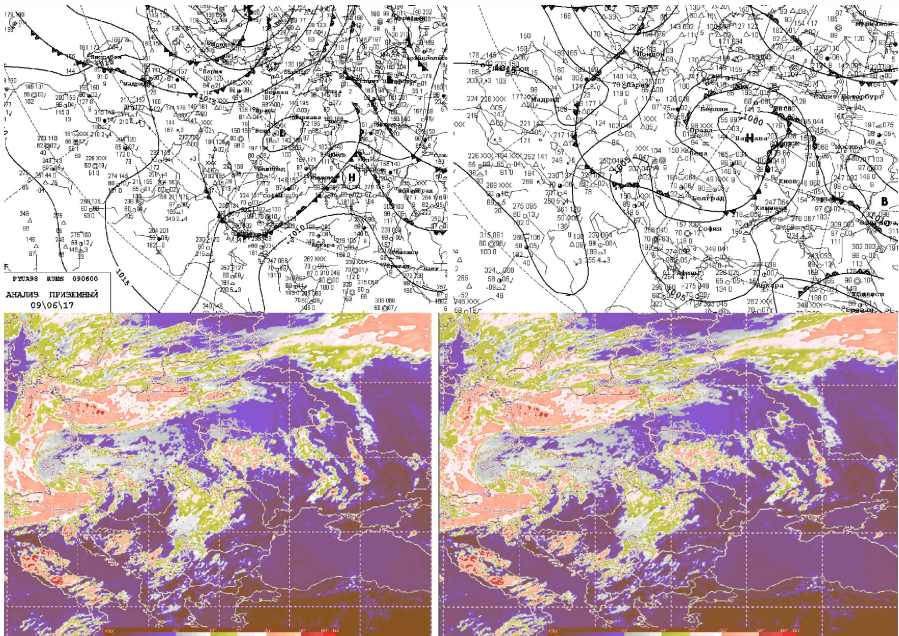


Рис. 4. Синоптичні карти та супутникові знімки
09.06.2017 р. 00 та 12 UTC

Число Вайтінга або K index демонструє готовність атмосфери до виникнення декількох гроз на 20-50 % території, яка забезпечується прогнозом. Вертикальний індекс перевищує у більшості випадків 25°C , тобто тропосфера має високий потенціал конвективної нестійкості, який достатній для утворення гроз. За значенням індексу СТ (Cross total), в атмосфері була присутня енергія нестійкості при якій можливі сильні грози 5 разів, а у 3 випадках індекс не виявив умов для розвитку конвекції взагалі.

Підсумковий індекс (ТТ) свідчить про значну кількість вогнищ сильних гроз та окремі осередки зі смерчем вдень над Одеською областю лише двічі: 26 травня 2005 р. та 22 квітня 2012 р. По одному разу виявлялися за значенням ТТ умови для розвитку конвекції у кожній області, та третина вихорів виникла при $\text{ТТ} < 44$, тобто коли за вказаним індексом не очікується умов для грозової діяльності. Решта випадків — розсіяні грозові осередки.

За значенням комплексного індексу SWEAT для більшості випадків не було умов для виникнення сильних гроз в обидва строки за винятком 26 травня 2005 р., коли спостерігався висока рівень приземної температури над Одеською областю.

Додатні значення (17 випадків) індексу підйому (Lifted index) передбачають наявність інверсії температури, коли атмосфера дуже стійка та є розвинені низхідні рухи повітря, хоча супутникові знімки свідчать про купчасто-дощову хмарність. Лише двічі (13 серпня 2002 р. та 29 червня 2013 р.) індексу підйому знизився до -6...-4, що вказувало на високу нестійкість атмосфери та можливість гроз напередодні смерчів над Херсонською областю. Індекс Шоултера жодного разу не досягнув критерію (-6), при яких можливі сильні грози, шквали та смерчі.

Таблиця 3.

Значення індексів конвекції за даними радіозондування на ст. Одеса-ГМО напередодні смерчів південного заходу України

| Рік | Срок | F | K index | Vertica | Cros | Total | SWEA | Lifted | Showalter | RRN |
|------|-------|----|---------|---------|------|-------|------|--------|-----------|-----|
| 2001 | 16:00 | F0 | 23 | 21 | 18 | 40 | 117 | 8 | 6 | 1 |
| 2006 | 22:00 | F0 | 31 | 28 | 22 | 51 | 205 | 2 | -1 | 36 |
| 2007 | 17:00 | F0 | 22 | 27 | 19 | 46 | 137 | 0 | 3 | 0 |
| 2014 | 14:00 | F0 | 19 | 27 | 20 | 48 | 9 | 4 | 4 | 72 |
| 2014 | 13:30 | F0 | 26 | 30 | 24 | 54 | 149 | 1 | 1 | 76 |
| 2015 | 13:50 | F0 | 20 | 25 | 12 | 37 | 128 | 3 | 9 | 7 |
| 2016 | 10:18 | F0 | 16 | 28 | 18 | 46 | 94 | 1 | 3 | 2 |
| 2002 | 9:00 | F0 | 30 | 28 | 18 | 47 | 244 | -4 | 1 | 11 |
| 2010 | 15:00 | F0 | 30 | 25 | 24 | 48 | 180 | 4 | -1 | 1 |
| 2013 | 15:00 | F0 | 35 | 32 | 21 | 53 | 174 | -6 | -1 | 36 |
| 2013 | 11:30 | F0 | 7 | 21 | 15 | 39 | 93 | 7 | 7 | 21 |
| 2014 | 7:45 | F0 | 17 | 27 | 21 | 47 | 100 | 4 | 4 | 1 |
| 2015 | 13:15 | F0 | 24 | 23 | 19 | 41 | 48 | -1 | 6 | 25 |
| 2015 | 15:00 | F0 | 15 | 27 | 14 | 41 | 6 | 4 | 7 | 5 |
| 2015 | 9:00 | F0 | 25 | 23 | 18 | 41 | 91 | 6 | 7 | 0 |
| 2017 | 12:00 | F1 | 23 | 26 | 23 | 51 | 27 | 2 | 4 | 12 |
| 2017 | 8:30 | F2 | 32 | 26 | 21 | 48 | 149 | 1 | 1 | 0 |
| 2016 | 13:00 | F0 | 18 | 29 | 22 | 48 | 71 | 9 | 2 | 2 |
| 2005 | 15:00 | F0 | 24 | 26 | 21 | 49 | 42 | 10 | 4 | 1 |
| 2005 | 15:00 | F2 | 30 | 32 | 24 | 57 | 303 | -3 | 3 | 23 |
| 2005 | 14:00 | F0 | 35 | 23 | 23 | 42 | 179 | 13 | -1 | 118 |
| 2012 | 12:00 | F0 | 29 | 29 | 26 | 55 | 181 | 3 | 0 | 15 |
| 2012 | 15:00 | F0 | 24 | 30 | 24 | 53 | 233 | -1 | -1 | 3 |
| 2013 | 9:30 | F0 | 28 | 28 | 22 | 49 | 73 | 2 | 2 | 4 |
| 2014 | 11:00 | F0 | 30 | 30 | 18 | 47 | 43 | -3 | 3 | 132 |
| 2016 | 13:10 | F0 | 23 | 26 | 23 | 51 | 27 | 2 | 4 | 12 |

Індекс BRN не виявляв умов для формування суперосередків в обидва строки, за виключенням чотирьох випадків, з яких імовірні потужні суперосередки: 21 квітня та 3 травня 2014 р. над Миколаївською областю, 18 вересня 2005 р. та 28 травня 2014 р. над Одеською областю.

Висновки

1. Над південним заходом України з 2001 по 2017 рр., виявлено 27 випадків виникнення смерчів, з відносною перевагою активності їх утворення над Херсонщиною (11 випадків).
2. Більшість смерчів над регіоном (38 %) виникала у червні, також вони активно утворювалися у травні — 25 %. Найчастіше смерчі виникали у денні часи, рідше вони спостерігалися у нічний час.
3. В залежності від області помітно змінювався сезонний хід смерчеутворення, а саме у Миколаївській та Херсонській областях найбільше вихорів утворилося у червні, а над Одеською областю найчастіше смерчі виникали у травні.
4. Характерна хмарність властива кожному смерчу, але циркуляційні умови, фон температури та вологості, аерологічна структура можуть відрізнятися один від одного за виключенням меридіональної улоговини на рівні 500 гПа для всіх випадків.
5. Напередодні виникнення вихорів над південним заходом України тропосфера мала високий потенціал конвективної нестійкості, що достатній для утворення гроз, але безпосередньо не вказує на небезпеку утворення смерчу через локальній масштаб вихорю, крім того індекси конвекції по-різному відображають стан термічної стійкості.

Література

1. Будилина Е. М., Прох Л. З., Снитковский А. И. Смерчи и шквали умеренных широт. — Л.: Гидрометеоиздат, 1976. — 32 с.
2. Волеваха В. А., Токарь Н. Ф. Шквали и смерчи на Украине в 1984-1985 гг. // Труды УкрНИГМИ. — 1987. — Вип. 225. — С. 46-55.
3. Івус Г. П. Спеціалізовані прогнози погоди — Одеса: ТЕС, 2012. — 407 с.

4. Івус Г. П., Семергей-Чумаченко А. Б. Смерчи и струйные течения низких уровней (обзор лит. источн.) // Культура народов Причерноморья. — 2006. — № 73. — С. 156-158.
5. Івус Г. П., Семергей-Чумаченко А. Б., Агайар Е. В. Оценка эффективности использования спутниковой информации для прогнозирования смерчеопасных ситуаций над югом Украины // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. Государственная гидрометеорологическая служба Украины. — 2010. — № 1 (11). — С. 43-53.
6. Лесков Б. Н., Пірнач Г. М., Сирота М. В., Шпиг В. М. Смерчі у Криму 22 липня 2002 року // Наук. праці УкрНДГМІ. — 2007. — Вип. 256. — С. 75-91.
7. Ромов А. И. Причины образования смерчей и рекомендации к анализу и прогнозу смерчеопасных ситуаций // Труды УкрНИГМИ. — 1988. — Вып. 233. — С.23-29.
8. Осадчий В. І., Бабіченко В. М. Динаміка стихійних метеорологічних явищ в Україні // Український метеорологічний журнал. — 2012. — № 4. — С. 8-14.
9. Семергей-Чумаченко А. Б. Гидродинамические характеристики нижней тропосферы над Украиной перед возникновением смерчей. — Одеса: Екологія, 2008. — Вип. 50, Ч. І. — С. 94-100.
10. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.) / За ред. В. М. Липінського, В. І. Осадчого, В. М. Бабіченко. — К.: Ніка-Центр, 2006. — 312 с.
11. Semergei-Chumachenko A. B., Krolenko Y. I. Tornadoes over Ukraine in 2001-2016 // in SWorld Journal, Issue № 12 (Scientific world, Ivanovo, 2017) — URL: <http://www.sworldjournal.com/e-journal/j12.pdf> (date:30/03/2017) — P. 30-35 — Article CID Number: j12-034, DOI:10.21893/2227-6920.2017-12.034
12. European Severe Weather Database. — <http://www.essl.org/ESWD>
13. <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

АЕРОСИНОПТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ШКВАЛУ НА ОДЕЩИНІ 7 СЕРПНЯ 2016 РОКУ

Вступ. Особливості географічного положення України, синоптичних процесів і різноманітність кліматичних умов сприяють частому виникненню стихійних гідрометеорологічних явищ (СГЯ) і створюють надзвичайну складність розподілу їх у просторі та часі. Надзвичайно актуальною задачею синоптиків-прогнозістів є дослідження стихійних явищ погоди, пов'язаних із зонами активної конвекції.

Одним із типових проявів інтенсивної конвекції є шквал, який залежно від інтенсивності конвекції може охоплювати від декількох сотень квадратних метрів (локальні шквали, пов'язані з купчасто-дошовими хмарами, що розвиваються в однорідній повітряній масі) до зон мезомасштабу (шквали, пов'язані з відповідними конвективними системами).

Територія Одещини за даними останніх досліджень вчених УкрГМІ [1; 4] входить до шквалонебезпечної зони. Слід відмітити, що в останні роки майже щорічно тут спостерігались шквали, що відносяться до СГЯ. Поряд з цим Північно-Західного Причорномор'я має лише один пункт аерологічного зондування атмосфери на ст. Одеса-ГМО, мережа радіолокаційних спостережень взагалі відсутня. Тому для причорноморського регіону, не забезпеченого якісною аеросиноптичною інформацією, дуже актуальною є проблема прогнозу конвективних явищ, і шквалу зокрема.

Матеріали та методи досліджень. У роботі досліджено та виявлено регіональні особливості розподілу шквалів по території Одеської, Миколаївської та Херсонської областей за період 2007-2016 рр. з квітня-місяця по жовтень включно. Враховуючи локальність явища, дані про шквали розглядалися як для окремих пунктів, так і для адміністративних областей. Детально досліджено аеросиноптичні умови, що сприяли виникненню шквалу 7 серпня 2016 року на Одещині.

Результати досліджень та їх аналіз. Як зазначається в роботі [2] найбільш шквалонебезпечним є південь України, зокрема Одеська область (понад 6 шквалів у середньому за рік). За останнє десятиріччя в Одеській області, найбільшій за площею у Північно-Західному Причорномор'ї, спостерігалось 132 шквали, що

становить в середньому за рік 13,2 шквали і значно перевищує попередній показник, у Миколаївській області зафіксовано 22 шквали, у Херсонській — 41. Із них за інтенсивністю 15 випадків відноситься до сильних шквалів, 164 — помірних та 16 — слабких (рис. 1).

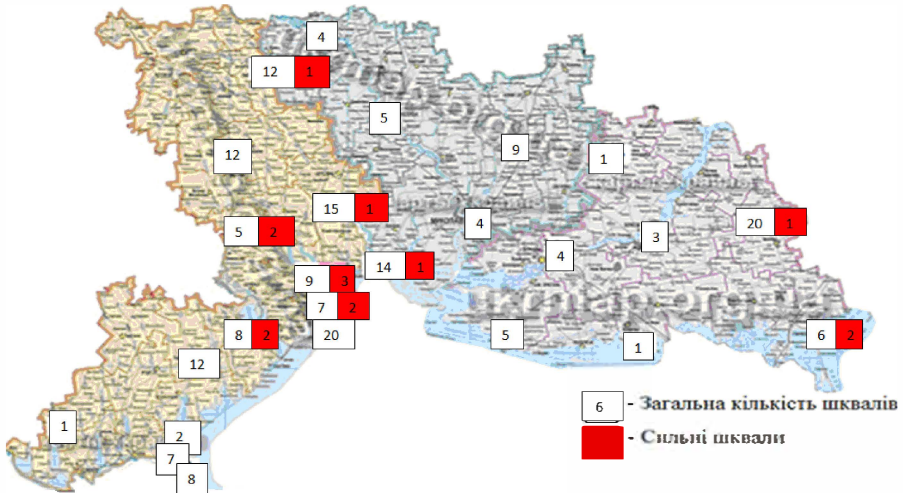


Рис. 1. Територіальний розподіл шквалів у Північно-Західному Причорномор'ї за період 2007-2016 рр.

На прикладі Одеської області особливо помітно, що значний вплив на формування шквалів здійснює фізико-географічне положення метеорологічних станцій. Відомо [3], що активна конвекція розвивається у місцевостях з неоднорідною підстильною поверхнею. Просторовий розподіл шквалів на Одещині має плямистий характер. Так, найбільша повторюваність (число випадків) шквалів спостерігається на станціях, розташованих уздовж узбережжя Чорного моря: Усть-Дунайськ (7), Чорноморськ (Іллічівськ) (20), Паромна переправа (8), Одеса (7), Одеса-АМСЦ (8), Порт-Південний (14) та у Білгород-Дністровському (8), що на березі Дністровського лиману. На Одещині також виділяються станції на півночі області: Любашівка (12 шквалів), Затишшя (12), Сербка (15), особливістю яких є пагористий рельєф місцевості.

Отже, найчастіше шквали спостерігалися поблизу великих водних об'єктів та на станціях з орографічно неоднорідним рельєфом. Це пояснюється тим, що термічна конвекція, яка найчасті-

ше спостерігається у теплу пору року, найбільш інтенсивно розвивається над неоднорідною підстильною поверхнею за рахунок нерівномірного прогріву останньої. При переміщенні фронтальних розділів вимушена конвекція посилюється над орографічними перешкодами, а наявність водних об'єктів є додатковим джерелом вологи.

У другій частині даного дослідження розглянемо аеросиноптичні умови формування шквалу 7 серпня 2016 року в Одеській області. Синоптична ситуація (рис. 2) визначалась наближенням холодної ділянки полярного фронту з заходу, яка проходила з півночі європейської Росії через територію Білорусі, Західної України на північ Італії, після чого повертала на північний захід до Великобританії. Територія Західної Європи перебувала під впливом азорського антициклону з центром над Біскайською затокою. У східному напрямку вплив антициклону проявився у вигляді потужного відрогу з окремим виділеним центром. Північ Європейського континенту знаходилась у циклонічному полі. Погодні умови південно-східної частини території України визначались баричною улоговиною з Близького Сходу з незначними градієнтами тиску.

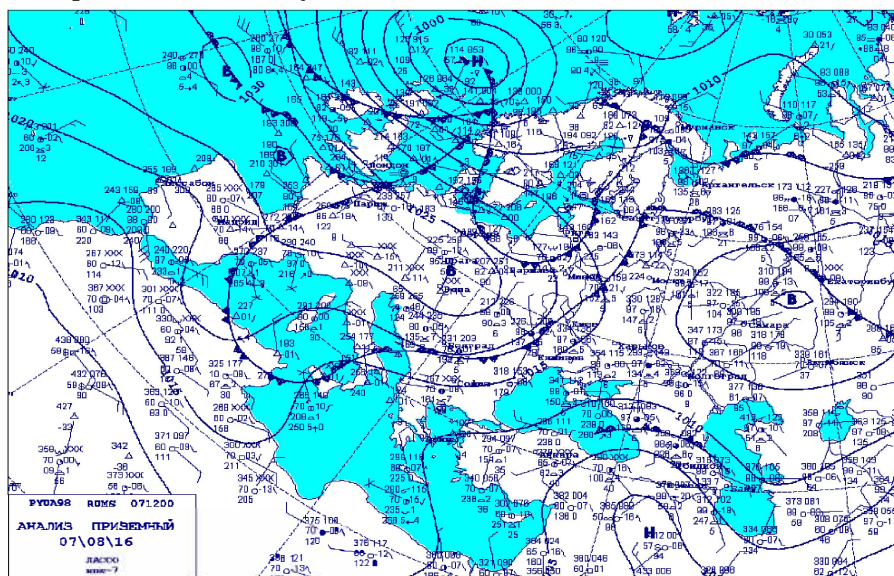


Рис. 2. Аналіз приземний за 07.08.2016 р., 12 МСЧ

Дані нічного радіозондування атмосфери (рис. 3) свідчать про наявність приземної та піднесеної інверсій у прилеглому до поверхні землі 600-метровому шарі, а отже у нижньому шарі тропосфери стратифікація стійка. Позитивна енергія нестійкості відмічається вище граничного шару між поверхнями 670 та 570 гПа, тобто можна вважати, що у нічні строки атмосфера стратифікована стійко, за винятком вище зазначеного шару.

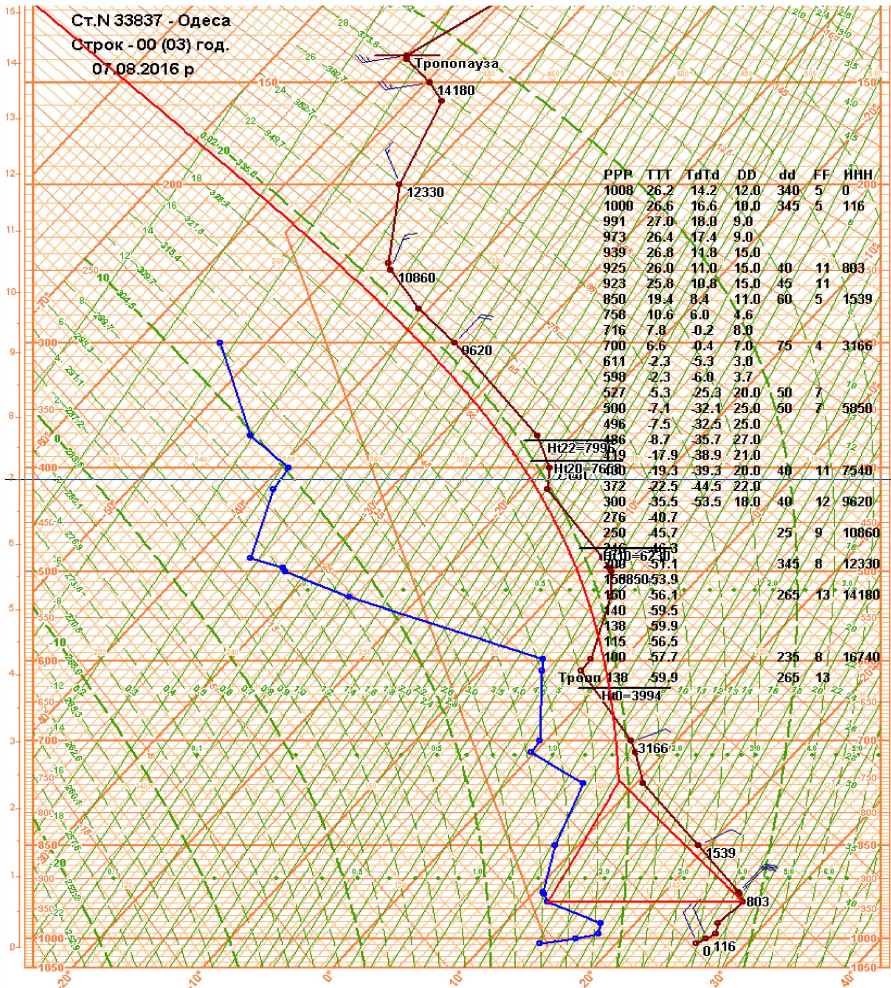


Рис. 3. Аерологічна діаграма за 07.08.2016 р., 00 МСЧ

Слід відмітити значні дефіцити вологості повітря у товщі тропосфери, що становлять 11 °С на поверхні АТ-850, 7 °С — на АТ-700. Вище 4 км повітря було дуже сухим, дефіцити точки роси становили 25 °С і більше, що майже виключало розвиток купчасто-дощової хмарності.

У теплу половину року на холодних фронтах спостерігається інтенсивна грозова діяльність, зливи з градом. Особливістю холодних фронтів є передфронтальні шквали. Оскільки в передній частині холодного клину, завдяки тертю, створюється крутий нахил фронтальної поверхні, частина холодного повітря виявляється над теплим. Далі відбувається “обрушення” вниз холодних повітряних мас в передній частині холодного валу, що насувається. Обрушення холодного повітря призводить до витіснення вгору теплового повітря і до виникнення уздовж фронту вихору з горизонтальною віссю, який і є шквалом.

Лінії шквалів (або лінії нестійкості) відносяться до хмарних об'єктів мезомасштабу лінійного типу (масштаб мезо- α) і являють собою зону скупчення купчасто-дощових та потужних купчастих хмар. На супутниковому знімку за 12 МСЧ (рис. 4а) з'являється скупчення невеликих за горизонтальними розмірами конвективних елементів, що розміщуються вздовж однієї лінії паралельно хмарній смузі холодного фронту.

Відстань між лінією шквалів та хмарністю холодного фронту складає 200-300 км. Інтенсивний низхідний рух холодного повітря в тилловій частині шквального валу утворює характерну зону прояснення між лінією шквалів та хмарністю холодного фронту. Лінія шквалів проходить з північного сходу України на Північно-Західне Причорномор'я. Над акваторією Чорного моря лінія шквалів не прослідковується.

О 15 МСЧ (рис. 4б) спостерігається максимальний розвиток Сб, про що свідчать значно більші за розмірами конвективні осередки, найбільш потужний серед них розміщується над Одесою. Оскільки лінії шквалів є продуктом глибокої конвекції, на супутникових знімках активні хмарні системи виглядають яскраво білими. Поряд з активізацією процесів конвекції, хмарність холодного фронту розвивається.

Між 12:00 та 15:00 МСЧ, в період максимального розвитку конвекції, на станціях Білгород-Дністровський, Чорноморськ (Іллічівськ), Паромна переправа, які знаходяться на південь від

Одеса, фіксується посилення вітру до 12-15 м/с. О 14:30 за МСЧ на ст. Одеса-ГМО відмічається шквал 29 м/с, о 14:43 на ст. Одеса АМСЦ — шквал 23 м/с, у смт. Затока — шквал 29 м/с. Слід зазначити, що Одеса та Затока знаходяться безпосередньо на узбережжі Чорного моря, а ст. Одеса АМСЦ на відстані 10 км від берегової лінії.

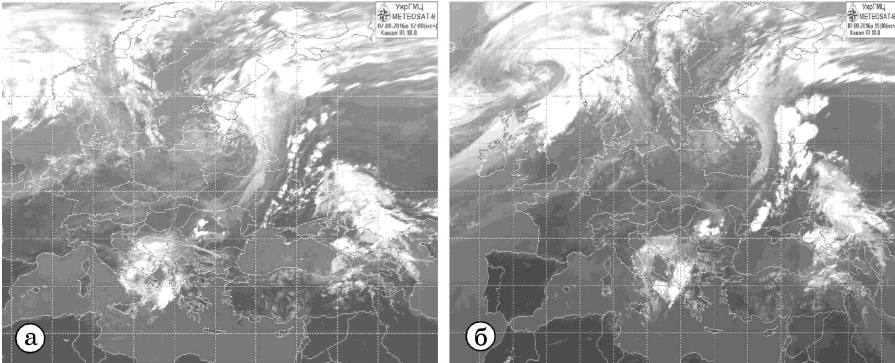


Рис. 4. Супутниковий знімок за 12 МСЧ (а) та 15 МСЧ (б) 07.08.2016 р.

Проходження шквалу через станцію характеризується різкою зміною метеорологічних величин, серед яких найбільш показовими є температура повітря та атмосферний тиск. Розглянемо хід метеорологічних характеристик (табл. 1) по ст. Одеса-ГМО, Одеса АМСЦ та ст. Білгород-Дністровський, яка є найближчим пунктом спостережень до смт. Затока.

Відомо, що перед шквалом повітря значно прогрівається і температура може досягати великих значень. При шквалі температура повітря різко знижується, а після його припинення може зростати, але залишається більш низькою, ніж температура повітря до шквалу. Як видно з табл. 1 температура повітря в Одесі протягом першої половини доби зростала і безпосередньо перед шквалом становила 34,6 °С, після проходження шквалу зафіксовано різке зниження температури до 19,2 °С, а вже в наступний строк спостереження о 18 МСЧ повітря знову прогрілося до 26,5 °С. Такий хід температури повітря є типовим для шквалових ситуацій. Дослідивши добовий хід температури на станції АМСЦ Одеса було зафіксовано зростання температури до 36,0 °С в строк 12 МСЧ, а о 15 годині зафіксовано різке

зниження температури повітря до 21,0 °С, саме в ці години проходив шквал. Після його проходження температура знову почала зростати і о 18 годині складала 27,0 °С. Відносна вологість становила 100 % в момент проходження шквалу. У м. Білгород-Дністровський, де шквал не спостерігався, але який знаходиться на відстані лише 15 км від смт. Затока, добовий хід температури був типовим для спекотного літнього дня, зниження температури не зафіксовано.

Таблиця 1.

Дані метеорологічних спостережень на ст. Одеса ГМО, Одеса АМСЦ та Білгород-Дністровський за добу 07.08.2016 року

| Строк, МСЧ | N, бали | Ннмх, м | dd, градуси | ff, м/с | T, °C | Td, °C | P, гПа | ppa, гПа/3год. | Атмосферні явища |
|-------------------------------|--------------|---------|-------------|---------|-------|--------|--------|----------------|------------------|
| Одеса ГМО | | | | | | | | | |
| 00 | 2 Sc | 600 | 300 | 1 | 26,2 | 17,1 | 1013,3 | -0,4 \ | |
| 03 | 2 Ci | >2500 | 300 | 3 | 24,8 | 17,1 | 1013,3 | 0,0 – | |
| 06 | Ясно | | 360 | 2 | 28,1 | 18,4 | 1013,5 | 0,2 ✓ | |
| 09 | Ясно | | 320 | 2 | 35,1 | 18,5 | 1013,2 | -0,2 ∩ | |
| 12 | 6 Cu, Ac | 600 | 320 | 3 | 34,6 | 16,8 | 1012,5 | -0,7 ∩ | ℞ |
| 15 | 8 Cb | 300 | 280 | 3 | 19,2 | 18,9 | 1014,1 | 1,4 / | ℞ ∩ ∇ |
| 18 | 6 Sc, Ci | 600 | 330 | 4 | 26,5 | 19,6 | 1015,2 | 1,2 / | ℞ |
| 21 | 2 Ac | >2500 | 320 | 4 | 23,5 | 18,1 | 1016,7 | 1,4 / | |
| Білгород-Дністровський | | | | | | | | | |
| 00 | 6 Sc, Ac | 600 | 320 | 5 | 26,5 | 18,0 | 1013,4 | -0,4 ∩ | |
| 03 | 3 Cu, Ac, Cs | 600 | 320 | 5 | 25,3 | 18,7 | 1013,4 | 0,0 – | |
| 06 | Ясно | | 320 | 6 | 24,8 | 20,0 | 1013,7 | 0,3 / | |
| 09 | Ясно | | 310 | 7 | 28,9 | 17,6 | 1013,7 | 0,0 – | |
| 12 | 4 Cu | 600 | 310 | 7 | 32,4 | 19,4 | 1012,9 | -0,8 \ | |
| 15 | 7 Cb, Ac, Cc | 600 | 90 | 9 | 31,3 | 22,7 | 1014,6 | 1,7 ✓ | |
| 18 | 6 Sc, Ac, Cc | 600 | 350 | 10 | 28,6 | 21,9 | 1014,7 | 0,1 / | |
| 21 | 5 Sc, Ac, Ci | 600 | 350 | 11 | 25,7 | 19,4 | 1016,5 | 1,8 ^ | |
| Одеса АМСЦ | | | | | | | | | |
| 00 | Ясно | | 340 | 6 | 26,0 | 15,0 | 1012,8 | 0,0 – | |
| 03 | Ясно | | 350 | 5 | 25,0 | 16,0 | 1012,8 | 0,0 – | |
| 06 | Ясно | | 350 | 7 | 29,0 | 16,0 | 1012,8 | 0,0 – | |
| 09 | Ясно | | 320 | 8 | 35,0 | 17,0 | 1012,8 | 0,0 – | |
| 12 | 4 Cb | 1200 | 350 | 7 | 36,0 | 15,0 | 1011,9 | -0,9 ∩ | ℞ |
| 15 | 6 Cb | 600 | 90 | 6 | 21,0 | 21,0 | 1013,9 | 2,0 ✓ | ℞ ∩ ∇ |
| 18 | Ясно | | 360 | 9 | 27,0 | 20,0 | 1014,8 | 0,9 ✓ | |
| 21 | Ясно | | 340 | 6 | 26,0 | 15,0 | 1012,8 | 0,0 – | |

Хід баричної тенденції складно оцінити за даними строкових спостережень з інтервалом у 3 години. Проте, навіть беручи до уваги лише такі дані, вдалося дослідити зміну тиску при проходженні шквалу по м. Одеса. Відомо, що перед шквалом атмосферний тиск різко падає, що пов'язано з сильним висхідним потоком теплого повітря. Після проходження шквалу тиск різко зростає при опусканні холодного повітря. Так на ст. Одеса ГМО, починаючи з 09 МСЧ атмосферний тиск падав на 0,2-0,7 гПа/3 год., після проходження шквалу і до кінця доби тиск зростає на 1,2-1,4 гПа/3 год. На ст. Одеса АМСЦ виявлено падіння тиску на 0,9 гПа/3 год перед проходженням шквалу і його зростання протягом наступних 3 годин на 2,0 гПа. У Білгород-Дністровському також зафіксовано аналогічний хід баричних тенденцій.

Далі спробуємо спрогнозувати та оцінити інтенсивність конвекції на момент її максимального розвитку 07.08.2016 року. Використовуючи дані нічного радіозондування атмосфери і температури точки роси за строк 06 МСЧ та з урахуванням поправок на прогностичне значення максимально можливої температури повітря була побудована прогностична модель конвекції за методом Н. В. Лебедевої. Розрахунок конвекції є доцільним, оскільки в шарі від 600 м до 4,0 км спостерігалася умовно-нестійка стратифікація ($\gamma_a > \gamma > \gamma_{ва}$) атмосфери, а отже були умови, сприятливі для розвитку термічної конвекції. Для прогнозу максимальної температури повітря скористаємось рівнем поширення сухоадіабатичного градієнта, який для першої половини серпня становить 2 км. Таким чином максимально можливий денний прогрів 7 серпня становить 34,0 °С, що майже співпадає з фактично зареєстрованою максимальною температурою повітря цього дня. За точку роси (Td) біля поверхні землі при однорідному полі вологості приймають її значення за 09 год. місцевого часу 18,4 °С (табл. 1).

Побудована прогностична модель конвекції дозволила визначити основні параметри конвекції, які становлять:

- товщина конвективно-нестійкого шару $\Delta H_{кнш} = 50$ гПа;
- середній рівень конденсації $\bar{H}_{конв} = 1,9$ км;
- середній рівень конвекції $\bar{H}_{конв} = 11,0$ км;
- температура на рівні конвекції $T_{конв} = -49,0$ °С;

- середня величина відхилення кривої стану від кривої стратифікації $\overline{\Delta T} = 4,4$ °С;
- середня швидкість конвективного потоку $\overline{w_k} = 12$ м·с⁻¹;
- середня потужність конвективних хмар $\overline{\Delta H_{\text{конв}}} = 9,1$ км.

Порівняння отриманих параметрів конвекції з критичними значеннями обґрунтовує прогноз зливових дощів, гроз, шквалу та місцями граду 7 серпня 2016 року.

Висновки

1. Шквал, як небезпечне конвективне явище, утворюється внаслідок складної взаємодії атмосферних процесів макро-, мезо- та мікромасштабів і найактивніше розвивається над підстильною поверхнею з різними властивостями.

Максимальна кількість шквалів спостерігається поблизу великих водних об'єктів та на станціях з орографічно неоднорідним рельєфом. Причиною тому є термічна конвекція, яка найчастіше спостерігається у теплу пору року та інтенсивно розвивається над неоднорідною підстильною поверхнею за рахунок нерівномірного прогріву останньої. При переміщенні фронтальних розділів вимушена конвекція посилюється над орографічними перешкодами, а наявність водних об'єктів є додатковим джерелом вологи.

2. В результаті дослідження аеросиноптичних умов формування шквалів на Одещині 7 серпня 2016 року встановлено, що утворення лінії шквалів відбувається перед холодним фронтом при високих температурах повітря, що досягають 36,0 °С.

Після проходження шквалу на станціях Одеса ГМО та Одеса АМСЦ температура повітря різко знижується до 19,2 та 21,0 °С відповідно. Атмосферний тиск перед шквалом падає, що пов'язано з сильним висхідним потоком теплого повітря, після проходження шквалу тиск різко зростає на 1,2-1,4 гПа/3 год. при опусканні холодного повітря. Такий хід температури повітря та атмосферного тиску є типовим для шквалових ситуацій. Відносна вологість у після полуденні години різко зростає і становить 100 % в момент проходження шквалу.

3. Прогностична модель конвекції на 12 МСЧ 7 серпня 2016 року має волого-нестійку стратифікацію атмосфери у шарі від 600 м до 4,0 км, що сприяє розвитку термічної конвекції.

Розраховані параметри конвекції обґрунтовують прогноз зливових дощів, гроз, шквалу та місцями граду.

Література

1. Балабух В. О. Межгодовая изменчивость интенсивности конвекции в Украине // Глобальные и региональные изменения климата. — К., Ника-Центр, 2011. — С. 161-173.
2. Клімат України / За ред. В. М. Ліпінського. — К.: Вид-во Раєвського, 2003. — 343 с.
3. Переходцева Э. В. Анализ устойчивости гидродинамико-статистической модели прогноза сильных шквалов и смерчей для территории России // Глобальные и региональные изменения климата. — К.: Ника-Центр, 2011. — С. 155-162.
4. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.) / За ред. В. М. Ліпінського, В. І. Осадчого, В. М. Бабіченко. — К.: Ніка-Центр, 2006. — 312 с.

УДК 551.577.38+551.50

Семенова І. Г.,

Лаврент'єва А. О., Делінський Д. С.

ОЦІНКА ДИНАМІКИ ПОСУШЛИВИХ УМОВ В ПІВДЕННИХ ОБЛАСТЯХ УКРАЇНИ З ВИКОРИСТАННЯМ СУПУТНИКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Досліджено часовий розподіл посушливих умов вегетаційного сезону в південних областях України за період 1985-2015 рр. з використанням супутникового індексу умов вегетації VCI. Виявлено тренди зростання значень індексу протягом періоду, особливо виражені у весняні місяці та в першу половину літа. Показано, що найбільша міжрічна мінливість індексу спостерігається у весняні місяці, середній максимум VCI припадає на травень, а мінімум на вересень. Найбільш часто посуха спостерігається в серпні та вересні, але й у весняні та літні місяці вона може охоплювати всі області півдня країни.

Ключові слова: супутниковий вегетаційний індекс, посуха, посушливі явища.

Вступ

Територія України належить до географічних регіонів, які майже щорічно опиняються під дією посушливих явищ різної інтенсивності в теплий період року, що негативно позначається на вегетації сільськогосподарських рослин [2; 4; 6]. До найбільш розповсюджених посушливих явищ, що спостерігаються на території України,

відносять: тривале бездощів'я, атмосферну, ґрунтову та загальну посуху, а також суховії. Кожне з посушливих явищ має власні ознаки шкодочинності. За їх поєднанням утворюються комплексні критичні межі, які визначаються найбільш небезпечними [1-2].

Посухи належать до небезпечних природних явищ, адже вони супроводжуються підвищенням температури повітря й ґрунту, зменшенням відносної вологи повітря і запасів ґрунтової вологи, зневодненням, пригніченням й навіть загибеллю сільгоспкультур на великих площах, а також скороченням кількості худоби через вигорання травостоїв і брак корму. Тривалі посухи, які відносяться до гідрологічних, призводять до зниження рівня ґрунтових вод, висихання озер, водойм і боліт, до порушення роботи гідроелектростанцій, систем водопостачання тощо. В особливо тяжких випадках від спеки та нестачі води погіршується загальний стан здоров'я населення [5].

Сучасні досягнення супутникового дистанційного зондування дозволяють оцінити наявність посушливого стану підстильної поверхні та рослинності відповідно до поточного режиму опадів, що дає змогу розробляти методики встановлення явища посухи незалежно від інструментальних спостережень у поверхні землі [2; 5]. Так, ступінь сприятливості поточних погодних умов для вегетації може бути оцінений за допомогою супутникового індексу умов вегетації VCI, який побудований на базі супутникового нормалізованого вегетаційного індексу NDVI.

Метою даної роботи є оцінка інтенсивності посух та їх динаміки протягом 1985-2015 рр. на базі супутникового індексу умов вегетації по південно-західним (Одеська, Херсонська, Миколаївська) та південно-східним (Запорізька, Дніпропетровська, Донецька) областям України.

Матеріали та методи дослідження

Принцип використання в метеорології супутникового нормалізованого диференційного вегетаційного індексу NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) полягає в тому, що значення індексу відповідають різному ступеню стану рослинного покриву, а саме його площі, щільності та відбивній здатності [3]. Алгоритм отримання індексу NDVI ґрунтується на тому факті, що здорова рослинність загалом має низьку відбивну здатність у видимій частині електромагнітного спектру завдяки абсорбції рослинними пігментами, головним чином хлорофілом. Одночас-

но, зелене листя має високу відбивну здатність у ближньому інфрачервоному спектрі, що дозволяє порівнювати два спектральних сигнали з метою визначення ступеню “зеленості” рослинності.

Мінливість нормалізованого вегетаційного індексу може бути оцінена за допомогою індексу умов вегетації VCI (Vegetation Condition Index), уведеного Ф. Коганом [7]. Супутниковий вегетаційний індекс VCI використовується як показник посушливого стану рослинності внаслідок поточних погодних умов, та розраховується за формулою

$$VCI = \frac{NDVI - NDVI_{\min}}{NDVI_{\max} - NDVI_{\min}} \cdot 100 \% \quad , \quad (1)$$

де NDVI — поточне декадне (тижневе тощо) значення нормалізованого вегетаційного індексу; $NDVI_{\max}$, $NDVI_{\min}$ — абсолютний міжрічний максимум та мінімум нормалізованого вегетаційного індексу за ту саму декаду (тиждень тощо).

Високі значення VCI відповідають сприятливим умовам вегетації, низькі — несприятливим. Значення VCI, близьке до 50 %, відображує середні умови для рослинності, значення між 50 та 100 % вказують на оптимальні умови вегетації. Значення VCI, менші за 50 %, відображують посушливі умови різного ступеню суворості. Ф. Коган ідентифікував настання посухи, якщо індекс VCI опускається до 35 % та нижче [7]. При цьому зазначалося, що дослідження певної території дозволяє виділити категорії інтенсивності посух згідно значень VCI в межах 0-35 %. Низькі значення VCI протягом декількох послідовних часових інтервалів показують розвиток посухи. Значення VCI, близькі до 0 %, відображують екстремально посушливий період, в якому значення NDVI близькі до свого міжрічного мінімуму.

В даному дослідженні проведено аналіз часового ходу та статистичних характеристик супутникового вегетаційного індексу VCI по трьом областям південного заходу (Одеської, Миколаївської та Херсонської) та південного сходу (Запорізької, Дніпропетровської, Донецької) України, які належать до найбільш посушливої, степової агрокліматичної зони. Розглядалися теплі сезони (квітень-вересень) періоду 1985-2015 рр., який характеризувався різкими коливаннями повторюваності посушливих та вологих років.

В якості вихідних були використані щотижневі дані значень VCI, осереднених по відповідним адміністративним областям, які

надаються базою даних NOAA STAR (Center for Satellite Applications and Research) — Global Vegetation Health Products (<https://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/emb/vci/VH>).

Результати та їх аналіз

Розглянемо результати аналізу часового ходу індексу VCI по окремих місяцях теплої сезону періоду 1985-2015 рр.

На рис. 1 представлені графіки часового ходу VCI по південно-західних (Одеській, Херсонській, Миколаївській) областях України.

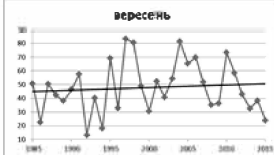
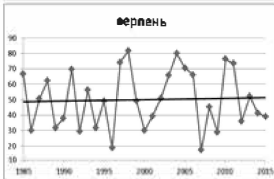
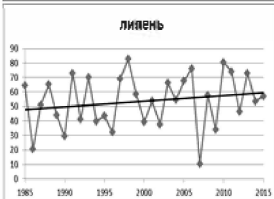
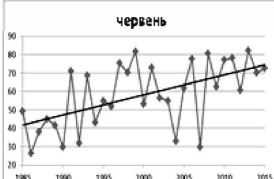
В квітні в усіх областях за лінією лінійного тренду спостерігалось зростання індексу протягом досліджуваного періоду. Мінімум VCI спостерігався в 1987 р. та коливався в межах 0,5-4,7 %, що вказує на екстремально посушливий квітень в цьому році. Максимальні значення VCI становили від 84,6 до 94,5 % і припали на 2008 р. в Одеській та Миколаївській областях, та на 1990 р. в Херсонській області. За лінією тренда осереднені значення VCI у всіх областях підвищилися на 30-53 %, з максимумом в Одеській області.

В травні в усіх областях спостерігалось зростання індексу протягом досліджуваного періоду. Мінімум VCI спостерігався в 1987 р. та коливався в межах 2,1-10,0 %, що вказує на екстремально посушливий травень в цьому році. Максимальні значення VCI становили від 81,9 до 93,4 % і припали на 2008 р. в Одеській області, на 2007 в Миколаївській області, та на 1999 р. в Херсонській області. За лінією тренда осереднені значення VCI у всіх областях підвищилися на 15-51 %, з максимумом в Одеській області.

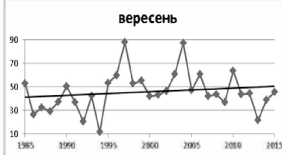
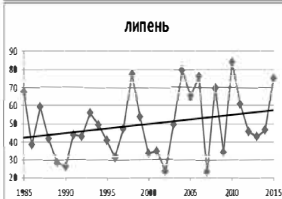
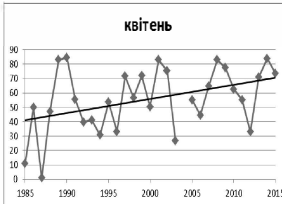
В червні в усіх областях також відмічалось зростання індексу протягом досліджуваного періоду. Мінімум VCI спостерігався в 2007 р. та коливався в межах 13,4-26,2 %, що вказує на екстремально посушливий червень в цьому році. Максимальні значення VCI становили від 81,7 до 83,7 % і припали на 2013 р. в Одеській області, на 2008 в Миколаївській області, та на 1998 р. в Херсонській області. За лінією тренда осереднені значення VCI у всіх областях підвищилися на 9-33 %, з максимумом в Одеській області.

В липні в усіх областях спостерігалось зростання індексу протягом досліджуваного періоду. Мінімум VCI спостерігався в 2007 р. та коливався в межах 10,3-23,2 %. Максимальні значення VCI становили від 82,8 до 90,3 % і припали на 1998 р. в

Одеська область



Херсонська область



Миколаївська область

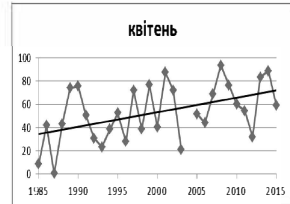


Рис. 1. Часовий хід VCI по місяцях вегетаційного сезону в областях південного заходу України (Одеській, Херсонській, Миколаївській) за період 1985-2015 рр. (пряма — лінія тренду)

Одеській області, на 2010 в Миколаївській та в Херсонській областях. За лінією тренда осереднені значення VCI у всіх областях підвищилися на 11-28 %, з максимумом в Миколаївській області.

В серпні в усіх областях відмічено підвищення індексу протягом досліджуваного періоду. Мінімум VCI спостерігався в 1989 р. та коливався в межах 12,7-24,7 %, що вказує на екстремально посушливий серпень в цьому році. Максимальні значення VCI становили від 81,6 до 89,6 % і припали на 1998 р. в Одеській області, на 2004 в Миколаївській та в Херсонській областях. За лінією тренда осереднені значення VCI у всіх областях підвищилися на 10-63 %, з максимумом в Одеській області.

В вересні в усіх областях спостерігалось слабе зростання індексу протягом досліджуваного періоду. Мінімум VCI спостерігався в 1992 р. та коливався в межах 11,3-13,1. Максимальні значення VCI становили від 83,3 до 89,5 % і припали на 1997 р. в Одеській області, на 2004 в Миколаївській та в Херсонській областях. За лінією тренда осереднені значення VCI в усіх областях підвищилися на 3-10 %, з максимумом в Херсонській області.

На рис. 2 представлені графіки часового ходу VCI по південно-східних (Запорізькій, Дніпропетровській, Донецькій) областях України.

В квітні в усіх областях за лінією лінійного тренду спостерігалось зростання індексу протягом досліджуваного періоду. Мінімум VCI спостерігався в квітні 1986 р. та дорівнював майже нуля, що відповідає екстремальній посушливості. Максимальні значення VCI становили від 90,9 до 93,4 % і припали на 2014 р. в Донецької області, та на 1990 р. в Запорізькій області. За лінією тренда осереднені значення VCI у всіх областях підвищилися на 40-50 %, з максимумом в Донецькій області.

В травні в усіх областях також спостерігалось зростання індексу протягом досліджуваного періоду. Мінімум VCI як і в квітні? припав на 1986 р. та коливався в межах 0,7-4 %, тобто посуха тривала і цей місяць. Максимальні значення VCI становили від 87,5 до 94,9 % і припали на 2008 р. в Дніпропетровській області, на 2014 в Донецькій області, та на 1990 р. в Запорізькій області. За лінією тренда осереднені значення VCI у всіх областях підвищилися на 35-40 %, з максимумом в Донецькій області.

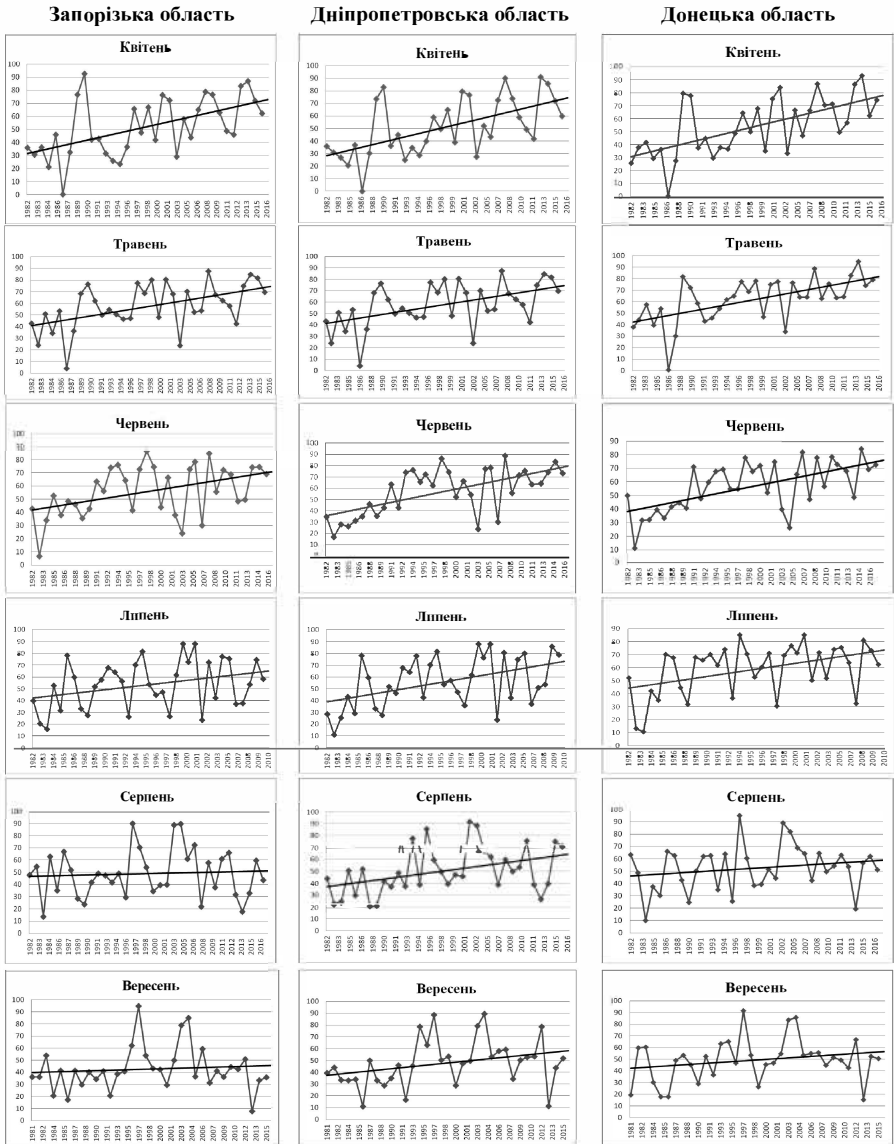


Рис. 2. Часовий хід VCI по місяцях вегетаційного сезону в областях південного сходу України (Запорізькій, Дніпропетровській, Донецькій) за період 1985-2015 рр. (пряма — лінія тренду)

В червні в усіх областях тривало зростання індексу. Мінімум VCI спостерігався в 1983 р. та коливався в межах 6,7-16,8 %, що вказує на екстремально посушливий червень в цьому році. Досить посушливими були також червні 2003 та 2007 р. в Дніпропетровській та Запорізькій областях, та 2005 р. у Донецькій області. Максимальні значення VCI становили від 84,2 до 88,8 % і припали на 2008 р. в Дніпропетровській області, на 1997 р. в Запорізькій області, та на 2014 р. в Донецькій області. За лінією тренда осереднені значення VCI у всіх областях підвищилися на 31-40 %, з максимумом в Донецькій області.

В липні в усіх областях також відзначалося зростання індексу протягом досліджуваного періоду. Мінімум VCI в усіх областях спостерігався в 1983 р. та коливався в межах 10,5-15,6 %. Максимальні значення VCI дорівнювали 88,1-84,9 % та припали на 2001 р. в Запорізькій та Дніпропетровській областях, на 1994 р. в Донецькій області. За лінією тренда осереднені значення VCI у всіх областях підвищилися на 23-32 %, з максимумом в Донецькій області.

В серпні в усіх областях спостерігалось зменшення інтенсивності зростання індексу протягом періоду дослідження. Мінімум VCI спостерігався в 1983 р. та коливався в межах 9,9-21,5 %, тобто серпень був дуже посушливим в цьому році. Максимальні значення VCI становили від 89,9 до 94,9 % і припали на 1996 р. в Запорізькій області, на 2001 р. в Дніпропетровській та на 1997 р. в Донецькій області. Найбільше зростання (на 24 %) індексу VCI за лінією тренду спостерігалось в Дніпропетровській області, в двох інших областях індекс змінювався несуттєво.

В вересні помітне зростання індексу VCI спостерігалось лише в Дніпропетровській області (близько 21 % за лінією тренду), в інших областях індекс майже не змінювався. Найменші значення VCI спостерігалися в 2013 р. та коливався в межах 7,7-15, що відповідає високому ступеню посушливості. Максимальні значення VCI становили від 89,4 до 94,7 % і припали на 1996 р. в Запорізькій області, на 1997 та 2004 р. в Дніпропетровській та на 1997 р. в Донецькій області.

Далі розглянемо деякі статистичні характеристики, притаманні індексу VCI в південних областях України за розглянутий період. В табл. 1 представлені статистичні характеристики для областей південного заходу України.

Таблиця 1.

Статистичні характеристики індексу VCI
($VCI_{\text{ср}}$ — середнє, $VCI_{\text{мін}}$ — мінімальне, $VCI_{\text{макс}}$ — максимальне,
 δ — стандартне відхилення) по південному заходу України
для місяців вегетаційного сезону періоду 1985-2015 рр.

| Місяць | Одеська область | | | | Херсонська область | | | | Миколаївська область | | | |
|----------|-------------------|--------------------|---------------------|----------|--------------------|--------------------|---------------------|----------|----------------------|--------------------|---------------------|----------|
| | $VCI_{\text{ср}}$ | $VCI_{\text{мін}}$ | $VCI_{\text{макс}}$ | δ | $VCI_{\text{ср}}$ | $VCI_{\text{мін}}$ | $VCI_{\text{макс}}$ | δ | $VCI_{\text{ср}}$ | $VCI_{\text{мін}}$ | $VCI_{\text{макс}}$ | δ |
| Квітень | 51,6 | 4,7 | 94,5 | 26,8 | 53,2 | 1,0 | 84,6 | 23,9 | 51,7 | 0,5 | 93,9 | 25,8 |
| Травень | 55,7 | 10,0 | 93,4 | 23,9 | 53,8 | 5,4 | 81,9 | 20,8 | 54,2 | 2,1 | 92,2 | 22,5 |
| Червень | 57,8 | 26,2 | 82,2 | 17,7 | 52,8 | 23,4 | 81,7 | 15,6 | 56,0 | 13,4 | 83,7 | 19,2 |
| Липень | 54,2 | 10,3 | 82,8 | 18,1 | 50,7 | 23,2 | 83,9 | 17,5 | 53,3 | 13,5 | 90,3 | 19,6 |
| Серпень | 50,7 | 17,4 | 81,6 | 18,7 | 49,4 | 24,7 | 85,9 | 17,5 | 52,6 | 12,7 | 89,6 | 19,1 |
| Вересень | 46,9 | 13,1 | 83,3 | 18,6 | 44,8 | 11,6 | 87,9 | 16,6 | 48,2 | 11,3 | 89,5 | 19,7 |

Найменші середні значення VCI спостерігаються в усіх областях в вересні (44,8-48,2 %), максимум доводиться на травень в Херсонській області (53,8 %) та червень в Одеській (57,8 %) та Миколаївській (56,0 %) областях.

Мінімальні значення VCI в Одеській області коливаються від 4,7 % в квітні до 26,2 % в червні, в Херсонській області від 1,0 % в квітні до 23,4 % в червні, і в Миколаївській областях від 0,5 % в квітні до 13,5 % в липні. Загалом, найменші значення VCI спостерігаються у весняні місяці, а найменший середній мінімум доводиться на Миколаївську область.

Максимальні значення VCI в Одеській області коливаються від 81,6 % в серпні до 94,5 % в квітні, в Херсонській області від 81,7 % в червні до 87,9 % в вересні, і в Миколаївській областях від 83,7 % в червні до 93,3 % в квітні.

Найменші стандартні відхилення спостерігаються в літні місяці. Максимальні значення доводяться на квітень по усім областям в Одеській (26,8 %), в Херсонській (23,9 %) та Миколаївській (25,8 %) областях.

Розглянемо аналогічні статистичні характеристики для областей південного сходу України (табл. 2). Як можна бачити, найменші середні значення VCI спостерігаються в усіх областях у вересні (42,6-49,1 %), максимум доводиться на травень в Донецькій області (61,5 %), Дніпропетровській (57,4 %) та Запорізькій (57,4 %) областях.

Таблиця 2.

Статистичні характеристики індексу VCI ($VCI_{\text{ср}}$ — середнє, $VCI_{\text{мін}}$ — мінімальне, $VCI_{\text{макс}}$ — максимальне, δ — стандартне відхилення) по південному сходу України для місяців вегетаційного сезону періоду 1985-2015 рр.

| Місяць | Запорізька область | | | | Дніпропетровська область | | | | Донецька область | | | |
|----------|--------------------|--------------------|---------------------|----------|--------------------------|--------------------|---------------------|----------|-------------------|--------------------|---------------------|----------|
| | $VCI_{\text{ср}}$ | $VCI_{\text{мін}}$ | $VCI_{\text{макс}}$ | δ | $VCI_{\text{ср}}$ | $VCI_{\text{мін}}$ | $VCI_{\text{макс}}$ | δ | $VCI_{\text{ср}}$ | $VCI_{\text{мін}}$ | $VCI_{\text{макс}}$ | δ |
| Квітень | 51,7 | 0,2 | 92,5 | 22,1 | 50,9 | 0,1 | 90,9 | 22,8 | 53,9 | 0,01 | 93,4 | 22,1 |
| Травень | 57,4 | 3,9 | 87,5 | 19,2 | 57,4 | 4,0 | 87,5 | 19,2 | 61,5 | 0,7 | 94,9 | 19,5 |
| Червень | 56,0 | 6,7 | 86,4 | 19,1 | 57,3 | 16,8 | 88,8 | 20,5 | 48,7 | 11,3 | 84,2 | 18,0 |
| Липень | 53,3 | 15,6 | 88,1 | 20,4 | 55,7 | 10,7 | 88,1 | 21,6 | 58,6 | 10,5 | 84,9 | 19,4 |
| Серпень | 48,9 | 13,7 | 89,9 | 19,9 | 50,3 | 21,5 | 91,4 | 21,5 | 52,4 | 9,9 | 94,9 | 18,8 |
| Вересень | 42,6 | 7,7 | 94,7 | 17,9 | 47,7 | 11,0 | 89,4 | 19,5 | 49,1 | 15,1 | 91,6 | 18,3 |

Мінімальні значення VCI в Запорізькій області коливаються від 0,2 % в квітні до 15,6 % в липні, в Дніпропетровській області від 1,0 % у квітні до 21,5 % в серпні, і в Донецькій області від 0,01 % в квітні до 15,1 % в вересні. Загалом, найменші значення VCI спостерігаються у весняні місяці, як і на південному заході України.

Максимальні значення VCI в Запорізькій області коливаються від 86,4 % в червні до 94,7 % у вересні, в Дніпропетровській області від 87,5 % в травні до 90,9 % в квітні, і в Донецькій області від 84,2 % в червні до 94,9 % в травні.

Найменші стандартні відхилення спостерігаються в літні місяці, а в Запорізькій області — у вересні, тобто мінливість вегетаційного індексу в цей період найменша. Максимальні значення δ доводяться на квітень по усім областям в Запорізькій (22,1 %), в Дніпропетровській (22,8 %) та Донецькій (22,1 %) областях.

Використовуючи в якості критерію посух значення $VCI \leq 30$, визначимо, як часто спостерігалися посухи в розглянуті місяці досліджуваного періоду в різних областях півдня України. В табл. 3 представлені результати щодо повторюваності посушливих місяців в певні роки періоду 1985-2015 рр.

В південно-західних областях квітні місяці були посушливими в 6 роках в Одеській області, в 5 роках в Миколаївській області та в 3 роках в Херсонській області. В усіх трьох областях посуха в квітні спостерігалася в 1985, 1987 та 2003 рр.

Таблиця 3.

Повторюваність років з посухою ($VCI \leq 30$) в різні місяці
 вегетаційного сезону по південних областях України
 за період 1985-2015 рр.

| Місяць | Південно-західні області | | | Південно-східні області | | |
|----------|------------------------------------|------------------------------|------------------------------|--|------------------------------------|------------------------------------|
| | Одеська | Херсонська | Миколаївська | Запорізька | Дніпропетровська | Донецька |
| Квітень | 1985, 1987, 1988, 1992, 1993, 2003 | 1985, 1987, 2003 | 1985, 1987, 1993, 1996, 2003 | 1983, 1985, 1986, 1993, 1994, 2002 | 1984, 1985, 1986, 1993, 1994, 2002 | 1982, 1985, 1986, 1993 |
| Травень | 1985, 1987, 1992 | 1985, 1987, 2003 | 1985, 1987, 1992, 2003 | 1983, 1986, 2002 | 1983, 1986, 2002 | 1986, 1987 |
| Червень | 1986, 1990, 2007 | 2003, 2007 | 1986, 1992, 2007 | 1983, 2003, 2007 | 1983, 1985, 2003, 2007 | 1983, 2005 |
| Липень | 1986, 1990, 2007 | 1989, 1990, 2002, 2007 | 1986, 1989, 1996, 2007 | 1983, 1984, 1985, 1989, 1993, 1998, 2002 | 1983, 1985, 1989, 2002 | 1983, 1988 |
| Серпень | 1986, 1992, 1996, 2000, 2007, 2009 | 1989, 2000, 2007 | 1986, 1989, 1992, 1994, 1996 | 1983, 1989, 1990, 1996, 2008, 2014 | 1983, 1986, 1988, 1989, 2013 | 1983, 1990, 1996, 2014 |
| Вересень | 1986, 1992, 1994, 2015 | 1986, 1988, 1992, 1994, 2013 | 1986, 1989, 1992, 1994, 2013 | 1984, 1986, 1988, 1992, 2001, 2013 | 1986, 1992, 2002, 2013 | 1981, 1985, 1986, 1990, 1989, 2013 |

В південно-східних областях посухи спостерігалися в квітні в 6 роках в Запорізькій та Дніпропетровській областях, та в 4 роках в Донецькій області. Одночасно по трьох областях посухи були у 1985-86 рр. та 1993 р.

Травні були посушливими в 3 роках в Одеській та Херсонській областях та в 4 роках в Миколаївській. В усіх трьох областях посуха в травні спостерігалася в 1985 та 1987 рр. В південно-східних областях посухи в травні були в кожній області в 2-3 роках, при цьому одночасно в усіх областях лише у 1986 р.

Червні були посушливими в 3 роках в Одеській області, в 2 роках в Херсонській області та в 3 роках в Миколаївській. В усіх трьох областях посуха в червні спостерігалася в 2007 році. В південно-східних областях спостерігалася від 2 до 4 червнів місяців з посухою, при цьому одночасно в трьох областях посуха була у 1983 р., а в двох областях (Запорізька та Дніпропетровська) посуха одночасно спостерігалася у 2007 р. та 2003 р.

Липні були посушливими в 3 роках в Одеській області, в 4 роках в Херсонській області та в 4 роках в Миколаївській. В усіх трьох областях посуха в липні спостерігалася в 2007 році.

В південно-східних областях найбільша кількість посух у липні спостерігалася в Запорізькій області — 7 років, і лише в двох роках — в Донецькій області. По всіх трьох областях посуха була у 1983 р.

Серпні були посушливими в 6 роках в Одеській області, в 3 роках в Херсонській області та в 5 роках в Миколаївській. В усіх трьох областях посуха в серпні ні в якому році не спостерігалася. В південно-східних областях кількість років з посухою в серпні коливалася від 6 у Запорізькій області до 4 в Донецькій області. В усіх трьох областях посуха спостерігалася в цьому місяці у 1983 та 1986 рр.

Вересні були посушливими в 4 роках в Одеській області, в 5 роках в Херсонській та в Миколаївській областях. В усіх трьох областях посуха в вересні спостерігалася в 1986 та 1994 роках. В південно-східних областях по 6 посушливих років спостерігалася в Запорізькій та Донецькій областях та 4 роки — в Дніпропетровській. Одночасно по трьох областях посуха була у 1986 році, тобто, вересень 1986 р. виявився посушливим в усіх шести південних областях України.

Висновки

Аналіз часового ходу індексу VCI по областях півдня України показав, що за лінійним трендом спостерігається підвищення значень індексу у всіх місяцях протягом досліджуваного періоду. При цьому найбільша інтенсивність зростання відмічається у весняні місяці та в першій половині літа. Підвищення значень VCI у квітні-травні може свідчити про те, що настання весни з кожним роком від початку періоду відбувалося все раніше, тому в останнє десятиліття значення VCI навесні були вже досить високими через добре розвинуту рослинність.

Мінімальні і максимальні значення VCI в більшості південних областей спостерігалися у весняні місяці, а також у вересні. Абсолютні максимуми VCI відмічаються переважно навесні та на початку літа, але можуть припадати й на кінець вегетаційного сезону. Найбільша мінливість (за стандартним відхиленням) індексу VCI притаманна весняним місяцям через змінні погодні умови, влітку межі коливання цього параметру менші.

Аналіз повторюваності посух по різних місяцях протягом досліджуваного періоду показав, що загалом, найбільш часто посуха зустрічалася в серпні та вересні — до 5-6 років, в інших місяцях середня повторюваність посух становила 3-4 рази. По

всьому півдню України найбільш посушливими виявилися: квітень 1985 р., червень 2007 р., вересень 1992 р. Сувора та тривала посуха охоплювала південно-західні області навесні 1987 та 2003 рр., влітку 2007 р., восени 1994 р. В південно-східних областях особливо посушливою видалася весна 1986 р., літо 1983 та 1989 рр. та початок осені 2013 р.

Таким чином, використання супутникового вегетаційного індексу VCI дозволяє легко оцінювати ступінь посушливості поточних погодних умов та визначати періоди з посухою в областях Степової зони України.

Література

1. Бучинский И. Е. Засухи и суховей. — Л.: Гидрометеиздат, 1976. — 214 с.
2. Клімат України // За ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. — К.: Вид. Раєвського, 2003. — 343 с.
3. Семенова І. Г. Використання вегетаційних індексів для моніторингу посух в Україні // Український гідрометеорологічний журнал. — 2014. — Вип. 14. — С. 43-52.
4. Семёнова И. Г. Оценка засушливых условий на Украине в конце XX — начале XXI столетия // Вестник Балтийского федер. ун-та им. И. Канта. — 2014. — № 1. — С. 20-29.
5. Хлебникова Е. И., Павлова Т. В., Сперанская Н. А. Засухи // Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем / Под ред. С. М. Семенова. — М.: Росгидромет, НИЦ “Планета”, 2012. — С. 126-164.
6. Хохлов В. М. Просторово-часовий розподіл засух на території України в умовах зміни клімату // Український гідрометеорологічний журнал. — 2011. — Вип. 8. — С. 38-43.
7. Kogan F. N. Droughts of the late 1980s in the United States as derived from NOAA polar orbiting satellite data // Bull. Amer. Met. Soc. — 1995. — Vol. 76, No. 5. — P. 655-668.

Костяков А., Недострелова Л. В.

АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СНІГОВОГО ПОКРИВУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Вступ. Сніг активно впливає на суспільство та економіку в багатьох куточках світу. Визнаючи красу снігового покриву і його корисність для ентузіастів зимового спорту, все ж таки час-

тіше ми розглядаємо сніг як небажану і дорогу заваду. Труднощі, пов'язані зі снігом, приймаються як непорушний фактор середовища проживання людини, а впливу снігу на господарство або його величезної цінності як природного ресурсу приділяється мало уваги. Вплив снігу на суспільство багатогранний і включає в себе складні фізичні, соціальні, економічні та психологічні аспекти. Товщина, щільність, вологість і міцність снігового покриву є основними фізичними параметрами, що враховуються при використанні снігу та боротьби з ним. Товщина снігового покриву і тривалість його залягання мають соціальне і економічне значення і впливають на навколишнє середовище. Господарство у вищій мірі вразливе, коли сильний вітер, низькі температури і крижаний дощ супроводжуються або сліднують за важкими снігопадами. Найбільшу небезпеку представляють хуртовини. Особливо небезпечне поєднання сильних вітрів, низької температури і поганої видимості. Міські центри особливо чутливі до рясних снігопадів, і це необхідно враховувати при плануванні міст. У міру зростання міст і агломерацій неухильно підвищується їх незахищеність від снігових буревіїв. Протягом останнього десятиліття сніг, і в особливості снігові замети, завдали величезних збитків більшості міст. Міста, розташовані в областях, для яких характерні сильні снігопади, звичайно готуються до них. Проте, коли фактичні характеристики снігопадів перевищують значення, що лежать в основі різних програм та робіт, наприклад, по снігоочищенню та будівництву, виникають труднощі [1].

При випаданні снігу на земну поверхню змінюється її рельєф, текстура, схильність до ерозії і, що найважливіше, альbedo. Таким чином, випадання снігу має великий вплив на клімат, фауну і флору, енергообмін між поверхнею Землі і атмосферою. Танення снігу служить причиною весняних повеней і обумовлює більшу частину стоку в горах. Талі води переповнюють водойми і болота, інфільтруються в ґрунт і заповнюють запаси ґрунтових вод. У аридних районах вони використовуються для зволоження ґрунтів і створення запасів вологи для потреб сільського господарства. Природне регулювання снігового покриву відбувається внаслідок вітрового переносу снігу: сніг видаляється з відкритих місць і відкладається на захищених ділянках. Потужний сніговий покрив звичайно сприяє отриманню доброго врожаю [1].

Сніговий покрив утворюється в результаті акумуляції снігу на ґрунті в процесі відкладення твердих опадів (сніжинки, крижаний дощ, іній і ожеледь), випадання дощу, коли більша частина опадів згодом замерзає, а також відкладення домішок. Акумуляція і абляція снігового покриву залежать головним чином від атмосферних умов і стану земної поверхні. Визначальними атмосферними процесами служать випадання опадів, їх відкладення, конденсація, турбулентний тепло- і вологообмін, радіаційний баланс і рух повітряних мас, особливості рельєфу, що впливають на хід атмосферних процесів і створення вітрової тіні. Більша частина снігу переноситься в результаті процесів сальтації і турбулентної дифузії, які описуються теоріями динамічного і дифузійного снігопереносу. Основні положення цих теорій викладені в роботах Бегнолда [2] і Шмідта [3]. Як уточнив Радок [4], вихідні рівняння вказаних теорій відображають граничні умови на практиці. По суті основна відмінність теорій полягає у виділенні різних процесів в якості домінуючих і виборі різних вертикальних масштабів. Динамічна теорія розглядає перенесення снігу як приповерхневий процес, що викликається невеликими завихреннями в нижньому 10-сантиметровому шарі повітря, що призводить до виникнення сальтації. Дифузійна теорія, що описує процес снігопереносу на полярних льодовикових покритвах, припускає існування у вільному повітряному потоці вихорів, вертикальні розміри яких досягають десятків і навіть сотень метрів. При оцінці цих теорій Радок вказує, що переваги дифузійної теорії визначаються більш точним прогнозом кількості снігу, який переноситься і профілів швидкості, а також більш повним відображенням сутності процесу снігопереносу. Енерго- та масообмін в значній мірі визначає властивості снігового покриву в зимові місяці. У період сніготанення визначальним чинником зміни товщини і щільності снігу служить радіаційний обмін. Радіаційний баланс снігового покриву залежить від характеру підстильної поверхні, фізичних характеристик снігового покриву, рослинності, споруд, доріг та інших об'єктів і процесів, що впливають на властивості снігового покриву, зокрема на його оптичні характеристики. Однією з характеристик поверхні снігового покриву, що визначає кількість поглиненої снігом радіації, є альbedo. Просторова мінливість альbedo снігового покриву залежить від товщини снігу. Кунг [5] та інші з'ясував, що осеред-

нені по поверхні альbedo досить великі при товщині снігу понад 12 см, але різко падає при її менших значеннях. Цей факт пояснюється збільшенням площі ділянок оголеного ґрунту та прозорості снігового покриву з зменшенням його товщини — в цьому випадку на альbedo впливають відбивні властивості підстильного ґрунту.

Сніговий покрив впливає на енергетичний і водний баланс поверхні Землі, так що правильне регулювання його має велике значення для сільського господарства, економіки в цілому та екології. До основних факторів, що визначають характеристики снігового покриву, входять форма рельєфу і експозиція поверхні з різними тепловими властивостями і шорсткістю. У районах поширення снігового покриву найбільша товщина снігу характерна для підвітряного боку відкритих водних просторів і навітряних схилів, де снігонакопичення відбувається найбільш інтенсивно. Найменша товщина снігу спостерігається на невеликій висоті на підвітряних південних схилах, на яких найбільше ймовірні втрати снігу на танення. У разі пересіченої місцевості вплив вітру приводить до вкрай неоднорідного розподілу товщини снігового покриву. У районах, топографічно схожими зі степами і преріями, де формування снігового покриву обумовлено головним чином проходженням атмосферних фронтів, а поверхня снігу схильна до впливу сильних вітрів, ухил і експозиція є найважливішими характеристиками місцевості, що впливають на розподіл снігу. Товщина снігового покриву вздовж схилу, орієнтованого в напрямку переважаючих вітрових потоків, має тенденцію до зменшення із збільшенням відстані від підосви схилу. У степах і преріях вершини пагорбів досить часто бувають вільні від снігу в період максимального снігонакопичення на інших ділянках. Снігозборними ділянками в таких районах служать підвітряні схили крутих пагорбів, яри і русла водотоків [1].

В статті досліджуються статистичні параметри середньої висоти снігового покриву з метою аналізу цієї інформації при вирішенні актуальних питань появи, зміни та прогнозування процесів снігоутворення для території Причорномор'я.

Матеріали і методи дослідження. Сніговий покрив є шаром снігу на поверхні землі, який утворюється в результаті випадання опадів [6]. Спостереження за сніговим покривом складаються з щоденних спостережень за зміною снігового покриву

і періодичних снігозйомок. При щоденних спостереженнях за сніговим покривом визначають: ступінь покриття околиці станції сніговим покривом (бал); характер залягання снігового покриву на місцевості; структуру снігу; висоту снігового покриву на метеорологічному майданчику або на вибраній ділянці поблизу станції (см). Ступінь покриття снігом околиці станції, характер залягання снігового покриву і структура снігу оцінюються спостерігачем при візуальному огляді околиці станції відповідно до прийнятих шкал. Висота снігового покриву визначається на підставі вимірювань відстані від поверхні землі до поверхні снігового покриву [6]. Щоденні спостереження за сніговим покривом повинні проводитися за будь-яких погодних умов відповідно до порядку проведення спостережень на станції. Ступінь покриття станції сніговим покривом оцінюється в балах за 10-балльною шкалою. За відсутності снігу на поверхні ґрунту ступінь покриття не оцінюється. При ступені покриття околиці 6 балів і більш визначається характер залягання снігового покриву. Щоденні вимірювання висоти снігового покриву відбуваються по трьох снігомірних рейках, які встановлюються на метеорологічному майданчику. Середню висоту снігового покриву дістають діленням сумарної висоти по трьох снігомірних рейках за одне спостереження на кількість рейок.

Фізичні параметри стану атмосфери та гідросфери Землі складають гідрометеорологічну інформацію. Ясно, що емпіричні дослідження в гідрометеорологічних науках мають першорядне значення. На їх основі встановлюються закономірності, які притаманні певним характеристикам атмосфери чи гідросфери. Емпіричні дані є критеріями істинності закономірностей, рівнянь гідродинаміки, особливостей атмосферних чи гідрологічних процесів та тому інше. Таким чином, гідрометеорологічна інформація має важливі особливості, які обумовлюються характером процесів, що спостерігаються в цих сферах Землі. Кожний фізичний параметр атмосфери чи гідросфери залежить один від одного, а також від зовнішніх впливів і випадковим чином змінюється за часом та у просторі, утворюючи випадкові поля або послідовності. Обробка і аналіз систем випадкових величин проводиться за допомогою спеціально розробленого апарату досліджень, що складає методи математичної статистики. Тому гідрометеорологічна інформація повинна задовольняти вимогам, котрі пред'являються до статистичної інформації [7; 8].

З теорії ймовірностей відомо, що властивості випадкових величин можуть характеризуватися початковими (ν), центральними (μ) та основними (r) моментами різних порядків (l). В гідрометеорологічних дослідженнях, як правило, використовуються перелічені моменти перших чотирьох порядків, які відбивають фізичні властивості процесів, що досліджуються. Початковий момент l -того порядку для неперервної випадкової величини X визначається таким чином:

$$\nu_l = \int_{-\infty}^{\infty} x^l f(x) dx \quad , \quad (1)$$

де $f(x)$ — щільність ймовірності випадкової величини.

На основі цього визначення отримуємо метод, за допомогою якого можна знайти статистичну оцінку l . Як випливає з формули (1), випадкова величина X визначена на інтервалі $(-\infty, \infty)$. Інтервал же значень випадкової величини, що визначається вибіркою $X : X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$, с обмеженим $[X_{\text{MIN}}, X_{\text{MAX}}]$. Таким чином, статистична оцінка l -того початкового моменту дорівнює:

$$\hat{\nu}_l = \sum_{i=1}^k \tilde{x}_i^l \hat{p}_i \quad , \quad (2)$$

або, оскільки $\hat{p}_i = \frac{m_i}{n}$;

$$\hat{\nu}_l = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \tilde{x}_i^l m_i \quad , \quad (3)$$

де m_i — емпірична частота i -того інтервалу, n — об'єм вибірки.

Із теорії ймовірностей відомо, що

$$\nu_1 = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx = m_x \quad (4)$$

є математичне сподівання випадкової величини X . Знайдемо оцінку першого початкового моменту:

$$\hat{\nu}_1 = \hat{m}_x = \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \tilde{x}_i m_i \quad (5)$$

Очевидно, вона є середнім значенням величини. Отже, середнє значення є статистичною оцінкою математичного сподівання випадкової величини X .

За означенням центральний момент l -того порядку визначається рівнянням:

$$\mu_l = \int_{-\infty}^{\infty} (x - m_x)^l f(x) dx \quad (6)$$

Аналогічним чином можна прийти до формули, яка дає змогу отримати на основі вибірки випадкової величини X статистичні оцінки центрального моменту l -того порядку:

$$\hat{\mu}_l = \sum_{i=1}^k (\tilde{x}_i - \bar{x})^l \hat{p}_i \quad (7)$$

або

$$\hat{\mu}_l = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k (\tilde{x}_i - \bar{x})^l m_i \quad (8)$$

Очевидно, центральний момент першого порядку дорівнює нулю. Таке ж значення має його оцінка $\mu_1 = 0$. Як відомо,

$$\mu_2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - m_x)^2 f(x) dx = \sigma_x^2 \quad (9)$$

є дисперсією випадкової величини X . Отже оцінка його

$$\hat{\mu}_2 = \hat{\sigma}_x^2 = \sum_{i=1}^k (\tilde{x}_i - \bar{x})^2 \hat{p}_i \quad (10)$$

або

$$\hat{\mu}_2 = \hat{\sigma}_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k (\tilde{x}_i - \bar{x})^2 m_i \quad (11)$$

є оцінкою дисперсії: $\hat{\mu}_2 = \hat{\sigma}_x^2$; а $\hat{\sigma}_x = \sqrt{\hat{\sigma}_x^2}$ називається оцінкою середнього квадратичного відхилу.

За означенням основним моментом l -того центрального моменту до l -того ступеня середнього квадратичного відхилу:

$$r_l = \frac{\mu_l}{\sigma_x^l} \quad (12)$$

Як правило, оскільки $r_1 = 0$, а $r_2 = 1$, використання основних моментів обмежується лише третім та четвертим (r_3 і r_4). Ці моменти дають важливу інформацію про характер розподілу випадкових величин. Третій основний момент відбиває характер асиметрії кривої розподілу. Тому його називають коефіцієнтом асиметрії: $r_3 = A_S$. При $r_3 = 0$, крива розподілу є симетричною відносно центру розподілу. Як відомо, гауссовий (нормальний) розподіл є симетричним відносно матсподівання і для нього $r_3 = 0$. Крім асиметрії крива розподілу характеризується сплюснутістю або витягнутістю, тобто коефіцієнтом ексцесу E . Коефіцієнт ексцесу має такий зв'язок з четвертим основним моментом:

$$E = \hat{r}_4 - 3 \quad (13)$$

Для нормального розподілу $r_4 = 3$ і $E = 0$. При $E > 0$ крива розподілу є вигнутою, при $E < 0$ — сплюснутою. Для розрахунку статистичних оцінок третього та четвертого основних моментів використовуються формули:

$$\hat{r}_3 = \frac{\hat{\mu}_3}{S_x^3} \quad (14)$$

$$\hat{r}_4 = \frac{\hat{\mu}_4}{S_x^4} \quad (15)$$

Оцінка дисперсії випадкової величини, котра отримується за допомогою формул (10) та (11) при $l = 2$ не є незсуненою. Для того щоб отримати незсунену оцінку дисперсії треба помножити оцінку другого центрального моменту μ_2 на множник Бесселя $\frac{n}{n-1}$. Тобто незсунена оцінка дисперсії, позначимо її S_x^2 , дорівнює:

$$S_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^k (\tilde{x}_i - \bar{x})^2 m_i \quad (16)$$

або

$$S_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad (17)$$

якщо оцінка дисперсії знаходиться без попереднього групування інформації.

Середнє квадратичне відхилення розраховується за формулою:

$$S_x = \sqrt{S_x^2}. \quad (18)$$

Результати дослідження. В дослідженнях використовувалися дані щоденних спостережень за сніговим покривом на метеорологічних станціях Кіровоградської, Вінницької, Херсонської, Миколаївської та Одеської областей за період з 1996 по 2007 роки. За даними про розподіл середньої висоти сніжного покриву на станціях було розраховано статистичні характеристики: середнє арифметичне значення (\bar{x} , см), середній квадратичний відхил (S_x , см), коефіцієнт асиметрії (A_S) та коефіцієнт ексцесу (E), а також визначені мінімальні (min) та максимальні (max) значення. Результати розрахунків наведено в табл. 1-5.

Таблиця 1.

Статистичні параметри розподілу висоти снігу на станціях Вінницької області

| № | Станція | min | max | \bar{X} | S_x | A_s | E |
|---|---------------|-----|-----|-----------|-------|-------|------|
| 1 | Білопілля | 0 | 43 | 11 | 8,21 | 1,07 | 1,69 |
| 2 | Вінниця | 0 | 66 | 12 | 15,23 | 1,49 | 1,35 |
| 3 | Гайсин | 0 | 45 | 8 | 8,90 | 1,17 | 0,90 |
| 4 | Жмеринка | 0 | 50 | 10 | 10,94 | 1,21 | 0,89 |
| 5 | М-Подільський | 0 | 37 | 7 | 9,33 | 1,49 | 1,43 |
| 6 | Хмільник | 0 | 44 | 11 | 10,37 | 1,01 | 0,04 |

Найбільша максимальна висота снігового покриву в Вінницькій області спостерігається на станції Вінниця і складає 66 см, найменша максимальна висота на станції Могилів-Подільський — 37 см (табл. 1). Найбільша середня висота (\bar{x}) спостерігається на станції Вінниця — 12 см, найменша середня висота на станції Могилів-Подільський — 7 см. Найбільший середній квадратичний відхил (S_x) спостерігався на станції Вінниця — 15,23, найменший має місце на станції Білопілля і складає — 8,23. Коефіцієнт асиметрії (A_S) максимальна 1,49 на станціях Вінниця та Могилів-Подільський, мінімальне значення дорівнює 1,01 на станції Хмільник. Найбільший ексцес (E) спостерігається на станції Білопілля — 1,69, найменший на станції Хмільник — 0,04.

Найбільша максимальна висота снігового покриву в Кіровоградській області спостерігається на станції Новомиргород і скла-

дає 70 см, найменша максимальна висота на станціях Кіровоград та Гайворон — 39 см (табл. 2). Найбільша середня висота спостерігається на станції Бобринець — 13 см, найменша середня висота на станції Світловодськ — 6 см. Найбільший середній квадратичний відхил (S_x) спостерігається на станції Бобринець — 11,36, найменший на станції Світловодськ і складає — 6,46. Коефіцієнт асиметрії (A_s) максимальне значення має на станції Долинська і складає — 1,87, а найменший — на станції Бобринець і дорівнює 0,59. Найбільший ексцес (E) спостерігається на станції Долинська — 4,97, найменший — на станції Бобринець і має від'ємне значення -0,89.

Таблиця 2.

Статистичні параметри розподілу висоти снігу
на станціях Кіровоградської області

| № | Станція | min | max | \bar{X} | S_x | A_s | E |
|---|--------------|-----|-----|-----------|-------|-------|-------|
| 1 | Світловодськ | 0 | 43 | 6 | 6,46 | 1,69 | 3,77 |
| 2 | Знам'янка | 0 | 61 | 11 | 11,30 | 1,60 | 2,80 |
| 3 | Новомиргород | 0 | 70 | 11 | 10,14 | 0,95 | 0,92 |
| 4 | Кіровоград | 0 | 39 | 8 | 8,96 | 1,27 | 0,19 |
| 5 | Гайворон | 0 | 39 | 9 | 6,88 | 1,39 | 2,22 |
| 6 | Помічна | 0 | 46 | 8 | 8,89 | 1,24 | 0,92 |
| 7 | Бобринець | 0 | 42 | 13 | 11,36 | 0,59 | -0,89 |
| 8 | Долинська | 0 | 59 | 7 | 7,75 | 1,87 | 4,99 |

Таблиця 3.

Статистичні параметри розподілу висоти снігу
на станціях Миколаївської області

| № | Станція | min | max | \bar{X} | S_x | A_s | E |
|---|---------------|-----|-----|-----------|-------|-------|-------|
| 1 | Первомайськ | 0 | 34 | 7 | 7,36 | 1,10 | 0,68 |
| 2 | Вознесенськ | 0 | 17 | 7 | 9,66 | 1,49 | 1,40 |
| 3 | Баштанка | 0 | 61 | 9 | 9,12 | 1,18 | 1,28 |
| 4 | Миколаїв | 0 | 24 | 4 | 4,57 | 1,19 | 1,23 |
| 5 | Очаків | 0 | 23 | 8 | 5,98 | 0,87 | -0,12 |
| 6 | Олександрівка | 0 | 31 | 6 | 6,62 | 1,25 | 1,33 |

Найбільша максимальна висота снігового покриву на станціях Миколаївської області спостерігається на станції Баштанка і складає 61 см, найменша максимальна висота на станції Вознесенськ — 17 см (табл. 3). Найбільша середня висота спостері-

гається на станції Баштанка — 9 см, найменша середня висота на станції Миколаїв — 4 см. Найбільший середній квадратичний відхил (S_x) спостерігається на станції Вознесенськ — 9,66, найменший на станції Миколаїв і складає — 4,57. Коефіцієнт асиметрії (A_s) максимальне значення має на станції Вознесенськ і складає — 1,49, а найменший — на станції Очаків і дорівнює 0,87. Найбільший ексцес (E) спостерігається на станції Вознесенськ — 1,40, найменший — на станції Очаків і має від'ємне значення -0,12.

Таблиця 4.

Статистичні параметри розподілу висоти снігу
на станціях Херсонської області

| № | Станція | min | max | \bar{X} | S_x | A_s | E |
|---|--------------|-----|-----|-----------|-------|-------|------|
| 1 | Сірогози | 0 | 40 | 6 | 9,01 | 2,06 | 3,37 |
| 2 | Каховка | 0 | 23 | 3 | 4,58 | 1,98 | 4,04 |
| 3 | Херсон | 0 | 42 | 6 | 9,30 | 1,95 | 3,03 |
| 4 | Асканія-Нова | 0 | 25 | 4 | 5,12 | 1,52 | 1,68 |
| 5 | Бехтери | 0 | 32 | 3 | 5,42 | 2,79 | 9,13 |
| 6 | Генічеськ | 0 | 16 | 4 | 3,84 | 1,03 | 0,43 |
| 7 | Хорли | 0 | 27 | 5 | 6,31 | 1,76 | 1,49 |
| 8 | Стрількове | 0 | 18 | 3 | 3,51 | 1,27 | 1,70 |

Таблиця 5.

Статистичні параметри розподілу висоти снігу
на станціях Одеської області

| № | Станція | min | max | \bar{X} | S_x | A_s | E |
|----|-----------------|-----|-----|-----------|-------|-------|------|
| 1 | Любашівка | 0 | 59 | 11 | 9,80 | 1,44 | 3,33 |
| 2 | Затишся | 0 | 43 | 8 | 8,77 | 1,54 | 2,27 |
| 3 | Сербка | 0 | 38 | 7 | 6,61 | 1,28 | 1,89 |
| 4 | Роздільна | 0 | 30 | 7 | 7,21 | 1,15 | 0,35 |
| 5 | Одеса | 0 | 30 | 4 | 4,78 | 1,63 | 3,60 |
| 6 | Б-Дністровський | 0 | 17 | 3 | 3,77 | 1,39 | 1,05 |
| 7 | Сарата | 0 | 19 | 3 | 3,86 | 1,32 | 1,44 |
| 8 | Болград | 0 | 27 | 6 | 6,06 | 1,43 | 1,56 |
| 9 | Ізмаїл | 0 | 27 | 5 | 4,87 | 1,29 | 2,00 |
| 10 | Вилкове | 0 | 25 | 3 | 3,91 | 2,68 | 9,13 |
| 11 | Іллічівськ | 0 | 21 | 4 | 4,76 | 1,22 | 1,08 |

Найбільша максимальна висота снігового покриву на станціях Херсонської області спостерігається на станції Херсон і складає 42 см, найменша максимальна висота на станції Генічеськ — 16 см (табл. 4). Найбільша середня висота спостерігається на станціях Сірогози та Херсон — 6 см, найменша середня висота на станціях Каховка, Бехтери, Стрілкове — 3 см. Найбільший середній квадратичний відхил (S_x) спостерігається на станції Херсон — 9,30, найменший на станції Стрілкове і складає — 3,51. Коефіцієнт асиметрії (A_g) максимальне значення має на станції Бехтери і складає — 2,79, а найменший — на станції Генічеськ і дорівнює 1,03. Найбільший ексцес (E) спостерігається на станції Бехтери — 9,13, найменший — на станції Генічеськ і має значення 0,43.

Найбільша максимальна висота снігового покриву на станціях Одеської області спостерігається на станції Любашівка і складає 59 см, найменша максимальна висота на станції Білгород-Дністровський — 17 см (табл. 5). Найбільша середня висота спостерігається на станції Любашівка — 11 см, найменша середня висота на станціях Сарата, Білгород-Дністровський, Вилкове — 3 см. Найбільший середній квадратичний відхил (S_x) спостерігається на станції Любашівка — 9,80, найменший на станції Білгород-Дністровський і складає — 3,77. Коефіцієнт асиметрії (A_g) максимальне значення має на станції Вилкове і складає — 2,68, а найменший — на станції Роздільна і дорівнює 1,15. Найбільший ексцес (E) спостерігається на станції Вилкове — 9,13, найменший — на станції Роздільна і має значення 0,35.

Висновки. За результатами аналізу статистичних характеристик снігового покриву можна зробити наступні висновки. Мінімальні висоти снігового покриву на всіх станціях регіону дослідження мають значення 0 см. Найбільша максимальна висота снігового покриву спостерігається на станції Новомиргород Кіровоградської області і складає 70 см, найменша максимальна висота на станції Генічеськ Херсонської — 16 см. Найбільша середня висота спостерігається на станції Бобринець Кіровоградської області — 13 см, найменша середня висота на станціях Сарата, Білгород-Дністровський, Вилкове Одеської області, Каховка, Бехтери, Стрілкове Херсонської області — 3 см. Найбільший середній квадратичний відхил (S_x) спостерігається на станції Вінниця — 15,23, найменший на станції Стрілкове Херсонської

області і складає 3,51. Коефіцієнт асиметрії (A_s) максимальне значення має на станції Бехтери Херсонської області і складає 2,79, а найменший — на станції Бобринець Кіровоградської області і дорівнює 0,59. Найбільший ексцес (E) спостерігається на станції Вилкове Одеської області та Бехтери Херсонської області — 9,13, найменший — на станції Бобринець Кіровоградської області і має від'ємне значення -0,89. Коефіцієнти асиметрії має додатні значення на всіх станціях досліджених областей, що свідчить про правосторонню асиметрію. Цей факт дає можливість зробити висновок, що модальні, тобто найбільш імовірні, середні висоти снігового покриву завжди менші, ніж їх середні значення. Коефіцієнти ексцесу на досліджуваних станціях додатний (за винятком станцій Очаків Миколаївської області та Бобринець Кіровоградської області). Це свідчить, що крива розподілу середньої висоти снігового покриву має витягнуту форму. Отже, висота снігового покриву має невеликий розкид відносно середнього арифметичного значення.

Література

1. Грей Д. М., Мэйл Д. Х. Снег. Справочник: пер. с англ. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 751 с.
2. Bagnold, R. A. The physics of blown sand and desert dunes — L.: Methuen and Co., 1941. — 268 p.
3. Schmidt, R. A. Jr. Sublimation of wind-transported snow-A model. Res. Rep. RM-90, USDA For. Serv., Rocky Mtn. For. and Range Expt. Stn., Fort Collins, colo. 1972.
4. Radok, U. Snow drift // J. Glaciol. — 1977. — Vol. 19. — P. 123-129.
5. Kung, E. C. Study of continental surface albedo on on the basis of flight measurements and structure of the earth's surface cover over North America // Mon. Weather Rev. — 1964. — Vol. 92. — P. 543-564.
6. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 3, Ч. I / Под ред. Г. И. Слабкович. — Л.: Гидрометеиздат, 1985. — 301 с.
7. Шкільний Є. П. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації (збірник задач і вправ). Навч. посіб. — Одеса: ТЕС, 2000. — 420 с.
8. Шкільний Є. П. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації. — Одеса: ТЕС, 1999. — 600 с.

ОЦІНКА МЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ МІСТ ОДЕСА ТА МИКОЛАЇВ

Вступ. Рівень розвитку промисловості, транспорту, сільського господарства неминуче веде до забруднення природних середовищ, в т.ч. атмосферного повітря. Тому важливим завданням є прогнозування забруднення повітряного басейну. Воно базується, насамперед, на розгляді блоку метеорологічних чинників, оскільки процеси розсіяння і накопичення забруднюючих речовин (ЗР) визначаються, в основному, термодинамічним станом атмосфери.

Матеріали і методи дослідження. Метою даної роботи є оцінка метеорологічного потенціалу забруднення атмосфери (МПЗА) мм. Одеса і Миколаїв.

Для можливості оцінки впливу метеорологічних умов на процеси забруднення атмосфери й, відповідно, її самоочищення в рамках даної роботи було обрано найбільш відому методику, яка базується на комплексі розповсюдження метеорологічних даних. Дана методика орієнтує на визначення МПЗА, який використовується для врахування впливу поточних метеорологічних умов на формування рівня забруднення атмосфери в промислових містах [1].

Згідно методологічного підходу розрахунок МПЗА проводився за формулою:

$$МПЗА = (P_{cl} + P_m) / (P_o + P_e),$$

де $(P_{cl} + P_m)$ — фактори, що сприяють забрудненню атмосфери; $(P_o + P_e)$ — фактори, що сприяють розсіюванню домішок в атмосфері; P_{cl} — повторюваність днів зі швидкістю вітру менше 1 м/с; P_m — повторюваність днів із туманами; P_o — повторюваність днів із опадами понад 0,5 мм; P_e — повторюваність днів із швидкістю вітру понад 6 м/с.

Повторюваність днів з тим чи іншим метеорологічним параметром визначалась по кількості днів спостереження за кожний місяць досліджень.

Згідно [2], метеорологічні умови в атмосфері за їх впливом на розсіювання домішок ранжуються наступним чином:

- при значеннях $МПЗА < 0,8$ — сприятливі умови;
- при значеннях $0,8 \geq МПЗА \leq 1,2$ — буферна зона;

- при значеннях $1,2 < МПЗА \leq 2,4$ — несприятливі умови;
- при значеннях $МПЗА > 2,4$ — дуже несприятливі умови.

Результати дослідження та їх аналіз. Для можливості проведення розрахунків МПЗА була сформована база кліматичних даних для м. Одеса. Аналіз проводився за 2012-2015 рр. з урахуванням подальшого порівняльного аналізу значень МПЗА з концентраціями окремих ЗР. Деякі результати оцінки МПЗА представлені у роботах [3; 4].

Графічне відображення динаміки зміни розрахункових значень МПЗА за місяцями та роками наведено на рис. 1-5.

Результати проведених розрахунків значень МПЗА для м. Одеса показали, що найбільш несприятливі умови щодо розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері й, відповідно, підвищення її забруднення не спостерігалися в жодному із досліджуваних років.

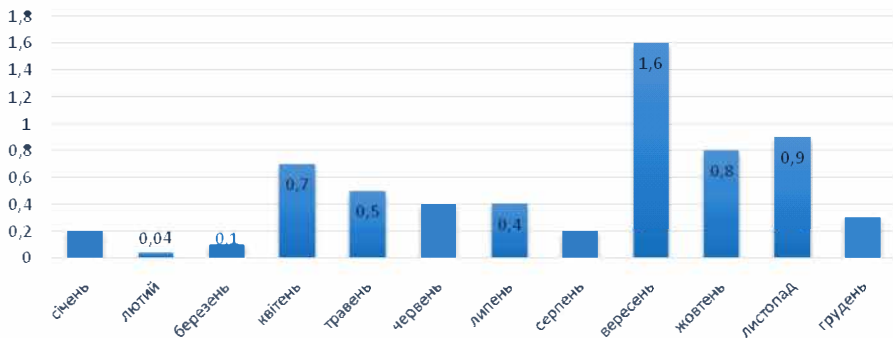


Рис. 1. Динаміка змін значень МПЗА для м. Одеси у 2012 р.

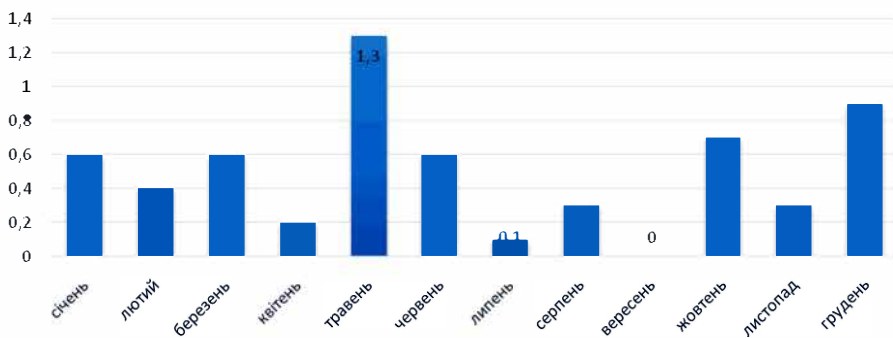


Рис. 2. Динаміка змін значень МПЗА для м. Одеси у 2013 р.

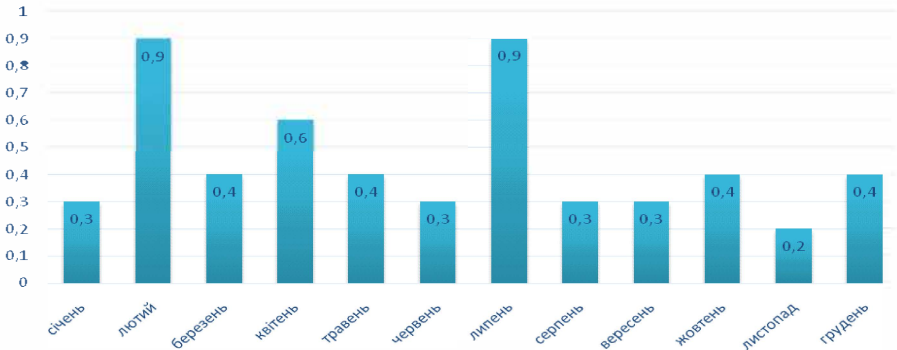


Рис. 3. Динаміка змін значень МПЗА для м. Одеси у 2014 р.

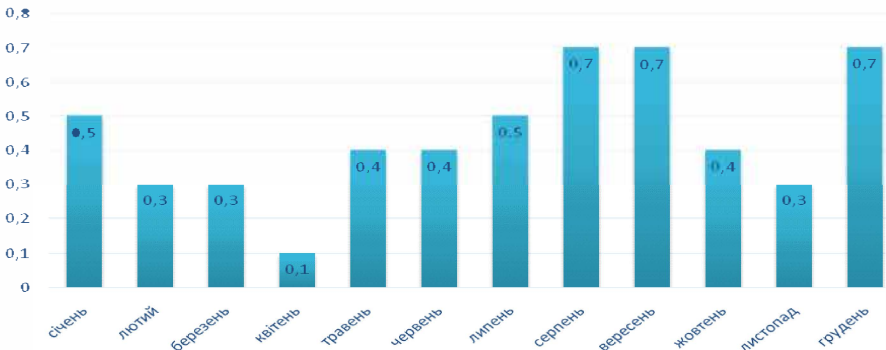


Рис. 4. Динаміка змін значень МПЗА для м. Одеси у 2015 р.

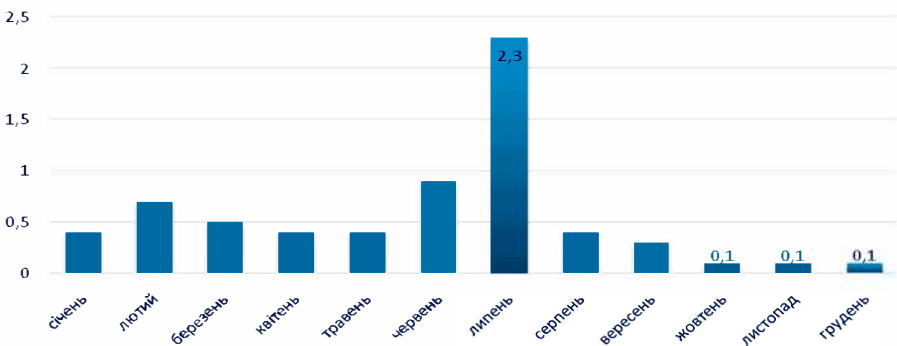


Рис. 5. Динаміка змін значень МПЗА для м. Одеси у 2016 р.

Періоди, які характеризувалися несприятливими умовами щодо самоочищення атмосфери, були зафіксовані: 2012 р. — у вересні; 2013 р. — у травні; 2016 р. — у липні.

Аналіз розрахованих середньорічних значень *МПЗА* м. Одеса у період 2012-2016 рр. (табл. 1) показав наступне:

- практично весь досліджуваний період характеризується переважно метеорологічними умовами, що сприяють самоочищенню атмосфери завдяки, передусім, достатній кількості днів із опадами порівняно із іншими періодами року;
- погіршення *МПЗА* в осінній (2012 р.), весняний (2013 р.) та літній (2016 р.) періоди відбувається за рахунок значної кількості днів з туманами, мрякою, димкою, а також у періоди відсутності необхідної кількості опадів для виведення забруднюючих речовин з атмосфери.

Таблиця 1.

Динаміка зміни середньорічних значень *МПЗА* м. Одеса у 2012-2016 рр.

| Місяці | Значення <i>МПЗА</i> за роками | | | | |
|----------|--------------------------------|------|------|------|------|
| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Січень | 0,2 | 0,6 | 0,3 | 0,5 | 0,4 |
| Лютий | 0,04 | 0,4 | 0,9 | 0,3 | 0,7 |
| Березень | 0,1 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,5 |
| Квітень | 0,7 | 0,2 | 0,6 | 0,1 | 0,4 |
| Травень | 0,5 | 1,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Червень | 0,4 | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 0,9 |
| Липень | 0,4 | 0,1 | 0,9 | 0,5 | 2,3 |
| Серпень | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,7 | 0,4 |
| Вересень | 1,6 | 0,0 | 0,3 | 0,7 | 0,3 |
| Жовтень | 0,8 | 0,7 | 0,4 | 0,4 | 0,1 |
| Листопад | 0,9 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,1 |
| Грудень | 0,3 | 0,9 | 0,4 | 0,7 | 0,1 |

| | | |
|--|--------------------|--------------------------|
| | сприятливі умови | $МПЗА < 0,8$ |
| | буферна зона | $0,8 \geq МПЗА \leq 1,2$ |
| | несприятливі умови | $1,2 < МПЗА \leq 2,4$ |

Для м. Миколаїв аналогічний аналіз проводився за 2008-2011 рр. Графічне відображення динаміки зміни розрахованих значень *МПЗА* по роках наведено на рис. 7. Деякі результати оцінки *МПЗА* м. Миколаїв наведені у [5].

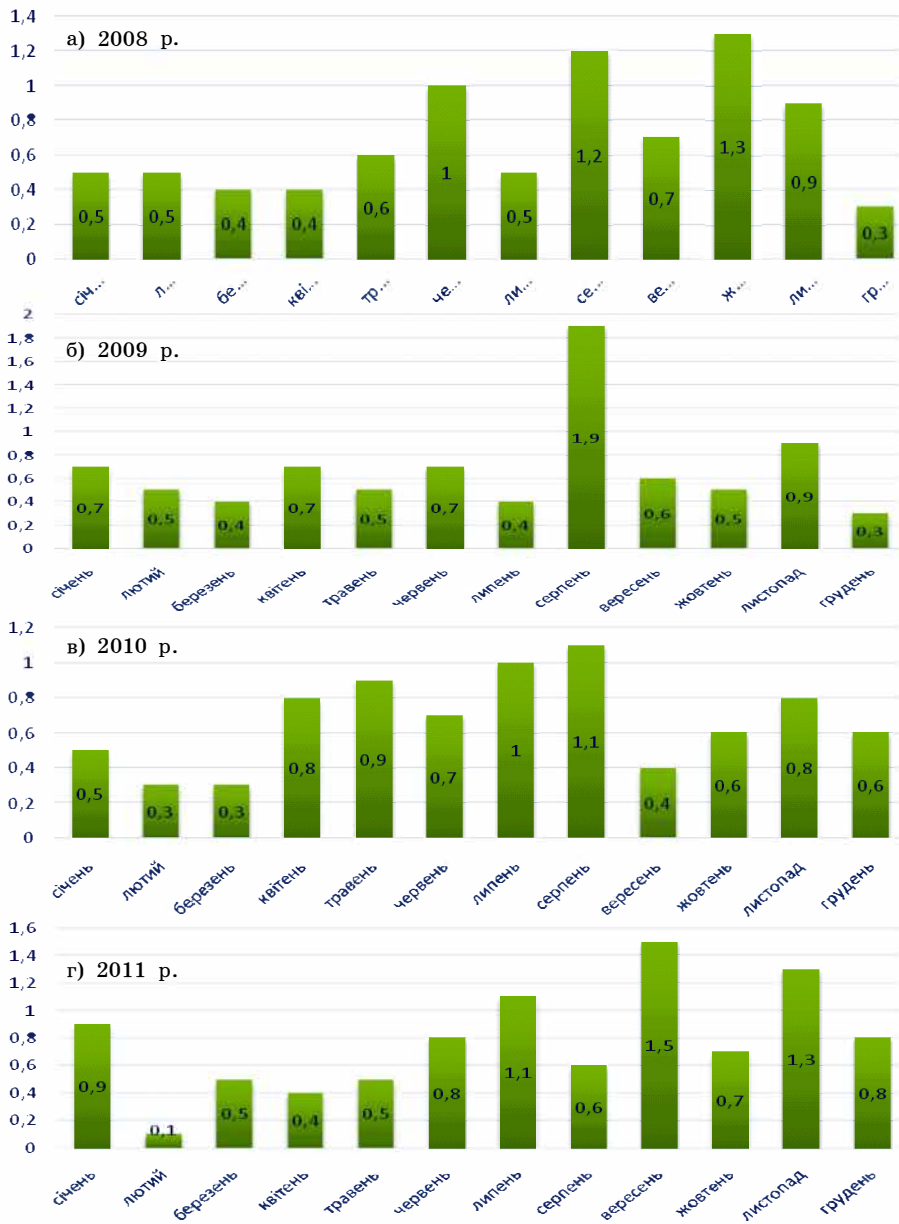


Рис. 7. Динаміка зміни МПЗА м. Миколаїв у 2008-2011 рр.

Аналіз отриманих значень МПЗА м. Миколаїв за (рис. 8 і табл. 2) показав:

- практично весь досліджуваний період характеризується переважно метеорологічними умовами, що сприяють самоочищенню атмосфери завдяки, передусім, достатній кількості днів із опадами;
- ці періоди були зафіксовані у 2008 р. з січня по травень, у липні, вересні та грудні; у 2009 р. у всі місяці, крім серпня та листопада; у 2010 р. у січні, лютому, березні, червні, вересні, жовтні та грудні, у 2011 р. у лютому, березні, квітні, травні, серпні та жовтні;
- погіршення МПЗА в осінній (2008, 2011 рр.) та літній (2009 р.) періоди відбувається за рахунок значної кількості днів з туманами, мрякою, димкою, а також у періоди відсутності необхідної кількості опадів для виведення забруднюючих речовин з атмосфери.

Таблиця 2.

Динаміка зміни середньорічних значень МПЗА м. Миколаїв у 2008-2011 рр.

| Місяці | Значення МПЗА за роками | | | |
|----------|-------------------------|------|------|------|
| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
| Січень | 0,5 | 0,7 | 0,5 | 0,9 |
| Лютий | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,1 |
| Березень | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,5 |
| Квітень | 0,4 | 0,7 | 0,8 | 0,4 |
| Травень | 0,6 | 0,5 | 0,9 | 0,5 |
| Червень | 1,0 | 0,7 | 0,7 | 0,8 |
| Липень | 0,5 | 0,4 | 1,0 | 1,1 |
| Серпень | 1,2 | 1,9 | 1,1 | 0,6 |
| Вересень | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 1,5 |
| Жовтень | 1,3 | 0,5 | 0,6 | 0,7 |
| Листопад | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 1,3 |
| Грудень | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,8 |

| | | |
|--|--------------------|--------------------------|
| | сприятливі умови | $МПЗА < 0,8$ |
| | буферна зона | $0,8 \geq МПЗА \leq 1,2$ |
| | несприятливі умови | $1,2 < МПЗА \leq 2,4$ |

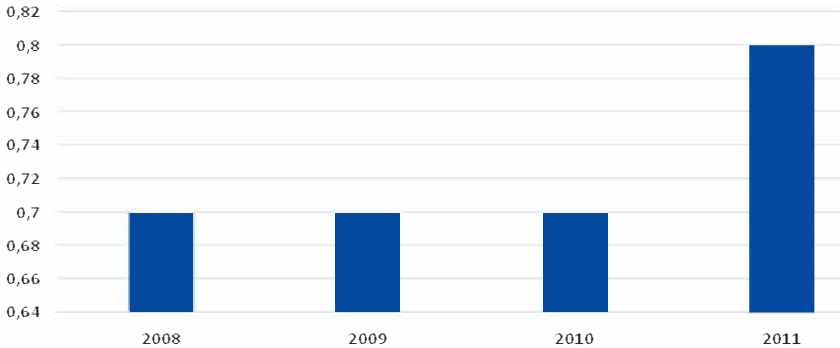


Рис. 8. Середньорічні значення МПЗА м. Миколаїв у 2008-2011 рр.

Висновки. Періодом, який стабільно супроводжується найбільш несприятливими умовами щодо розсіювання домішок в атмосфері, є весняний, літній та осінній періоди. Це зумовлено такими факторами як відсутність опадів або їх невелика кількість та практична відсутність днів із вітрами понад 6 м/с.

Література

1. Берлянд М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. — Л.: Гидрометеиздат, 1985. — 270 с.
2. Отчет о научно-исследовательской работе по теме “Разработать усовершенствованный комплексный метеорологический показатель рассеивающей способности атмосферы (на примере территории Западной Сибири). — Новосибирск, 2014. — 132 с.
3. Сердега І. Л., Чугай А. В. Метеорологічні умови забруднення атмосферного повітря м. Одеса / Тези конф. молодих вчених ОДЕКУ. — Одеса, 2017. — С. 108-109.
4. Чугай А. В., Сердега І. Л. Вплив метеорологічних умов на забруднення повітряного басейну м. Одеса / VI-й Всеукраїнський з'їзд екологів з між нар. участю (Екологія / Ecology — 2017), 2017 р. Зб. наук. праць. — С. 122.
5. Сердега І. Л., Чугай А. В. Оцінка метеорологічного потенціалу забруднення атмосфери м. Миколаїв / III Міжнар. наук.-практ. конф. студентів, магістрантів та аспірантів “Галузеві проблеми екологічної безпеки”. — Харків: ХНАДУ, 2017. — С. 187-190.

ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПОВІТРЯНИЙ БАСЕЙН МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вступ. Атмосферне повітря — найважливіший природний ресурс, від якісного стану якого в значній мірі залежить здоров'я людини. Саме тому наукові дослідження відносно оцінки антропогенного навантаження на повітряний басейн великих міст відносяться до актуальних проблем. Наявність промислових та автотранспортних джерел обумовлює значне навантаження на повітряний басейн регіонів України, в т.ч. і Миколаївської області.

Необхідно відзначити, що для аналізу та оцінки якості та стану атмосферного повітря в наш час застосовується безліч показників та методик. Одні дозволяють виконати оцінку якості повітряного басейну окремими домішками, інші дати інтегральну оцінку та аналіз стану атмосферного повітря регіону, розрахувати рівень навантаження на атмосферне повітря.

Матеріали і методи дослідження. Метою роботи є була загальна характеристика антропогенного впливу на атмосферне повітря Миколаївської області, а також оцінка рівня антропогенного навантаження від викидів стаціонарних та пересувних джерел забруднення. З цією метою було застосовано принцип розрахунку модуля техногенного навантаження (МТН).

Під МТН розуміється обсяг стічних вод та твердих відходів промислових та комунальних об'єктів, рознесених по адміністративних одиницях (областях), що вимірюються в тисячах т на 1 км² за рік. Модуль техногенного навантаження було запропоновано (крім екологічно допустимого навантаження) українськими фахівцями, для характеристики техногенного навантаження [1].

В роботі розраховувався модуль навантаження (МН) на повітряний басейн Миколаївської області.

Результати дослідження та їх аналіз. Рівень техногенного навантаження на навколишнє природне середовище Миколаївської області нижчий, ніж в середньому по Україні. Основними забруднюючими речовинами (ЗР), що потрапляють в повітряний басейн при експлуатації транспортних засобів та виробничої техніки є оксид вуглецю, діоксид азоту, неметанові леткі органічні сполуки. Щодо викидів від стаціонарних джерел, то їх частка стано-

виль 24,9 % від загального обсягу ЗР, що надійшли в атмосферу області протягом 2015 р. [2].

На рис. 1 наведено динаміку викидів ЗР від стаціонарних та пересувних джерел у 2011-2015 рр. Аналіз показує, що в цілому відзначається незначне зменшення обсягів викидів як за рахунок стаціонарних джерел, так і пересувних.



Рис. 1. Динаміка викидів ЗР атмосферне повітря Миколаївської області у 2011-2015 рр. [2]

За видами економічної діяльності головними забруднювачами є підприємства енергетики, виробничі процеси тощо.

У 2015 р. до переліку основних забруднювачів області віднесені тринадцять підприємств, обсяги викиди від яких перевищують 100 т/рік, а саме: ПАТ “Югцемент”, ТОВ “Миколаївський глиноземний завод”, Миколаївське ЛВУМГ ПАТ “Уктрансгаз”, ДП НВКГ “Зоря”-”Машпроект”, ОКП “Миколаїв-облтеплоенерго”, ТОВ СП “Нібулон”, ПАТ “Миколаївгаз”, пасажирське вагонне депо “Миколаїв”, ПАТ “Миколаївська ТЕЦ”, Південно-бузька компресорна станція Олександрівського ЛВУМГ, ТОВ “Бандурський олійно-екстракційний завод”, ТОВ “Юкрейніан Шугар Компані”, Південно-Українська атомна станція [2].

Оцінка навантаження від стаціонарних джерел виконана за 2013-2015 рр. за даними Головного управління статистики у Миколаївській області, а також Регіональної доповіді [2; 3].

На рис. 2 наведено динаміку викидів ЗР в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення по окремих містах Миколаївської області, на рис. 3 — по районах. Як видно з рис. 2, максимальні обсяги викидів ЗР від стаціонарних джерел відзначаються у м. Миколаїв. Вони на порядок перевищують обсяги викидів по інших містах області. У всіх містах області, за виключенням м. Южноукраїнськ, відзначено зменшення викидів з 2013 по 2015 р. І лише в Южноукраїнську відзначено деяке збільшення викидів.

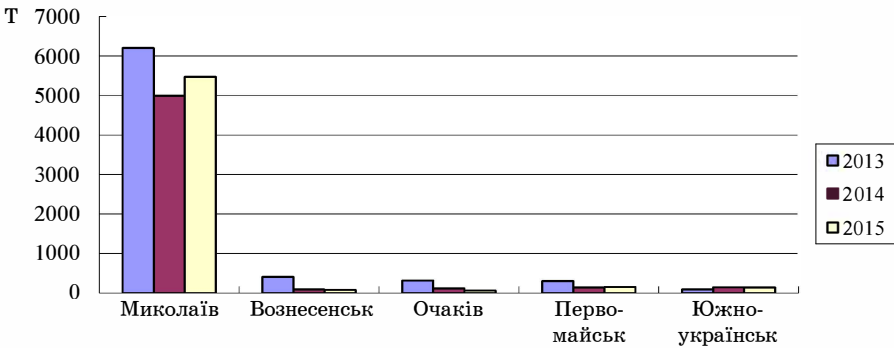


Рис. 2. Динаміка викидів ЗР від стаціонарних джерел по містах Миколаївської області у 2013-2015 рр. [2; 3]

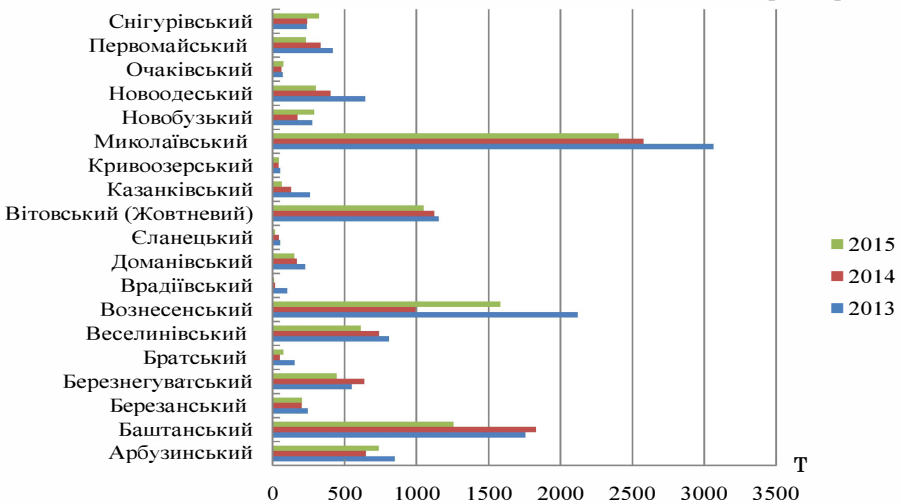


Рис. 3. Динаміка викидів ЗР від стаціонарних джерел по районах Миколаївської області у 2013-2015 рр. [2; 3]

Серед районів Миколаївської області (рис. 3) найбільші обсяги викидів від стаціонарних джерел (більше 1000 т/рік) відзначаються у 4 районах: Миколаївський, Вознесенський, Баштанський і Вітовський. Динаміка викидів по районах не є однозначною. Але в цілому відзначається зменшення загальних обсягів викидів за період дослідження.

На рис. 4 наведено діаграму *MH* по містах Миколаївської області у 2013-2015 рр. Аналіз рисунку показує, що максимальні значення *MH* відзначались майже у всіх містах у 2013 р. В 2014-2015 рр. у містах Вознесенськ, Очаків та Первомайськ *MH* суттєво знизився. В середньому максимальні значення модуля відзначаються у м. Миколаїв (що є цілком закономірним), а мінімальні — у м. Южноукраїнськ.

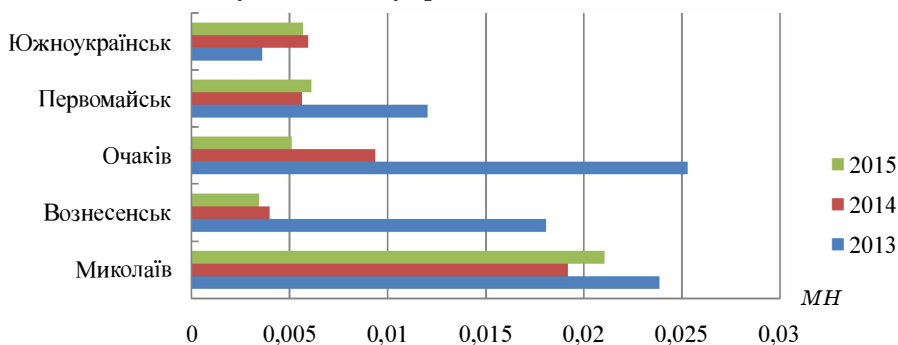


Рис. 4. Діаграма розподілу модуля навантаження по містах Миколаївської області за викидами ЗР в атмосферне повітря у 2013-2015 рр.

Також був проведений аналіз щодо рівня навантаження по обсягам викидів окремих ЗР (рис. 5). Аналіз показує, що максимальні значення показника *MH* відзначаються за викидами пилу, мінімальні — діоксиду сірки. За викидами пилу, діоксиду азоту і оксиду вуглецю максимального навантаження зазнає м. Миколаїв, за викидами діоксиду сірки — м. Первомайськ. Такі міста як Очаків і Южноукраїнськ по всіх речовинах, що аналізувалися, характеризуються мінімальними значеннями показника *MH*.

Було розраховано навантаження на райони Миколаївської області. На рис. 6 наведено діаграму розподілу *MH* по районах області. Аналіз рисунку показує, що максимальні значення *MH* відзначаються у Миколаївському, Вознесенському, Вітовському,

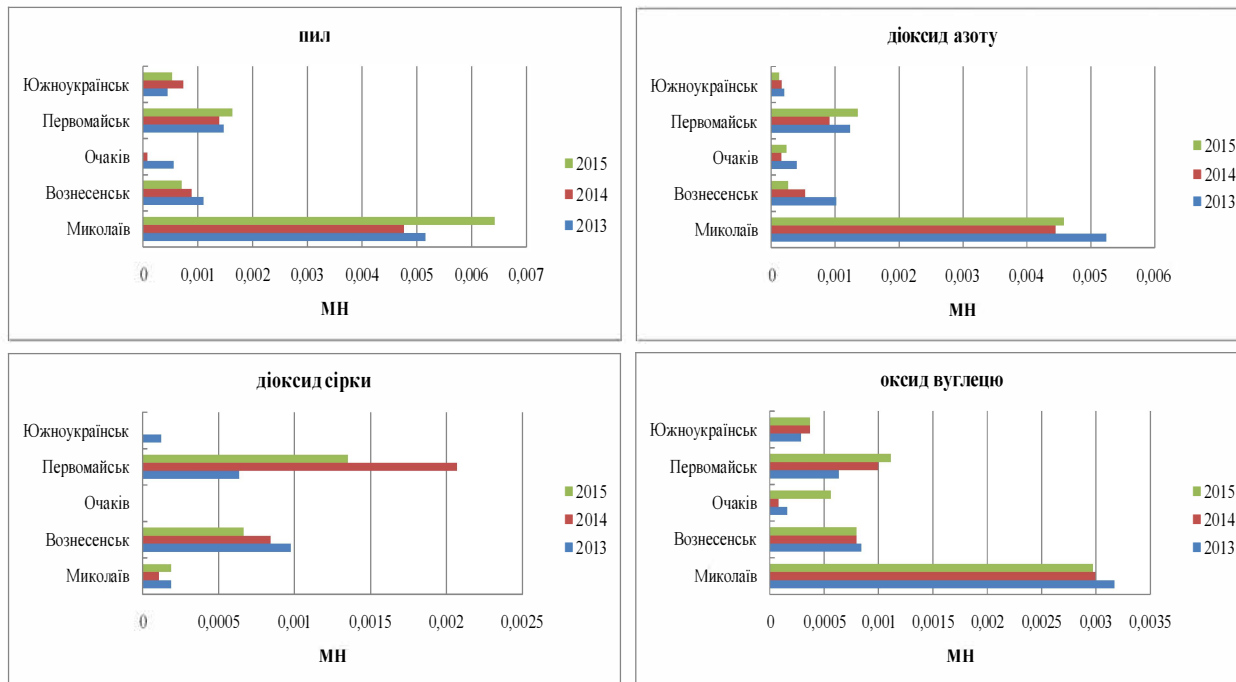


Рис. 5. Діаграма розподілу *MN* по містах Миколаївської області за викидами окремих ЗР в атмосферне повітря у 2013-2015 рр.

Баштанському та Арбузинському районах, мінімальні — у Братському, Владіївському, Єланецькому, Казанківському, Кривоозерському і Очаківському районах. У переважній більшості районів з 2013 по 2015 р. навантаження на повітряний басейн від стаціонарних джерел зменшилось.

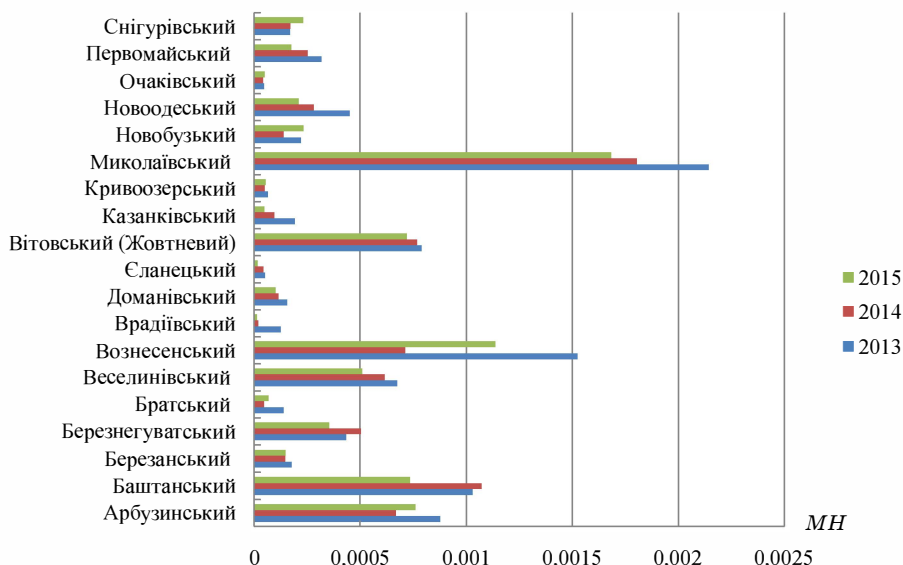


Рис. 6. Діаграма розподілу *MN* по районах Миколаївської області за викидами ЗР в атмосферне повітря у 2013-2015 рр.

Важливою складовою забруднення атмосферного повітря Миколаївської області є вплив пересувних джерел. Обсяги їх викидів в середньому в три рази перевищуються обсяги викидів від стаціонарних джерел.

За даними Державної служби статистики України [4] було виконано розрахунок *MN* на атмосферне повітря Миколаївської області викидами пересувних джерел забруднення, в т.ч. автомобільним транспортом (рис. 7). Як видно, за період дослідження відзначається зменшення *MN* через зменшення кількості викидів ЗР від пересувних джерел. При цьому внесок автотранспорту у загальний об'єм викидів від пересувних джерел складає більше 80 %.

По окремих ЗР максимальні обсяги викидів від пересувних джерел забруднення, в т.ч. від автомобільного транспорту, складають викиди оксиду вуглецю — 70 % і більше від загального

обсягу. Також значений внесок в загальний рівень забруднення дають викиди діоксиду азоту та неметанових летких органічних сполук.

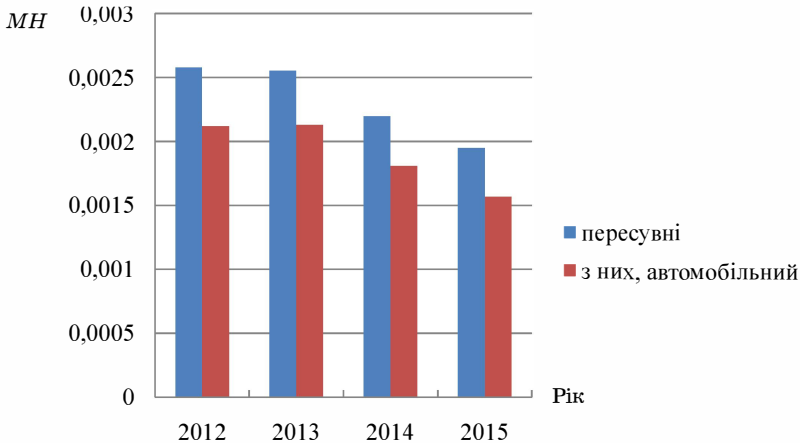


Рис. 7. Значення *MN* на атмосферне повітря Миколаївської області викидами пересувних джерел забруднення у 2012-2015 рр.

Висновки. Оцінка та аналіз навантаження на повітряний басейн Миколаївської області на основі розрахунку показника *MN* показали, що по викидах від стаціонарних джерел забруднення максимального навантаження зазнає м. Миколаїв, а мінімальне — м. Южноукраїнськ.

По районах області максимальні значення *MN* відзначаються у Миколаївському, Вознесенському, Вітовському, Баштанському та Арбузинському районах, мінімальні — у Братському, Владіївському, Сланецькому, Казанківському, Кривоозерському і Очаківському районах. У переважній більшості районів з 2013 по 2015 р. навантаження на повітряний басейн від стаціонарних джерел зменшилось.

Оцінка та аналіз розрахунків навантаження від пересувних джерел показали, що за період дослідження відзначається зменшення *MN* через зменшення кількості викидів ЗР від пересувних джерел. При цьому внесок автотранспорту у загальний об'єм викидів від пересувних джерел складає більше 80 %. Максимальні обсяги викидів від пересувних джерел забруднення складають викиди оксиду вуглецю — 70 % і більше.

Література

1. Електронний ресурс: URL: <http://ecolog.at.ua> (дата звернення: 02.05.2017 р.).
2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2015 р. — Миколаїв, 2016. — 228 с.
3. Електронний ресурс: URL: <http://www.mk.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 2.04.2017 р.)
4. Електронний ресурс: URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 2.04.2017).

УДК 504

Чугай А. В., Кушнір А. А.

АНАЛІЗ ВОДОСПОЖИВАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ ТЕХНОГЕННИМИ ОБ'ЄКТАМИ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вступ. Серед великої кількості екологічних проблем на сьогодні своєю актуальністю визначається проблема стану водних ресурсів. Особливо це актуально для маловодної Миколаївської області, де частка води, що придатна для використання населенням та промисловістю, обмежена.

Основними забруднювачами поверхневих водойм області є підприємства житлово-комунального господарства, а саме загальноміські каналізаційні очисні споруди.

Метою роботи був аналіз водоспоживання та водовідведення підприємствами Миколаївської області за 2014-2015 рр.

Матеріали дослідження. Департаментом екології і природних ресурсів Миколаївської облдержадміністрації були надані дані по водоспоживанню та водовідведенню підприємствами Миколаївської області за формою 2-ТП (водгосп) “Про використання води” за 2014-2015 рр.

В роботі використані дані по 13 підприємствам області, а саме:

- МКП “Миколаївводоканал”;
- науково-виробничий комплекс газотурбобудування “Зоря”-“Машпроект”;
- ТОВ СП “Нібулон” (філії перевантажувальний термінал, “Новоодеська”, “Прибужанівська”);
- ПАТ “САН ІнБев Україна”;

- ТОВ “Миколаївський хлібзавод № 1”;
- КП “Первомайський міський водоканал”;
- ТОВ “Бандурський олійноекстракційний завод”;
- КП “Ольшанське”;
- КП “Очаківводоканал”;
- Вознесенське міське управління водного господарства (МУВГ);
- ПП “АП Благодатненський птахопром”.

Нажаль надані дані є досить різномірними, що ускладнило процедуру аналізу.

Результати дослідження та їх аналіз. Через неоднорідність даних за 2014 р. порівняльний аналіз був проведений лише для 3 підприємств: “Зоря”-“Машпроект”, ТОВ СП “Нібулон” (перевантажувальний термінал), ПАТ “САН ІнБев Україна”.

Підприємства використовують такі джерела водопостачання, як Міськводопровід, Бузький та Березанський лимани, р. Дніпро та свердловини.

Науково-виробничий комплекс газотурбобудування “Зоря”-“Машпроект” — це державне підприємство, що є розробником і виробником газових турбін морського і загально промислового застосування. Введено в експлуатацію з травня 1954 р. [1].

Підприємство використовує такі джерела водопостачання, як міськводопровід, Бузький лиман, Березанський лиман та свердловини.

ТОВ СП “Нібулон” — аграрна компанія України, один з найбільших українських сільськогосподарських виробників та експортерів. Заснована в 1991 р. На 2016 р. компанія збудувала 22 елеваторних комплексів та перевантажувальних терміналів на Дніпрі та Південному Бузі. У компанії близько 50 філій по всій Україні [2].

Джерелами водопостачання для перевантажувального терміналу є МКП “Миколаївводоканал”, ПАТ “ЧЗС” та підземний водозабір. Водопостачання відбувається за рахунок води р. Дніпро та Бузького лиману.

Водопостачання для філії “Прибужанівська” та “Новоодеська” відбувається за рахунок підземного та поверхневого водозабору з р. Південний Буг.

ПАТ “САН ІнБев Україна” — в Миколаєві одна з трьох філій в Україні [3]. Джерелом водопостачання та водовідведення для підприємства є МКП “Миколаївводоканал”.

З рис. 1 видно, що найбільше води із вказаних підприємств споживає “Зоря”-“Машпроект”. Найбільший скид (рис. 2) також здійснює “Зоря”-“Машпроект”. Об’єктом для скиду є Бузький лиман, стоки відводяться нормативно-чистими (без очистки).

Забрано або одержано води за 2014 рік:

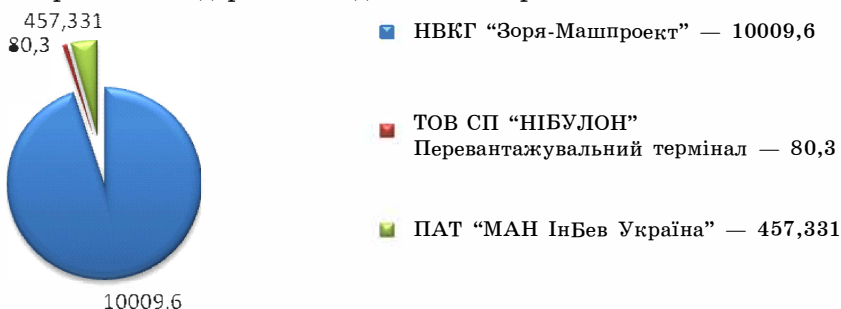


Рис. 1. Динаміка водозабору підприємствами Миколаївської області за 2014 р.

За 2015 р. аналізувалися дані по 12 підприємствам Миколаївської області. За рік було забрано 63046,8 тис. м³ води з різних джерел водопостачання.

Перше місце по обсягам забору води (рис. 3) посідає МКП “Миколаївводоканал”, друге — “Зоря-Машпроект”, третє — КП “Первомайський міський водоканал”. Об’єми забраної води були використані на:

- питні та санітарно-гігієнічні потреби — 20034,3 тис. м³;
- виробничі (технологічні) потреби — 19102,7 тис. м³;
- на інші потреби — 1884 тис. м³.

Відведено зворотних (стічних) вод за 2014 рік:

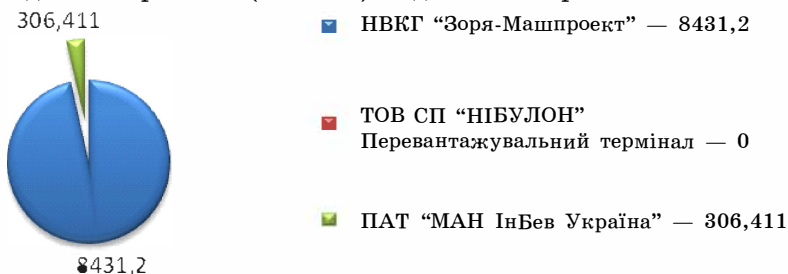


Рис. 2. Динаміка водовідведення підприємствами Миколаївської області за 2014 р.

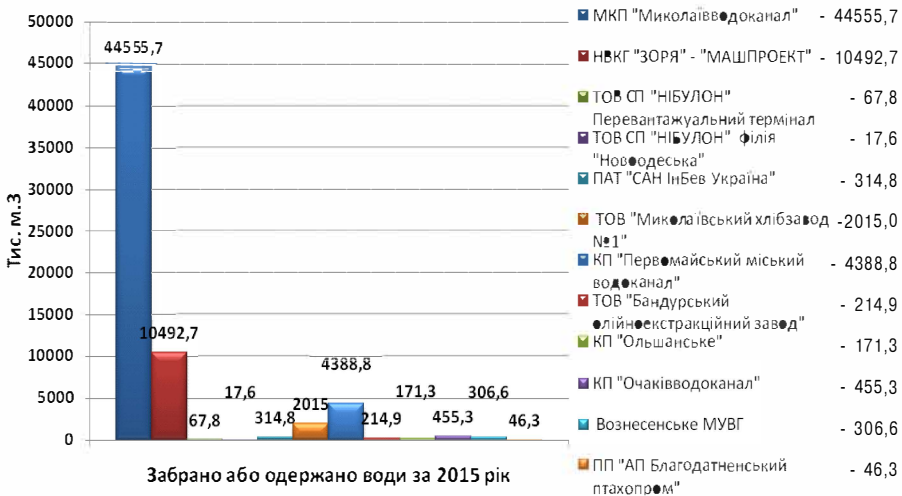


Рис. 3. Динаміка водозабору підприємствами Миколаївської області за 2015 р.

МКП “Миколаївводоканал” (Миколаївське міське комунальне підприємство) створене у 1908 р., надає послуги з постачання холодної води та водовідведення холодної і гарячої води.

Водопостачання м. Миколаїв може здійснюватися із двох джерел: р. Дніпро та Жовтневого водосховища. Через значне забруднення місцевих джерел водопостачання основним джерелом питної води для міста є водовід “Дніпро-Миколаїв” довжиною близько 73 км [4].

МКП “Миколаївводоканал” використовує два джерела водопостачання: водопровід “Дніпро-Миколаїв” та підземні води.

КП Первомайської міської ради “Первомайський міський водоканал” працює в галузі водопостачання та водовідведення. Водопостачання здійснюється з р. Синюха та Південний Буг. Технологічна схема подачі води з трьох водозборів включає в себе такі основні стадії очистки та обробки, як коагуляція, відстоювання, фільтрування, знезараження (рідким хлором) [5].

Згідно наявних даних встановлений ліміт використання води не був перевищений на жодному підприємстві.

Аналізуючи рис. 4 можна сказати, що найбільший скид зворотних (стічних) вод у 2015 р. здійснював МКП “Миколаївводоканал”. Джерелом приймання його стоків є Бузький лиман,

накопичувач, поля фільтрації та вигрібні ями. Частина стоків надходить недостатньо очищеними, а інша частина надходить нормативно-чистими (без очистки). Другим по кількості скиду зворотних (стічних) вод є “Зоря”-”Машпроект”. Стоки надходять до Бузького і Березанського лиманів та до міськводопроводу. Стоки надходять нормативно-чистими (без очистки). Третім по кількості скиду зворотних (стічних) вод є КП “Первомайський міський водоканал”. Для водовідведення підприємство використовує такі приймачі зворотних (стічних) вод, як р. Південний Буг, р. Синюха та поля фільтрації. Більша кількість стоків є недостатньо очищеними, менша частка є нормативно-чистою (без очистки).

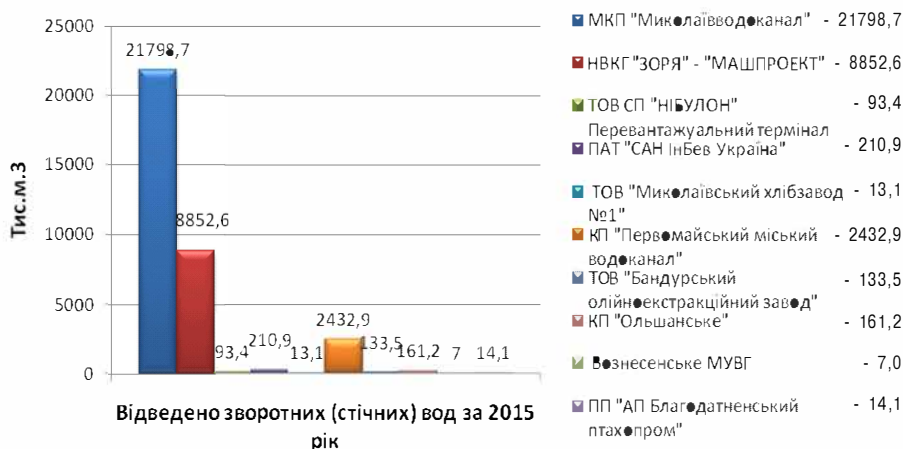


Рис. 4. Динаміка водовідведення підприємствами Миколаївської області за 2015 р.

Всього за рік було скинуто 33717,4 тис. м³ зворотних (стічних) вод. З них:

- недостатньо очищені — 20386,6 тис. м³;
- нормативно-чисті (без очистки) — 11471,4 тис. м³;
- нормативно-очищені на очисних спорудах — 182,7 тис. м³.

Висновки. На основі виконаного аналізу можна зробити висновки, що з 13 підприємств області, які аналізувались, за 2014 та 2015 рр. лідером по забору та водовідведенню є МКП “Миколаївводоканал”, друге місце займає “Зоря”-”Машпроект”, третє — КП “Первомайський міський водоканал”.

Об'єми забраної води були використані на питні та санітарно-гігієнічні потреби, виробничі (технологічні) потреби та ін.

Отже, найбільше споживають води комунальні підприємства, вони ж є і найбільшими джерелами утворення зворотних (стічних) вод. Через застарілі та неефективні очисні споруди відбувається забруднення поверхневих водних об'єктів області.

Література

1. "Зоря-Машпроект", Научно-произв. комплекс газотурбостроения, ГП / Електронний ресурс: URL: <http://zorya-mashproekt.biz-gid.ru> (дата звернення: 11.10.2017 р.).
2. Історія створення підприємства / Електронний ресурс: URL: <http://www.nibulon.com/data/pro-kompaniyu/istoriya-stvorennya-pidpriemstva.html> (дата звернення: 11.10.2017 р.).
3. Про компанію АВ IvBev / Електронний ресурс: URL: <http://www.suninbev.com.ua/about> (дата звернення: 15.10.2017 р.).
4. МКП "Миколаївводоканал" / Електронний ресурс: URL: <http://www.managerhelp.org/hoks-1272-2.html> (дата звернення: 10.10.2017 р.).
5. КП "Первомайський міський водоканал" / Електронний ресурс: URL: <http://prestigemediacom.ua/project/ecologi/33-vodokanali/135-qpervomajskij-miskij-vodokanalq.html> (дата звернення: 21.10.2017 р.).

УДК 551.465

Ломакін П. Д.

ПОЛЕ РОЗЧИНЕНОЇ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ У АЗОВСЬКОМУ МОРІ

На основі рівняння регресії та середньої місячної солоності розраховані поля концентрації розчиненої органічної речовини у водах Азовського моря та одержані перші уявлення про їх структуру. Показано, що на переважачій частині Азовського моря характерна концентрація цієї речовини 1-2 мг/л, що істотно нижче відомих раніше оцінок. На ділянках східного і північного узбережжя моря, за рахунок річкового стоку, концентрація розчиненої органіки на порядок вища. Проаналізована трансформація поля концентрації досліджуваної речовини в прибережній зоні на природному маргінальному фільтрі в гирлі р. Дон і стокових фронтах річок, що впадають в море.

Ключові слова: розчинена органічна речовина, солоність, маргінальний фільтр, стоковий фронт, Азовське море.

Вступ. Розчинена органічна речовина (РОВ) — важливий параметр водного середовища, присутній в усіх без виключення типах природних вод, який до теперішнього часу, практично, не вивчений з позиції класичної океанології. Причина — відсутність надійних вимірювальних приладів, що дозволяють оперативно одержувати масову інформацію про концентрацію цієї речовини на морських акваторіях. Цим пояснюється незначний об'єм відповідних відомостей в сучасних базах океанографічних даних, невивченість структури і мінливості полів РОВ і навіть неоднозначність думок різних дослідників відносно характерної природної концентрації цього елемента в океанах, морях, їх окремих регіонах і інших водоймах.

До недавнього часу вважалося, що у водах океанів і морів поле концентрації цієї речовини однорідне, воно майже не змінюється в часі і може бути охарактеризоване одним значенням.

Так, згідно [1], вміст РОВ в природних водоймах коливається в інтервалі 20-50 мг/л. Відповідно до [2] у Чорному морі характерна концентрація цього елемента на порядок нижча, — 2 мг/л. За оцінками [3] вміст РОВ у водах Атлантичного і Тихого океанів в середньому дорівнює 2 мг/л; у Балтійському і Каспійському морях він змінюється в інтервалі 5-6 мг/л, а води Азовського моря відрізняється максимальною на фоні інших морів і океанів концентрацією цієї речовини — до 10 мг/л.

У пропонованій статті на основі методів класичної океанографії зроблена спроба дослідження поля концентрації РОВ в Азовському морі. Уточнена характерна концентрація, виявлені типові ознаки структури його фактичного і середніх сезонних полів. Розглянуті питання, що стосуються трансформації РОВ на природному маргінальному фільтрі в гирлі р. Дон і стокових фронтах річок, що впадають в море.

Початкові дані і методи дослідження. Раніше концентрація РОВ в Азовському морі не вимірювалася. Принаймні, у базі даних кліматичного атласу [4] відповідна інформація відсутня.

Регулярне емпіричне дослідження полів вмісту РОВ в Чорному і Азовському морях стало можливим, завдяки оптичному зонду "Кондор" [5]. Цей прилад був використаний в серії комплексних експедицій, проведених співробітниками Морського гідрофізичного інституту в Азовське море впродовж останніх ~15 років. Зондування на даній акваторії виконані з кроком по глибині

0,1 м. Синхронно in-situ фіксувалися температура, солоність, концентрація РОВ і загальної зваженої речовини. Діапазон досліджених глибин 0,5-12,2 м.

В результаті була сформована океанологічна база даних, що дозволила в першому наближенні отримати уявлення про вміст РОВ у водах Азовського моря.

У пропонуваній статті використані наступні відомості експедиційних досліджень МГІ (табл. 1).

Таблиця 1.

Данні експедиційних досліджень МГІ в Азовському морі з фіксацією вмісту РОВ

| Район | | Дата | Кількість станцій | РОВ, мг/л |
|-------------------|-------|----------------------------------|-------------------|-----------|
| Гирло р. Дон | море | Червень 2015 р. | 8 | 15-30 |
| | річка | | 44 | 40-62 |
| Бердянська затока | | Грудень 2007 р. | 16 | 1-22 |
| Центр моря | | Вересень 2002 р. | 12 | 1-3 |
| Захід моря | | Червень 2013 р. | 13 | 2-3 |
| Озеро Сіваш | | Червень 2013 р.- Жовтень 2015 р. | 23 | 1-2 |
| Південь моря | | Серпень 2003 р.- Серпень 2014 р. | 87 | 1-2 |

Акваторія Азовського моря нерівномірно і недостатньо забезпечена початковими даними. Їх немає в східній частині. У відкритій центральній області моря виконано всього 12 зондувань (розріз Керч-Бердянськ) з визначенням вмісту РОВ. Основний об'єм аналізованих відомостей припав на прибережну область.

На основі початкової вибірки, що включила 159 станцій (табл. 1), було отримано рівняння регресії, що зв'язало концентрацію РОВ з солоністю вод. За допомогою цього рівняння добре забезпечені середні місячні халинні поля, запозичені з кліматичного атласу Азовського моря [4], були оцифровані і потім перераховані в схеми горизонтального розподілу концентрації РОВ.

Для аналізу поля РОВ у гирлі Дона використані данні експедиції МГІ, що була проведена в червні 2015 р. (табл. 1).

Обговорення результатів. Аналіз фактичної інформації (табл. 1) дозволив виявити наступні основні ознаки поля концентрації РОВ. Для поля цього елемента в Азовському морі характерні два основні регіони. Це прибережні східна і північна області, зі значним впливом річкового стоку та властивою високою

концентрацією цієї речовини (10-30 мг/л), і інший великий регіон, що включає відкриті і прибережні води західного і південного узбережжя моря, де вміст РОВ на порядок нижчий (1-3 мг/л).

Вертикальна стратифікація фактичного поля концентрації РОВ на досліджених ділянках Азовського моря слабо виражена. У його не підлеглих до антропогенної дії водах поле вмісту РОВ однорідне по вертикалі. Концентрація цієї речовини слабо змінюється з глибиною. Іноді в тонкому придонному шарі завтовшки в декілька дециметрів вона збільшується на 0,1-0,3 мг/л (рис. 1а).

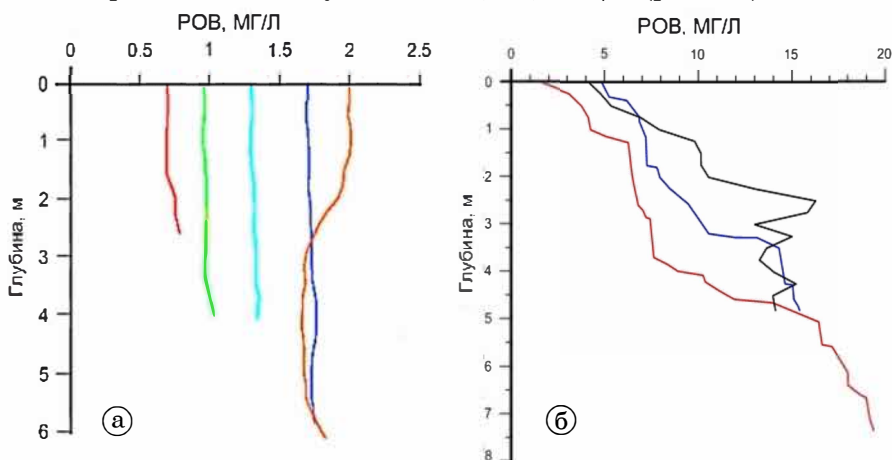


Рис. 1. Приклади фактичних профілів РОВ (z) в Азовському морі: а) не забруднені води; б) води забруднених акваторій

У природному полі РОВ часто спостерігаються лінзи вод з його високою концентрацією (4-18 мг/л), які обумовлені антропогенною дією. Характерна відмінність вертикальної структури концентрації РОВ в забруднених водах досліджуваної акваторії — високий вміст і яскраво виражений немонотонний профіль з тонкоструктурними інтрузійними ознаками (рис. 1б).

Для незабруднених вод Азовського моря виявлений тісний зворотний кореляційний зв'язок (з коефіцієнтом $R_{S/POB} = -0,80$; рівняння лінійної регресії $POB = 30,87 - 2,78 \cdot S$) між солоністю і вмістом РОВ (рис. 2). Це на кількісному рівні підтверджує значущість річкового стоку як чинника, що формує поле досліджуваного елемента в прибережних районах на сході і півночі моря, а також мінімальну насиченість розчиною органікою вод з максимальною солоністю в його південній частині.

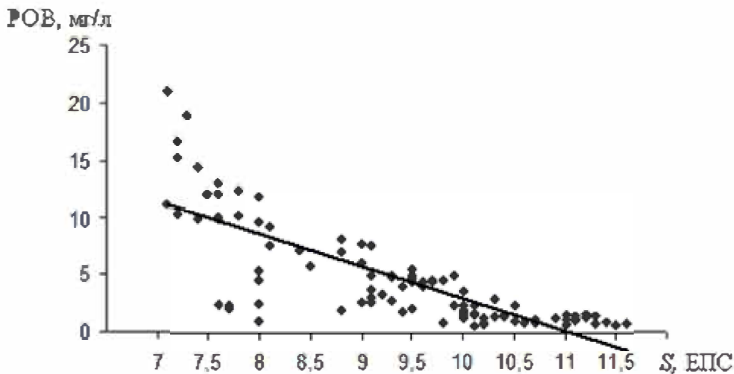


Рис. 2. Прямая кореляційного зв'язку між солоністю, ЕСП і вмістом РОВ (мг/л) в незабруднених водах Азовського моря

Аналогічні закономірності для вод океанського узбережжя США і узбережжя Східносибірського моря виявлені в [6; 7], де показана значущість річкового стоку, як основного джерела РОВ і наявність зворотного кореляційного зв'язку з високим коефіцієнтом (по модулю більше 0,9) між солоністю і концентрацією цієї речовини.

Відмітимо, що в забруднених водах Азовського моря зв'язок між солоністю і вмістом РОВ відсутній.

На рис. 3 приведені горизонтальні розподіли концентрації РОВ для червня і березня, отримані шляхом перерахунку відповідних розподілів середньої місячної солоності з Атласу [4], які, відображають основні властивості структури поля вмісту досліджуваної речовини в Азовському морі.

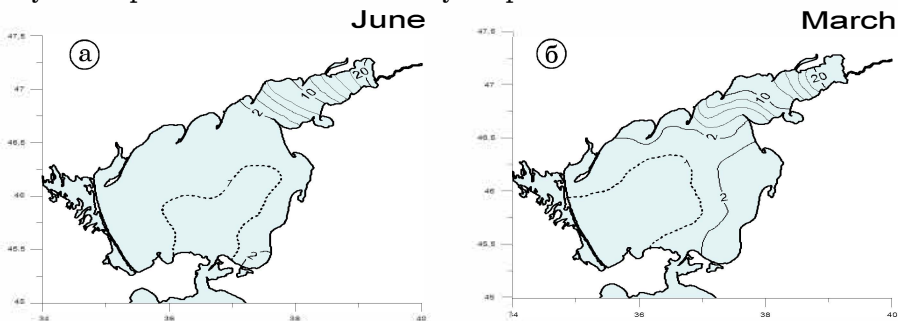


Рис. 3. Розподіл концентрації РОВ, мг/л на поверхні Азовського моря в червні (а) і у березні (б)

Видно, що середні місячні поля вмісту РОВ, як і розглянуте вище фактичне поле концентрації цієї речовини, характеризуються двома основними регіонами. Це розпріснений річковим стоком регіон північного і східного узбережжя моря (солоність 0-10 ЕПС) з максимальною концентрацією РОВ, 2-20 мг/л. Тут високий вміст РОВ обумовлено адвективною теригенною складовою цієї речовини, пов'язаною з річковим стоком.

Інший регіон — відкриті води, а також води західного і південного узбережжя моря, де відсутній вплив річкового стоку та властива максимальна солоність, 11-12 ЕПС і мінімальна концентрація РОВ, 1-2 мг/л.

У літні місяці, в межінь, коли стік річок, що впадають в Азовське море, мінімальний, прибережна акваторія з високим вмістом РОВ складає, приблизно, 15 % від усієї площі моря. Сюди входять акваторія Таганрозької затоки, куди впадають річки Дон, Кальміус, Міус, Єя та ін., а також ділянка на південному сході моря, що примикає до гирла Кубані (рис. 3а).

Під час паводку, спостережуваного навесні, акваторія з високим вмістом РОВ поширюється на усе північне і східне узбережжя Азовського моря, займаючи до 30-35 % його загальної площі (рис. 3б).

Впродовж усього року на переважаючій частині Азовського моря концентрація РОВ дорівнює 1-2 мг/л (рис. 3), що істотно нижче визначених раніше (10 мг/л [3]) розрахункових оцінок.

Закономірності трансформації фактичного поля РОВ в прибережній зоні Азовського моря ілюструють матеріали експедиції МГІ в гирлі р. Дон, що була проведена в червні 2015 року.

Їх аналіз [8] показав наступне. На відміну від термохалінного поля і поля концентрації загальної зваженої речовини, які визначалися фізичними чинниками, поле вмісту РОВ мало власні якісні структурні особливості. Уздовж мористої частини гирлової області Дона в полі концентрації цієї речовини був виявлений чітко виражений фронтальний розділ, — природний маргінальний фільтр (рис. 4).

Відносно недавні дослідження процесів трансформації вмісту домішок в річкових водах на узмор'ї різних річок показали, що природні маргінальні фільтри — складні системи. Їх можна представити у вигляді п'яти послідовних етапів, кожен з яких має свою, тільки йому властиву функцію. Дослідження, які були

виконані на базі фізичної моделі, а також натурних спостережень, виявили, що на маргінальних фільтрах океанів в гирлах великих річок, — Амазонки, Лени, Єнісею, Обі затримується 90-95 % зважених і 30-40 % розчинених речовин і забруднень річкового стоку [7; 9-11].

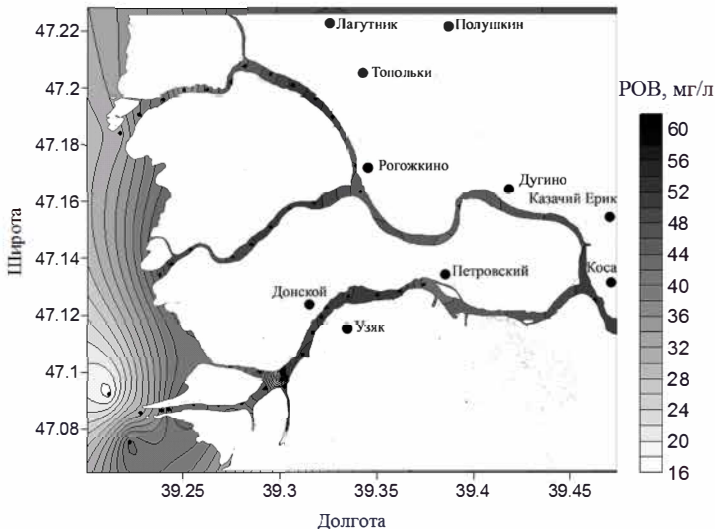


Рис. 4. Розподіл концентрації РОВ, мг/л біля дна в гирлі річки Дон у червні 2015 року

У аналізованому випадку виявлена одна з основних ознак природного маргінального фільтру в гирлі Дона — фронтальний розділ в полі концентрації РОВ. Він був орієнтований в меридіональному плані уздовж берегової лінії дельти в прісних водах з мінералізацією 0,6-0,8 мг/л, мав поперечний масштаб в 0,5-1,0 милі. Концентрація РОВ на зверненій до берега межі фронту від 35-40 мг/л зменшувалася до 15-20 мг/л на мористій його межі. Судячи з різниці концентрацій, в цій вузькій прибережній смузі осіло близько половини розчинених органічних речовин, що містяться в річковій воді в пониззі Дона (рис. 4).

Цей фронтальний розділ може бути ідентифікованим, як природний маргінальний фільтр гирлової зони р. Дон.

У [7] показано, що природний маргінальний фільтр в пригирловій області сибірських річок також має фронтальні структурні ознаки в полі вмісту РОВ. Він характеризується, практично,

тим самим перепадом концентрації цієї речовини на своїх межах (40 мг/л — на зверненій до берега та 20 мг/л — на мористій межі), але відрізняється великим просторовим масштабом в порівнянні з аналогічним утворенням у гирлі Дона.

Згідно з класичними океанологічними уявленнями [12], повна трансформація властивостей вод річок, що впадають в океани та моря, відбувається на стокових фронтах цих річок.

По середньому місячному кліматичному полю солоності визначити характеристики стокових фронтів даної акваторії дуже складно. Більш або менш однозначно можна виявити лінію, що проходить через мористі межі фронтів річок, які впадають в Азовське море. На схемах середньої місячної солоності Кліматичного атласу [4] видно, що ця межа представлена ізохаліною 10 ЕПС. В мористу сторону від цієї ізолінії поле концентрації РОВ стає однорідним (рис. 3). Тобто, в Азовському морі у водах з солоністю більше 10 ЕПС зникає складова РОВ теригенного походження, що обумовлена річковим стоком. Концентрація досліджуваної речовини тут дорівнює 1-2 мг/л.

Проаналізовані вище дані свідчать про значиму роль річкового стоку, як основного джерела розчиненої органічної речовини у водах Азовського моря.

У [8] показано, що в Керченській протоці в полі РОВ існує фронтальний розподіл, який співпадає з основним термохалінним фронтом, що розмежовує взаємодіючі азовоморські та чорноморські води. Проникаючи в протоку води Азовського і Чорного морів окрім відомих термохалінних ознак мають власну концентрацію РОВ. Причому в азовоморських водах на поверхні вона менша (максимально повторювана концентрація 1,6 мг/л) в порівнянні з чорноморськими, де відповідне значення дорівнює 1,9 мг/л.

Непідлеглі впливу річкового стоку води Азовського моря відрізняються менш розвиненим по вертикалі і каламутнішим фотичним шаром в порівнянні з водами Чорного моря. З цими чинниками, можливо, пов'язана відповідна різниця в концентрації РОВ.

Висновок

За допомогою рівняння регресії по картах середньої місячної солоності розраховано поле вмісту РОВ у водах Азовського моря.

Виділені два регіони: (1) відкриті води моря з прилеглими акваторіями західного і південного узбереж, які не підлеглі впливу річкового стоку і (2) акваторія північного і західного узбереж,

куди впадають, практично, усі річки Азовського басейну. Для першого регіону властива низька концентрація РОВ, 1-2 мг/л, для другого, за рахунок стокової складової, вона на порядок вище.

Влітку, в межінь, прибережна акваторія з високим вмістом РОВ складає, приблизно, 15 % від усієї площі моря. Навесні, під час паводку, акваторія з високим вмістом РОВ поширюється на усе північне та східне узбережжя Азовського моря та суміжні відкриті води, займаючи до 30-35 % його загальної площі. Впродовж року на переважаючій частині Азовського моря концентрація РОВ дорівнює 1-2 мг/л, що істотно нижче відомих раніше оцінок (10 мг/л), які були визначені на основі розрахункових методів.

У чистих водах Азовського моря поле концентрації РОВ слабо стратифіковане по вертикалі. Характерна відмінність вертикальної структури концентрації цієї речовини в забруднених водах досліджуваної акваторії — його високий вміст і яскраво виражений немонотонний профіль РОВ (z).

На прикладі гирла р. Дон показано, що РОВ, яка поступає в Азовське море з річковим стоком, стрибкоподібно убуває в гирловій області, у вузькій прибережній смузі шириною 0,5-1,0 милі, осідаючи на природному маргінальному фільтрі, і повністю зникає в напрямку відкритих вод від стокових фронтів річок, що впадають в море.

Виявлено, що річковий стік — основне джерело розчиненої органічної речовини у водах Азовського моря.

Література

1. Горшкова О. М. и др. // Вода: химия и экология. — 2009, № 11. — С. 31-37.
2. Хайлов К. М. Экологический метаболизм в море. — К.: Наукова думка, 1971. — 250 с.
3. Скопинцев Б. А. Формирование современного химического состава вод Черного моря. Л.: Гидрометеиздат, 1975. — 338 с.
4. https://www.nodc.noaa.gov/OC5/AZOV2006/HTML/s_climatology.html
5. <http://ecodevice.com.ua/ecodevice-catalogue/multiturbidimeter-kondor>
6. Boss E., Pegau W. S., Zaneveld J. R. V. et al. Spatial and temporal variability of absorption by dissolved material at a continental shelf // J. Geophys. Res. — 2001. — 106, № C5. — P. 9499-9507.

7. Пугач С. П., Пипко И. И.. Динамика растворенного окрашенного органического вещества на шельфе Восточносибирского моря / Доклады академии наук. — 2012. — Т. 447, № 6. — С. 671-674.
8. Ломакин П. Д., Чепыженко А. И., Чепыженко А. А.. Поле растворенного органического вещества в Азовском море и Керченском проливе на базе оптических наблюдений // Морской гидрофизический журнал. — 2016, № 5. — С. 76-88.
9. <https://www.nkj.ru/news/2555/> (Наука и жизнь, Маргинальные фильтры океанов).
10. Шевченко В. П., Широкова Л. С., Здоровеннов Р. Э., Новигатский А. Н., Покровский Н. В., Политова О. С. Распределение растворенного органического углерода в маргинальном фильтре реки Кеми (Белое море) в летний период // Органическое вещество и биогенные элементы во внутренних водоемах и морских водах. Материалы V Всероссийского симпозиума с международным участием 10-14 сентября 2012 г., Петрозаводск, Республика Карелия, Россия. — Петрозаводск, 2012. — С. 279-281.
11. Лисицын А. П. Маргинальный фильтр океанов // Океанология. — 1994. — Т. 34, № 5. — С. 735-747.
12. Федоров К. Н. Физическая природа и структура океанических фронтов. — Л.: Гидрометеиздат, 1983. — 296 с.

FIELD OF DISSOLVED ORGANIC MATTER IN THE AZOV SEA

P. D. Lomakin

Based on the regression equation and average monthly salinity the concentrations of dissolved organic matter fields in the waters of the Azov Sea were calculated and the first submissions of their structure were formed. It is shown that on the predominant part of the Azov Sea, the typical concentration of dissolved organic substances is equal to 1-2 mg/l, which is substantially lower than earlier estimates available. It is revealed that due to the influence of the river runoff in the East and North coastal areas the concentration of dissolved organic matter above 10 times compared to the rest of the area. Transformation of the substance in the coastal zone in natural marginal filter in the mouth of the Don River and in the sea fronts of the rivers flowing into Azov Sea was analyzed.

Keywords: *dissolved organic matter, salinity, marginal filter, river front, Azov Sea.*

ПІДВИЩЕННЯ СОЛОНОСТІ ВОД ОЗЕРА СИВАШ У ЗВ'ЯЗКУ З ПЕРЕКРИТТЯМ ПІВНІЧНОКРИМСЬКОГО КАНАЛУ

На основі даних серії експедицій, проведених Морським гідрофізичним інститутом, відстежений хід солоності у водах озера Сиваш за часовий інтервал з 2013 по 2016 роки, обумовлений перекриттям Північнокримського каналу. Показано, що максимальне зростання солоності спостерігалося протягом 2014-2015 років. Виявлена тенденція зниження вмісту розчиненої органічної речовини.

Ключові слова: солоність, розчинена органічна речовина, озеро Сиваш, Північнокримський канал.

Вступ

Озеро Сиваш — вузька ізольована мілководна затока, розташована уздовж західного узбережжя Азовського моря. Від моря вона відокремлена меридіонально орієнтованою косою, — Арабатська Стрілка. У північній своїй частині, біля Генічеська, Сиваш з'єднується з морем протокою, що має назву Тонка [1]. В акваторію західного узбережжя озера Сиваш впадають кримські річки, серед яких найбільш повноводна річка Салгир (рис. 1).

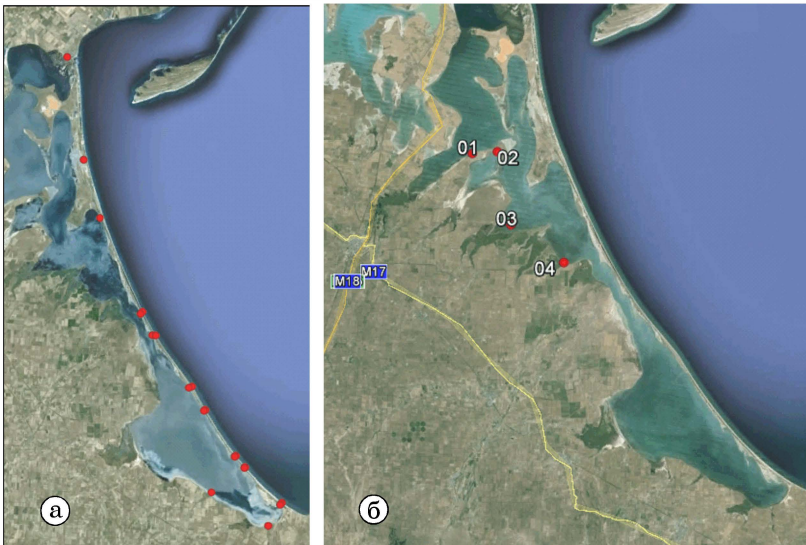


Рис. 1. Озеро Сиваш. Схема станцій експедицій МГІ в районі Східного (а) і Західного Сивашу (б)

Впродовж багатьох десятиліть Сиваш піддавався потужному антропогенному пресу. У радянський період сюди скидалися відходи хімічних підприємств північного Криму. Істотні зміни в екологічній системі озера були також обумовлені припливом, а згодом вилученням значних об'ємів прісної води, які пов'язані з будівництвом і перекриттям Північнокримського каналу.

Озеро Сиваш недостатньо вивчене в океанологічному плані. Епізодичні дослідження, починаючи з 70-х років минулого століття, тут проводилися Азово-Чорноморським науково-дослідним інститутом морського рибного господарства і океанографії, Інститутом біології південних морів, Морським гідрофізичним інститутом, Таврійським національним університетом.

Ця унікальна водойма ніколи більш або менш детально не досліджувалася у рамках державних програм.

Перші подібні дослідження були організовані Морським гідрофізичним інститутом і Інститутом біології південних морів у 2013 році і носили загальний океанологічний характер. У 2014 році, у зв'язку з перекриттям Північнокримського каналу, вони були переорієнтовані з основною увагою на екологічні наслідки цієї події [2].

У пропонованій статті на основі даних серії експедицій МГІ проаналізовані зміни солоності вод озера Сиваш за час з 2013 по 2016 роки, що обумовлені перекриттям Північнокримського каналу.

Початкові дані

В якості початкових для аналізу використані дані семи експедицій, проведених МГІ в прибережну зону оз. Сиваш (табл. 1, рис. 1).

Таблиця 1.

Дані експедиційних досліджень МГІ прибережної зони озера Сиваш

| Район | Дата | Кількість станцій |
|----------------|-----------------|-------------------|
| Східний Сиваш | Червень 2013 р. | 14 |
| Західний Сиваш | Червень 2014 р. | 4 |
| Західний Сиваш | Жовтень 2014 р. | 4 |
| Західний Сиваш | Червень 2015 р. | 8 |
| Західний Сиваш | Жовтень 2015 р. | 4 |
| Західний Сиваш | Липень 2016 р. | 4 |
| Західний Сиваш | Жовтень 2016 р. | 2 |

Всього виконано сім експедицій. Перша була проведена в південну та східну частини озера, коли Північнокримський канал ще функціонував. Подальші експедиції, — в умовах перекритого каналу. Станції розташовувалися по периметру озера (рис. 1). Діапазон досліджених глибин 0,1-0,7 м.

Температура, солоність, концентрація загальної зваженої та розчиненої органічної речовин фіксувалися за допомогою біофізичного зондуючого комплексу “Кондор” [3], який використовувався в “точковому” режимі. На кожній станції його сенсори поміщалися в посудину з відібраними пробами води, де синхронно вимірювалися зазначені параметри водного середовища.

Необхідно відмітити, що значення солоності в Сиваші, розраховані через електропровідність, в силу відсутності знання про сольовий склад вод озера, можливо, недостатньо точні. Разом з тим, як показав досвід проведених досліджень, навіть при вірогідній систематичній погрішності вимірів солоності, виявлені тенденції зміни цього елементу середовища (як різницеві параметри) представляються досить надійними і відповідають природним.

Обговорення результатів

Матеріал першої експедиції, реалізованої до перекриття каналу, відображає початковий халинний фон, що дозволяє за даними подальших експедицій оцінити зміни солоності вод озера Сиваш, що обумовлені цією подією. Солоність — основний і найбільш показовий параметр водного середовища, що відреагував на припинення прісного стоку в Сиваш. Характерні ознаки просторової структури халинного поля досліджуваної акваторії до перекриття каналу показані на рис. 2.

У просторовому розподілі солоності очевидна тенденція її зменшення в напрямі з півдня на північ. Північна область Сивашу, яка через протоку Тонку має вільний водообмін з Азовським морем, відрізнялася мінімальною солоністю. Тут, як і на найближчих ділянках Азовського моря, вона не перевищувала 9-10 PSU. На південних, найбільш віддалених від цієї протоки ділянках, типова максимальна солоність досягала 40 PSU. Азовські води, які проникають в Сиваш через Тонку протоку, — один зі значущих чинників, що обумовлюють режим солоності в озері.

Виняткова локальна ситуація була відмічена на ст. 10, що розташована в декількох милях на південь від протоки Тонка (рис. 2). Тут на фоні відносно невеликої солоності, що зменшу-

валася в північному напрямі, відмічений її стрибок до 39.2 PSU. Цей локальний максимум був зафіксований у водах обширної мілководної (глибина ~0,1м) затоки, що вільно сполучається з відкритою північно-східною частиною Сивашу. Можлива причина формування зазначеного екстремуму — осолонцювання в результаті випару з локалізованого відносно невеликого об'єму вод при значній площі поверхні його водного дзеркала і низьким альбедо за рахунок чорно-коричневого кольору дна.

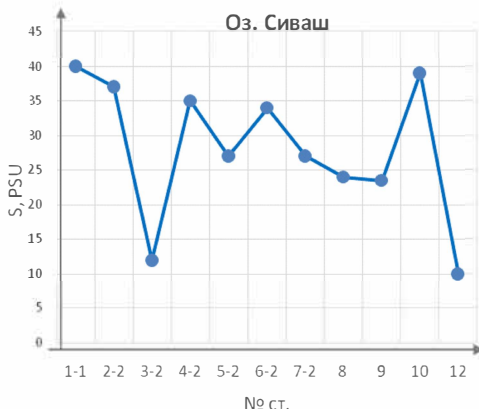


Рис. 2. Розподіл солоності, PSU уздовж південного та східного берегів озера Сиваш у червні 2013 року до перекриття Північнокримського каналу

У південній частині узбережжя Сивашу (ст. 3.2, рис. 2) на фоні високої солоності відмічений її локальний мінімум, до 11 PSU. Ця станція була виконана цілеспрямовано і розташовувалася в плавнях Сивашу, у водах відносно ізольованого невеликого (масштаб ~100×30 м) озера.

Можливо, що халинний режим окремих найбільш мілководних ділянок узбережжя, заток, озер і плавнів Сивашу, незалежно від їх віддаленості від основного джерела мало солоних вод Азовського моря (Тонка протока), формується під впливом місцевих чинників (морфометричні властивості, атмосферні опади, поглинальна радіаційна здатність, що визначається кольором дна, альбедо, каламутністю вод).

З урахуванням розглянутих вище локальних екстремальних особливостей, фоновий стан поля солоності до моменту перекриття Північнокримського каналу характеризувався максимальною

солоністю ~40 PSU в південних областях, яка знижувалася в північному напрямі до мінімальних значень ~10 PSU в районі Тонкої протоки.

Оскільки усі подальші експедиції (2014-2016 рр.) були проведені в північно-західну частину Сивашу (рис. 1, табл. 1), то для визначення часової тенденції зміни солоності, у зв'язку з перериванням прісного стоку, як початковий показник халинного фону була прийнята середня солоність північних станцій, яка дорівнювала 17 PSU (рис. 2).

Впродовж 2014 року, коли канал було перекрито, в північній частині Сивашу спостерігалася найбільш швидке зростання солоності. Це ілюструють графіки на рис. 3, де видно, що впродовж чотирьох місяців (з червня по жовтень) на станції 4, яка найбільш віддалена на південь від Тонкої протоки, солоність виросла на 24 PSU.

Середня для північних областей озера солоність в 2014 році дорівнювала 31 PSU. В порівнянні з 2013 роком вона виросла на 14 PSU. У 2015 році швидкість приросту солоності знизився до 5 PSU за рік, і до кінця року вона досягла 36 PSU. Впродовж 2016 року зростання солоності значно сповільнилося до 0,7 PSU за рік. Враховуючи точність визначення і особливості усереднювання даних спостережень, можна вважати, що в 2016 році солоність вод північної частини озера Сиваш залишалася відносно стабільною в часі на рівні 2015 року.

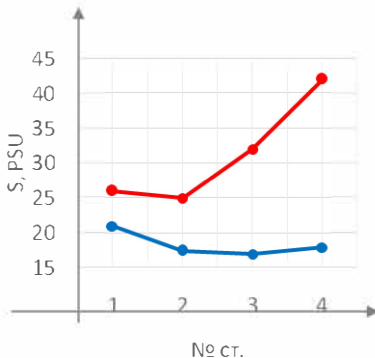


Рис. 3. Розподіл солоності, PSU уздовж північно-західного берега озера Сиваш у червні і жовтні 2014 року

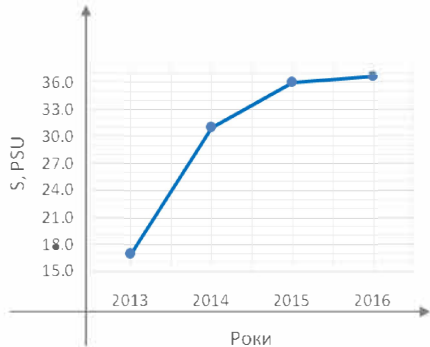


Рис. 4. Зростання середньої річної солоності, PSU в північній частині озера Сиваш

Такі елементи водного середовища, як температура та вміст загальної зваженої речовини, що мало залежать від прісного стоку, не змінилися внаслідок перекриття каналу. Відмічено зменшення концентрації розчиненої органічної речовини, як вірогідний наслідок даної події. Після перекриття Північнокримського каналу вміст розчиненої органічної речовини на півночі озера Сиваш, практично, всюди знизився до 1-3 мг/л — концентрації, типової для відкритих вод Азовського моря [4]. У полі концентрації цієї речовини зникла складова, пов'язана з річковим стоком.

Висновок

На базі даних серії експедицій, проведених Морським гідрофізичним інститутом, відстежений хід солоності у водах озера Сиваш, обумовлений перекриттям у 2014 році Північнокримського каналу.

Показано, що максимальне зростання солоності спостерігалось протягом 2014-2015 років. В порівнянні з 2013 роком середня для північних областей озера солоність в 2014 році виросла на 14 PSU і досягла 31 PSU. У 2015 році швидкість приросту солоності знизився до 5 PSU за рік, і до кінця року вона дорівнювала 36 PSU. Впродовж 2016 року зростання солоності значно сповільнилося до 0,7 PSU за рік.

Виявлена тенденція зниження вмісту розчиненої органічної речовини в озері Сиваш, як ймовірний наслідок перекриття Північнокримського каналу.

Література

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Сиваш>
2. Ломакин П. Д., Совга Е. Е., Щурова Е. С., Овсяный Е. И. Экспедиционные исследования Морского гидрофизического института в восточном Сиваше весной и осенью 2014 года // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. научных трудов. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. — Вып. 27. — С. 138-145.
3. <http://www.ecodevice.narod.ru/turbidimeter/turbidimeter.htm>
4. Ломакин П. Д., Чепыженко А. И., Чепыженко А. А. Поле концентрации растворенного органического вещества в Азовском море и Керченском проливе на базе оптических наблюдений // МГФЖ. — 2016, Вып. 5. — С.76-89. — DOI: 10.22449/0233-7584-2016-5-76-88

INCREASING SALINITY WATERS OF LAKE SIVASH IN
CONNECTION BOLLARD NORTH CRIMEA CHANNEL

P. D. Lomakin

Based on a series of expeditions conducted by the Marine hydrophysical Institute, salinity changes of Lake Sivash from 2013 to 2016 years due to the overlapping North Crimea channel are reviewed. It is shown that the maximum growth of salinity was observed during the 2014-2015 years. The tendency of reducing the content of dissolved organic matter is discovered.

Keywords: salinity, dissolved organic matter, Lake Sivash, North Crimea channel.

Бакала О. Д., Вовкодав Г. М., Лукіянова Е. В.

**ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА
ЗА ІНДЕКСОМ ЗАБРУДНЕНОСТІ ВОДИ (ІЗВ)**

До категорії найбільш часто використовуваних методик для оцінки якості води водних об'єктів можна віднести гідрохімічний індекс забрудненості води. Гідрохімічний індекс забрудненості води є комплексним показником якості води.

Сутність цієї методики полягає у розрахунку індексу забруднення води за гідрохімічними показниками, а потім за величинами розрахованих ІЗВ воду, яку досліджують, відносять до відповідного класу якості.

За результатами аналізу стану води розраховано індекси забрудненості води (ІЗВ) згідно з [1].

Проведено оцінку якості поверхневих вод у районах розміщення очисних споруд за період з 2007 по 2011 рік за наступними показниками: рН, розчинним киснем, БСК₅, комплексним показником ІЗВ (включаючи БСК₅, розчинений кисень, амоній-іони, нітрит-іони, нафтопродукти і феноли), а також ІЗВ модифікованим (включаючи БСК₅, розчинений кисень, іони важких металів, а саме іонів міді, цинку, хрому та заліза). Обробка значного об'єму даних за тривалий час дає можливість визначити тенденцію в динаміці розрахункових показників.

Визначення індексу забруднення вод вважається найбільш доступним методом комплексної оцінки забрудненості водних об'єктів, який базується на показниках хімічного складу води.

Розрахунок індексу забруднення можна провести лише за наявності певної кількості інгредієнтів (не менше чотирьох).

Розрахунок виконують за формулою:

$$ІЗВ = - \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i}$$

де ІЗВ — індекс забруднення вод; ГДК_i — гранично допустима концентрація хімічного компонента; C_i — фактична концентрація хімічного компонента; n — кількість інгредієнтів.

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

Проведена екологічна оцінка якості вод Кременчуцького водосховища в межах Кіровоградської та Черкаської областей дала змогу оцінити ситуацію, що склалася в досліджуваному водному об’єкті, і класифікувати її за ступенем придатності для основних видів водоспоживання.

Для дослідженого об’єкта за формулою (1) розраховані ІЗВ, та ІЗВ модифіковані, результати яких наведені в табл. 1.

Таблиця 1.

Зміна ІЗВ та ІЗВМ за період 2007-2011 рр.

| Роки | ІЗВ | ІЗВ | ІЗВ | ІЗВ | ІЗВ | ІЗВ | ІЗВ | ІЗВ | ІЗВ | ІЗВ |
|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|----------|------|
| | звич. | мод. | звич. | мод. | звич. | мод. | звич. | мод. | звич. | мод. |
| | створ 1 | | створ 2 | | створ 3 | | створ 4 | | створ 5 | |
| 2007 | 0,70 | 1,70 | 1,50 | 1,80 | 4,10 | 2,50 | 1,10 | 1,10 | 1,20 | 4,50 |
| 2008 | 1,70 | 2,50 | 0,92 | 4,10 | 1,05 | 0,60 | 0,71 | 0,70 | 1,18 | 1,80 |
| 2009 | 0,77 | 3,10 | 0,84 | 3,16 | 0,94 | 1,13 | 0,95 | 1,10 | 1,07 | 8,32 |
| 2010 | 0,97 | 3,37 | 0,98 | 7,29 | 1,24 | 0,95 | 1,17 | 1,00 | 1,37 | 4,94 |
| 2011 | 0,80 | 2,10 | 0,90 | 4,10 | 1,07 | 1,15 | 1,05 | 1,10 | 1,38 | 4,28 |
| | створ 6 | | створ 7 | | створ 8 | | створ 9 | | створ 10 | |
| 2007 | 1,10 | 4,20 | 1,20 | 3,00 | 1,00 | 1,30 | 1,00 | 2,40 | 1,10 | 2,60 |
| 2008 | 1,17 | 3,70 | 1,13 | 4,70 | 0,98 | 5,70 | 0,88 | 4,70 | 0,94 | 3,10 |
| 2009 | 1,10 | 4,78 | 0,96 | 3,27 | 0,95 | 0,92 | 0,85 | 3,90 | 0,95 | 4,12 |
| 2010 | 1,23 | 8,11 | 1,14 | 6,22 | 0,85 | 0,76 | 0,95 | 5,95 | 1,04 | 4,59 |
| 2011 | 1,04 | 5,38 | 0,99 | 3,56 | 0,92 | 0,98 | 0,91 | 6,48 | 0,97 | 5,60 |

При дослідженні було використано показники вмісту забруднюючих речовин у контрольному створі, а саме БСК₅, O₂, азоту амонійного, азоту нітритного, фенолів, нафтопродуктів та важких

металів (міді, цинку, хрому (6), заліза). Таким чином, протягом п'яти років спостерігались перевищення значень цих показників.

Методика ІЗВ має певні переваги. А саме можливість визначення класу якості води за досить короткий термін застосовуючи лише декілька гідрохімічних показників [2].

За досліджуваній період протягом 2007-2011 рр. розрахунок ІЗВм показав критичний стан вод на 10 створі в 2010 році (рис. 1).

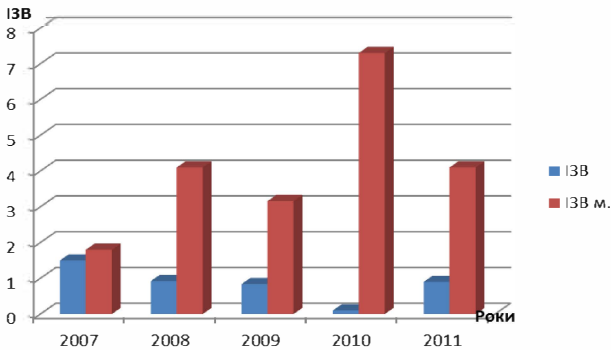


Рис. 1. Значення ІЗВ та ІЗВ м. протягом 2007-2011 рр. (2 створ)

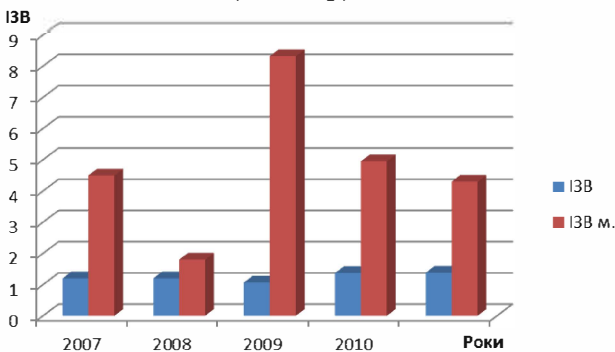


Рис. 2. Значення ІЗВ та ІЗВ м. протягом 2007-2011 рр. (5 створ)

На 5 створі розрахунок ІЗВм показав, що в 2009 році якість вод можна охарактеризувати як дуже забрудненні.

Незадовільний стан якості вод також спостерігався і на 9 створі, значне перевищення норми якості вод спостерігається в 2011 році, за результатом розрахунку ІЗВм.

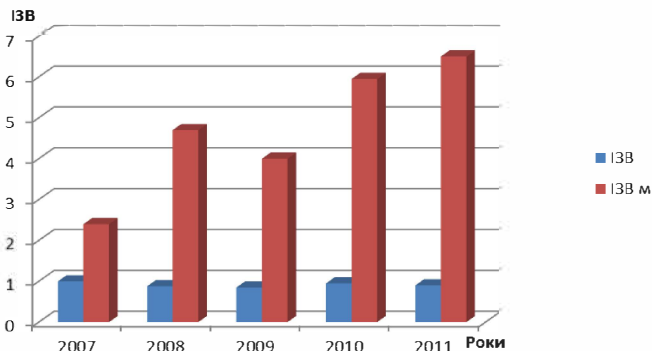


Рис. 3. Значення ІЗВ та ІЗВм протягом 2007-2011 рр.
(9 створ)

Проаналізувавши дані гідрохімічних вимірювань показників якості вод Кременчуцького водосховища за 2008-2011 роки можна зробити висновки, що після попереднього обеззаражування води Кременчуцького водосховища булине придатні для використання у господарсько-питному призначенні.

Література

1. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. — К.: Ніка Центр, 2001. — 196 с.
2. Алекин О. А. Руководство по химическому анализу вод суши. — Л.: Гидрометиздат, 1973. — 269 с.

Бакала О. Д., Вовкодав Г. М.

ОЦІНКА ЯКОСТІ СТАНУ ВОД КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА В МЕЖАХ КІРОВОГРАДСЬКОЇ ТА ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТЕЙ

Аналіз сучасного екологічного стану вод Кременчуцького водосховища на території Кіровоградської та Черкаської областей свідчить про те, що негативні процеси на водосховищі тривають. Воно забруднене хімічними речовинами, які потрапили у водоймище внаслідок скиду стічних вод промислових підприємств і втратили своє природне значення.

Проблема якісного й кількісного виснаження водних ресурсів із кожним роком стає все гострішою. Стан водної екосистеми Кременчуцького водосховища в межах визначених областей поблизу розташування очисних споруд відображає зростання тех-

ногоенного навантаження, що обумовлює процес її деградації. Для покращення його стану необхідно виділити пріоритетні напрями екологічної діяльності. На сьогодні актуальним залишається питання щодо аналізу стану вод Кременчуцького водосховища відповідно, оцінювання роботи очисних споруд, які здійснюють скиди в поверхневі водойми.

Метою досліджень є екологічна оцінка стану вод Кременчуцького водосховища у 10 контрольних створах у межах Кіровоградської та Черкаської областей.

Аналіз стану забруднення поверхневих вод у контрольних створах виконано на основі даних спостережень за вмістом гідрохімічних показників, наданих Кіровоградським та Черкаським регіональними управліннями водних ресурсів.

За напрямом виробництва регіон Кременчуцького водосховища належить до індустріально-аграрних районів. На його території розміщено Кременчуцький промисловий вузол, основу якого становлять залізорудна, нафтопереробна та машинобудівна галузі. В сукупній валовій продукції сільського господарства переважає тваринництво м'ясо-молочного напрямку. Найпоширенішими є плодоовочеконсервні, спиртові і м'ясо-, молоко- та птахопромислові підприємства. Тому вплив господарської діяльності на екологічний стан Кременчуцького водосховища в цілому обумовлений комплексним використанням його водних ресурсів. Воно є центральним у каскаді і залежить від стоку з верхніх водосховищ, від забруднення власного басейну скидами стічних вод комунального господарства, а також промислових і сільськогосподарських підприємств [1].

Аналітичний контроль якості та складу води Кременчуцького водосховища проводився на дев'яти створах.

В результаті зарегулювання стоку нижня межа мінералізації у вегетаційний період підвищилась в 1,3-2 рази (до 245 мг/дм³), а верхня — в 1,5 рази (до 385 мг/дм³), причому максимум перемістився на зиму і ранню весну, а мінімум — на літо. Виявлено, що, незважаючи на зростання концентрацій головних іонів і ролі SO_4^{2-} , Cl^- , Mg^{2+} і Na^+ у формуванні гідрохімічного режиму, домінуючими у водосховищі залишаються HCO_3^- і Ca^{2+} . За класифікацією О. А. Альокіна [2], води належать до гідрокарбонатного класу групи кальцію другого, третього типу ($\text{C}_{\text{II,III}}^{\text{Ca}}$).

У період масового “цвітіння” у водосховищі підвищується кольоровість води (до 60 град.), з’являються неприємні присмаки і “гнильні” запахи (3-4 бали), зростає ступінь мікробіологічного забруднення води.

Влітку в поверхневих шарах Кременчуцького водосховища концентрація азоту нітратного (0,25-0,34 мг/дм³) дещо знижується за рахунок споживання водоростями, а навесні — зростає до максимуму (0,58-0,84 мг/дм³). Вміст азоту амонійного і азоту нітритного, навпаки, підвищується в літньо-осінній період до 0,46 і 0,022-0,046 мг/дм³, а мінімум відмічено рано навесні — 0,23 і 0,012 мг/дм³ та взимку — 0,13 й 0,009 мг/дм³ відповідно. Така сама залежність характерна і для фосфору фосфатів. Весною його концентрація зменшується до 0,061 мг/дм³, а влітку і восени, досягає 0,138-0,141 мг/дм³.

Багаторічна сезонна динаміка органічної речовини у водосховищі свідчить про зростання величини біхроматної окиснюваності: від 19,6 і 17,4 мгО₂/дм³ навесні до 32,8 і 35,6 мгО₂/дм³ в літньо-осінній період відповідно. При цьому характерним є практично незмінний по сезонах року вміст органічних речовин, які легко окиснюються: перманганатна окиснюваність взимку — 8,3-9,4 і 8,0-8,5 мгО₂/дм³, влітку-восени — 11,0-12,6 і 10,8-12,5 мгО₂/дм³ відповідно.

Води Кременчуцького водосховища за блоком показників сольового складу “відмінні”, “дуже чисті”. Проте, при несприятливих умовах протягом обмеженого відрізка часу їх якість знижується за станом і ступенем чистоти до “дуже добрих”, “чистих”. Для блоку трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників визначено величини, які відповідають категоріям 4 — “задовільні”, “слабко забруднені” та 5 (4,5) — “посередні”, “помірно забруднені” води; для блоку специфічних показників токсичної дії — категоріям 2 (“дуже добрі”, “чисті”) і 3 (“добрі”, “досить чисті”) відповідно.

Сучасну екологічну оцінку якості води Кременчуцького водосховища (2010-2015 рр.) виконано шляхом співставлення середніх (середньоарифметичних) та найгірших (максимальних чи мінімальних) значень показників трьох блоків з відповідними категоріями і класами якості води. Її результати свідчать, що води поверхневих джерел в цілому за екологічним індексом

належать до 3-4 категорії, II-III класів якості і характеризуються як перехідні між “добрими”, “досить чистими” та “задовільними”, “слабко забрудненими” за станом і ступенем чистоти.

За найгіршими значеннями індексу блоку трофо-сапробіологічних показників води Кременчуцького водосховища відносяться до категорії 4 — “задовільні”, “слабко забруднені”, евтрофні, мезосапробні води.

Щодо сольового блоку, за найгіршими значеннями показників, обумовлену підвищенням вмісту хлоридів і сульфатів, і характеризуються “дуже добрими”, “чистими”, прісними, гіпогалинними водами.

Блок специфічних речовин токсичної дії визначає води як “задовільні”, “слабко забруднені” (за середніми величинами) та як перехідні за якістю від “задовільних”, “слабко забруднених” до “посередніх”, “помірно забруднених” (за найгіршими значеннями). Така ситуація спричинена наявністю значної кількості міді, цинку, заліза загального, марганцю, фторидів і нікелю (4-6 категорії, III-IV класи якості).

Найбільші зміни якості води Кременчуцького водосховища відбулись за блоком специфічних речовин токсичної дії, котрі обумовлені високим вмістом заліза загального і марганцю. Рівень екологічної шкоди за блоком трофо-сапробіологічних показників виражений погіршенням в основному за рахунок зростання вмісту фосфору фосфатів і величини перманганатної окиснюваності. За блоком показників сольового складу порушення нормативних вимог у водосховищі не відмічено.

Література

1. Захарченко И. Л. Каховське водосховище та його промислове значення. — К.: ІРГ УААН, 2006. — 143 с.
2. Алекин О. А. Руководство по химическому анализу вод суши. — Л.: Гидрометиздат, 1973. — 269 с.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ПОДАЛЬШОГО ВИКОРИСТАННЯ ВОДОЙМИЩА САСИК

Вступ. Водоймище Сасик розташоване на крайньому південному заході Дунайсько-Дністровського межиріччя у безпосередній близькості від Кілійської дельти р. Дунай. Впродовж сторіч Сасик існував як солоний лиман періодично відкритого типу. Після його відділення греблею від моря в 1978 р. і з'єднання каналом з Дунаєм він був перетворений на прісне водосховище, що є водоймищем-накопичувачем у складі Дунай-Дністровської зрошувальної системи (ДДЗС). Але проектна кондиція води не була досягнута, і Сасик з часом перестав розглядатися як об'єкт іригаційного призначення. Крім того, відсутність водообміну з морем стала причиною накопичення забруднювальних речовин у водосховищі. Тому нині розглядається питання повернення Сасику в його первинний стан солоного лиману. Проте, за час існування в якості прісної водойми Сасик набув великого рибогосподарського значення. За даними Управління Державного агентства рибного господарства у Одеській області (УДАРГОО) за останні десять років (табл. 1) вилови промислових видів риби товарної якості в Сасику в середньому складають 680 т/рік.

Таблиця 1.

Вилови риби в натуральному вираженні (т) у водосховищі
Сасик в 1981-1999 і 2007-2016 рр. (за даними УДАРГОО)

| Види риб | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 |
|-----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Лящ | 0,2 | 14,1 | 57,7 | 32,1 | 86,1 | 295,8 | 429,6 | 92,2 | 224,3 | 347,5 |
| Короп | 0,2 | 140,4 | 245,3 | 162,7 | 54,0 | 66,5 | 39,3 | 87,5 | 74,4 | 35,1 |
| Карась | 7,3 | 135,8 | 405,9 | 302,5 | 193,2 | 190,8 | 158,5 | 141,3 | 123,6 | 139,1 |
| Судак | 3,1 | 3,8 | 26,5 | 77,6 | 176,8 | 216,0 | 291,9 | 111,4 | 110,0 | 157,0 |
| Окунь | 9,5 | 29,9 | 14,4 | 119,2 | 89,4 | 65,4 | 85,9 | 56,9 | 26,1 | 35,4 |
| Сом | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Білізна | - | - | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 1,2 | 1,1 | 1,5 | 0,8 | 0,9 |
| Чехоня | - | 0,4 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Плоскирка | - | 4,8 | 0,1 | - | - | 1,4 | 4,8 | 7,7 | 6,7 | 2,5 |
| Плітка | 3,3 | 6,7 | 2,9 | 46,2 | 7,3 | 5,0 | 4,9 | - | 3,1 | 19,2 |
| Краснопірка | - | 5,6 | 27,5 | 7,5 | 2,6 | 4,2 | 1,9 | 2,2 | 1,3 | 0,5 |
| Товстолоб | - | 0,4 | 13,7 | 6,1 | 7,1 | 6,1 | 2,7 | 5,5 | 6,0 | 64,5 |
| Усього | 30,1 | 347,9 | 794,5 | 755,9 | 616,7 | 852,4 | 1021 | 506,2 | 576,2 | 801,7 |
| Продуктивність, кг/га | 1,5 | 16,8 | 38,3 | 36,4 | 29,7 | 41,1 | 49,2 | 24,4 | 27,8 | 38,6 |

Продовження табл. 1

| Види риби | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Лящ | 209,7 | 129,7 | 93,1 | 139,3 | 150,0 | 129,5 | 119,6 | 143,6 | 82,5 |
| Короп | 28,4 | 39,8 | 16,1 | 31,1 | 29,9 | 15,1 | 6,6 | 8,4 | 9,4 |
| Карась | 101,8 | 111,3 | 68,9 | 160,4 | 164,2 | 119,0 | 130,6 | 112,1 | 163,4 |
| Судак | 114,8 | 116,9 | 89,1 | 102,8 | 79,6 | 74,0 | 87,0 | 109,1 | 47,3 |
| Окунь | 9,6 | 10,5 | 4,7 | 19,6 | 2,6 | 8,2 | 8,0 | 3,6 | 6,1 |
| Сом | - | - | - | - | - | 0,4 | - | - | - |
| Білизна | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | - | 1,5 | 2,4 | 1,5 | 1,8 |
| Чехоня | - | - | - | 6,7 | 8,6 | 0,3 | 3,6 | 10,6 | 15,1 |
| Плоскирка | 0,4 | - | - | - | 10,0 | 5,0 | 8,9 | 4,1 | 1,9 |
| Плітка | 18,8 | 2,3 | 1,6 | 2,5 | 5,4 | 9,3 | 14,8 | 15,4 | 19,7 |
| Краснопірка | - | - | - | - | 7,9 | 5,6 | 6,0 | 9,2 | 4,1 |
| Товстолоб | 58,8 | 54,7 | 31,4 | 10,4 | 18,6 | 21,7 | 10,0 | 11,8 | 9,7 |
| Усього | 543,9 | 465,8 | 305,4 | 473,2 | 476,8 | 389,6 | 397,5 | 429,4 | 361,1 |
| Прод., кг/га | 26,2 | 22,4 | 14,7 | 22,8 | 23,0 | 18,8 | 19,2 | 20,7 | 17,4 |

Продовження табл. 1

| Види риби | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|
| Лящ | 5,4 | 3,9 | 6,4 | 1,8 | 9,8 | 4,61 | 6,8 | 1,10 | 7,80 | 0,51 |
| Короп | 76,4 | 40,3 | 55,5 | 4,1 | 76,9 | 68,5 | 22,1 | 68,8 | 24,9 | 45,60 |
| Карась | 568,7 | 322,3 | 334,5 | 218,2 | 650,5 | 772,0 | 406,4 | 585,4 | 162,0 | 213,4 |
| Судак | 11,1 | 9,3 | 14,8 | 2,3 | 36,5 | 37,8 | 25,8 | 47,9 | 49,3 | 131,4 |
| Окунь | 0,05 | - | 0,24 | - | - | - | 0,02 | - | - | - |
| Сом | 0,01 | 0,002 | 0,10 | - | 0,01 | - | 0,02 | - | - | - |
| Білизна | 0,76 | 0,15 | 0,70 | 0,3 | 1,94 | 0,18 | 0,40 | 0,10 | 0,01 | - |
| Чехоня | 0,09 | - | 0,59 | - | - | - | - | - | - | - |
| Плоскирка | 0,15 | 0,00 | 0,69 | - | - | 0,01 | - | - | - | - |
| Плітка | 1,01 | 0,01 | 2,90 | 0,10 | 4,59 | 5,22 | 0,60 | - | 0,10 | 0,03 |
| Краснопірка | 0,15 | 0,00 | 0,73 | - | 1,11 | - | - | - | 0,80 | - |
| Товстолоб | 268,9 | 258,2 | 351,1 | 6,2 | 242,4 | 239,6 | 28,5 | 130,5 | 3,6 | 40,8 |
| Щука | 0,02 | 0,01 | 0,04 | - | 0,02 | - | 0,03 | - | - | - |
| Піленгас | 1,00 | 0,56 | 0,95 | - | 0,35 | - | - | - | - | - |
| Бички | 9,50 | 18,8 | 7,08 | 0,02 | - | 2,95 | 7,10 | 2,70 | - | - |
| Усього | 943,3 | 654,5 | 777,8 | 233,0 | 1024,1 | 1130,9 | 497,9 | 836,5 | 248,5 | 431,73 |
| Прод., кг/га | 45,5 | 31,5 | 37,5 | 11,2 | 49,4 | 54,5 | 24,0 | 40,3 | 12,0 | 20,8 |

Яким бути Сасику [1]: прісним водосховищем чи солоним лиманом? Це питання можна розглядати з різних точок зору. У даній статті оцінюється стан Сасику та якість води на користь водойми рибогосподарського значення.

Стисла рибогосподарська характеристика Сасику. Лиман Сасик характеризувався достатньо великою видовою різноманітністю риб [2; 3; 4]. Тут мешкали 52 види і підвиди риб: 27 — морських; 10 — прісноводних; 7 — різноводних; 6 — прохідних;

2 — солонуватоводних. Промислове значення мали лише невелике число видів (чорноморська кефаль, бички, камбала-глоса, хамса, атерина). Наймасовішою промисловою рибою була атерина. В 1970-х роках (табл. 2) на її долю припадало до 98 % вилову. Річна маса уловів була нестабільною (табл. 2), рибопродуктивність змінювалась від 1 до 85 кг/га.

Таблиця 2.

Вилوفي риби в лимані Сасик в натуральному виражені (т) в 1951-1979 рр. (за даними УДАРГОО)

| Види риб | 1951 | 1952 | 1954 | 1955 | 1956 | 1957 | 1958 | 1959 | 1960 | 1961 | 1962 | 1963 |
|-----------------------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| Кефаль | 295,2 | 86,2 | 13,7 | 41,9 | 37,6 | 27,8 | 51,0 | 0,2 | 0,1 | 2,4 | 4,1 | 2,4 |
| Атерина | - | - | - | 0,8 | - | 96,6 | - | - | - | - | 19,1 | 3,1 |
| Бички | - | - | - | - | - | - | - | - | 2,3 | 28,6 | 56,7 | 65,1 |
| Глосса | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Хамса | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6,1 | 49,4 |
| Ставрида | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7,2 | - |
| Сарган | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Усього | 295,2 | 86,2 | 13,7 | 42,7 | 37,6 | 124,4 | 51 | 0,2 | 2,4 | 31 | 93,2 | 120 |
| Продуктивність, кг/га | 14,1 | 4,1 | 0,7 | 2,0 | 1,8 | 5,9 | 2,4 | 0,01 | 0,11 | 1,5 | 4,4 | 5,7 |

Продовження табл. 2

| Види риб | 1964 | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1975 | 1978-1979 |
|-----------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|-----------|
| Кефаль | 1,7 | 0,6 | 0,9 | - | - | - | - | - | - | - | 4,8 |
| Атерина | 118,6 | 181 | 26,3 | 98,1 | 320,1 | 348,5 | 1717 | 1389 | 826,7 | 1144 | 2650,0 |
| Бички | 21,8 | 13,2 | 10,1 | 12,6 | 2,1 | 2,3 | 73,9 | 5,3 | 3,8 | 5,0 | 26,4 |
| Глосса | 6,4 | - | - | - | - | 0,9 | 0,4 | 1,7 | 0,4 | - | 4,7 |
| Хамса | - | - | 22,7 | - | - | 3,0 | 0,2 | - | - | - | 38,7 |
| Ставрида | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Сарган | 0,2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Усього | 148,7 | 194,8 | 60,0 | 110,7 | 322,2 | 354,7 | 1792 | 1396 | 830,9 | 1149 | 2724,6 |
| Продуктивність, кг/га | 7,1 | 9,3 | 2,9 | 5,3 | 15,3 | 16,9 | 85,3 | 66,5 | 39,6 | 54,7 | 64,9 |

Після опріснення впродовж 80-х років у водосховищі Сасик було зареєстровано 49 видів риб [2]: 30 — прісноводних; солонуватоводних — 7; різноводних — 7; прохідних — 5. Морські види повністю зникли. В цей період улови відрізнялись більшою стабільністю, основну їх масу складали лящ, короп, карась, судак, окунь, плітка і товстолоб (табл. 1).

Кількість видів представників іхтіофауни у прісному водосховищі практично не змінилася, але видів, які мають промислове значення, стало значно більше (табл. 1, 2).

Якість вод водосховища Сасик. Оцінка якості вод водосховища Сасик виконано за даними [5] і ОБЛВОДГОСПу (табл. 3).

Таблиця 3.

Показники якості вод Сасику за даними [5] (1990-і рр.)
і ОБЛВОДГОСП (2007-2017 рр.)

| № п/п | Показник | [2] (1990-і рр.) | | | ОБЛВОДГОСП (2007-2017 рр.) | | |
|-------|---|---------------------|-------|--------|----------------------------|--------|------|
| | | Середнє значення | Max | Min | Середнє значення | Max | Min |
| 1 | Мінералізація, мг/дм ³ | 1120 | 1700 | 550 | 1620 | 3550 | 324 |
| 2 | Гідрокарбонати, мг/дм ³ | 148 | 151 | 145 | 190 | 350 | 97,6 |
| 3 | Хлориди, мг/дм ³ | 291 | 448 | 134 | 479 | 815 | 26,6 |
| 4 | Сульфати, мг/дм ³ | 257 | 364 | 150 | 422 | 1463 | 39,8 |
| 5 | Кальцій, мг/дм ³ | 60,8 | 76,8 | 44,8 | 80,5 | 210 | 22,0 |
| 6 | Магній, мг/дм ³ | 47,7 | 70,0 | 25,3 | 74,4 | 122 | 23,3 |
| 7 | Натрій і калій, мг/дм ³ | 213 | 303 | 122 | 353 | 1006 | 24,4 |
| 8 | БСК _П , мгО/дм ³ | 2,75 | 3,5 | 2,0 | 7,50 | 53,0 | 1,1 |
| 9 | ХСК, мгО/дм ³ | – | – | – | 76,7 | 202 | 4,0 |
| 10 | Азот амонійний, мгN/дм ³ (мг/дм ³) | 0,010 | 0,02 | 0,00 | 0,404(0,52) | (5,0) | 0 |
| 11 | Азот нітритів, мгN/дм ³ (мг/дм ³) | 0,045(0,148) | 0,08 | 0,01 | 0,009(0,029) | (0,26) | 0 |
| 12 | Азот нітратів, мгN/дм ³ (мг/дм ³) | 0,075(0,332) | 0,10 | 0,05 | 0,026(0,113) | 5,6 | 0 |
| 13 | Нафтопродукти, мг/дм ³ | 0,105 | 0,11 | 0,10 | 0,106 | 1,40 | 0 |
| 14 | СПАР, мг/дм ³ | 0,035 | 0,05 | 0,02 | 0,17 | 0,60 | 0 |
| 15 | Фосфати, мг/дм ³ | 0,55 | 0,6 | 0,5 | 0,098 | 0,6 | 0 |
| 16 | Феноли, мг/дм ³ | 0,50 | 0,9 | 0,1 | – | – | – |
| 17 | Мідь, мг/дм ³ | 0,002 | 0,003 | 0,001 | 0,001 | 0,038 | 0 |
| 18 | Хром (6+), мг/дм ³ | 0,0013 | 0,002 | 0,0006 | – | – | – |
| 19 | Цинк, мг/дм ³ | 0,002 | 0,003 | 0,001 | – | – | – |
| 20 | Залізо, мг/дм ³ | 0,495 | 0,90 | 0,09 | 0,104 | 0,66 | 0 |

При рибогосподарському використанні водного об'єкта норми якості вод повинні виконуватись в усьому водному об'єкті, починаючи з контрольного створу, який визначається у кожному конкретному випадку органами рибнадзору, але не далі як за 500 м від місця скиду стічних вод. Для оцінки якості води для рибогосподарських потреб у групі сумації об'єднуються речовини з однаковою ЛОШ.

Результати оцінки якості вод наведено в табл. 4, з якої видно, що водне середовище Сасику в різні роки не відповідало вимогам рибогосподарських норм за вмістом органічних речовин (БСК_П перевищує норматив в 2,5 рази, фосфатів — у 3,7 разів), груп речовин з токсикологічною (у 4,5-11 разів), санітарно-токсикологічною (8-11 разів) та рибогосподарською ЛОШ (в 2-500 разів). Таку воду слід характеризувати як “брудна” або “дуже брудна”.

Особливо слід звернути увагу на феноли, відповідно джерелу [2] в 90-і роки їх концентрація змінювалася в межах 0,1-0,9 мг/дм³, це перевищує норматив у 100-900 разів. В інших джерелах інформація щодо вмісту фенолів відсутня. Разом з нафтою ці речовини входять до рибогосподарської групи сумарної дії, тобто вони здатні накопичуватися в тканинах риб, тим самим погіршуючи якість рибної продукції. Проте, випадки відбракування риби за цим показником не відомі.

Якщо інформація по фенолах помилкова, то вода може характеризуватись за чистотою як "помірно брудна".

Таблиця 4.

Оцінка якості вод озера Сасик для рибогосподарських потреб

| ЛОШ | Показник | Одиниця виміру | C_E | $ГДК_i$ | $C_E/ГДК_i$ |
|------------|------------------|---------------------|-----------------|---------|---------------------|
| – | БСК _П | мГО/дм ³ | 2,75 / 7,50 | 3,0 | – |
| Заг. | Фосфати | мг/дм ³ | 0,55 / 0,098 | 0,15 | – |
| Токс. | Азот амонійний | мг/дм ³ | 0,01 / 0,404 | 0,39 | 0,03 / 1,04 |
| | Азот нітритів | мг/дм ³ | 0,045 / 0,029 | 0,02 | 2,25 / 1,45 |
| | Мідь | мг/дм ³ | 0,0020 / 0,0010 | 0,001 | 2,00 / 1,00 |
| | Хром | мг/дм ³ | 0,0013 / – | 0,001 | 1,30 / – |
| | Цинк | мг/дм ³ | 0,0020 / – | 0,010 | 0,20 / – |
| | Залізо | мг/дм ³ | 0,495 / 0,104 | 0,10 | 4,95 / 1,04 |
| Σ | | | | | 10,73 / 4,53 |
| Сан.-токс. | Хлориди | мг/дм ³ | 291 / 479 | 300 | 0,97 / 1,60 |
| | Сульфати | мг/дм ³ | 257 / 422 | 100 | 2,57 / 4,22 |
| | Кальцій | мг/дм ³ | 60,8 / 80,5 | 180 | 0,34 / 0,45 |
| | Магній | мг/дм ³ | 47,7 / 74,4 | 40,0 | 1,19 / 1,86 |
| | Натрій | мг/дм ³ | 213 / 353 | 120 | 1,78 / 2,94 |
| | Азот нітратів | мг/дм ³ | 0,075 / 0,026 | 9,1 | 0,01 / 0,00 |
| | СПАР | мг/дм ³ | 0,035 / 0,17 | 0,50 | 0,07 / 0,34 |
| Σ | | | | | 8,15 / 11,41 |
| Р/г | Нафтопродукти | мг/дм ³ | 0,105 / 0,106 | 0,05 | 2,10 / 2,12 |
| | Феноли | мг/дм ³ | 0,50 / – | 0,001 | 500,00 / – |
| | Σ | | | | |

Разом з рибогосподарським призначенням Сасик слід розглядати і як рекреаційний об'єкт. У такому випадку для оцінки якості вод використовують санітарні норми. У групи сумарної об'єднують речовини з однаковою ЛОШ 1 і 2 класу небезпеки (табл. 5).

Якість вод Сасику не відповідає вимогам санітарних норм (табл. 5) за вмістом речовин з санітарно-токсикологічною ЛОШ (нітрити і натрій), заліза, хлоридів та фенолів (перевищення нормативу в 500 разів). Рекреаційна оцінка якості води аналогічна

рибогосподарській: “брудна” або “дуже брудна”; якщо дані по фенолах помилкові — “слабо забруднена”.

Таблиця 5.

Оцінка якості вод водосховища Сасик як об'єкта для купання, заняття спортом, відпочинку населення

| ЛОШ | Клас небезп. | Показник | Одиниця виміру | $C_{бг}$ | $ГДК_i$ | $C_{бг}/ГДК_i$ |
|--------------|--------------|------------------|---------------------|----------------------|------------|--------------------|
| – | – | БСК _П | мг/дм ³ | 2,75 / 7,50 | – | – |
| Заг. | 3 | Цинк | мг/дм ³ | 0,0020 / – | 1,0 | – |
| Сан.-токс. | 3 | Азот амонійний | мгN/дм ³ | 0,01 / 0,404 | 2,0 | – |
| | 3 | Хром | мг/дм ³ | 0,0013 / – | 0,05 | – |
| | 3 | Нітрати | мг/дм ³ | 0,332 / 0,113 | 45 | – |
| | 2 | Нітриги | мг/дм ³ | 0,148 / 0,029 | 3,3 | 0,04 / 0,01 |
| | 2 | Натрії | мг/дм ³ | 213 / 353 | 200 | 1,07 / 1,77 |
| Σ | | | | | | 1,11 / 1,78 |
| Органо-лепт. | 3 | Залізо | мг/дм ³ | 0,495 / 0,104 | 0,3 | – |
| | 3 | Мідь | мг/дм ³ | 0,0020 / 0,0010 | 1,0 | – |
| | 4 | Нафтопродукти | мг/дм ³ | 0,105 / 0,106 | 0,3 | – |
| | 3 | Фосфати | мг/дм ³ | 0,55 / 0,098 | 3,5 | – |
| | 4 | Хлориди | мг/дм ³ | 291 / 479 | 350 | – |
| | 4 | Сульфати | мг/дм ³ | 257 / 422 | 500 | – |
| | 4 | Феноли | мг/дм ³ | 0,50 / – | 0,001 | – |

Прибуток від вилівів риби. У таблицях 6-9 і на рис. 1 і 2 наведена оцінка прибутку (тис. грн./рік) за роками у цінах 2017 року від виліву риби в Сасику до і після його опріснення.

Таблиця 6.

Державні ціни на морську рибу (2017 р.)
(за даними УДАРГОО)

| Види риби | Ціна (тис. грн./т) | | |
|-----------|--------------------|-------------|---------|
| | мінімальна | максимальна | середня |
| Кефаль | 10,00 | 12,00 | 11,00 |
| Атерина | 2,00 | 3,00 | 2,50 |
| Бички | 3,00 | 6,00 | 4,50 |
| Глосса | 15,00 | 20,00 | 17,50 |
| Хамса | 3,00 | 5,00 | 4,00 |
| Ставрида | 5,00 | 10,00 | 7,50 |

Середній прибуток від вилівів риби до опріснення складав 1,24 млн. грн./рік, після опріснення — 4,74 млн. грн./рік. Показник прибутковості Сасику до і після опріснення — 58,9 і 226 грн./(рік*га) відповідно.

Розрахунок середньої ціни 1 кг рибної продукції в улові — це показник який інтегрально характеризує якість рибної продукції ($k_{ЯРП}$) у вартісному виразі, здійснено за формулою:

$$k_{ЯРП} = \Pi / M , \quad (1)$$

де Π — середній річний прибуток від вилову риби, тис. грн.;
 M — середня річна маса вилову риби, т.

Показник якості рибної продукції в вартісному виразі у виловах складає: до опріснення — 3,10 грн./кг за період з 1950 по 1979 рр.; після опріснення з 1981 по 2016 рр. — 8,13 грн./кг.

Видно, що усі показники в 2,5-4 рази більше після опріснення.

Таблиця 7.

Прибуток (тис. грн./рік) від вилову риби в лимані Сасик до його опріснення в 1950-79 роках

| Види риб | 1951 | 1952 | 1954 | 1955 | 1956 | 1957 | 1958 | 1959 | 1960 | 1961 | 1962 | 1963 |
|----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|--------|--------|
| Кефаль | 3247,2 | 948,2 | 150,7 | 460,9 | 413,6 | 305,8 | 561 | 2,2 | 1,1 | 26,4 | 45,1 | 26,4 |
| Атерина | | | | 2,0 | | 241,5 | | | | | 47,75 | 7,75 |
| Бички | | | | | | | | | 10,35 | 128,7 | 255,15 | 292,95 |
| Глосса | | | | | | | | | | | | |
| Хамса | | | | | | | | | | | 24,4 | 197,6 |
| Ставрида | | | | | | | | | | | 54,0 | |
| Усього | 3247,2 | 948,2 | 150,7 | 462,9 | 413,6 | 547,3 | 561 | 2,2 | 11,45 | 155,1 | 426,4 | 524,7 |

Продовження табл. 7

| Види риб | 1964 | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1975 | 1978 | 1979 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| Кефаль | 18,7 | 6,6 | 9,90 | | | | | | | | 26,4 | 26,4 |
| Атерина | 296,5 | 452,5 | 65,75 | 245,3 | 800,3 | 871,3 | 4294 | 3471 | 2067 | 2860 | 3313 | 3313 |
| Бички | 98,1 | 59,4 | 45,45 | 56,7 | 9,45 | 10,35 | 332,6 | 23,85 | 17,1 | 22,5 | 59,4 | 59,4 |
| Глосса | 112,0 | | | | | 15,75 | 7,0 | 29,75 | 7,0 | | 41,13 | 41,13 |
| Хамса | | | 90,80 | | | 12,00 | 0,8 | | | | 77,4 | 77,4 |
| Ставрида | | | | | | | | | | | | |
| Усього | 525,3 | 518,5 | 211,9 | 302,0 | 809,7 | 909,4 | 4634 | 3525 | 2091 | 2882 | 3517 | 3517 |

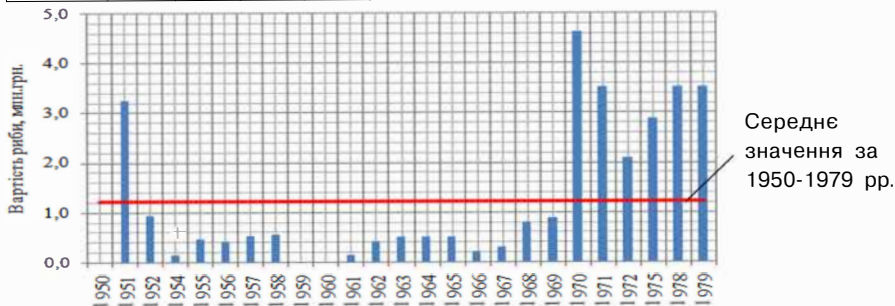


Рис. 1. Прибуток від виловів риби в Сасику до його опріснення

Таблиця 8.

**Державні ціни на прісноводну рибу (2017 р.)
(за даними УДАРГОО)**

| Види риби | | Короп | Судак | Лящ | Карась | Білізна (жерех) | Сом | Окунь | Чехоня | Плітка | Товстолоб | Краснопірка | Плюскірка | Щука | Піленгас | Бички |
|----------------------|-------------|-------|-------|-------|--------|--------------------|-------|-------|--------|--------|-----------|-------------|-----------|-------|----------|-------|
| Ціна, тис. грн./т | мінімальна | 10,00 | 12,00 | 5,00 | 3,50 | 5,00 | 12,00 | 5,00 | 6,00 | 5,00 | 8,00 | 1,50 | 7,00 | 10,00 | 5,00 | 3,00 |
| | максимальна | 12,00 | 20,00 | 10,00 | 7,00 | 7,00 | 18,00 | 7,00 | 8,00 | 8,00 | 10,00 | 4,50 | 10,00 | 15,00 | 10,00 | 6,00 |
| | середня | 11,00 | 16,00 | 7,50 | 5,25 | 6,00 | 15,00 | 6,00 | 7,00 | 6,50 | 9,00 | 3,00 | 8,50 | 12,50 | 7,50 | 4,50 |

Таблиця 9.

**Прибуток від вилову риби (тис. грн./рік) у водосховищі Сасик
після його опріснення в 1981-1999 та 2007-2016 роках**

| Види риби | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 |
|-------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Лящ | 1,50 | 105,75 | 432,75 | 240,75 | 645,75 | 2218,50 | 3222,00 | 691,50 | 1682,25 | 2606,25 |
| Короп | 2,20 | 1544,40 | 2698,30 | 1789,70 | 594,00 | 731,50 | 432,30 | 962,50 | 818,40 | 386,10 |
| Карась | 38,33 | 712,95 | 2130,98 | 1588,13 | 1014,30 | 1001,70 | 832,13 | 741,83 | 648,90 | 730,28 |
| Судак | 49,60 | 60,80 | 424,00 | 1241,60 | 2828,80 | 3456,00 | 4670,40 | 1782,40 | 1760,00 | 2512,00 |
| Окунь | 57,00 | 179,40 | 86,40 | 715,20 | 536,40 | 392,40 | 515,40 | 341,40 | 156,60 | 212,40 |
| Білізна | | | 3,75 | 3,00 | 1,50 | 9,00 | 8,25 | 11,25 | 6,00 | 6,75 |
| Чехоня | | 2,80 | | | | | | | | |
| Плюскірка | | 40,80 | 0,85 | | | | 11,90 | 40,80 | 65,45 | 56,95 |
| Плітка | 21,45 | 43,55 | 18,85 | 300,30 | 47,45 | 32,50 | 31,85 | | 20,15 | 124,80 |
| Краснопірка | | 16,80 | 82,50 | 22,50 | 7,80 | 12,60 | 5,70 | 6,60 | 3,90 | 1,50 |
| Товстолоб | | 3,60 | 123,30 | 54,90 | 63,90 | 54,90 | 24,30 | 49,50 | 54,00 | 580,50 |
| Усього | 170,1 | 2710,85 | 6001,68 | 5956,08 | 5739,90 | 7921,00 | 9783,13 | 4652,43 | 5207,15 | 7181,83 |

Продовження табл. 9

| Види риби | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Лящ | 1572,75 | 972,75 | 698,25 | 1044,75 | 1125,00 | 971,25 | 897,00 | 1077,00 | 618,75 |
| Короп | 312,40 | 437,80 | 177,10 | 342,10 | 328,90 | 166,10 | 72,60 | 92,40 | 103,40 |
| Карась | 534,45 | 584,33 | 361,73 | 842,10 | 862,05 | 624,75 | 685,65 | 588,53 | 857,85 |
| Судак | 1836,80 | 1870,40 | 1425,60 | 1644,80 | 1273,60 | 1184,00 | 1392,00 | 1745,60 | 756,80 |
| Окунь | 57,60 | 63,00 | 28,20 | 117,60 | 15,60 | 49,20 | 48,00 | 21,60 | 36,60 |
| Сом | | | | | | 6,00 | | | |
| Білізна | 2,25 | 3,75 | 3,75 | 3,00 | | 11,25 | 18,00 | 11,25 | 13,50 |
| Чехоня | | | | 46,90 | 60,20 | 2,10 | 25,20 | 74,20 | 105,70 |
| Плюскірка | 3,40 | | | | 85,00 | 42,50 | 75,65 | 34,85 | 16,15 |
| Плітка | 122,20 | 14,95 | 10,40 | 16,25 | 35,10 | 60,45 | 96,20 | 100,10 | 128,05 |
| Краснопірка | | | | | 23,70 | 16,80 | 18,00 | 27,60 | 12,30 |
| Товстолоб | 529,20 | 492,30 | 282,60 | 93,60 | 167,40 | 195,30 | 90,00 | 106,20 | 87,30 |
| Усього | 4971,05 | 4439,28 | 2987,63 | 4151,10 | 3976,55 | 3329,70 | 3418,30 | 3879,33 | 2736,40 |

Продовження табл. 9

| Види риб | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Лящ | 40,50 | 29,25 | 48,00 | 13,50 | 73,50 | 34,58 | 0,00 | 8,25 | 58,50 | 3,79 |
| Короп | 840,40 | 443,30 | 610,50 | 45,10 | 845,90 | 753,50 | 243,10 | 756,80 | 273,90 | 501,60 |
| Карась | 2985,68 | 1692,08 | 1756,13 | 1145,55 | 3415,13 | 4053,00 | 2133,60 | 3073,35 | 850,50 | 1120,35 |
| Судак | 177,60 | 148,80 | 236,80 | 36,80 | 584,00 | 604,80 | 412,80 | 766,40 | 788,80 | 2102,40 |
| Окунь | 0,30 | | 1,44 | | | | 0,12 | | | |
| Сом | 0,15 | 0,03 | 1,50 | | 0,15 | | 0,30 | | | |
| Білізна | 5,70 | 1,13 | 5,25 | 2,25 | 14,55 | 1,35 | 3,00 | 0,75 | 0,08 | |
| Чехоня | 0,63 | | 4,13 | | | | | | | |
| Плоскирка | 1,28 | 0,02 | 5,87 | | | 0,04 | | | | |
| Плітка | 6,57 | 0,05 | 18,85 | 0,65 | 29,84 | 33,93 | 3,90 | | 0,65 | 0,16 |
| Краснопірка | 0,45 | | 2,19 | | 3,33 | | | | 2,40 | 0,00 |
| Товстолоб | 2420,10 | 2323,80 | 3159,90 | 55,80 | 2181,60 | 2156,40 | 256,50 | 1174,50 | 32,40 | 367,20 |
| Щука | 0,25 | 0,10 | 0,50 | | 0,25 | | 0,38 | | | |
| Піленгас | 7,50 | 4,18 | 7,13 | | 2,63 | | | | | |
| Бички | 42,75 | 84,60 | 31,86 | 0,09 | | 13,28 | 31,95 | 12,15 | | |
| Усього | 6529,85 | 4727,33 | 5890,04 | 1299,74 | 7150,87 | 7650,87 | 3085,65 | 5792,20 | 2007,23 | 4095,50 |

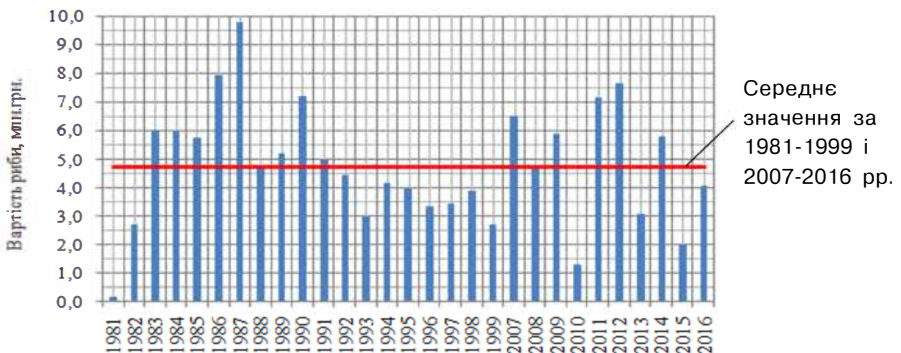


Рис. 2. Прибуток від вилову риби в Сасику після його опріснення

Основні аргументи за повернення Сасика в стан солоного лиману [6]:

1) Не була досягнута проектна іригаційна кондиція вод, що призвело до засолення сільгоспугідь на достатньо великій площі.

Це не є аргументом для роздамбування Сасику, бо якщо прісне водосховище в нинішньому стані не вирішує проблему іригації земель, то солоний лиман тим паче її не вирішить.

2) Загибель цінних морських видів риб, погіршення якості рибних ресурсів.

При опрісненні відбулася перебудова солоноводної екосистеми на прісноводну. Опріснення дійсно призвело до загибелі цінних морських видів риб, але: по-перше, цінних видів морських риб в уловах було кілька відсотків, більше дев'яноста відсотків в уловах (особливо в останні роки перед опрісненням) припадало на малоцінну атерину (табл. 2), і самі улови були менші ніж у прісному водосховищі (1950-1979 рр. — 399 т/рік; 1981-2016 рр. — 583 т/рік); по-друге, якість рибних ресурсів у прісноводному водосховищі не погіршилася, а значно покращилась, улови складають лящ, короп, товстолобик, судак, срібний карась (табл. 1, 2). Все це цінні види риб, які мають велике промислове значення, прибуток від виловів (1950-1979 рр. — 1,24 млн.грн./рік; 1981-2016 рр. — 4,74 млн.грн./рік) і показник якості виловів (1950-1979 рр. — 3,10 грн./кг; 1981-2016 рр. — 8,13 грн./кг) в рази більше.

Таким чином, повернення Сасику його колишнього статусу солоного лиману для рибної галузі буде пов'язано зі значними матеріальними втратами.

3) Інтенсифікація абразивних процесів при піднятті рівня, негативний вплив на Стенцівсько-Жебріянські плавні (частину Дунайського біосферного заповідника).

Абразивні процеси при піднятті рівня води мали велику інтенсивність у перші роки після перетворення лиману. Проте, за роки існування водосховища (майже 40 років) ці процеси стабілізувалися.

Конкретні фактори негативного впливу водосховища Сасик на Стенцівсько-Жебріянські плавні не наводяться [6].

4) У подальшому можливість будівництва гирлового глибоководного порту.

Побудова торговельного порту на Сасику матиме велике регіональне та державне значення. Однак, цей аргумент не слід розглядати як позитивний для швидкого роздамбування Сасику. Якщо буде прийнято рішення про будівництво порту, то роздамбування Сасику можна буде зробити в будь-який момент під час риття каналу і портової акваторії.

Цей проект необхідно розглядати як дуже далеку перспективу тому, що для його реалізації будуть потрібні великі кошти на створення портових споруд, підхідного каналу, портової акваторії та мережі автомобільних доріг і залізниць, пов'язаних

з найближчими автомобільною магістраллю і залізничним вузлом відповідно. Крім того слід додати, що суттєвою перешкодою в реалізації даного проекту буде оцінка впливу порту на Дунайський біосферний заповідник.

5) Відсутність водообміну з морем сприяє накопиченню забруднювальних речовин, що потрапляють в Сасик по каналу з дунайською водою та господарсько-побутовими стічними водами, розвиток явищ евтрофікації.

Якість вод водосховища Сасик не відповідає вимогам рибогосподарських норм (табл. 4), токсикологічна і санітарно-токсикологічна групи речовин перевищують нормативів в 4-11 разів. Такий вміст згаданих речовин відповідає стану дунайських вод. Було виявлено накопичення важких металів в тканинах риби, це спостерігалось і в Дунаї і в придунайських водоймищах [2]. Але, не відомі випадки браку риби для споживання за токсикологічними і санітарними показниками.

В Сасику особливо виділяється рибогосподарська група, що складається з нафтопродуктів і фенолів. Норматив перевищений у середньому в 502 рази. Основне перевищення задають феноли — 500 разів [5].

Феноли нормовані з рибогосподарською ЛОШ, вони можуть накопичуватися в тканинах риби. Такий величезний вміст фенолів повинен був відбитися на якості рибної продукції, однак, нарікань на рибну продукцію немає.

Санітарний стан водосховища за гідрохімічними показниками теж не відповідає вимогам норм (табл. 5) за вмістом заліза (перевищення нормативу в 1,7 рази), речовин з санітарно-токсикологічною ЛОШ та фенолів (перевищення нормативу в 500 разів). В санітарних нормах феноли нормовані з органолептичною (запах) ЛОШ.

Відповідно [5] вміст фенолів в водах Сасику складає 0,1-0,9 мг/дм³ (розмірність в джерелі помилкова мл/л) при ГДК рівному 0,001 мг/дм³, але це не підтверджується іншими літературними джерелами. Помилкова ця інформація чи ні сказати не можна, необхідно проведення регулярних спостережень.

Висновки. Таким чином, з урахуванням всього вищезгаданого можна зробити висновок, що прісне водосховище Сасик є більш ефективним рибогосподарським об'єктом ніж солоний лиман.

При цьому якість вод у водосховищі гірше. Роздамбування Сасику змінить картину на протилежну.

У ситуації, що склалася, оптимальним буде варіант збереження Сасику в його нинішньому стані — прісне водосховище. Для покращення екологічного стану необхідно:

- протягом декілька років провести регулярні спостереження за якістю вод у водосховищі в різних точках акваторії та режимом рівню води;
- облаштувати гідротехнічні споруди для санітарних попусків води з метою створення зовнішнього водообміну у водосховищі;
- розробити режим екологічних попусків води для запобігання накопиченню забруднювальних речовин у водосховищі.

Література

1. Русев И. Т. Озеро Сасык в плену экологического безумия. — К.: Эхо-Восток, 1996. — 108 с.
2. Харченко Т. А., Тимченко В. М., Иванов А. И. и др. Биопродуктивность и качество воды Сасыкского водохранилища в условиях его опреснения. — К.: Наукова думка, 1990. — 276 с.
3. Бурнашев М. С., Чепурнов В. С., Кубрак И. Ф., Дорохова Н. И. Материалы по ихтиофауне лимана Сасык (Кундук) в течение лета 1956 г. // Уч. записки Кишинев. ун-та. — 1958. — Т. XXXII. — С. 63-72.
4. Замбриборщ Ф. С. Рыбы низовьев рек и приморских водоемов северо-западной части Черного моря и условия их существования: Автореф. дисс. д-ра биол. наук. — Одесса, 1965. — 46 с.
5. Кулибабин А. Г., Незвинский А. Ф., Кичук И. Д. Эколого-экономические аспекты орошения и рационального природопользования в зоне Дунай-Днестровской оросительной системы Одесской области. — Одесса: Украинская экол. академия наук. Черноморское отделение, 1997. — 85 с.
6. Рубель О. Коментарі та пропозиції та щодо включення в план дій по Дунайській стратегії. Реабілітація екосистеми Лиману Сасик. 2010.

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ РОСЬ

Вступ. Річка Рось — одна з найбільших правих приток Дніпра та бере початок з балки Дубина на північний захід від села Ординці Погребищенського району Вінницької області на висоті 270 метрів над рівнем моря. Довжина річки становить 346 км, водозбірна площа басейну — 12,6 тис. км². Басейн річки розташований на території чотирьох областей (Київська, Вінницька, Житомирська, Черкаська).

Річка Рось протікає в межах Українського кристалічного щита територією Придніпровської височини та Канівських гляціодислокацій.

Характерною особливістю її морфології у межах Українського щита є чергування розширених і звужених ділянок. Останні зустрічаються у місцях виходів кристалічних порід в районах міст Білої Церкви та Богуслава. Ширина долини ріки досягає 4,5-5,0 км, але на окремих, звужених ділянках, ледве перевищує кілька сотень метрів. Більшу частину басейну р. Рось займають чорноземи [1].

Заплава р. Рось розвинена в долині нерівномірно. Ширина її на розширених ділянках долини досягає 2,5 км, на звужених коливається від кількох метрів до 200-300 м. Висота заплави над рівнем русла становить 0,7-1,5 м, а на звужених ділянках досягає 4-5 м. Заплава має високий і низький рівні.

На сучасному етапі басейн Росі можна охарактеризувати як багатогалузевий господарський комплекс з високим рівнем освоєння території. Основний напрямок — сільськогосподарське виробництво. Розвинуті харчова, легка, нафтохімічна промисловості. Для задоволення потреб населення і галузей економіки в басейні річки Рось збудовано 1865 ставків і 60 водосховищ, де акумульовано 323,68 млн. м³ води. За цими показниками басейн Росі відноситься до найбільш зарегульованих басейнів України [2].

Відповідно до Водного кодексу України з урахуванням розробленого сучасного гідрографічного районування території України згідно вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу [3] найважливішим компонентом водного фонду є річки, в басейнах яких зосереджується прояв природних чинників та інтереси різних водокористувачів. Басейн річки Рось відноситься саме до таких.

Мета, матеріали і методи дослідження. Метою даної роботи є екологічна оцінка якості річки Рось, а також дослідження динаміки екологічного стану даних річок за багаторічний період та порівняти якість води на різних частинах водного об'єкту.

Об'єктом дослідження служить річка Рось, що протікає у межах Вінницької, Київської та Черкаської областей України.

Якість води досліджувалась за допомогою методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями на підставі аналізу значень показників (критеріїв) її складу і властивостей [4].

При виконанні екологічної оцінки якості води аналізувалися дані спостережень: 1) р. Рось — м. Біла Церква; 2) р. Рось — м. Богуслав, 3) р. Рось — м. Корсунь-Шевченківський; 4) та нижче міста — р. Рось — м. Біла Церква, 5) р. Рось — м. Богуслав, 6) р. Рось — м. Корсунь-Шевченківський.

Період спостережень з 1989 по 2010 рр.

Результати дослідження та їх аналіз. Основними водокопистувачами в басейні р. Рось є житлово-комунальне і сільське господарство та промисловість, переважно, харчова і нафтохімічна. При цьому найбільшу частку стічних вод, які утворюються і скидаються в поверхневі водні об'єкти басейну, становлять господарсько-побутові стічні води.

Установлено, що середня річна мінералізація коливається від 342 мг/дм³ на посту 6 у 1996 р. до 614 мг/дм³ на посту 4 у 1992 р. (рис. 1). Максимальне значення спостерігалось на посту 3 у 1989 р. та становить 887 мг/дм³. За критерієм мінералізації досліджені річкові води належать до вод 1-2 категорій I-II класу якості, тобто до прісних гіпогалінних (клас I, категорія 1) та прісних олігогалінних (клас II, категорія 2). Згідно даних значення мінералізації за довжиною зростає.

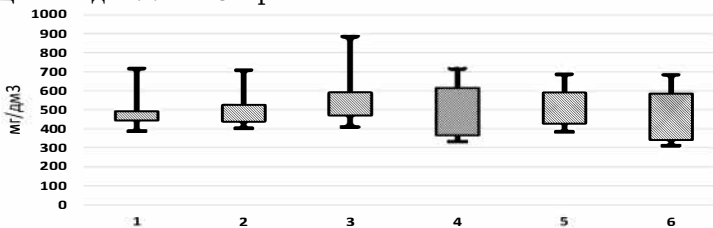


Рис. 1. Зміна мінімальних, середніх річних і максимальних значень мінералізації за довжиною р. Рось за період з 1989 р. до 2010 р.

За блоковим індексом сольового складу вниз за течією стан річки Рось залишається без змін, але відмічається незначне погіршення якості води за індексом ІІ на всіх постах, що розташовані нижче міст. Основний вплив на якість вод Росі становить вміст хлорид-іонів, який погіршує воду, у деякі роки до третього класу якості, але за рахунок незначного вмісту сульфат-іонів, усереднений блоковий індекс сольового складу переважно дає перший та другий клас якості води.

Згідно критеріїв забруднення компонентами сольового складу досліджені води належать до 1-2 категорій І-ІІ класів якості за середніми значеннями і до 2-3 категорій ІІ класу якості за максимальними значеннями. Тому за екологічним станом їх слід віднести до відмінних, дуже добрих і добрих, а за ступенем забрудненості (чистоти) до дуже чистих, чистих та досить чистих поверхневих вод. До відмінних (дуже чистих), тобто вод І класу 1 категорії досить часто відносилися води Росі в пунктах спостережень 1 та 2. Зокрема, це спостерігалось в 1993-2007 роках. В інших випадках всі досліджені води р. Рось належали до дуже добрих та добрих (чистих, досить чистих) вод, тобто вод ІІ класу 2 та 3 категорій.

Значення відповідного блокового індексу ІІ змінювалося в межах 1,3-2,7 для всіх пунктів спостережень. Найбільше на значення ІІ впливають іони хлору. За ступенем чистоти за цими іонами досліджувані води належали переважно до досить чистих (добрих) і навіть слабкозабруднених (задовільних). На всіх постах спостерігається покращення якості води з часом, як по окремим речовинам сольового блоку, так і за індексом ІІ.

За осередненими та максимальними багаторічними трофо-сапробіологічними показниками досліджені води відносяться до 3-4 категорії, ІІ-ІІІ класу якості: добрі і задовільні за станом води, досить чисті і слабко забруднені за ступенем чистоти. Сильно забруднені води спостерігалися на посту 2 в 2008 році та на посту 6 в 1995 році. Абсолютні значення інтегральних середніх та максимальних багаторічних індексів І2 протягом всього періоду досліджень на вибраних пунктах спостережень змінювалися в таких межах: від 2,3 (пост 2, 1991 р.) до 6,0 (пост 6, 1995 р.). Також на всіх постах спостерігається погіршення якості води з часом за цим індексом. Найбільшим внеском у величину І2 відзначалися прозорість, вміст амонійного і нітритного азоту та фосфати.

За вмістом іонів NO^{4+} та NO^{2-} досліджені води відповідають категоріям 2-7, особливо великі значення спостерігаються на постах 2 та 6. За вмістом мінерального фосфору зазначені води, як правило, характеризувалися належністю до 5-7 категорій якості, особливо на постах 3 та 4. Тобто були помірно забрудненими, брудними та дуже брудними. За прозорістю води р. Рось характеризуються як брудні за ступенем чистоти і погані за станом (категорія 6).

Досить часто води р. Рось відзначалися недостатньою насиченістю киснем. За найгіршими значеннями цього показника досліджені води відносяться до 5-7 категорій. Тобто до помірно забруднених і навіть дуже брудних. В широких межах змінювалися категорії якості води за показниками БО і БСК₅ (з 3 до 7 категорій). За цими показниками, які є інтегральними характеристиками вмісту у річкових водах розчинених органічних речовин різного походження, досліджені води у більшості випадків відносяться до слабко і помірно забруднених. І є характерними для всієї довжини річки. За вмістом специфічних речовин токсичної дії досліджені води відносяться до II-III класів. Загалом води р. Рось відносяться до 3 категорій якості за середніми значеннями та до 4-5 категорій за максимальними. За екологічним станом — від добрих до дуже поганих, а за ступенем забрудненості — від досить чистих до дуже брудних.

Найбільшим внеском у величину ІЗ відзначалися нафтопродукти та СПАР, рідше хром та цинк. За їх вмістом в багаторічному аспекті досліджені води характеризувалися в багатьох випадках належністю до 2-4 категорій якості за середніми значеннями та 4-7 категорія за максимальними, тобто були дуже добрі, чисті та задовільні, слабко забруднені чи брудні та дуже брудні.

Абсолютні величини ІЗ змінювалися в межах 1,9 (пост 6, 2005 р.) та 6,7 (пост 4 1994 р.). Найчастіше перевищення ГДК спостерігається у випадку нафтопродуктів, СПАР, цинк, хром та залізо. Високі концентрації нафтопродуктів були зафіксовані в районі Білої Церкви та Богуслава, особливо в період 1993-2001 рр.

Найбільша величина повторюваностей (табл. 1) індексу Іе (за середніми значеннями) відповідає II класу, 3 категорії. Тобто добрі за станом і досить чисті за ступенем чистоти; β' -мезосапробні за сапробністю та мезо-евтрофні за трофністю. Також часто зустрічаються II клас 2 категорія та III клас 4 категорія. Найбіль-

ша величина повторюваностей індексу I_E (за максимальними значеннями) відповідає III класу, 4 категорії. Тобто задовільні за станом і слабо забруднені за ступенем чистоти; β'' -мезосапробні за сапробністю і евтрофні за трофністю. Але бувають значення II класу 3 категорії та III класу 5 категорії.

Таблиця 1.

Повторюваність класів та категорій
екологічної класифікації поверхневих вод суші річки Рось
(за середніми та максимальними значеннями)

| № посту | Індекс | Клас та категорія | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------|-------------------------|------|------|-------|-------|------|-----------------------------|------|------|-------|-------|------|-----|
| | | за середніми значеннями | | | | | | за максимальними значеннями | | | | | | |
| | | I-1 | II-2 | II-3 | III-4 | III-5 | IV-6 | I-1 | II-2 | II-3 | III-4 | III-5 | IV-6 | V-7 |
| 1 | I1 | 35 | 65 | | | | | | 85 | 15 | | | | |
| | I2 | | | 100 | | | | | 80 | 20 | | | | |
| | I3 | | | 50 | 40 | 10 | | | 83,5 | 16,5 | | | | |
| | Ie | | 15 | 85 | | | | | | 15 | 80 | 5 | | |
| 2 | I1 | 20 | 80 | | | | | | 80 | 20 | | | | |
| | I2 | | 5 | 80 | 15 | | | | | 5 | 15 | 75 | 5 | |
| | I3 | | | 65 | 25 | 10 | | | | | 30 | 60 | 10 | |
| | Ie | | 5 | 90 | 5 | | | | | 10 | 85 | 5 | | |
| 3 | I1 | 100 | | | | | | | 82,5 | 17,5 | | | | |
| | I2 | | | 61 | 39 | | | | | | 49 | 51 | | |
| | I3 | | 5,5 | 66 | 17,5 | 5,5 | 5,5 | | | 11 | 38,5 | 34 | 16,5 | |
| | Ie | | | 94,5 | 5,5 | | | | | 33 | 67 | | | |
| 4 | I1 | | 94,5 | 5,5 | | | | | 71,5 | 28,5 | | | | |
| | I2 | | | 61 | 39 | | | | | | 55 | 45 | | |
| | I3 | | 5,5 | 55 | 28 | 5,5 | 5,5 | | 5,5 | 11 | 28 | 45 | 5,5 | 5,5 |
| | Ie | | 5,5 | 83,5 | 11 | | | | | 33 | 67 | | | |
| 5 | I1 | 5 | 95 | | | | | 5 | 85 | 10 | | | | |
| | I2 | | | 75 | 20 | 5 | | | | 10 | 55 | 35 | | |
| | I3 | | 10 | 65 | 10 | 15 | | | 5 | 30 | 40 | 20 | 5 | |
| | Ie | | 5 | 85 | 10 | | | | 5 | 55 | 40 | 0 | | |
| 6 | I1 | 5 | 95 | | | | | 5 | 80 | 15 | | | | |
| | I2 | | | 70 | 25 | 5 | | | | 30 | 25 | 40 | 5 | |
| | I3 | | 5 | 70 | 15 | 10 | | | | 25 | 35 | 35 | 5 | |
| | Ie | | 5 | 85 | 10 | | | | | 45 | 40 | 5 | | |

З часом на всіх постах спостерігається покращення якості води по речовинам сольового блоку та блоку речовин токсичної дії.

Останні 10 років погіршення якості води слід пов'язати з досить інтенсивним використанням водних ресурсів для потреб місцевого водопостачання, яке супроводжується надходженням значних об'ємів недостатньо очищених і забруднених стічних вод різного походження у річку.

За підсумковими інтегральними індексами I_E отриманими на основі відповідних блокових показників (I_1, I_2, I_3), якість досліджених річкових вод змінювалася в межах від 2,4 (пост 1, 1990 р.) до 4,9 (пост 2, 1993 р.).

Як видно з графіків (рис. 2, 3), у більшості років якісь водного об'єкту була гірше нижче міста Кюрсунь-Шевченківський. Що пов'язано з великим антропогенним навантаженням в межах міста.

За довжиною річки та з часом екологічний стан Росі за інтегральним індексом I_E практично не змінювався, тобто залишався сталим — добрим за станом води та досить чистим за ступенем її чистоти. Співвідношення I_1, I_2, I_3 показують, що стан досліджених вод за цими осередненими показниками протягом зазначених періодів часу загалом змінювалася мало. Найбільшим внеском в сумарне забруднення досліджених вод були специфічні речовини токсичної дії (важкі метали, нафтопродукти).

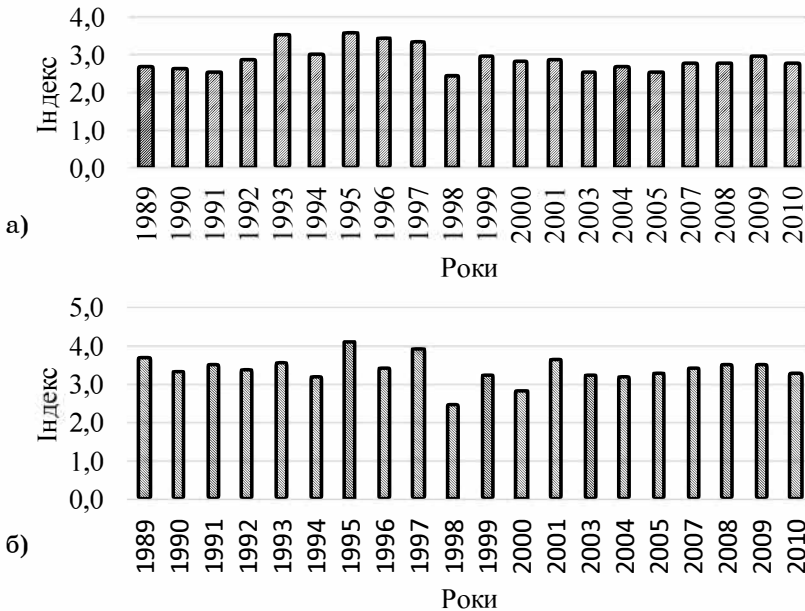


Рис. 2. Динаміка якості річкових вод за середніми (а) та максимальними (б) значеннями інтегрального екологічного індексу I_E р. Рось — м. Кюрсунь-Шевченківський, 1 км вище міста

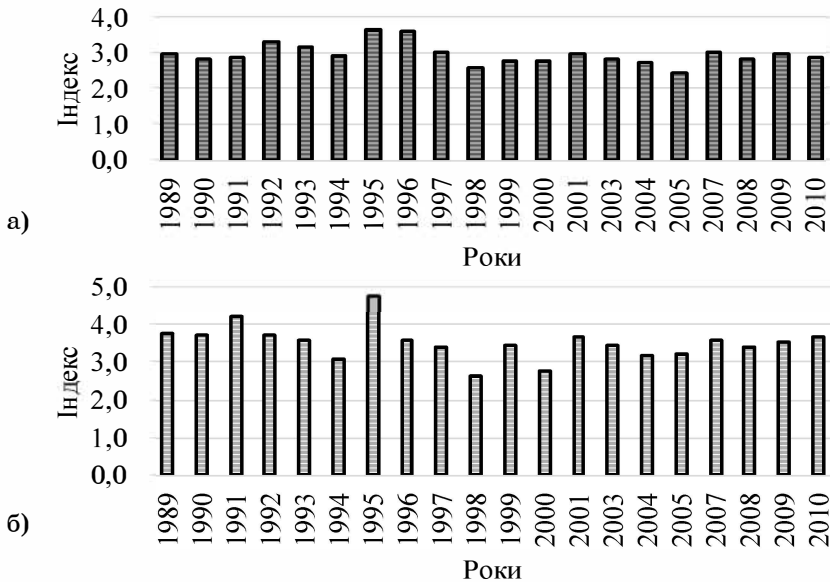


Рис. 3. Динаміка якості річкових вод за середніми (а) та максимальними (б) значеннями інтегрального екологічного індексу I_e р. Рось — м. Корсунь-Шевченківський, 3 км нижче міста

Висновки. За досліджуваний період спостерігається незначне покращення динаміки загальних індексів I_e на всіх досліджуваних постах, крім поста Богуслав нижче міста. Найбільший внесок в сумарне забруднення переважної більшості досліджених вод належить специфічним речовинам токсичної дії (важким металам, нафтопродуктам) та речовинам органічного походження (сполуки азоту, фосфати, БО, БСК₅). Також видно, що на всіх постах нижче міста якість води погіршується, хоч і не на багато. Такий екологічний стан р. Рось зумовлений переважно антропогенними чинниками, їх вплив на формування якості води був і продовжує залишатися значним.

Для покращення ситуації потрібно вводити нові технології очищення скидних вод з підприємств та стічних вод з водоканалів.

Література

1. Екологічний паспорт Черкаської області (2008-2010 pp.) // Інтернет ресурс — <http://www.menr.gov.ua/protection/protection1/cherkaska>

2. Польові та лабораторні дослідження хімічного складу води річки Рось. Навч. посіб. / В. К. Хільчевський, В. М. Савицький, Л. А. Красова, О. М. Гончар; за ред. В. К. Хільчевського. — К.: Київський університет, 2012. — 143 с.
3. Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. — К., 2006. — 240 с.
4. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіук, А. В. Яцик, А. П. Чернявська та ін. — К.: СИМВОЛ-Т, 1998.

Даус М. Є., Кликач Н. В.

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ У БАСЕЙНІ РІЧКИ СУЛА

Вступ. В гідрографічному плані річка Сула належить до басейну Дніпра та є його лівою притокою. Для неї є характерною зона достатньої водності, що, в основному, відповідає лісостеповій зоні. Її довжина — 363 км, а площа водозбору — близько 18500 км² [1]. Долина річки трапецієвидна, часто асиметрична. Русло по усій довжині звивисте, подекуди розгалужене, ширина 10-70 м, а глибина — 1,5-2 м. Дно має муловий характер, а береги високі, іноді обривисті. Переважає змішаний тип живлення, вода багата мінералами і йодом.

Головна цінність р. Сули в її використанні для водопостачання, рибицтва і зрошування. В дельті Сули та в Сулинській затоці розташовано Сулинський ландшафтний заказник загальнодержавного значення. Також в долині річки Сула Сумської області розкинувся Біловодський гідрологічний заказник загальнодержавного значення. У зв'язку з низькою температурою води, викликану наявністю підземних джерел, цвітіння води у Сулі відбувається з середини серпня до середини вересня [2].

Довжина річки Удай 327 км, площа басейну 7030 км². Долина трапецієподібна, терасована, завширшки 2,5-3 км. Заплава двобічна, заболочена, на окремих ділянках осушена; переважна ширина 0,4-0,5 км; є стариці Живлення мішане, з переважанням снігового. Середня багаторічна витрата води Удаю (м. Прилуки) становить 4,3 м³/с. Воду використовують для технічних і побутових потреб, на водопостачання, зрошування.

Довжина річки Ромен 121 км, площа басейну 1660 км². Долина трапецієподібна, завширшки 2,5-3 км. Заплава на всій протяжності двобічна, є торфовища. Річище випрямлене, подекуди обваловане, переважно каналізоване, є магістральним каналом осушувальної системи. Ширина річища до 12 м, глибина — від 1,5 до 2,5 м (під час повеней). Середня багаторічна витрата води р. Ромен (м. Ромни) становить 3,27 м³/с.

У засобах масової інформації та інтернет ресурсах часом, особливо внаслідок великих злив, з'являється інформація про масову загибель риби та погіршення якості води річки Сула [3]. Передують цьому різні причини: критично низький рівень кисню, змивання добрив та отрутохімікатів із сільськогосподарських полів та інші. Тому дослідження якості води та вивчення факторів, які впливають на погіршення стану водного об'єкта є актуальним.

Мета, матеріали і методи дослідження. Метою даної роботи є екологічна оцінка якості води річки Сула та її приток Ромен і Удай, а також дослідження динаміки екологічного стану даних річок за багаторічний період. Об'єктом дослідження служать річки досліджуваного басейну — Сула, Удай, Ромен, що протікають територією Сумської, Чернігівської, Полтавської на Київської областей.

Якість води досліджувалась за допомогою методики екологічної оцінки якості поверхневих вод суші за відповідними категоріями [4] на підставі аналізу значень показників (критеріїв) її складу і властивостей.

У якості вихідних даних були використані дані спостережень гідрометеорологічної служби України за гідрохімічними показниками води на 5 стаціонарних постах:

- 1) р. Ромен — м. Ромни, (в межах міста);
- 2) р. Удай — м. Прилуки, (0,8 км вище міста);
- 3) р. Удай — м. Прилуки, (1 км нижче міста);
- 4) Сула — м. Лубни, (0,5 км вище міста);
- 5) р. Сула — м. Лубни, (0,2 км нижче міста).

Період спостережень з 1989 по 2010 рр.

Результати дослідження та їх аналіз. На основі гідрохімічних показників якості вод басейну р. Сула (за їх осередненими та максимальними значеннями) одержані чисельні значення класів, категорій та субкатегорій якості досліджених вод по кожному із блоків I1, I2, I3, а також відповідних інтегральних індексів Ie, здійснений словесний опис якості вод, зокрема класів

і категорій за критеріями мінералізації, забруднення компонентами сольового складу, трофністю, сапробністю, вмістом специфічних забруднюючих речовин. Багаторічна динаміка блокових індексів I1, I2, I3 та інтегрального екологічного індексу за середніми річними значеннями гідрохімічних показників для досліджуваних постів показана на рис. 1-3.

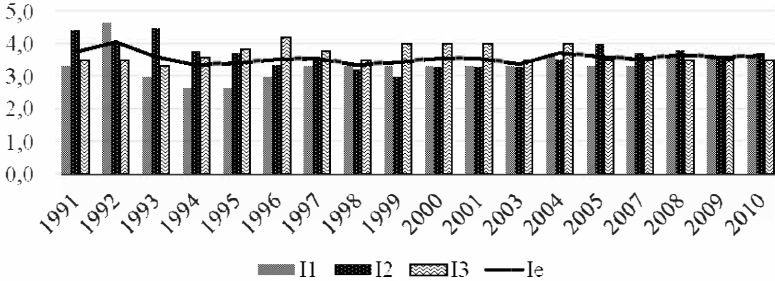


Рис. 1. Динаміка блокових індексів I1, I2, I3 та інтегрального екологічного індексу за середніми річними значеннями гідрохімічних показників р. Ромен — м. Ромни (в межах міста), 1989-2010 рр.

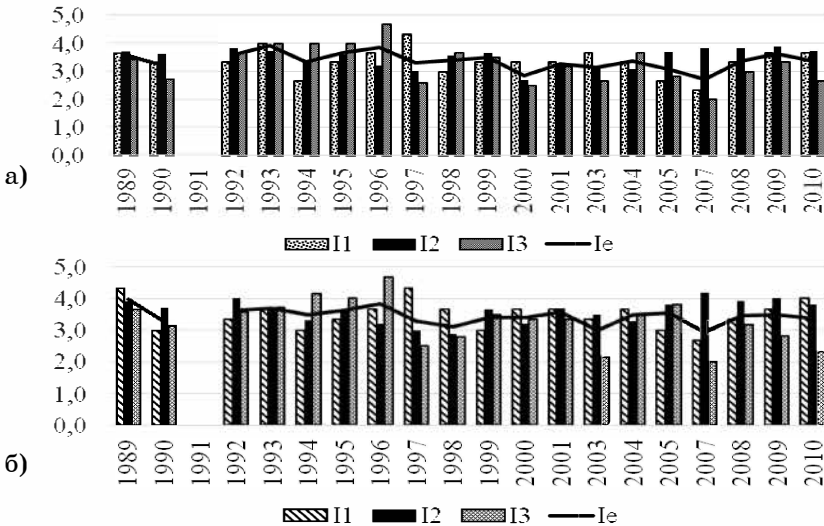


Рис. 2. Динаміка якості річкових вод за середніми значеннями блокових індексів та інтегрального екологічного індексу а) р. Удай — м. Прилуки (0,8 км вище міста) та б) р. Удай — м. Прилуки (1 км нижче міста), 1989-2010 рр.

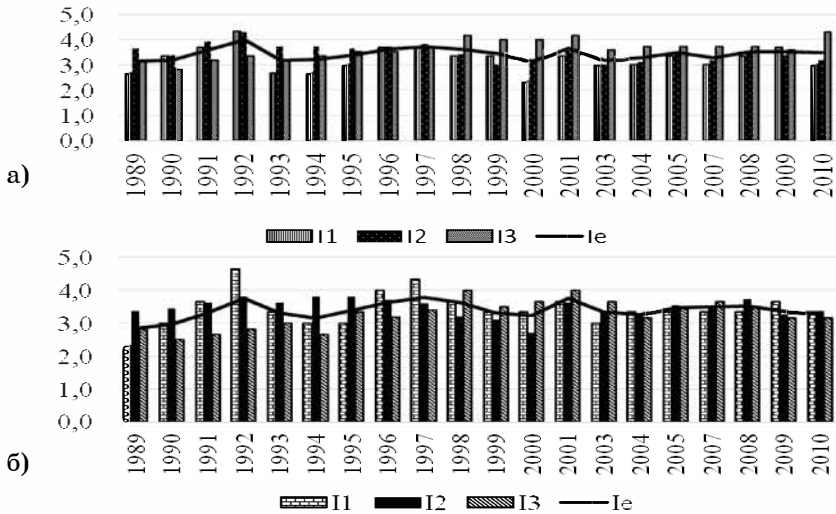


Рис. 3. Динаміка якості річкових вод за середніми значеннями блокових індексів та інтегрального екологічного індексу
 а) р. Сула — м. Лубни (0,5 км вище міста) та
 б) р. Сула — м. Лубни (0,2 км нижче міста), 1989-2010 рр.

Аналіз просторових змін мінералізації води в межах басейну показав, що значних змін її якості за цим критерієм не спостерігалось, але присутня тенденція до незначного зменшення мінералізації в середньому за рік від 900 до 800 мг/дм³. Досліджені річкові води належать до 2 категорій II класу якості, тобто до прісних олігогалинних. На постах 2 і 3 найчастіше зустрічаються води, які відносяться до 3 категорії III класу якості (солонуваті мезогалинні).

Згідно критеріїв забруднення компонентами сольового складу досліджені води належать до 3-4 категорій II-III класів якості за середніми значеннями і до 4-5 категорій III класу якості за максимальними значеннями, за екологічним станом їх відносно до добрих та задовільних, а за ступенем забрудненості (чистоти) до досить чистих та слабо забруднених вод.

Значення відповідного блокового індексу I1 змінювалося в межах 2,7-5,7 для всіх пунктів спостережень. При цьому слід відзначити, що найбільшим внеском в інтегральну величину I1 були іони хлору. За ступенем чистоти за цими іонами досліджувані води належали переважно до досить чистих та слабо

забруднених (задовільних). Зазначені особливості просторового та часового розподілу показників сольового блоку якості досліджених річкових вод можна пов'язати як з природними (змiнами водності річки), так і з антропогенними чинниками та процесами (стічні каналізаційні води).

За осередненими та максимальними багаторічними трофо-сапробіологічними показниками досліджені води відносяться до III класу якості. Значення категорій, що характеризують якість води в межах зазначених класів, змінювалися в межах від 1 до 7. Таким чином, в цілому за зазначеними показниками досліджені води можна характеризувати як задовільні за станом води та слабо забруднені за ступенем чистоти або забрудненості.

Абсолютні значення інтегральних середніх та максимальних багаторічних трофо-сапробіологічних блокових індексів I2 протягом всього періоду досліджень на вибраних пунктах спостережень змінювалися в таких межах: від 2,7 (пост 5, 2000 р.) до 4,9 (пост 2, 1992 р.). Найбільшим внеском у величину I2 внесли прозорість, вміст нітритного азоту, біхроматна окислюваність та фосфати.

За прозорістю води басейну р. Сула характеризуються як брудні за ступенем чистоти і погані за станом (категорія 6). За вмістом іонів NO^{4+} та NO^{2-} досліджені води відповідають категоріям 1-7, особливо високі значення спостерігаються на постах 4 та 3.

Значення інтегральних багаторічних трофо-сапробіологічних блокових індексів I2 протягом всього періоду досліджень на вибраних пунктах спостережень змінювалися в таких межах: від 2,7 (пост 5, 2000 р.) до 4,3 (пост 4, 1992 р.) за середніми значеннями та за максимальними від 3,0 до 4,9 (пост 2, 1992 р.)

Великий внесок у погіршення якості води басейну р. Сула, особливо останнім часом вносять специфічні речовини токсичної дії. За їх вмістом досліджені води відносяться до II-III класів. За концентраціями окремих компонентів цієї групи забруднюючих речовин вказані води відносяться до 2-4 категорії якості. За екологічним станом — від дуже добрих до задовільних, а за ступенем забрудненості — від чистих до слабо забруднених.

Як видно з табл. 1, найбільша величина повторюваності індексу Ie відповідає II-III класу, 3-4 категорії за середніми значеннями та до III класу, 4-5 категорії за найгіршими, тобто добрі та задовільні за станом і досить чисті та слабо забруднені за ступенем чистоти; β' -мезосапробні, β'' -мезосапробні, α' -мезосапробні

за сапробністю та мезо-евтрофні, ев-політрофні, евтрофні за трофністю.

Таблиця 1.

Повторюваність класів та категорій екологічної класифікації поверхневих вод суші (за середніми та найгіршими значеннями) у басейні річки Сула за 1989-2010 рр.

| № посту | Індекс | Клас та категорія | | | | | | | |
|---------|--------|-------------------------|------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|------|
| | | За середніми значеннями | | | | За найгіршими значеннями | | | |
| | | II-2 | II-3 | III-4 | III-5 | II-3 | III-4 | III-5 | IV-6 |
| 1 | I1 | 5,0 | 70,0 | 25,0 | | 20,0 | 60,0 | 20,0 | |
| | I2 | | 60,0 | 40,0 | | 15,0 | 60,0 | 25,0 | |
| | I3 | | 40,0 | 60,0 | | | 50,0 | 50,0 | |
| | Ie | | 50,0 | 50,0 | | | 90,0 | 10,0 | |
| 2 | I1 | 5,0 | 60,0 | 30,0 | | 10,0 | 60,0 | 25,0 | |
| | I2 | | 55,0 | 45,0 | | 10,0 | 60,0 | 30,0 | |
| | I3 | | 75,0 | 25,0 | | 20,0 | 8,0 | | |
| | Ie | | 60,0 | 40,0 | | | 90,0 | 10,0 | |
| 3 | I1 | | 71,5 | 23,0 | 5,5 | 11,0 | 72,5 | 11,0 | 5,5 |
| | I2 | | 49,5 | 45,0 | 5,5 | 11,0 | 72,5 | 16,5 | |
| | I3 | | 55,0 | 45,0 | | 11,0 | 45,0 | 44,0 | |
| | Ie | | 27,5 | 72,5 | | | 83,5 | 16,5 | |
| 4 | I1 | 5,5 | 63,0 | 31,5 | | 16,5 | 67,0 | 16,5 | |
| | I2 | | 38,5 | 61,5 | | 22,0 | 66,5 | 11,5 | |
| | I3 | 5,5 | 55,0 | 39,5 | | 31,5 | 37,0 | 31,5 | |
| | Ie | | 63,0 | 37,0 | | 11,0 | 83,5 | 5,5 | |
| 5 | I1 | | 49,5 | 50,5 | | 11,0 | 78,0 | 11,0 | |
| | I2 | | 38,5 | 61,5 | | 21,0 | 51,5 | 27,5 | |
| | I3 | 16,5 | 49,5 | 34,0 | | 21,0 | 60,5 | 18,5 | |
| | Ie | | 42,0 | 58,0 | | | 83,5 | 16,5 | |

Найбільшим внеском у величину I3 відзначалися залізо та СПАР, рідше мідь та цинк. За їх вмістом в багаторічному аспекті досліджені води характеризувалися 5-7 категорією якості, тобто змінювались від помірно забруднених до брудних. Абсолютні величини I3 змінювались в межах 2,0 (пост 2 і 3, 2007 р.) та 4,8 за середніми значеннями та за максимальними від 3,2 до 5,0.

За підсумковими інтегральними індексами Ie отриманими на основі відповідних блокових показників (I1, I2, I3), якість досліджених річкових вод змінювалася в межах від 2,7 (пост 2, 2007 р.) до 4,0 (пост 4, 1992 р.) за середніми значеннями. А за максимальними — від 3,3 до 4,9.

Висновки. У цілому за сапробністю та трофністю досліджені води можна охарактеризувати як слабо забруднені, інколи досить чисті та помірно забруднені.

Найбільшим внеском у величину І2 відзначалися такі фізико-хімічні показники досліджених вод, як прозорість, вміст нітритного азоту, БО та фосфатів. Значення інтегральних багаторічних трофо-сапробіологічних блокових індексів І2 протягом всього періоду досліджень на вибраних пунктах спостережень змінювалися в таких межах: від 2,7 (пост 5, 2000 р.) до 4,3 (пост 4, 1992 р.) за середніми значеннями та за найгіршими від 3,0 до 4,9 (пост 2, 1992 р.)

Сумарне забруднення переважної більшості досліджених вод належить специфічним речовинам токсичної дії (важким металам, фосфору, СПАР та азоту нітритному).

З рисунків 1-3 бачимо, що протягом багатьох років забруднюваність річок басейну Сули залишається стабільно високою. Суттєва відсутність змін на краще в екологічному стані басейну р. Сула зумовлена переважно антропогенними чинниками, їх вплив на формування якості води був і продовжує залишатися значним. Для покращення показників та загалом вирішення проблем забруднення водного басейну рекомендується покращити очисні установи або ввести нові технології очищення скидних вод та стічних вод з водоканалів.

Література

1. Каталог річок і водойм України: Навч.-довідк. посіб. / Г. І. Швебе, М. І. Ігошин; Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова. — Одеса: Астропринт, 2003. — 392 с.
2. Екологічний паспорт Черкаської області (2008-2010 рр.) // Інтернет ресурс — <http://www.menr.gov.ua/protection/protection1/cherkaska>
3. Чому Сула, Псел та Удай стали небезпечними для купання і риболовлі? Публікація від 08.07.2016. — 15:08. Інтернет ресурс <http://www.podii.com.ua/news/chomu-sula-psel-ta-uday-staly-nebezpechnymu-dlya-kupannya-i-rybolovli-0>
4. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк, А. В. Яцик, А. П. Чернявська та ін. — К.: СИМВОЛ-Т, 1998.

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.

Потребуется определенная затрата 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 тёплым 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 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Можно предположить, что юго-западная граница земледелия, совпадающая с изолинией сумм, равной $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$, 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 сценария лаборатории геофизической гидродинамики США (GFDL R 30), почти на всей территории Украины установятся умеренно мягкие зимы (не ниже -5°C), 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 многоукосных трав за период от даты перехода температуры воздуха через 5°C весной до даты перехода через 5°C 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 расчётов 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 двуокиси углерода в атмосфере и отрицательным воздействием аридации 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 усло-

виями 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 биоклиматический потенциал и продуктивность сельского хозяйства с учётом всех известных в настоящее время обстоятельств складывается в целом положительным для Украины. Сеем 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., Девятых 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 II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. — WMO/UNEP. — Cambridge, Cambridge University Press, UK, 2001, 1032 p.

ОЦІНКА ВМІСТУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ҐРУНТАХ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вступ. Територія Черкаської області відноситься до основної з виробництва зернових, технічних культур та картоплі. Ґрунти території недостатньо забезпечені гумусом, тому для отримання високих та стійких врожаїв цих культур необхідно застосування сучасних методів агрохімічної обробки, яка передбачає внесення хімічних заходів захисту рослин, мінеральних та органічних добрив, а також інші агротехнічних приборів. Тому оцінка впливу мінерального живлення рослин на якість ґрунтів Черкаської області є дуже актуальною задачею [1].

Матеріали і методи дослідження. Агротененціал є критерієм продуктивної здатності ґрунтів і відображає врожайність відповідної сільськогосподарської культури конкретного за еколого-генетичним статусом і гранулометриєю ґрунту, співвіднесено до середньо-багаторічних гідрометричних показників місць його розташування. Для дослідження особливостей вмісту мікроелементів у ґрунтах Черкаської області була використана інформація про вміст цих елементів у ґрунтах сільськогосподарського призначення за період 2010-2015 роки [2].

Аналіз результатів дослідження. В складі Черкаської області є 20 районів. Було розглянуто середній вміст фосфору (мг/кг) по районом області. Мінімальний вміст фосфору знаходиться в Чигиринському районі (99 мг/кг), максимальний — Черкаський (158 мг/кг), в обласному центрі, що знаходиться на р. Дніпро. Середній вміст фосфору по області складає 132 мг/кг (рис. 1). З 20 районів Чигиринський (99 мг/кг) район характеризується середнім вмістом фосфору (51-100 мг/кг). Черкаський (158 мг/кг), Маньківський (153 мг/кг), Монастирищенський (153 мг/кг) райони характеризуються високим вмістом фосфору (151-250 мг/кг). Всі інші 16 районів характеризуються підвищеним вмістом фосфору (101-150 мг/кг) — класифікація за методом Кірсанова [3].

В даній області було розглянуто, якість ґрунту на основі відношення кисих ґрунтів області та виражено у відсотку кислих ґрунтів по районах області та середній відсоток кислих ґрунтів по області в цілому (рис. 2). Можна зробити висновок, що 1/5 частина ґрунтів області є кислими ґрунтами. Найменший відсоток кислих ґрунтів в Жашківському (4,7 %), що знаходиться на

північному Заході області та межує з Київською областю. Драбівському (2,9 %), що в північно-східній частині області на межі з Полтавською областю. Найбільший відсоток в Уманському (43,5 %) районі, що знаходиться в південно-західній частині області на межі з Кіровоградською областю, Чигиринському (39,6 %). В середньому області складає 21,1 %, яке приблизно відповідає таким районам, як Смілянський (23,4 %) та Маньківський (22,8 %).

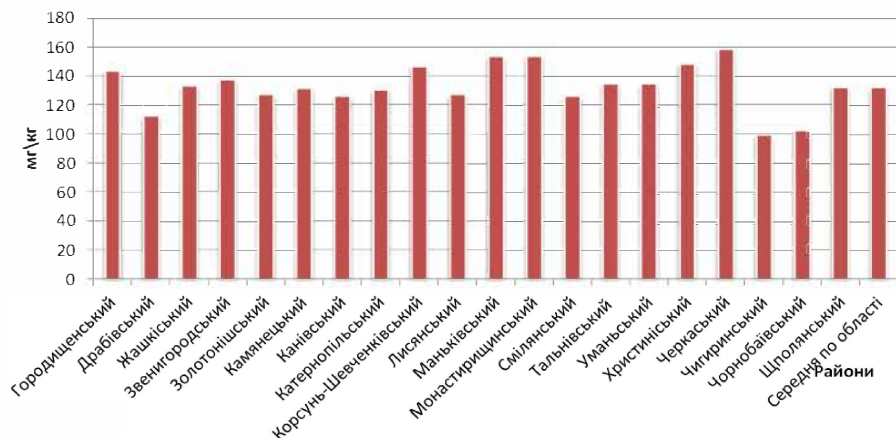


Рис. 1. Вміст фосфору в межах ґрунтів сільськогосподарського призначення Черкаської області (мг\кг)

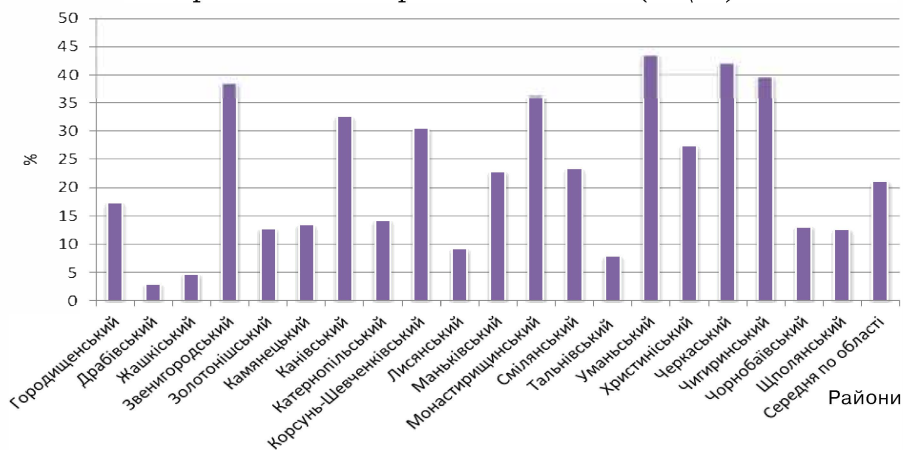


Рис. 2. Відсоток кислих ґрунтів по відношенню до ґрунтів сільськогосподарського призначення Черкаської області

Було досліджено якість ґрунту за показником середньозваженого вмісту азоту у ґрунті по районах області та середнє значення по області (рис. 3). Мінімальний вміст азоту спостерігається в Канівському районі (84,6 мг/кг), що знаходиться на Півночі області поблизу р. Дніпро та Корсунь-Шевченківському районі (85,9 мг/кг), що знаходиться Західніше Канівського району на межі з Київською областю. Максимальний вміст азоту спостерігається в Драбівському районі (137,8 мг/кг), що знаходиться в Північно-Східній частині області на межі з Київською та Полтавською областей та Тальнівському районі (136,2 мг/кг), що знаходиться в Західній частині області на межі з Кіровоградською областю. Середній вміст азоту в області складає 118,7 мг/кг. Групуючи райони за методом Тюріна та Конової, Канівський (84,6 мг/кг), Корсунь-Шевченківський (85,9 мг/кг), Смілянський (98,3 мг/кг), Черкаський (93,2 мг/кг) характеризується високим вмістом азоту (71-100 мг/кг). Всі райони області, що залишилися характеризуються дуже високим вмістом фосфору (>100 мг/кг).

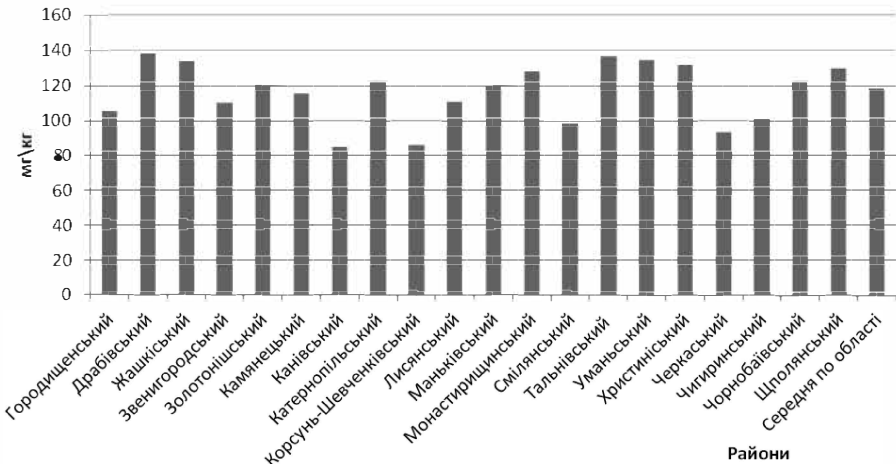


Рис. 3. Середньозважений вміст азоту в ґрунтах сільськогосподарського призначення Черкаської області (мг\кг)

Досліджено якість ґрунту за показником вмісту калію в ґрунті районів Черкаської області та середній вміст калію в цілому по Черкаській області (рис. 4). Мінімальний вміст калію спостерігається в Канівському (60 мг/кг), Черкаському

(62 мг/кг) районах. Максимальний вміст калію спостерігається в Маньківському (108 мг/кг) та Уманському (99 мг/кг).

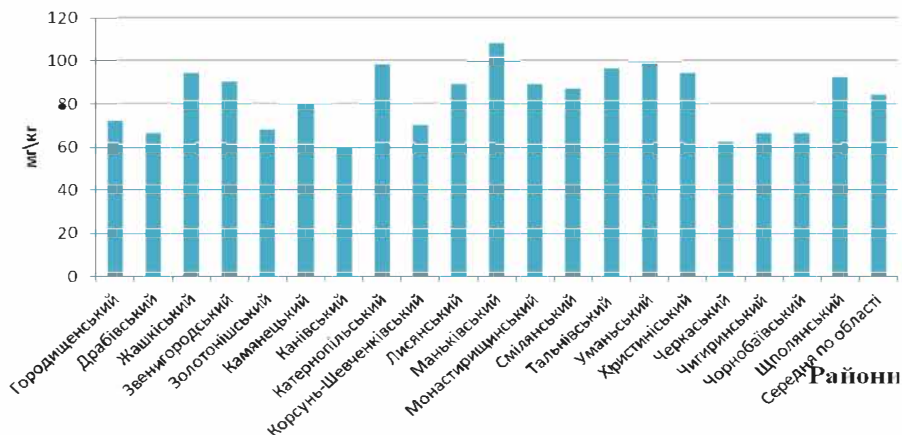


Рис. 4. Вміст калію в ґрунтах сільськогосподарського призначення Черкаської області (мг/кг)

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

Висновки. З 20 районів один район характеризується середнім вмістом фосфору (51-100 мг/кг), три райони характеризуються високим вмістом фосфору (151-250 мг/кг). Всі інші 16 районів характеризуються підвищеним вмістом фосфору (101-150 мг/кг) — класифікація за методом Кірсанова. Частка кислих ґрунтів в середньому області складає 21,1 % складає можна зробити висновок, що 1/5 частина ґрунтів області є кислими ґрунтами. З 1970 до 2015 рр. відсоток кислих ґрунтів збільшився з 7,6 до 20,4 %. Середній вміст азоту в області складає 118,7 мг/кг. Групуючи райони за методом Тюріна та Коновоїв, 4 райони характеризується високим вмістом азоту (71-100 мг/кг). Всі інші 16 районів області,

що залишилися, характеризуються дуже високим вмістом фосфору (>100 мг/кг). Класифікуючи райони за вмістом калію отримуємо такі данні, 8 районів характеризуються середнім вмістом калію (41-80 мг/кг). Всі інші 12 районів області характеризуються підвищеним вмістом калію (81-120 мг/кг).

Література

1. ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. — К.: Держспоживстандарт України, 2006. — 19 с.
2. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / За ред. С. М. Рижук, М. В. Лісового, Ц. М. Бенцаровського. — К., 2003. — 64 с.
3. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Черкаській області за 2010-2015 рік.

Ільїна В. Г., Бабаніна К. В.

ОЦІНКА ВІНОСУ БІОГЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ З УРОЖАЄМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН НА ТЕРИТОРІЇ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вступ. Запорізька область відноситься до території з недостатнім та нестійким режимом зволоження. Завдяки високому температурному режиму та значним випаровуванням, для отримання високих та стійких врожаїв сільськогосподарських рослин необхідно використання зрошення та додаткового внесення мінеральних та органічних добрив. Вміст гумусу у ґрунтах цієї території також є недостатнім і складає в середньому 2,5 %. До складу мінеральних добрив входить велика кількість біогенних елементів, основними з яких є азот та фосфор.

Матеріали та методи дослідження. Для дослідження особливостей формування біогенного навантаження на агроєкоценози Запорізької області була використана інформація про кількісні та якісні характеристики мінеральних та органічних добрив, які вносилися під різні сільськогосподарські рослини протягом 2012-2015 років. При цьому ураховувалися характеристики ґрунтового та рослинного покривів [1].

Аналіз результатів дослідження. Розрахунок виносу біогенних елементів з сільськогосподарських угідь (площадні джерела) проводять на основі відомих агрохімічних залежностей, які

зв'язують кількість речовин, що виносяться з властивостями ґрунту, видами та врожайністю сільськогосподарських культур.

Розрахункове рівняння для визначення виносу біогенів з ґрунту базується на врожайності сільськогосподарських культур як на інтегральному показнику стану декількох базових факторів (ґрунт, метеорологічні умови, тривалість вегетаційного періоду, кількість добрив, які використовуються, засобів їх внесення та ін.) [2].

Питомий винос біогенів з площі, зайнятою і-ю сільськогосподарською культурою (R_i), визначають за формулою [2]:

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

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

За допомогою наведеної вище математичної моделі та методики оцінки виносу біогенних елементів були розраховані показники біогенного навантаження в агроєкосистемах Запорізької області [3; 4].

На рис. 1 наведено посівні площі основних сільськогосподарських культур, які вирощувались на даній території в період з 2000 по 2014 роки. Слід зазначити значне зменшення посівних площ, особливо для овочевих культур.

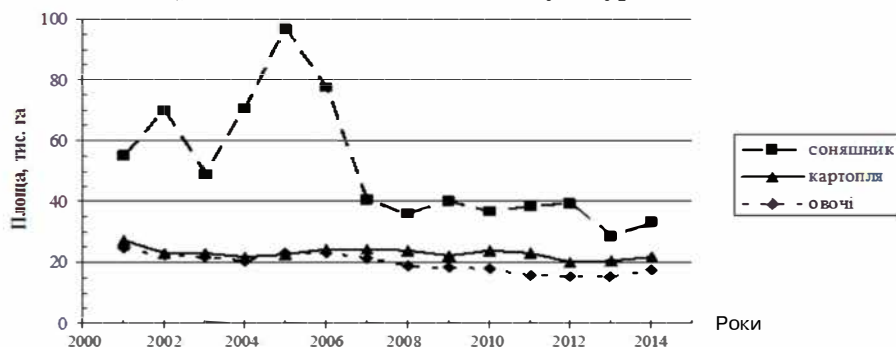


Рис. 1. Динаміка посівних площ соняшника, картоплі та овочів

З графіка (рис. 1) видно, що за останні 15 років значно зменшилися посівні площі основних сільськогосподарських культур, які культивуються в Україні. Особливо це стосується такої культури, як соняшник, посівні площі якої за останні 8 років змен-

шилися більш ніж у 2 рази. Щодо картоплі та овочів значних змін не відбулося, завдяки тому, що посівні площі були невеликі. Незважаючи на це рівень внесення мінеральних та органічних добрив за цей період значно не змінився, тому кількість біогенних елементів, які знаходяться у ґрунті не зазнала значних змін.

Для розрахунку поглинання біогенів сільськогосподарськими рослинами необхідно враховувати тип ґрунту. Основними типами ґрунтів, які розповсюджені на території України є чорноземи південні та типові, але для розрахунку до уваги бралися усі типи ґрунтів. Рівень вмісту органічної речовини та глинисті фракції відіграють визначну роль у поглинанні та трансформації біогенних речовин у ґрунтовому покриві. Тому їх роль дуже важлива при оцінці балансу біогенних елементів в агроекосистемах. Комплекс мінеральних добрив складається з 3-х основних елементів — азоту, фосфору та калію. Але основними з цих елементів є азот та фосфор. У методиці, яка запропонована вище ураховуються увесь комплекс мінеральних та органічних добрив.

Для оцінки балансу біогенних елементів значну роль також грає технологія обробки та вирощування сільськогосподарських рослин, яка також була урахована у методиці.

У табл. 1 приведені розрахунки виносу елементів з сільськогосподарських угідь.

Таблиця 1.

Визначення виносу біогенних елементів

| Показник | Варіант | Сільськогосподарські культури | | | | Сумарне значення показника |
|---|---------|-------------------------------|----------|----------|-------|----------------------------|
| | | зернові та зернобобові | соняшник | картопля | овочі | |
| Початкова кількість внесених біогенів, $W_{вих}$, т/рік | 1 | 27648 | 6754 | 791 | 2640 | 37833 |
| | 2 | 25276 | 2769 | 774 | 1885 | 30704 |
| Кількість біогенів винесена з врожаєм, $W_{пл}$, т/рік | 1 | 23036 | 459 | 556 | 5517 | 29568 |
| | 2 | 23026 | 449 | 516 | 4517 | 28508 |
| Винос біогенів внаслідок порушень технологій, $W_{пот}$, т/рік | 1 | 6451 | 161 | 72 | 190 | 6874 |
| | 2 | 5871 | 156 | 42 | 104 | 6173 |
| Загальна величина виносу біогенів, $W_{об}$, т/рік | 1 | 29477 | 867 | 788 | 4807 | 35939 |
| | 2 | 25896 | 536 | 578 | 4631 | 31641 |
| Коефіцієнт витрат, α , % | 1 | 18,7 | 20,9 | 24,5 | 14,2 | 19,6 |
| | 2 | 14,9 | 19,5 | 19,9 | 13,1 | 16,9 |

З табл. 1 видно, що найбільші значення були отримані для зернових та зернобобових культур. Заключним етапом роботи є визначення коефіцієнтів поглинання. Перший варіант — це фактична інформація, другий — це розрахункові характеристики. З отриманих даних видно, що розрахункові не перевищують фактичні і це може говорити про хороше зіставлення результатів. Відхилення складає в середньому не більше 16 %.

Висновки. Визначено винос біогенних елементів з урожаєм основних сільськогосподарських рослин. Найбільші значення були отримані для зернових та зернобобових культур. Фактичний показник дорівнює 23036 т/рік а розрахунковий — 22026 т/рік. Коефіцієнт вносу біогенних елементів з площі зайнятою сільськогосподарськими рослинами в умовах Запорізької області говорить про добре зіставлення результатів, тому що фактичний показник не перевищує розрахунковий, а відхилення складає в середньому не більше 16 %.

Виконані розрахунки можна використовувати для практичних рекомендацій по внесенню мінеральних та органічних добрив під різні сільськогосподарські культури.

Література

1. Кирюшин В. И. Экологические основы земледелия. — М.: Колос, 1996. — 223 с.
2. Методические рекомендации по расчету выноса биогенных веществ поверхностным стоком. ВАСХНИЛ. — М., 1989. — 23 с.
3. Листопадов И. Н., Шапошникова И. М. Плодородие почвы в интенсивном земледелии. — М.: Россельхозиздат, 1984. — 205 с.
4. Писаренко В. Н., Писаренко П. В., Писаренко В. В. Агроэкология. — Полтава, 2008. — 408 с.

Польовий А. М., Ільїна А. О.

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ВІВСА В УМОВАХ ПІВДНЯ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вступ. Овес — один із найбільш поширених хлібних злаків у світі, зерно якого вирізняється високими кормовими та харчовими якістьми — у зерні міститься 10-15 % білка, 40-45 % крохмалю, 4-6 % жиру, вітаміни групи В, РР. та інші [1]. Овес використовують і як продовольчу культуру для виготовлення

крупни, толокна вівсяних пластівців, борошна, сурогату кави [2]. Овес цілком можна назвати лікарською рослиною. Він діє заспокійливо, стабілізує нервову систему, зарекомендував в себе і як засіб, що поліпшує обмін речовин.

Овес — рослина помірного клімату. На території нашої країни основні площі його посівів зосереджені в нечорноземній зоні, лісній та лісостепній зонах України [3]. В Україні посіви вівса займають 650-700 тис. га. Середня врожайність вівса в Україні залишається досить низькою — 15-20 ц/га — через розміщення його на ґрунтах з низькою природною родючістю та порушення основних вимог технології вирощування [4].

В Україні овес займає приблизно 3 % у структурі зернових культур. Валовий збір в останні роки має тенденцію до зростання.

Мета роботи: З метою дослідження впливу факторів зовнішнього середовища на фотосинтетичну продуктивність вівса протягом 2013-2014 рр. на спостережних ділянках навчальної агрометеорологічної лабораторії Одеського державного екологічного університету (АМЛ ОДЕКУ) в с. Чорноморка Київського району міста Одеси проводилося польове дослідження.

Об'єкт дослідження. В якості дослідної культури був обраний овес сорту Нептун, що рекомендований до вирощування в умовах Полісся.

Методи дослідження та вхідні матеріали. Спостереження проводилися з дати сівби і до дати дозрівання. Ґрунт обраної ділянки — чорнозем південний, рівень ґрунтових вод на глибині більше 10 м. Площа облікової ділянки — 25 м², досліди проводилися у триразовій повторності (ранній, середній та пізній термін сівби). Для оцінки впливу умов вирощування на фотосинтетичну продуктивність даної культури урахувалися метеорологічні умови через тривалість сонячного сьйва, середньодекадну температуру повітря, запаси вологи у метровому шарі ґрунту, кількість опадів та дефіцит вологості повітря.

Аналіз результатів дослідження. Дуже важливим для посушливої території Півдня України є питання строків сівби даної рослини. Тому для більш детального аналізу впливу агрометеорологічних умов на формування продуктивності фотосинтезу були задані три строки сівби: ранній (який прийшовся на середину другої декади травня у 2013 році), середній (третьа декада травня) та пізній (перша декада червня) (рис. 1). Такі пізні

строки сівби у цьому році пояснювались прохолодною погодою у квітні місяці.

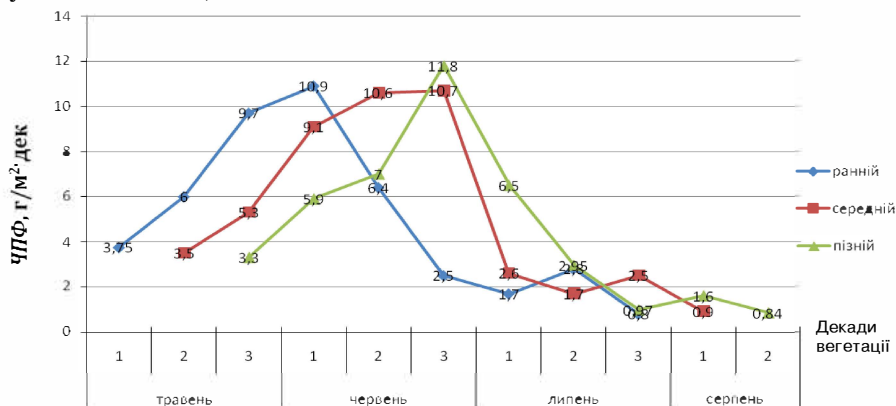


Рис. 1. Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу вівса в умовах Півдня Одеської області за 2013 р.

Аналізуючи динаміку чистої продуктивності фотосинтезу вівса у 2013 році видно, що в цілому спостерігається однакова тенденція інтенсивного збільшення чистої продуктивності у перші чотири декади росту. Після цього відбувається значне зменшення характеристик і на сьомій декаді вони зменшуються до мінімуму. Загальна довготривалість періоду росту та розвитку рослини по трьом строкам не змінна і складає 9 декад. Але, варто відзначити, що при пізньому строку сівби, абсолютне значення чистої продуктивності складає максимум. Проаналізував агрометеорологічні умови вирощування у цьому році, можна відзначити, що у першій декаді липня спостерігалось максимальне значення кількості опадів, мабуть цей фактор зіграв визначальну роль в отриманні максимальних значень чистої продуктивності фотосинтезу, що співпало з пізнім строком та декадою максимального росту рослини. Виходячи з вище сказаного, можна зробити висновок, що в умовах Півдня України ступінь зволоження ґрунту грає визначальну роль при формуванні продуктивності такої культури як овес.

На рис. 2 представлена динаміка чистої продуктивності фотосинтезу вівса в умовах Півдня Одеської області за 2014 р. У цьому році посів культури виконувався у більш ранні строки, що пов'язано з ранньою весною. Ранній посів виконувався у третій декаді квітня, середній — у першій декаді травня та пізній —

у другій декаді травня. У цьому році спостерігається аналогічна тенденція збільшення чистої продуктивності вівса до четвертої декади росту рослини, після цього періоду відзначено зменшення цього показника. Особливістю розвитку вівса у 2014 році є той факт, що по всіх трьох строках максимальне значення чистої продуктивності практично однакове, мабуть це пов'язано з достатньо рівними умовами зволоження на протязі усього періоду росту рослини.

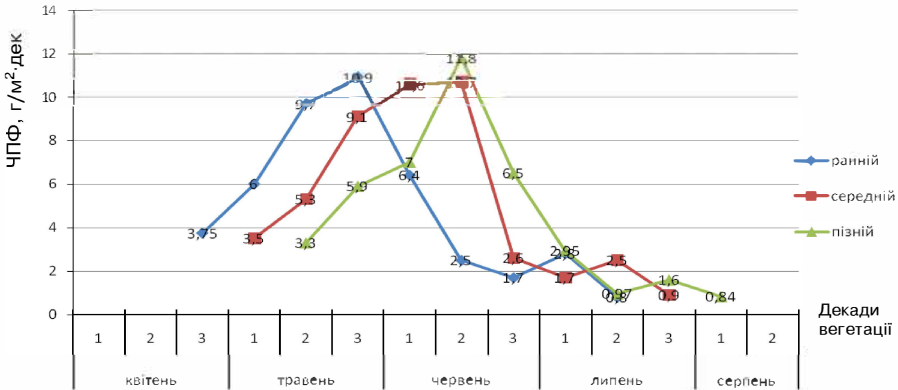


Рис. 2. Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу вівса в умовах Півдня Одеської області за 2014 р.

Це ще раз підтверджує визначну роль вологості у формуванні продуктивності вівса в умовах Півдня Одеської області.

Висновок. Таким чином, в результаті проведених наукових експериментів, можливе отримання фактичної інформації про умови вирощування сільськогосподарських рослин з урахуванням агрометеорологічних умов, визначальними з яких в умов Півдня Одеської області є кількість опадів, що в свою чергу формує рівень зволоження ґрунту.

Література

1. Довідник з вирощування зернових і зернобобових культур / В. В. Лихочвор, М. І. Бомба, С. В. Дубковецький, Д. М. Онищук, М. В. Ільницький. — Львів: НВФ “Українські технології”, 1999. — 408 с.
2. Аниканова З. Голозерный овес — ценное сырье для выработки крупы / З. Аниканова, В. Бакеев // Хлебопродукты. — 2001. — № 2. — С. 31-33.

3. Рослинництво. Підр. / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко. — К.: Аграрна освіта, 2001. — 448 с.
4. Макарова В. М. Структура урожайности зерновых культур и ее регулирование / В. М. Макарова. — Пермь, 1995. — 144 с.

Ільїна В. Г, Трандафіл М. Ф.

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО АГРОХІМІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вступ. Полтавська область належить до одної з основних за виробництвом сільсько-господарських культур. Сприятливі кліматичні та ґрунтові умови створюють умови для отримання високих та стійких врожаїв сільськогосподарських рослин [1]. Нажаль, при використанні хімічних засобів захисту рослин та сучасних методів вирощування у ґрунт потрапляють велика кількість забруднювальних елементів, які у подальшому накопичуються у ґрунтах і їх остаточні кількості погіршують якісні характеристики врожаю сільськогосподарських рослин [2]. Проведення еколого-агрохімічної оцінки ґрунтів Полтавської області є дуже актуальною задачею [3].

Матеріали і методи дослідження. Для дослідження була використана інформація про внесення органічних та мінеральних добрив під основні сільськогосподарські рослини, які вирощуються в умовах Полтавської області за період з 2006-2016 роки [4]. На рис. 1 наведена динаміка вмісту гумусу у ґрунтах з урахуванням площі ґрунтів.

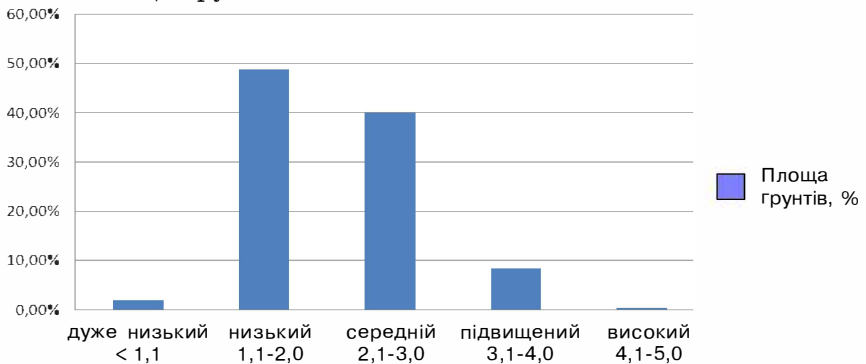


Рис. 1. Динаміка характеристики ґрунтів за вмістом гумусу, %

З рис. 1 можна зробити висновок, що 48 % площі ґрунтів Полтавської області за вмістом гумусу — низькі і гумус складає від 1.1 до 2.0 %. Ще 40 % ґрунтів Полтавської області за вмістом гумусу є середніми і гумус складає від 2.1 до 3.0 %. За підвищеним вмістом гумусу знаходяться лише 8 % всіх ґрунтів Полтавської області і вміст гумусу в цих ґрунтах складає від 3.1 до 4.0 %. За вмістом гумусу менш ніж 1.1 % — дуже низькі ґрунти Полтавської області складають лише 3 %.

На рис. 2 наведена динаміка внесення органічних добрив під посіви сільськогосподарських культур.

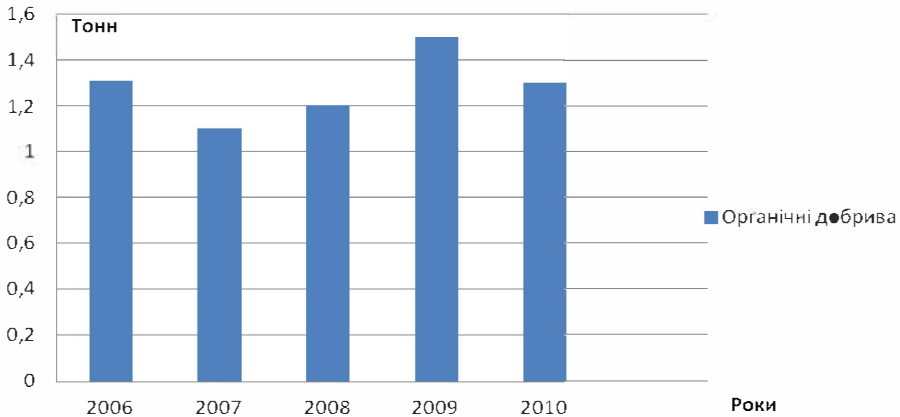


Рис. 2. Динаміка внесення органічних добрив під посіви сільськогосподарських культур на 1 га (тонн)

З рис. 2 можна спостерігати як протягом 5 років з 2006 по 2010 змінюється вміст гумусу в ґрунтах Полтавської області. На основі цілого можна зробити висновок, що на протязі цих років вміст гумусу стабілізувався і складає 3.26 %.

На рис. 3 наведена динаміка внесення мінеральних добрив під посіви сільськогосподарських культур. На рис. 3 спостерігається внесення мінеральних добрив в сільськогосподарські ґрунти Полтавської області на протязі 2006-2019 років. У 2008 році внесення мінеральних добрив сягає максимуму і складає 75 кг/га, також у 2010 році внесення добрив складає — 68 кг/га. У цілому за ці роки внесення мінеральних добрив не сильно змінюється.

На рис. 4 наведено розподіл по класах забезпеченості ґрунтів Полтавської області рухомими формами фосфору.

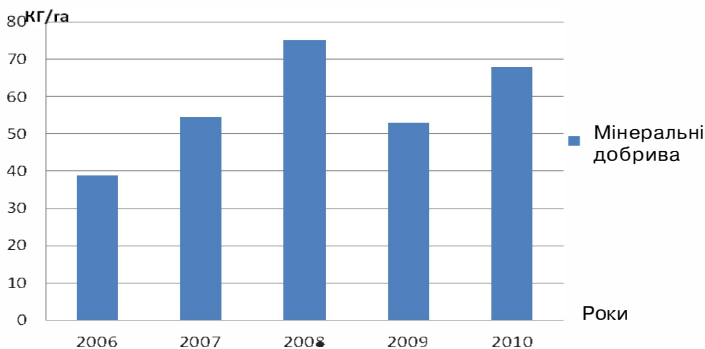


Рис. 3. Динаміка внесення мінеральних добрив під посів сільськогосподарських культур (на 1 га посівної площі, кг)

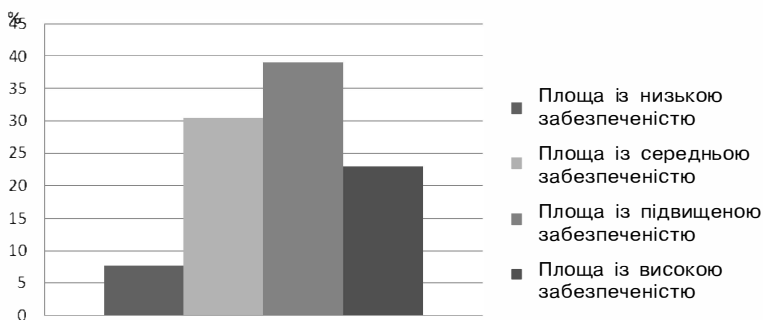


Рис. 4. Розподіл по класах забезпеченості ґрунтів Полтавської області рухомими формами фосфору (за 2006-2010 роки)

На рис. 4 видно площу ґрунтів Полтавської області із забезпеченістю рухомим фосфором. За даними ІХ туру агрохімічного обстеження, 83,2 тис. га (7,7 %) обстежених угідь були низько забезпечені фосфором, 324,8 тис. га (30,4 %) мали середній вміст рухомих фосфатів, 416,9 тис. га (39 %) — підвищений, 172,1 тис. га (16,1 %) — високий і 72,8 тис. га (6,8 %) — дуже високу забезпеченість фосфором.

На рис. 5 наведено розподіл площ по класах забезпеченості ґрунтів Полтавської області обмінними формами калію.

На рис. 5 зображено площі ґрунтів Полтавської області із забезпеченістю обмінними формами калію. За даними ІХ туру агрохімічного обстеження 2,2 % обстежених угідь були низько забезпечені калієм, 21,9 % — мали середній вміст обмінних

форм калію, 40,7 % — підвищений, 35,2% — високе забезпечення обмінними формами калію.

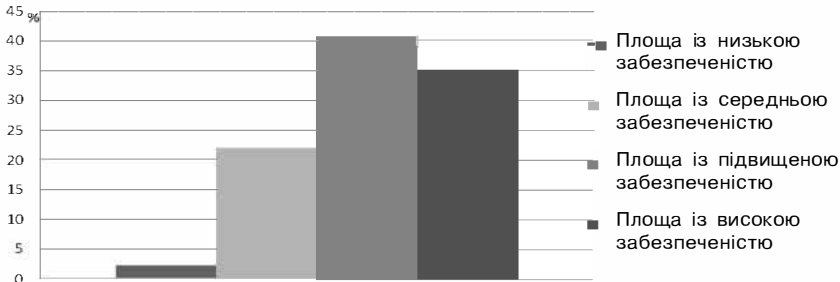


Рис. 5. Розподіл площ по класах забезпеченості ґрунтів Полтавської області обмінними формами калію (за 2006-2010 рр.)

Висновки. Проаналізував агрохімічний стан ґрунтів сільськогосподарського призначення території Полтавської області можна зробити висновок що, за більшістю показників вони є досить сприятливими для отримання високих та стійких врожаїв сільськогосподарських рослин.

Література

1. Азманова Н. В., Акімов І. А. та ін.. Екологічний атлас. Атлас-монографія. — К.: Варта, 2006. — 220 с.
2. ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. — К.: Держспоживстандарт України, 2006. — 19 с.
3. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / За ред. С. М. Рижука, М. В. Лісового, Ц. М. Бенцаровського. — К., 2003. — 64 с.
4. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Полтавській області за 2010-2016 рік.

Гльїна В. Г., Мороз А. Я.

АНАЛІЗ ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТАХ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вступ. Площа ґрунтів Волинської області становить 511 тис. га. Їх материнськими породами найчастіше є водно-льодовикові піски і супіски, моренні і давньоалювіальні відкладення різного механічного складу і потужності. Ґрунти Волинської області відносяться до забезпечених мікроелементами та органічними речови-

нами. Але для отримання високих та стійких врожаїв сільськогосподарських рослин нажаль необхідне використання різних заходів знешкодження хвороб та шкідників, до складу яких входять важкі метали. Саме тому, проблема оцінки вмісту важких металів у ґрунтах цієї території є дуже актуальною.

Матеріали і методи дослідження. Для аналізу сучасного стану була використана інформація про вміст найбільш токсичних для агроєкосистем важких металів у ґрунтах Волинської області за період з 2010 по 2014 роки. Крім того ураховуються показники стану сільськогосподарських рослин та якості атмосферного повітря.

Аналіз результатів дослідження. Постійне надходження важких металів у ґрунт призводить до формування зон підвищеної екологічної токсичності. В межах цих зон змінюються характер міграції елементів і деякі геохімічні параметри ґрунту. Рухомість важких металів тісно пов'язана зі складом рідкої ґрунту, й вона зростає у ґрунтах з дуже кислою реакцією ґрунтового розчину. Вміст рухомих форм свинцю (середні значення) по обстежених районах коливався від 2,3 мг/кг у Горохівському районі до 2,7 мг/кг ґрунту у Володимир-Волинському районі. Максимальний вміст свинцю, а саме 4,2 мг/кг ґрунту, було виявлено у Іваничівському та Володимир-Волинському районах. Проте це значення не перевищує ГДК (20 мг/кг).

Середні значення кадмію по районах знаходяться в межах 0,07-0,08 мг/кг ґрунту. Максимальне вміст кадмію (0,22 мг/кг) виявлено в Горохівському районі і не перевищує ГДК (0,7 мг/кг). Визначення цих важких металів проводились у витяжці 1н HNO_3 . Максимальний вміст ртуті становив 0,01 мг/кг при ГДК 2,1 мг/кг. Характеристика забруднення солями важких металів ґрунтів Волинської області наведені в додатку Є.

На вміст ртуті проаналізовано 1567 проб ґрунту. Перевищень ГДК не виявлено, максимальний вміст становив 0,016 мг/кг при ГДК 2,1 мг/кг. За роки спостережень перевищень ГДК вмісту ртуті в ґрунтах сільськогосподарських угідь не виявлено. Переважно вміст ртуті в ґрунтах знаходиться в межах 0,005-0,070 мг/кг при ГДК 2,1 мг/кг. Середній вміст — 0,007-0,010 мг/кг.

На вміст міді, цинку, кобальту було проаналізовано 468 і свинцю та кадмію — 3300 зразків ґрунту. Перевищень ГДК не виявлено. Максимальний вміст міді становить 11,0 мг/кг, цин-

ку — 7,7 мг/кг, кобальту — 3,1 мг/кг, свинцю 10,5 мг/кг, а кадмію — 0,3 мг/кг ґрунту. Переважна кількість показників вмісту цих елементів в ґрунті знаходиться в межах середніх значень: міді — 3,4 мг/кг, цинку — 3,5 мг/кг, кобальту — 1,9 мг/кг, свинцю — 2,5 мг/кг і кадмію — 0,09 мг/кг ґрунту. Забруднення солями важких металів ґрунтів Волинської області наведені в додатках Є-3.

Нижче на рис. 1-3 представлені гістограми, що відображають забрудненість ґрунтів розглянутих районів Волинської області свинцем, ртуттю, кадмієм.

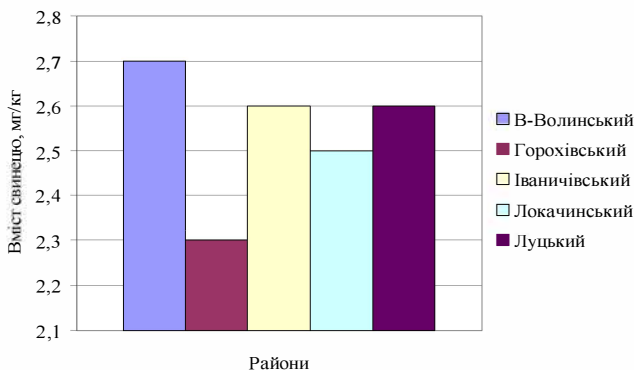


Рис. 1. Забруднення ґрунтів Волинської області свинцем

Аналізуючи рис. 1 бачимо, що вміст свинцю в поданих районах коливається від 2,3 мг/кг (Горохівський район) до 2,7 мг/кг (Володимир-Волинський район). Ці значення не перевищують ГДК, що складає 20 мг/кг.

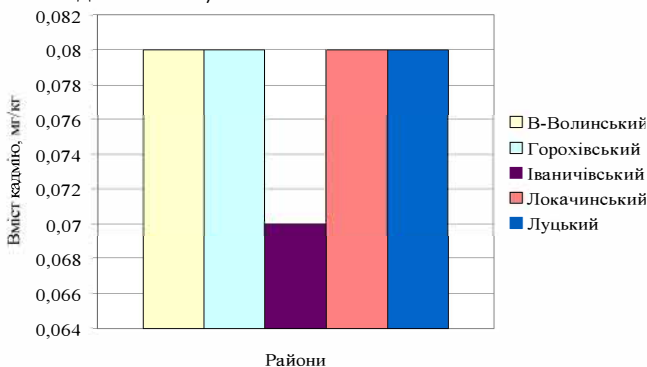


Рис. 2. Забруднення ґрунтів Волинської області кадмієм

Аналізуючи рис. 2 бачимо, що вміст кадмію в розглянутих районах однаковий (0,08 мг/кг), лише в Іваничівському районі він складає 0,07 мг/кг. Ці значення не перевищують ГДК, що складає 0,7мг/кг.

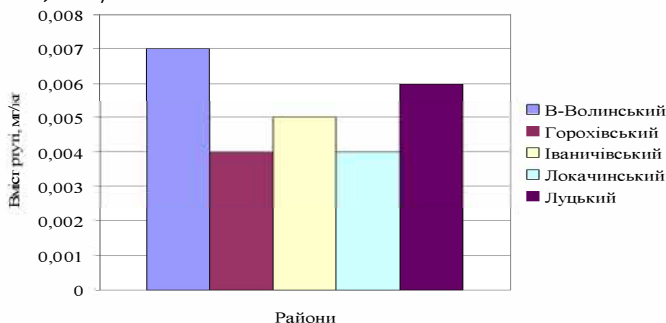


Рис. 3. Забруднення ґрунтів Волинської області ртуттю

Аналізуючи рис. 3 бачимо, що вміст ртуті у ґрунті коливається від 0,004 мг/кг (Горохівський, Локачинський район) до 0,007 мг/кг (Володимир-Волинський район). Ці значення не перевищують ГДК, що складає 2,1 мг/кг.

Висновки. Реакція сільськогосподарських культур на забруднення ґрунтів важкими металами неоднозначна. Найбільш толерантні до них озиме жито, озима пшениця, овес, ячмінь, причому найвищий адаптивний потенціал має жито, а найнижчий — ячмінь. Екологічно чистий урожай зернових колосових культур формується за умови вмісту в ґрунті важких металів на рівні 1-2 кларків або меншому вдвічі ГДК. Характерно, що найбільша кількість важких металів накопичується в кореневій системі та вегетативних органах рослин. Виконавши аналіз сучасного стану ґрунтів сільськогосподарського призначення Волинської області можна зробити висновок що, за основними забруднювальними елементами, до яких відносяться важкі метали, перевищень ГДК не спостерігалось. Спостерігаються незначні відхилення від оптимальних значень за вмістом мікроелементів. Ґрунти Волинської області є найбільш сприятливими для вирощування зернових, технічних культур та картоплі.

Література

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Волинській області за 2010-2015 рік.

2. Най П. Х., Тинкер П. Б. Движение растворов в системе “почва-растение”. М.: Колос, 1980. — 365 с.
3. Агрохімія: Підр. / М. М. Городній та ін. — К.: ТОВ “Алефа”, 2003. — 778 с.

УДК 504

Пилип'юк В. В., Заморняк О. Я.

АНАЛІЗ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПОВЕРХНЕВІ ВОДИ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ

Водний фонд Запорізької області складають р. Дніпро, розташовані на ній Каховське та Дніпровське водосховища, 3 середніх, 62 малих річки. Водозабезпеченість області досить висока і в перерахунок на 1 особу становить 30,5 тис. м³/рік в основному за рахунок стоку р. Дніпро, водозабезпеченість підземними водами складає усього 0,063 тис. м³/рік, водозабезпеченість місцевим поверхневим стоком — 0,24 тис. м³/рік.

Незважаючи на достатні запаси поверхневих та підземних вод, водні ресурси розподілені в межах території області вкрай нерівномірно.

Ріка Дніпро є головним джерелом питного водопостачання мм. Запоріжжя, Бердянськ, Вільнянськ, населених пунктів Вільнянського, Запорізького та Новомиколаївського районів та ряду населених пунктів південних районів області. Крім того, з р. Дніпро здійснюється забір води для підприємств, зокрема ПАТ “Запоріжсталь”, ВП “Запорізька ТЕС” ПАТ “ДТЕК Дніпроенерго”, ВП “Запорізька АЕС” ДП НАЕК “Енергоатом”, АТ “Мотор Січ”, а також для потреб зрошення [1].

Метою роботи був аналіз антропогенного навантаження на поверхневі води Запорізької області, динаміки зміни показників якості вод та оцінка якості на основі методики оцінки якості поверхневих вод суші за гідрохімічними показниками (методика Гідрохімічного інституту).

Оцінка якості поверхневих вод за даною методикою базується на розрахунку величини комбінаторного індексу забруднення (КІЗ). Виділяють 4 класи якості води: слабо забруднена, забруднена, брудна, дуже брудна. Із загального числа врахованих інгредієнтів і показників якості води визначаються лімітуючі показники забруднення (ЛПЗ). Це такі інгредієнти і показники,

що значно погіршують якість води до класу “недопустимо брудна”. До ЛПЗ відносять будь-яку ЗР, забрудненість води якою визначається як “стійка дуже високого рівня” або “характерна високого і дуже високого рівня” [2].

Динаміка загального обсягу забору, використання та скиду зворотних вод по області, в першу чергу, залежить від найбільшого користувача водних ресурсів ВП “Запорізька ТЕС” ПАТ “ДТЕК Дніпроенерго”, яка працює на прямотоці. За останні роки спостерігається збільшення обсягів використання води на потреби зрошення, що пов’язано з погодними умовами, інтенсивністю зрошення та збільшенням площі зрошення.

За останні декілька років у Запорізькій області у цілому спостерігається тенденція щодо скорочення обсягів скидання забруднених зворотних вод до водних об’єктів області [1].

На рис. 1 наведено динаміку забору, використання природних вод та скидання зворотних вод у 2011-2016 рр. Як видно з рисунку, порівняно з 2011 р. обсяги забору води збільшились. Відповідно збільшились і інші показники водокористування. Відзначено зменшення лише обсягів забруднених зворотних вод.

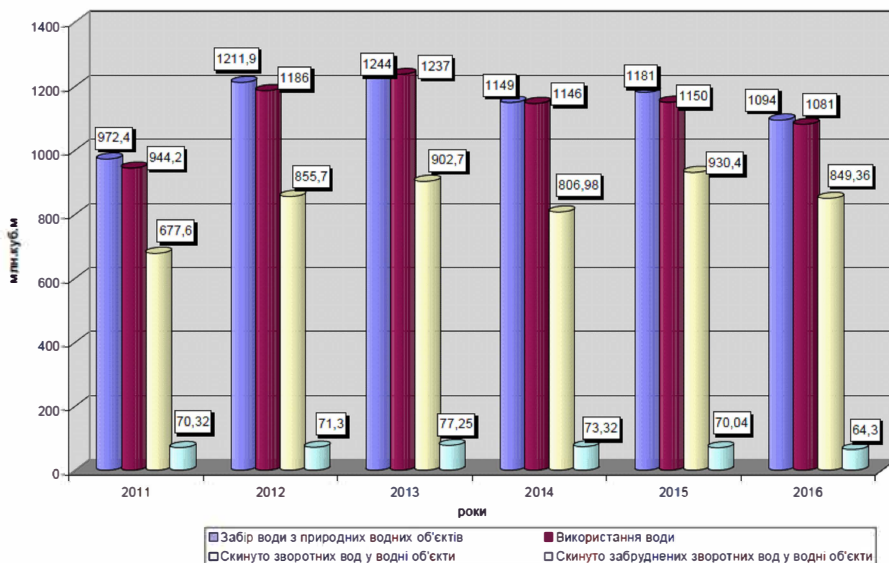


Рис. 1. Динаміка забору, використання природних вод та скидання зворотних вод у Запорізькій області у 2011-2016 рр. [1]

Найбільшими забруднювачами водних об'єктів області, як і в попередні роки, залишаються промислові об'єкти чорної і кольорової металургії та житлово-комунальний сектор.

На рис. 2 наведено динаміку використання води по області у 2016 р. різними галузями промисловості. Як видно, найбільш водоемною галуззю є енергетична, друге місце посідають металургійна промисловість та сільське господарство, третє — житлово-комунальне господарство.

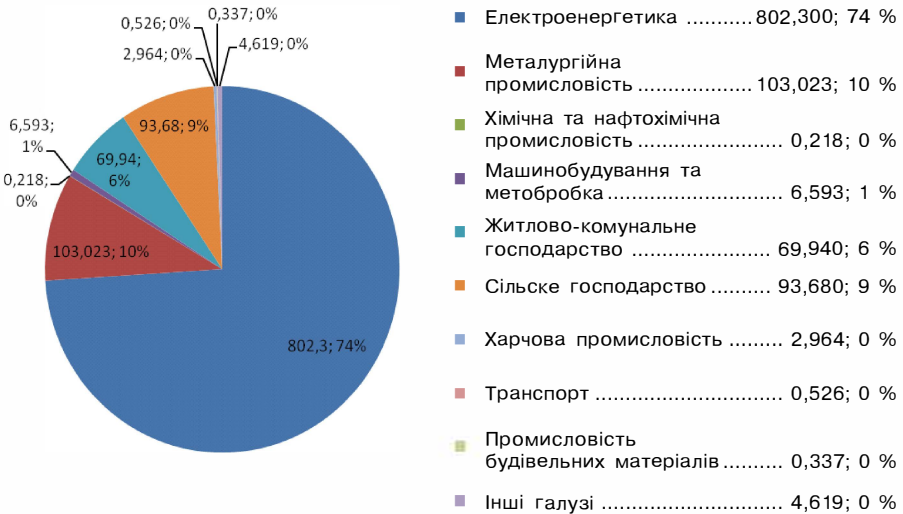


Рис. 2. Використання води за галузями промисловості у Запорізькій області, 2016 р.

До основних водокористувачів-забруднювачів поверхневих водних об'єктів у 2016 р. було віднесено ПАТ “Запорізький металургійний комбінат “Запоріжсталь”, ТОВ “Запорізький титано-магнієвий комбінат”, КП “Бердянськводоканал” Бердянської міської ради, Таврійський ЕЦВВ КП “Облводоканал” ЗОР, Кам'янське міжрайонне управління водного господарства Запорізького управління водних ресурсів, ГКП ВКГ “Міськовоканал” м. Пологи.

Оцінка якості поверхневих вод регіону виконана за 2015-2016 рр. на основі даних, наведених у [1; 3]. Аналізувався вміст у поверхневих водах 17 показників якості (азот амонійний, алюміній, СПАР, BCK_5 , залізо, кальцій, магній, марганець, мідь, нафтопродукти (НП), нікель, азот нітратний, азот нітритний,

сульфати, сухий залишок, фосфати, хлориди) за даними спостережень у 4 створах:

- 1) 328 км р. Дніпро, верхній б'єф Дніпровської ГЕС;
- 2) 312 км р. Дніпро, 500 м нижче скиду ЦОС-1 КП "Водоканал";
- 3) 256 км р. Дніпро, м. Енергодар, Каховське водосховище;
- 4) 253 км р. Дніпро, м. Енергодар, Каховське водосховище, вплив Запорізької АЕС.

Аналіз динамки зміни показників якості вод показав, що по жодному з показників, які аналізувались, не було відзначено перевищень *ГДК*. По таких показниках, як азот нітритний, хлориди, мідь, азот нітратний, сульфати і фосфати рівень концентрацій був на порядок нижче *ГДК*. Характерної динаміки міни концентрацій по створах спостережень також не відзначено. Рівень концентрацій у 2015-2016 рр. значно не змінювався.

Наступним етапом роботи була оцінка якості поверхневих вод Запорізької області по гідрохімічним показникам.

Результати розрахунків показали, що жодного *ЛПЗ* при оцінці виявлено не було, що є цілком закономірним, оскільки не відзначалось перевищень *ГДК*. Узагальнений оціночний бал S_i для усіх показників якості вод приймав значення, що дорівнює 1.

На рис. 3 наведено значення *КІЗ* для поверхневих вод Запорізької області у 2015-2017 рр.

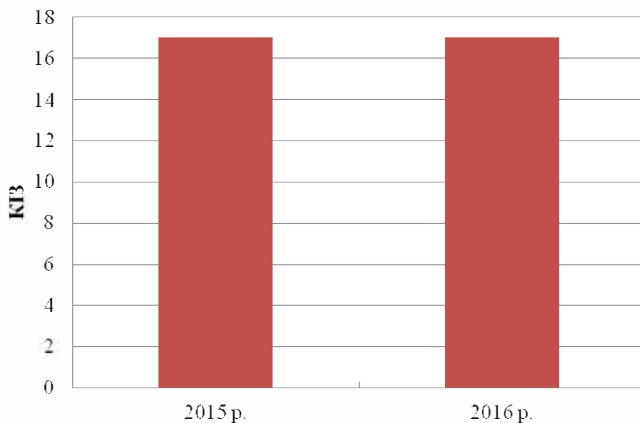


Рис. 3. Значення *КІЗ* поверхневих вод Запорізької області у 2015-2016 рр.

Як видно з рис. 3, значення *KI3* складає 17 у 2015-2016 рр. Якість поверхневих вод Запорізької області можна класифікувати як “слабко забруднена”, клас I — “забруднена”, клас II.

Література

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області у 2016 р. — Запоріжжя, 2017. — 323 с.
2. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. — К.: Ніка-Центр, 2001. — 262 с.
3. Екологічний паспорт Запорізької області за 2015 рік. — Запоріжжя, 2015. — 166 с.
4. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями // Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. та ін. — К.: Символ-Т, 1998. — 28 с.

Адобовский В. В.

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ ЗИМНЕ-ВЕСЕННЕГО ПЕРИОДА 2018 Г. НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ МОРЯ И ПРИМОРСКИХ ВОДОЕМОВ

В работе использованы результаты стационарных наблюдений подразделений ГМЦ ЧАМ (Гидрометцентр Черного и Азовского морей), МГФЛ ОГЭКУ (Морская геофизическая лаборатория Одесского государственного университета), Днепровского бассейнового управления водных ресурсов, экспедиционных исследований ИМБ (Институт морской биологии НАНУ).

Зима 2017-2018 гг. по классификации суровости зим [1] была мягкой с суммой отрицательных среднесуточных температур воздуха минус 119,5 °С, причем в это число входят значения отрицательных температур за март 2018 г. Однако, каждый месяц зимы и весны 2018 г. значительно отличался от нормы [2].

Среднемесячная температура воздуха в декабре 2017 г. была выше, а сумма осадков значительно ниже нормы. В январе 2018 г. среднемесячная температура воздуха превысила норму на 2,5 °С, а сумма осадков составила 256 % от нормы. В феврале температура превысила норму на 0,6 °С, а количество осадков почти в два раза была больше нормы (195 %). В конце февраля 2018 г., с приходом в северо-западное Причерноморье циклона с северо-

востока, произошло значительное снижение температуры воздуха, сопровождавшееся выпадением большого количества осадков, в основном в виде снега. Такие же погодные условия сохранились в течение марта 2018 г., когда погоду в северо-западном Причерноморье определяла серия циклонов, принесших с собой низкие температуры воздуха и обильные осадки. Средняя температура воздуха в марте была на 2,3 °С ниже нормы, а количество выпавших осадков 92 мм, составила 288 % от нормы. Количество осадков в первом квартале 2018 г. превысило полугодовую норму.

В апреле 2018 г. начался интенсивный рост значений температуры воздуха, но при этом практически отсутствовали осадки (табл. 1).

Таблица 1.

Среднемесячные значения температуры воздуха
и суммы осадков в Одессе

| Месяц год | Температура воздуха, °С | | | Осадки, мм | | |
|--------------|-------------------------|-------|---------------------|------------|-------|------------|
| | факт | норма | отклонение от нормы | факт | норма | % от нормы |
| Декабрь 2017 | 5,4 | 1,1 | 4,3 | 44 | 35 | 126 |
| Январь 2018 | 1,0 | -0,5 | 1,5 | 82 | 34 | 256 |
| Февраль 2018 | 0,4 | -0,2 | 0,6 | 72 | 37 | 195 |
| Март 2018 | 1,2 | 3,5 | -2,3 | 92 | 32 | 288 |
| Апрель 2018 | 13,1 | 9,5 | 3,6 | 3 | 27 | 11 |

Такие, значительно отклоняющиеся от нормы погодные условия, оказали заметное влияние на гидрологические процессы в прибрежной зоне моря ОМР (Одесского морского региона) и в некоторых, связанных с морем лиманах.

В I квартале 2018 г. выпало 251 мм осадков, и в результате, только на водную поверхность Куяльницкого лимана поступило 11 млн. м³ воды, а на водную поверхность Тилигульского лимана — 33 млн. м³. По нашей оценке, примерно такое же количество воды могло поступить в результате склонового стока с территорий, прилегающих к лиманам, что следует из такого примера.

С 6 октября по 9 октября 2017 г. по данным наблюдений персональных метеостанций, расположенных на территории города, вблизи южной части Куяльницкого лимана, выпало 43 мм осадков [3].

За эти же дни уровень лимана по нашим наблюдениям, выполненным в условиях штилевой и маловетреной погоды, повысился на 10 см, из них непосредственно на водную поверхность

лимана поступил слой воды 4 см, а со склоновым стоком 6 см. Необходимо отметить, что при проведении мониторинговых исследований ИМБ сток р. Большой Куяльник, как в сентябре, так и в октябре 2017 г. отсутствовал.

В течение многих лет происходила деградация приморским лиманов с ограниченным водообменом, вызванная сокращением приходной части водного баланса. Отмечалось снижение уровня, сокращение водной поверхности и повышение солености воды. Для исправления ситуации было решено пополнять лиманы морской водой. С 2014 г. производится пополнение Куяльницкого лимана, а с декабря 2017 г. начали подавать морскую воду в Тилигульский лиман по гидротехническому сооружению на морской стороне пересыпи. За 5 месяцев в Куяльницкий лиман с 02.12.2017 г. поступило 11,7 млн. м³, а за 4 месяца в Тилигульский лиман с 27.12.2017 г. — 124 млн. м³ морской воды.

С начала 2018 г. произошла активизация речного стока в лиманы. Если в декабре 2017 г. сток реки Большой Куяльник отсутствовал, то в январе 2018 г. он составлял 4,4 тыс. м³, а в апреле 11,2 тыс. м³ в сутки. В начале апреля 2018 г. сток реки Тилигул составил 200 тыс. м³ в сутки, что в 4 раза больше, чем в аналогичный период 2017 г. Выпадение большого количества осадков в бассейнах лиманов, увеличило русловой и склоновый сток, что оказало положительное влияние на гидроэкологический режим этих водоемов. В результате резкого увеличения приходной части водного баланса за счет выпадения экстремального количества осадков, поступления морской воды по системам гидротехнических сооружений и увеличения объемов руслового стока, к концу апреля 2018 г. уровень Куяльницкого лимана, по сравнению с концом ноября 2017 г. (перед началом запуска морской воды), повысился на 0,5 м, соленость воды в южной части лимана понизилась на 90 ‰ (с 250 до 160 ‰) при увеличении водной площади на 10 км², т.е. до 51 км².

Под влиянием поступления в лиман морской воды, а также большого количества осадков и увеличения объема речного стока уровень воды Тилигульского лимана, который в середине ноября 2017 г. был минус 1,9 м БС (Балтийская система глубин и высот), к концу апреля 2018 г. повысился до минус 0,6 м БС. Площадь водной поверхности лимана на начало января 2018 г. составляла 109 км² и к концу апреля 2018 г. увеличилась до 130 км².

Особенно значительно увеличилась площадь водной поверхности мелководной части лимана к северу от Калиновской косы: с 22 до 36 км², т.е. на 65 %. Соленость воды лимана в центре акватории между косами Чиловой и Ранжевой, на расстоянии 15 км к северу от моста автотрассы на пересыши, в начале ноября 2017 г. была 30,4 ‰, снизившись к началу мая 2018 г. до 21,5 ‰. Снижению солености воды в лимане, наряду с другими факторами, способствовало то, что поступающая морская вода в основном имела низкую соленость 7-10 ‰, что явилось следствием усиления вдольберегового потока вод из Днепровско-Бугского лимана.

Многие гидрологические процессы в прибрежной зоне ОМР связаны с объемами речного стока, поступающего из Днепровско-Бугского лимана, которые, трансформируясь, распространяются вдоль берега в юго-западном направлении и прослеживаются в основном до мыса Большой Фонтан.

В 2017 г. годовой объем стока Днепра в районе Киева составил 34,5 км³ при норме стока в этом створе 45,5 км³. Объем стока Днепра на выходе из Каховского водохранилища в 2017 г. был 32,9 км³. Резкое увеличение объемов стока началось с декабря 2017 г. и особенно больших размеров достигло в январе-феврале 2018 г., когда сток превышал средние значения в 1,7-1,8 раза [4]. Некоторое снижение стока в марте, сменилось его увеличением в апреле, когда волна паводка достигла среднего и нижнего течения Днепра. В первом квартале 2018 г. объем стока Днепра превысил норму в 1,5 раза (табл. 2).

Таблица 2.

Месячные объемы стока Днепра в декабре 2017 г. - апреле 2018 г.

| Месяц, год | Киев | | | Каховка |
|--------------|-----------------------|------------------------|------------|-----------------------|
| | факт, км ³ | норма, км ³ | % от нормы | факт, км ³ |
| Декабрь 2017 | 3,48 | 2,43 | 143 | 3,88 |
| Январь 2018 | 4,19 | 2,43 | 173 | 5,09 |
| Февраль 2018 | 3,88 | 2,17 | 176 | 4,08 |
| Март 2018 | 4,72 | 3,90 | 121 | 5,45 |
| Апрель 2018 | 7,78 | 10,16 | 76 | 5,78 |

Большие объемы, поступающей в море речной воды, способствовали подъему уровня моря. Высокий уровень моря в прибрежной зоне при штормовом волнении вызывает разрушение самых больших волн значительно ближе к урезу воды и усиливает волновое воздействие на берега и береговые сооружения.

01.04.2018 г. при южном ветре со средней скоростью $6 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ и максимальных скоростях $10\text{-}11 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ произошло повышение уровня в районе Одессы до 25 см БС , а в районе Южного до 53 см БС . По данным МГФЛ ОГЭКУ максимальные значения штормовых волн в Одесском заливе достигли $3,5 \text{ м}$. В той части ОМР, которая расположена к северу от Одессы, высота максимальных волн была меньше — до 2 м , но тем не менее, они оказали значительное воздействие на береговую полосу.

На пересыпи Карабушского лимана пострадали пляжные сооружения, на пересыпи Дофиновского лимана был деформирован лоток подачи морской воды в лиман, а на морской части входа в канал, который соединяет Тилигульского лиман с морем, разрушена часть оградительных сооружений (рис. 1-3).



Рис. 1. Пересыпь Карабушского лимана, 23.04.2018 г.



Рис. 2. Лоток на пересыпи Дофиновского лимана, 23.04.2018 г.



Рис. 3. Вход в Тилигульский канал, 18.04.2018 г.

Отклонение погодных условий от средних значений оказывает не только негативное, но и положительное влияние на природные процессы, происходящие на водных акваториях.

В начале 2018 г. увеличение стока Днепра способствовало повышению уровня и интенсивности нагонных процессов в море, что привело к усилению воздействия штормового волнения на берега и береговые сооружения. Вместе с тем, это позволило подавать в лиманы морскую воду меньшей солености. Большое количество осадков способствовало активизации руслового стока. Количество пресной воды, поступившей с осадками непосредственно на водные акватории и в результате склонового и руслового стока для Тилигульског лимана составило около 100 млн. м³, что сопоставимо с объемом морской воды, поступившей в лиман по каналу, а для Куяльницкого лимана превысило количество морской воды, поданной по гидротехническому сооружению из моря в, почти в 3 раза.

Автор выражает благодарность канд. биол. наук, науч. сотр. ИМБ НАНУ Соколову Е. В. за расчет изменений площадей водных поверхностей лиманов, выполненных с использованием данных дистанционного зондирования Sentinel 2.

Литература

1. Гидрометеорологические условия морей Украины. Т. 2: Черное море / МЧС и НАН Украины, Морское отделение Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института. — Севастополь, 2012. — 421 с.

2. www.pogodaiklimat.ru
3. <https://www.wunderground.com/personal-weather-station/>
4. <http://dbuwr.com.ua/vodogospodarska-obstanovka/>

УДК 504.3.054

Грабовик М. М., Полетаєва Л. М.

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ МІСТА КИЇВ

Вступ. Однією з найважливіших екологічних проблем м. Києва є забруднення атмосферного повітря пересувними, з яких на першому місці знаходиться автотранспорт, та стаціонарними джерелами, що є однією з головних загроз для здоров'я населення та стану навколишнього середовища. Забруднювальні речовини від стаціонарних джерел потрапляють в атмосферне повітря внаслідок повної відсутності або неповного уловлення й очищення викидів з організованих джерел забруднення. Головною причиною забруднення атмосферного повітря викидами зі стаціонарних джерел є неефективна робота їх установок, не проведення планових робіт по модернізації, реконструкції та ремонту обладнання. Натомість, викиди від пересувних джерел надходять в атмосферне повітря під час роботи двигунів автомобільного, авіаційного, залізничного, водного транспорту та виробничої техніки [1].

Матеріали та методи досліджень. Метою нашого дослідження є аналіз рівня забруднення повітряного басейну м. Києва за допомогою методик розрахунку індексу забруднення атмосфери (ІЗА) та показника забруднення атмосфери (ПЗ). В якості вихідних даних дослідження використовувались матеріали “Екологічних паспортів міста Київ” [2-7] за 2007-2012 рр. Аналізувався середньорічний вміст 14 основних забруднюючих речовин (ЗР): завислі речовини (пил), SO₂, CO, NO₂, NO, фенол, фтористий водень, хлористий водень, аміак, формальдегід, бенз(а)пірен, кадмій, мідь, свинець.

ІЗА (І) — нормовані на середньодобову $ГДК_{cd}$ одиничні осереднені і разові показники забруднення атмосфери, розраховується за формулою:

$$I = \left[\frac{\bar{q}_{mic}}{ГДК_{cd}} \right]^{C_i}, \quad (1)$$

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 при-

вести ступінь шкідливості i -ої речовини до ступеня шкідливості діоксиду сірки.

Розрахунок індексу забруднення атмосфери засновано на припущенні, що на рівні ГДК усі шкідливі речовини характеризуються однаковим впливом на людину, і при подальшому збільшенні концентрації ступінь їх шкідливості зростає з різною швидкістю, яка залежить від класу небезпеки речовини.

Для порівняння ступеню забруднення атмосфери в різних містах використовується комплексний ІЗА (КІЗА). Враховуючи l речовин, присутніх у атмосфері, розраховується за формулою:

$$I_l = \sum_{i=1}^l I_i = \sum_{i=1}^l \left[\frac{\bar{q}}{\Gamma ДК_{\sigma_i}} \right]^{C_i}, \quad (2)$$

де \bar{q} — осереднена за часом (місяць/рік), розрахована для поста, міста або групи міст концентрація i -ої домішки.

Для інтегральної оцінки рівня забруднення атмосфери за допомогою КІЗА можна використати значення одиничних індексів ІЗА тих п'яти ЗР, для яких ці значення найбільші:

$$I_5 = \sum_{i=1}^5 I_i \quad (3)$$

Величина I_5 менше 2,5 відповідає чистій атмосфері; від 2,5 до 7,5 — слабо забрудненій; від 7,6 до 12,5 — забрудненій; від 12,6 до 22,5 — сильно забрудненій; від 22,6 до 52,5 — високо забрудненій; більше 52,5 — екстремально забрудненій атмосфері [3].

Показник гранично допустимого забруднення (ГДЗ) атмосферного повітря — відносний інтегральний критерій оцінки забруднення атмосферного повітря населених місць, який характеризує інтенсивність та характер сумісної дії всієї сукупності присутніх у ньому шкідливих домішок. ГДЗ розраховується для кожного випадку на основі визначених експериментально та затверджених у встановленому порядку коефіцієнтів комбінованої дії ($K_{\text{КД}}$) за формулою:

$$\text{ГДЗ} = K_{\text{КД}} \cdot 100 \% \quad (4)$$

Показник фактичного або прогнозного забруднення атмосферного повітря однією речовиною розраховується за формулою:

$$\text{ПЗ} = \frac{C}{\text{ГДК}} \cdot 100 \% \quad (5)$$

Оцінка забруднення атмосферного повітря проводиться з урахуванням кратності перевищення показників забруднення (ПЗ) їх нормативного значення (ГДЗ) і включає визначення рівня забруднення (допустимий, недопустимий) та ступеню його небезпечності (безпечний, слабо небезпечний, помірно небезпечний, небезпечний, дуже небезпечний) згідно з таблицею 1 [4].

Таблиця 1.

Оцінка забруднення атмосферного повітря [9]

| Рівень забруднення | Ступінь небезпечності | Кратність перевищення ГДЗ | Відсоток випадків перевищення ГДЗ |
|--------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Допустимий | Безпечний | <1 | 0 |
| Недопустимий | Слабо небезпечний | >1 – 2 | >0 – 4 |
| Недопустимий | Помірно небезпечний | >2 – 4,4 | >4 – 10 |
| Недопустимий | Небезпечний | >4,4 – 8 | >10 – 25 |
| Недопустимий | Дуже небезпечний | >8 | >25 |

Результати розрахунків та їх аналіз. Протягом 2012 р. в атмосферу міста надійшло 259,2 тис. т забруднюючих речовин від стаціонарних та пересувних джерел забруднення, що на 1,8 % більше порівняно з попереднім роком, і на 19% більше в порівнянні з 2005 р. (рис.1).

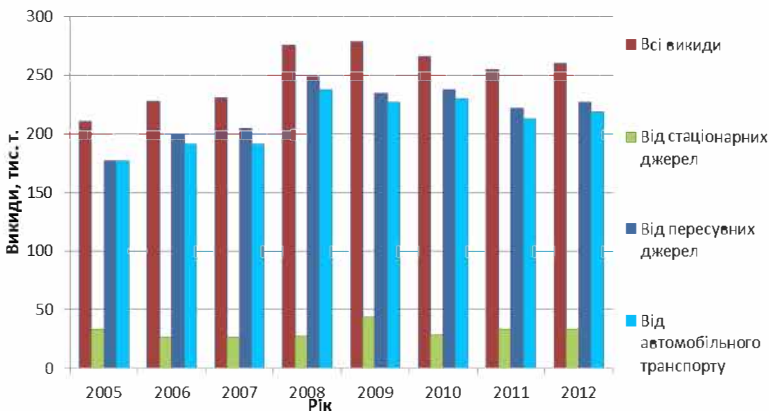


Рис. 1. Динаміка викидів забруднюючих речовин за джерелами в м. Київ за 2005-2012 рр. [2-7]

Як бачимо на рис. 1 викиди ЗР в атмосферне повітря від стаціонарних джерел з 2005 по 2012 р. залишилися на тому ж рівні (32,9 тис. т), а обсяги викидів забруднюючих речовин від

пересувних джерел в місті зростали з 176,5 до 226,3 тис. т. Тому на сьогоднішній день автомобільний транспорт в м. Києві є одним з основних забруднювачів атмосферного повітря.

За описаною вище методикою було розраховано ІЗА в м. Київ за період дослідження 2007-2011 років, що представлено графічно на рис. 2. Максимальні перевищення ГДК і, відповідно, максимальні значення ІЗА одиничного відзначаються для таких ЗР, як формальдегід і NO₂. За формальдегідом ІЗА був найвищим у 2009 і 2010 роках (3,6), але в 2011 він знизився до 3,0. За вмістом кадмію, свинцю, фтористого водню, міді якість повітря в Києві відповідає санітарно-гігієнічним вимогам.

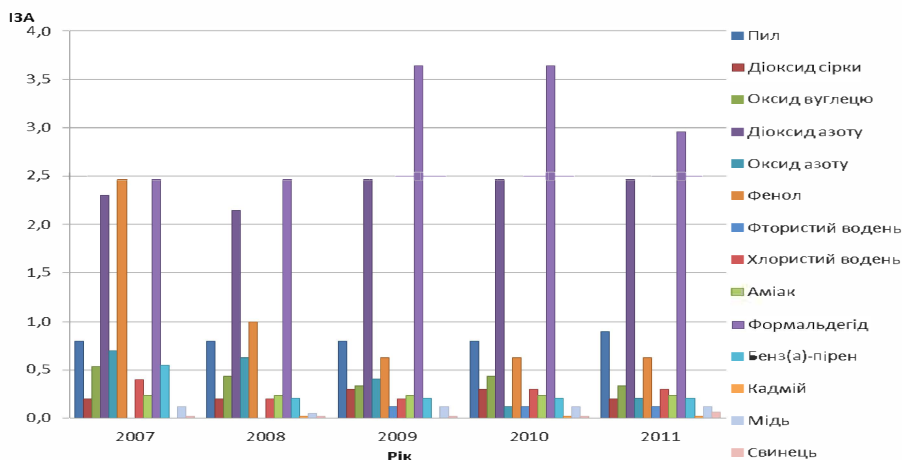


Рис. 2. Динаміка зміни ІЗА окремими ЗР міста Київ в 2007-2011 рр.

В табл. 2 наведено КІЗА та ІЗА (I₅), розраховані для п'яти пріоритетних в забрудненні повітря м. Київ речовин, за досліджуваний період.

Таблиця 2.

Комплексні показники забруднення атмосферного повітря м. Київ в 2007-2011 рр.

| Показник | Рік | | | | |
|--------------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|
| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
| КІЗА | 10,8 | 8,4 | 9,5 | 9,4 | 8,8 |
| I ₅ | 8,7 | 7,0 | 7,9 | 8,0 | 7,3 |
| Рівень забруднення | Забруднений | Слабко забруднений | Забруднений | Забруднений | Слабко забруднений |

Значення КІЗА не на багато вищі ніж I_5 . Це означає, що речовини, ІЗА яких використовувався для розрахунку I_5 , вносять найбільшу і визначальну долю в забруднення, а саме: формальдегід, діоксид азоту, пил, фенол, оксид вуглецю і оксид азоту.

На основі розрахунків ГДЗ і ПЗ (табл. 3) визначено ступінь небезпеки атмосферного повітря міста Київ за 2007-2011 роки, і в більшості випадків для окремих забруднюючих речовин він характеризується як “безпечний”.

Таблиця 3.

Значення ПЗ (%) та оцінка ступеня небезпеки атмосферного повітря міста Київ у 2007-2011 роках

| Забруднююча речовина | 2007 рік | 2008 рік | 2009 рік | 2010 рік | 2011 рік | % випадків перевищення ГДЗ | Ступінь небезпеки |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------------|-------------------|
| Пил | 80 | 80 | 80 | 80 | 90 | 0 | Безпечний |
| Діоксид сірки | 20 | 20 | 30 | 30 | 20 | 0 | Безпечний |
| Оксид вуглецю | 50 | 40 | 30 | 40 | 30 | 0 | Безпечний |
| Діоксид азоту | 230 | 180 | 200 | 200 | 200 | 100 | Дуже небезпечний |
| Оксид азоту | 70 | 70 | 50 | 20 | 30 | 0 | Безпечний |
| Фенол | 200 | 100 | 70 | 70 | 70 | 20 | Небезпечний |
| Фтористий водень | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 0 | Безпечний |
| Хлористий водень | 40 | 20 | 20 | 30 | 30 | 0 | Безпечний |
| Аміак | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 0 | Безпечний |
| Формальдегід | 200 | 200 | 270 | 270 | 230 | 100 | Дуже небезпечний |
| Бенз(а)пірен | 70 | 40 | 40 | 40 | 40 | 0 | Безпечний |
| Кадмій | 0 | 10 | 0 | 10 | 10 | 0 | Безпечний |
| Мідь | 20 | 10 | 20 | 20 | 20 | 0 | Безпечний |
| Свинець | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 0 | Безпечний |
| SO ₂ +NO ₂ | 250 | 200 | 230 | 230 | 220 | 100 | Дуже небезпечний |
| Формальдегід+фенол | 400 | 300 | 340 | 340 | 300 | 100 | Дуже небезпечний |
| NO ₂ +SO ₂ +CO | 300 | 240 | 260 | 270 | 250 | 100 | Дуже небезпечний |
| Аміак+формальдегід | 220 | 220 | 290 | 290 | 250 | 100 | Дуже небезпечний |
| NO ₂ +формальдегід | 430 | 380 | 470 | 470 | 430 | 100 | Дуже небезпечний |
| CO+NO ₂ +формальдегід | 480 | 420 | 500 | 510 | 460 | 100 | Дуже небезпечний |
| SO ₂ +CO+фенол+NO ₂ | 500 | 340 | 330 | 340 | 320 | 100 | Дуже небезпечний |
| SO ₂ +фенол | 220 | 120 | 100 | 100 | 90 | 40 | Дуже небезпечний |
| SO ₂ +фтористий водень | 20 | 20 | 50 | 50 | 40 | 0 | Безпечний |
| SO ₂ +аміак+CO | 90 | 80 | 80 | 90 | 70 | 0 | Безпечний |

За вмістом формальдегіду та NO₂ ступінь небезпеки характеризується категорією “дуже небезпечний”, а за вмістом фенолу — “небезпечний”. За речовинами групи сумації навпаки: в 7 випадках з 10 — ПЗ перевищує ГДЗ в усі 5 розглянутих років, і їх ступінь небезпеки характеризується як “дуже небезпечний”.

Висновки. На основі даних про середньорічний вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітря м. Київ нами розраховано ІЗА для окремих речовин, КІЗА та ПЗ атмосфери для окремих речовин і речовин групи сумації за 2007-2011 рр. В цілому слід відзначити, що максимальний рівень забруднення в Києві спостерігається за такими речовинами, як формальдегід, діоксид азоту, пил, фенол, оксид вуглецю і оксид азоту. Ступінь небезпеки атмосферного повітря в більшості випадків для окремих забруднюючих речовин характеризується як “безпечний”, а для більшості груп сумації — “дуже небезпечний”.

Література

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища міста Київ за 2009-2012 рр. [Електронний ресурс] / Міністерство екології та природних ресурсів України. Доповіді про стан навколишнього природного середовища. — URL: http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2009-rotsi/kyiv_2009.doc
2. Екологічний паспорт міста Київ за 2007-2012 рр. [Електронний ресурс] / Міністерство екології та природних ресурсів України. Екологічні паспорти регіонів. — URL: http://www.menr.gov.ua/docs/protection1/kyiv/2Еко_pas_Kyiv_2007.rar
3. Безуглая Э. Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 116 с.
4. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) / Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 9 липня 1997 р. № 201.

УДК 504.3.054

Бішко Г. М., Полетаєва Л. М.

ПРОГНОЗ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА КИЇВ

Вступ. Забруднення атмосферного повітря є одним із провідних елементів оцінки якості середовища проживання людини, що спричиняє шкідливий вплив на її здоров'я. Об'єктом

дослідження є стан атмосферного повітря міста Київ. Метою даної роботи являється показати ефективність використання прогнозу метеорологічних умов забруднення повітря м. Київ з ціллю запобігання аномально високих рівнів забруднення повітряного басейну. В якості прогностичної схеми взято синоптико-статистичний метод метеорологічних умов забруднення (МУЗ). Наукова робота базується на використанні цього методу та з'ясуванні ефективності прогностичної схеми, яка може бути використана на сучасному матеріалі.

Матеріали та методи досліджень. Методика прогнозу метеорологічних умов забруднення (МУЗ) розроблена в Гідрометцентрі СРСР в 80-ті роки двадцятого століття і базується на використанні фактичного і прогностичного аеросиноптичного матеріалу, який є у синоптика на момент складання прогнозів погоди загального користування. Вона дозволяє оцінити підготовленість стану атмосфери до процесу накопичення або розсіювання шкідливих домішок. Обов'язковою умовою в роботі за цією методикою є використання фактичної і прогностичної карт АТ925 (приблизно 750 м над поверхнею Землі) [1].

Метеорологічні умови забруднення в першому наближенні подають у вигляді комплексного показника:

$$МУЗ = Ц + H_{ТД} + \bar{C}_{ПЕР} , \quad (1)$$

де $Ц$ — циркуляційний фактор у вигляді типу синоптичної ситуації, визначається за прогностичними (фактичними) приземними картами [2]; $H_{ТД}$ — товщина шару перемішування, обумовлена термічною і динамічною турбулентністю, визначається за прогностичними (фактичними) кривими стратифікації температури [3]; $\bar{C}_{ПЕР}$ — середня швидкість вітру в шарі $H_{ТД}$; визначається за прогностичними (фактичними) картами АТ-925 і АТ-850, і приземних картах погоди [3].

При висоті шару перемішування $H_{ТД} = 0$ (приземна інверсія):

$$МУЗ = Ц + H_{ТД} + C_o , \quad (2)$$

де C_o — швидкість вітру біля поверхні Землі при $H_{ТД} = 0$; визначається по прогностичній або фактичній карті поля приземного тиску.

Кількість предикторів у (1), може бути і більше (4 чи 5) [4].

Числовий вираз комплексного показника МУЗ служить основою для відповідної термінології прогнозу в формулюванні,

зрозумілому споживачам (табл. 1). В реальних умовах попередження передають тільки в разі очікуваних метеоумов високого забруднення — МУВЗ.

При оцінці прогнозів МУЗ використовується три градації справджуваності: 100, 50 і 0 %. Попередження випадків метеоумов високого забруднення розраховується за цією ж таблицею, але з урахуванням фактично спостережених випадків МУВЗ [1].

Для оцінки прогнозів використовується діагностичний аеросиноптичний матеріал, за яким з використанням формул (1-2) також визначається комплексний показник МУЗ. Цей показник порівнюється потім з прогностичним його значенням.

Таблиця 1.

Термінологія прогнозів за комплексним показником МУЗ без урахування вагових коефіцієнтів окремих предикторів [4]

| Термінологія прогнозів | Умови, за яких надається формулювання прогнозу |
|--|---|
| Очікуються метеоумови високого забруднення – МУВЗ | На строк прогнозу і в попередні 12 та 24* години одержані значення МУЗ: на ніч 9-13, на день 9-16 |
| Очікуються метеоумови накопичення шкідливих домішок (короткочасні МУВЗ) – МУВЗ _{кр} | На строк прогнозу і в попередні 12 годин одержані значення МУЗ: на ніч 9-13, на день 9-16 |
| Метеоумови високого забруднення не очікуються – МУВЗ _{н/о} | На строк прогнозу одержані МУЗ: для ночі (дня) дорівнюють та більші 14 (17) |

Таблиця 2.

Оцінка справджуваності прогнозів МУЗ

| Текст прогнозу | Справджуваність (%) прогнозів МУЗ | | |
|--|-----------------------------------|--------------------|--------------|
| | 100 | 50 | 0 |
| 1. Очікуються метеоумови високого забруднення | МУВЗ | МУВЗ _{кр} | МУВЗ не було |
| 2. Очікуються метеоумови накопичення шкідливих домішок (короткочасні МУВЗ) | МУВЗ _{кр} | МУВЗ | МУВЗ не було |
| 3. Метеоумови високого забруднення не очікуються | МУВЗ не було | МУВЗ _{кр} | МУВЗ |

Порядок взаємодії Гідрометцентрів з облдержадміністраціями визначається Положенням, затвердженим обома сторонами.

Гідрометцентр на основі методики прогнозу МУЗ оцінює підготовленість атмосфери до накопичення або розсіювання шкідливих домішок і робить висновок про небезпеку метеорологічних

умов, які разом з необхідними метеорологічними параметрами передається до облдержадміністрації.

В облдержадміністрації на підставі висновку гідрометцентру і прогностичних схем, розроблених за іншими методиками для міста, а також даних про фактичне забруднення атмосфери, прогноуються рівні забруднення атмосфери (ЗА) по місту в цілому і від окремих джерел.

У разі якщо фонове ЗА близько до критичних значень і очікуються метеоумови високого забруднення, на підприємства передаються попередження з метою прийняття заходів щодо скорочення викидів шкідливих домішок. Моніторингова служба в ці періоди здійснює контроль за проведенням підприємствами необхідних заходів.

Результати розрахунків та їх аналіз. Складання прогнозу МУЗ пов'язано з обробкою метеорологічної і аерологічної інформації. Для цього нами були використані метеорологічні дані радіозондування за вересень-листопад 2016 р., аерологічні діаграми з кривими температурної стратифікації атмосфери на метеорологічній станції Київ у строк 00 год. за вересень-листопад 2016 р., приземні карти погоди європейської частини за строк 00 год. за відповідний період. Вся метеорологічна та аерологічна інформація по м. Києву отримана з архіву сайту Вайомінзького університету (Ларамі, Вайоминг, США) [3]. Для визначення циркуляційного чинника був використаний архів приземних синоптичних карт Deutscher Wetterdiest, 2016 [2].

Ефективність використання прогностичної схеми МУЗ була з'ясована нами на матеріалах кінця вересня - листопада 2016 р. [5; 6]. Добірка предикторів, які впливають на забруднення атмосфери у Києві, дозволила скласти щоденні прогнози МУЗ.

В таблиці 3 та 4 приведено результати порівняння прогнозу МУЗ з фактичним забрудненням атмосфери м. Києва у вересні-жовтні 2016 р. та листопаді 2016 р. Якщо у місті фактично спостерігалось перевищення концентрації над ГДК хоча б однією речовиною, то у стовпчику “Фактичне ЗА” ми ставили “+”, якщо атмосфера залишалася чистою — “-”. Позначка “⊕” означає співпадіння прогнозу та фактичного ЗА. Всього за розглянутий період складено 66 прогнозів. З них підтверджені фактичними даними забруднення атмосфери — 57.

Таблиця 3.

Результати порівняння прогнозу МУЗ з фактичним забрудненням атмосфери м. Києва у вересні-жовтні 2016 р.
(складено автором)

| Дата | Прогноз | Фактичне ЗА | Дата | Прогноз | Фактичне ЗА |
|------------|---------------------|---------------|------------|---------------------|---------------|
| 26.09.2016 | МУВЗ _{кр} | + ⊖ | 14.10.2016 | МУВЗ _{кр} | дані відсутні |
| 27.09.2016 | МУВЗ | + ⊖ | 15.10.2016 | МУВЗ _{кр} | + ⊖ |
| 28.09.2016 | МУВЗ | + ⊖ | 16.10.2016 | МУВЗ _{н/о} | + |
| 29.09.2016 | МУВЗ | + ⊖ | 17.10.2016 | МУВЗ _{кр} | + ⊖ |
| 30.09.2016 | МУВЗ | + ⊖ | 18.10.2016 | МУВЗ | + ⊖ |
| 01.10.2016 | МУВЗ | + ⊖ | 19.10.2016 | МУВЗ | + ⊖ |
| 02.10.2016 | МУВЗ | дані відсутні | 20.10.2016 | МУВЗ | + ⊖ |
| 03.10.2016 | МУВЗ | + ⊖ | 21.10.2016 | МУВЗ | + ⊖ |
| 04.10.2016 | МУВЗ | + ⊖ | 22.10.2016 | МУВЗ | + ⊖ |
| 05.10.2016 | МУВЗ _{н/о} | + | 23.10.2016 | МУВЗ | дані відсутні |
| 06.10.2016 | МУВЗ _{кр} | + ⊖ | 24.10.2016 | МУВЗ | + ⊖ |
| 07.10.2016 | МУВЗ | + ⊖ | 25.10.2016 | МУВЗ | + ⊖ |
| 08.10.2016 | МУВЗ | + ⊖ | 26.10.2016 | МУВЗ | + ⊖ |
| 09.10.2016 | МУВЗ _{н/о} | дані відсутні | 27.10.2016 | МУВЗ | + ⊖ |
| 10.10.2016 | МУВЗ _{н/о} | + | 28.10.2016 | МУВЗ | + ⊖ |
| 11.10.2016 | МУВЗ _{н/о} | + | 29.10.2016 | МУВЗ | + ⊖ |
| 12.10.2016 | МУВЗ _{кр} | + ⊖ | 30.10.2016 | МУВЗ | дані відсутні |
| 13.10.2016 | МУВЗ _{н/о} | + | 31.10.2016 | МУВЗ | + ⊖ |

Висновки. Для прогнозу забруднення атмосфери у м. Києві запропоновано використання прогностичної схеми МУЗ. Як приклад, розглянуті прогнози МУЗ за вересень-листопад 2016 р. Погодні умови у вересні-листопаді 2016 р. в Києві були аномальними з точки зору накопичення забруднювальних речовин в атмосферному повітрі. Прогноз забруднення атмосфери свідчить про ефективність використання методу МУЗ (при порівнянні прогнозу за період вересень-жовтень та листопад 2016 р.), доказом цього є справджуваність прогнозу, за вересень-жовтень 2016 р., що складає 84%, та за листопад 2016 р., що складає 85%.

Таблиця 4.

Результати порівняння прогнозу МУЗ з фактичним забрудненням атмосфери м. Києва у листопаді 2016 р.
(складено автором)

| Дата | Прогноз | Фактичне ЗА | Дата | Прогноз | Фактичне ЗА |
|------------|---------------------|---------------|------------|---------------------|---------------|
| 01.11.2016 | МУВЗ _{кр} | + ⊖ | 16.11.2016 | МУВЗ | + ⊖ |
| 02.11.2016 | МУВЗ | + ⊖ | 17.11.2016 | МУВЗ | + ⊖ |
| 03.11.2016 | МУВЗ | + ⊖ | 18.11.2016 | МУВЗ | + ⊖ |
| 04.11.2016 | МУВЗ _{н/о} | + | 19.11.2016 | МУВЗ | + ⊖ |
| 05.11.2016 | МУВЗ _{н/о} | + | 20.11.2016 | МУВЗ | дані відсутні |
| 06.11.2016 | МУВЗ | дані відсутні | 21.11.2016 | МУВЗ | + ⊖ |
| 07.11.2016 | МУВЗ | + ⊖ | 22.11.2016 | МУВЗ | + ⊖ |
| 08.11.2016 | МУВЗ | + ⊖ | 23.11.2016 | МУВЗ | + ⊖ |
| 09.11.2016 | МУВЗ _{кр} | + ⊖ | 24.11.2016 | МУВЗ _{кр} | + ⊖ |
| 10.11.2016 | МУВЗ | + ⊖ | 25.11.2016 | МУВЗ _{н/о} | + |
| 11.11.2016 | МУВЗ | + ⊖ | 26.11.2016 | МУВЗ _{кр} | + ⊖ |
| 12.11.2016 | МУВЗ | + ⊖ | 27.11.2016 | МУВЗ _{н/о} | дані відсутні |
| 13.11.2016 | МУВЗ _{н/о} | дані відсутні | 28.11.2016 | МУВЗ _{н/о} | + |
| 14.11.2016 | МУВЗ | + ⊖ | 29.11.2016 | МУВЗ _{кр} | + ⊖ |
| 15.11.2016 | МУВЗ | + ⊖ | 30.11.2016 | МУВЗ | + ⊖ |

Література

1. Специализированные прогнозы погоды. Учебное пособие. — Л.: ЛГМИ, 1991. — 112 с.
2. Deutscher Wetterdiest. 2015. [Електрон. ресурс]: http://www1.wetter3.de/Archiv/archiv_dwd.html
3. University of Wyoming. College of Engineer-ing. Department of Atmosheric Science [Електрон. ресурс]: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>
4. Лаврик В. І., Боголюбов В. М., Полетаєва Л. М. та ін. Моделювання і прогнозування стану довкілля: Підручник. — К.: Академія, 2010. — 400 с.
5. Головне управління Держсанепідслужби у м. Києві [Електрон. ресурс]: <http://ses.gov.ua>
6. Центральна геофізична обсерваторія [Електрон. ресурс]: <http://www.cgo.kiev.ua>

ЕКОЛОГІЧНО ОРІЄНТОВАНІ ФОРМИ РЕКРЕАЦІЙНО-ТУРИСТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ПРИКЛАДІ ПАРКУ “БУЗЬКИЙ ГАРД”

Сучасний розвиток туризму в Миколаївській області є складовою процесу відновлення і збереження природно-рекреаційних ресурсів України. Особливу перспективу розвитку рекреаційної та туристичної діяльності представляє національний природний парк (НПП) “Бузький Гард”.

Національний природний парк “Бузький Гард” розташований на території п'яти районів Миколаївської області: Первомайського, Арбузинського, Доманівського, Вознесенського та Братського.

Загальна площа території парку становить 6138,13 га, в тому числі 2650,85 га земель, що вилучаються в установленому порядку та надаються парку у постійне користування. Заповідна зона — 581,6 га (9,3 %); регульованої рекреації — 3139,5 га (50,2 %); стаціонарної рекреації — 45,2 га (0,7 %); господарська зона — 2498,5 га (39,8 %).

На парк покладено виконання таких завдань: збереження унікальних природних комплексів та історичних ландшафтів; проведення еколого-освітньої роботи; створення умов для організованого відпочинку; проведення наукових досліджень, розробка наукових рекомендацій [1].

Природні ресурси. Основною ґрунтовірною породою на території НПП є леси. На вододільних рівнинних ділянках панують глибокі чорноземи, що сформувалися на лесах і лесоподібних суглинках антропогену. На терасах зустрічаються невеликі ділянки супіщаних чорноземів, які розвинулись на легких ґрунтоутворюючих породах. По заплавах річок, утворилися лучні, лучно-болотні та болотні ґрунти, а в місцях близького залягання сильномінералізованих вод — солончаки.

До парку входить ділянка річки Південний Буг протяжністю біля 44 км, яка тече тут у крутих кам'янистих берегах, утворюючи вузьку каньйоноподібну долину. Крім цього, до нього входять нижні ділянки приток першого порядку: лівих — рр. Сухий Ташлик, Мигійський Ташлик, Велика Корабельна, Мертвовод (з правою притокою р. Арбузинка), правого — р. Бакшала.

У складі місцевої флори нараховується понад 1000 видів рослин, 34 з них занесені до Червоної книги України: тюльпани бузький та дібровний, горицвіт весняний, ряска Буше, сон лучний, астрагал шерстистоквітковий, рутвиця смердюча, чистець вузьколистий, 10 видів ковил та ін.

У рослинності національного парку представлено 11 рослинних угруповань, занесених до Зеленої книги України. На території НПП “Бузький Гард” зберігся різноманітний тваринний світ. На сьогодні на території парку мешкає 22 види хребетних тварин, що занесені до Червоної книги України, 5 — до Європейського червоного списку, 5 — до Червоного списку Міжнародного союзу охорони природи, 176 — до Бернської конвенції. Серед переліку рідкісних видів — полоз лісовий, видра річкова, марена дніпровська, орел-карлик, підорлик малий, ящірка зелена та багато інших.

Клімат району розташування НПП “Бузький Гард” є помірно-континентальним, з характерними, для степової зони, особливостями. Регіон розташований у Північно-степовій підзоні. Він характеризується малосніжною, порівняно теплою нестійкою зимою, жарким літом з недостатнім і нестійким зволоженням, частою повторюваністю посух і суховіїв. Температура повітря протягом року змінюється в широкому діапазоні від -34 до +39 °С. Температура вище 0 °С тримається тут дев'ять місяців [2].

На території парку відсутні промислові об'єкти, але місто Первомайськ і Южноукраїнськ, є промисловими центрами, які знаходяться на відстані від парку 68 та 26 кілометрів, що можуть здійснювати антропогенний вплив. Спеціалізація підприємств Первомайська — машинобудування та переробка сільгосппродукції. Спеціалізація міста Южноукраїнськ — виробництво електроенергії на АЕС та на енергокомплексі, що завдає значного техногенного тиску на природні і історико-культурні комплекси “Гранітно-степове Побужжя”. Незважаючи на те, що в цих містах знаходиться невелика кількість підприємств, кількість викидів в атмосферу від них шкідливих речовин є визначальною в області [5].

Значного антропогенного впливу зазнають і водні джерела. Виснаження водних ресурсів викликане зростанням споживання води промисловістю, сільським і комунальним господарствами та забрудненням водних джерел. Так у 2012 році з річки Південний Буг було забрано 127,1 млн. м³ води та скинуто 33,8 млн. м³, з них 2,4 млн. м³ — стічних вод.

Гард розташований у порожистій, малодоступній частині ріки, тому до початку будівництва тут Ташлицької ГАЕС не зазнавав руйнувань. Разом з низкою інших урочищ, скель та островів з розташованими на них пам'ятками, Гард утворює цілісний, єдиний, ще повністю не поруйнований, фактично останній історичний ландшафт, пов'язаний з історією Запорозької Січі. У зв'язку з планами підняття рівня Олександрівського водосховища до відмітки 20,7 м, виникла загроза повного знищення останніх історичних ландшафтів Запорозької Січі [5].

Одна з проблем, що виникає під час експлуатації ГАЕС, — її вплив на нижній басейн. Забір протягом доби десятків мільйонів кубометрів води у верхній басейн і скидання її знову в нижній призводять до істотного впливу на режим рівнів, течії, отже, на всі гідрологічні процеси у водоймі.

Екологічні форми туризму. Враховуючи кліматичні, природні та культурно-історичні фактори, які впливають на формування напрямків туризму в Первомайському районі, сьогодні можна говорити про те, що в регіоні є можливості для розвитку багатьох видів туризму.

Види туризму, які присутні в національному парку “Бузький гард”:

Екологічний туризм — спрямований на екскурсії та подорожі з турботою про навколишнє середовище. В процесі подорожі пояснюється необхідність охорони природних ресурсів, важливість захисту навколишнього середовища.

Рекреаційний туризм — орієнтований на подорожі з метою відпочинку, оздоровлення і лікування. На території району розташована база відпочинку ПП “Гард Тур” та санаторій “Бузькі Пороги” (знаходиться в приватній власності на даний час не працює). Тут зосереджені значні запаси лікувальних радонових вод.

Спортивний туризм — села Мигія та Грушівка мають надзвичайно великий природно-рекреаційний потенціал. Стрімкі скелі каньйону — місце змагань спортсменів-скелелазів. Дивовижно-мальовничі ландшафти краю приваблюють багатьох аматорів пішого і кінного туризму, дарують незабутні враження від спілкування з природою.

Пригодницький туризм — даний вид туризму пов'язаний з фізичним навантаженням, а іноді і з небезпекою для життя. При організації таких турів, пригоди можуть бути підготовлені спеціально і забезпечені всіма можливими засобами безпеки. В урочищі Протич на території Мигії розташована одна з найкращих у Європі природних трас водного слалому.

Адміністрація національного природного парку “Бузький Гард” приділяє увагу розвитку мережі туристичних, екскурсійних маршрутів та екостежок. На даний час розроблено:

- Три автомобільні екскурсійні маршрути, які користуються великою популярністю серед відпочиваючих. Це одноденні тури, які проводяться в весняно-літній період і мають природничо-краєзнавче призначення.

- Один пішохідний маршрут. Одноденний екскурсійний маршрут, який пролягає біля р. Південний Буг з переходами через скелі та валуни. Пішохідні екскурсії територією НПП “Бузький Гард” можуть здійснюватись з квітня до жовтня місяця включно. Це залежить від погодних умов даної місцевості.

- Один водний маршрут. Одноденний туристичний маршрут має сезонний характер. Проходячи ним, туристи знайомляться з природними ландшафтами, з біляводною рослинністю, споглядають мальовничі краєвиди. Маршрут пролягає найціннішою, наймальовничішою ділянкою Південного Бугу — Мигійським каньйоном.

- Один кінний маршрут, який розташований на території рекреаційної ділянки “Урочище “Гронове”.

- Чотири екологічні стежки. Екологічні стежки розраховані на відвідування педагогами, студентами, учнями шкіл та училищ, організованих екскурсійних груп різних вікових категорій. Вони включають в себе екскурсію до лісових масивів, ділянок наскельних степів, водно-болотних угідь і знайомлять відвідувачів з цікавими пам’ятками природи.

Для використання в рекреаційно-туристичних цілях НПП “Бузький Гард” необхідно визначити його рекреаційну місткість.

Рекреаційна місткість — це загальна кількість осіб, які можуть одночасно перебувати на даній території, не завдаючи шкоди природному середовищу.

За методикою визначення рекреаційної місткості території, розробленою М.В. Копачем, норма рекреаційного навантаження залежить від типу природних ландшафтів, сезону року, функціональної спрямованості рекреаційного використання території. Рекреаційну місткість пропонується визначати для кожного літнього сезону окремо за формулою:

$$V_i = \frac{N_i \cdot S_i \cdot C_i}{D_i}, \quad (1)$$

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.

За допомогою формули (1) розраховуємо нормативну місткість для НПП “Бузький Гард”.

Таблиця 1.

Результати розрахунку рекреаційної місткості зон стаціонарної та регульованої рекреації НПП “Бузький Гард” (тис. осіб)

| Природний комплекс річковий | Мінімальна кількість | Середня кількість | Максимальна кількість |
|-----------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|
| 1 день перебування | 238,8 | 310,5 | 382,2 |
| 2 дня перебування | 119,4 | 155,2 | 191,1 |
| 7 днів перебування | 34,1 | 44,3 | 54,6 |

Висновки. Перспективи використання НПП для рекреаційно-туристичних цілей є досить значними. Природні, кліматичні, історико-культурні фактори сприяють проведенню рекреаційно-туристичної діяльності. Рекреаційна місткість зон стаціонарної та регульованої рекреації НПП для теплого періоду року складає в середньому 310,5 тис. осіб для одноденного перебування, 155,2 тис. осіб. для дводенного, 44,3 тис. осіб. для тижневого перебування.

Література

1. Дачевская Л. Чудеса Прибужья: [номінант на звання одного з “Семи природних чудес Миколаївщини” — Бузький Гард]/ Л. Дачевская // Наш город. — № 17. — 29.04.2009. — С. 9.
2. Любіцева О. О., Панкова Є. В. Туристичні ресурси України. — К.: Альтерпрес, 2007. — 396 с.
3. Масляк П. О. Рекреаційна географія. — К.: Знання, 2008. — 343 с.
4. Туризм в Україні: Статистичний збірник. — К.: Держкомстат України, 2008. — 217 с.
5. Таращук С., Деркач О. Гранітно-Степове Побужжя. — Мигія: Дирекція РЛП Гранітно-Степове Побужжя, 2005. — 8 с.
6. Кравців В. С., Гринів Л. С., Копач М. В., Кузик С. П. Науково-методичні засади реформування рекреаційної сфери: Наукове видання. — Львів: НАН України, 1999. — 78 с.

ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ТЕРМІЧНІ ПОКАЗНИКИ В УКРАЇНІ

Зміна клімату внаслідок глобального потепління є однією із проблем ХХІ століття. Вона характеризується різними проявами, серед яких провідними є зміна частоти та інтенсивності кліматичних аномалій та екстремальних (небезпечних) погодних явищ. За прогнозами провідних вчених та спеціалістів в найближчі десятиріччя зміни клімату за своїми розмірами та інтенсивністю будуть переважати ті тенденції, які спостерігались в останнє десятиріччя.

Кліматичні зміни на майбутнє розраховуються з використанням кліматичних моделей. Глобальні кліматичні моделі є основними інструментами, що використовуються для проектування тривалості та інтенсивності змін клімату в майбутньому. Ці моделі розраховують майбутні кліматичні режими на основі низки сценаріїв зміни антропогенних факторів. Для нових кліматичних розрахунків використовується набір сценаріїв, а саме Репрезентативні траєкторії концентрацій (Representative Concentration Pathways — RCP). Репрезентативні траєкторії концентрацій — сценарії, які включають часові ряди викидів і концентрацій всього набору парникових газів, аерозолів і хімічно активних газів [1-3].

Сценарії RCP визначаються приблизною сумарною величиною радіаційного впливу до 2100 року порівняно з 1750 р.: 2,6 Вт·м⁻² для RCP2.6; 4,5 Вт·м⁻² для RCP4.5; 6,0 Вт·м⁻² для RCP6.0 і 8,5 Вт·м⁻² для RCP8.5. Ці чотири RCP містять один сценарій зменшення викидів, який передбачає низький рівень впливу (RCP2.6); два сценарії стабілізації (RCP4.5 і RCP6.0) і сценарій з дуже високими рівнями викидів парникових газів (RCP8.5) [4-5].

Для комплексної оцінки впливу змін клімату на сільське господарство найчастіше використовувались агрокліматичні показники — характеристики радіаційного, теплового та режиму вологозабезпеченості в цілому, і, в особливості, вегетаційного періоду. Виходячи з вищевказаного, аналіз змін температурного режиму по території України виконувався за періоди: 1986-2005 рр. (прийнятий як базовий період) та за період 2021-2050 рр. за кліматичними сценаріями зміни клімату RCP4.5 та RCP8.5.

Розглянемо як в різних зонах України будуть змінюватись показники термічного режиму в різні періоди, розраховані за сценарієм стабілізації викидів RCP4.5 та за сценарієм з висо-

ким рівнем викидів парникових газів RCP8.5. За початок весни, зазвичай, приймається дата стійкого переходу температури повітря через 0 °С в сторону підвищення температури повітря, а за початок зими — дата стійкого переходу температури повітря через 0 °С в сторону від'ємних температур [6-7].

В табл. 1 представлена порівняльна характеристика середніх багаторічних дат переходу температури повітря через 0 °С навесні і восени, тривалості періоду з температурою повітря вище 0 °С, сум температур вище 0 °С, середніх температур січня та липня, амплітуд температур з такими ж показниками, розрахованими за кліматичними сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 по природно — кліматичних зонах України.

Таблиця 1.

Порівняльні характеристики температурного режиму за період з температурою повітря вище 0 °С в різних природно-кліматичних зонах України

| Сценарій | Періоди, роки | Дати переходу температури повітря через 0 °С | | Тривалість періоду, дні | Сума температур, °С | Середня температура січня, °С | Середня температура липня, °С | Амплітуда температур, °С |
|-----------------------|---------------|--|-------|-------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | | весна | осінь | | | | | |
| Полісся | | | | | | | | |
| RCP4,5 | 1986-2005 | 26.03 | 26.11 | 244 | 3077 | -3,0 | 19,4 | 22,4 |
| | 2021-2050 | 26.03 | 20.11 | 241 | 2900 | -2,7 | 18,6 | 21,3 |
| | Різниця | - | -6 | -3 | -177 | -0,3 | -0,8 | -1,1 |
| RCP8,5 | 2021-2050 | 18.03 | 20.11 | 246 | 2966 | -4,1 | 18,8 | 22,9 |
| | Різниця | -8 | -6 | 2 | 81 | -1,1 | -0,6 | 0,5 |
| Лісостеп | | | | | | | | |
| RCP4,5 | 1986-2005 | 3.03 | 2.11 | 265 | 3227 | -3,4 | 20,4 | 23,7 |
| | 2021-2050 | 13.03 | 20.11 | 248 | 2955 | -3,2 | 19,1 | 22,3 |
| | Різниця | 10 | 18 | 15 | -268 | 0,2 | 1,3 | 0,6 |
| RCP8,5 | 2021-2050 | 11.03 | 21.11 | 253 | 3031 | -4,2 | 19,1 | 23,3 |
| | Різниця | 8 | 5 | 11 | 196 | -1,0 | - | 1 |
| Північний Степ | | | | | | | | |
| RCP4,5 | 1986-2005 | 16.03 | 21.11 | 260 | 3409 | -3,0 | 22,1 | 26,1 |
| | 2021-2050 | 19,03 | 21.11 | 257 | 3400 | -2,8 | 22,2 | 26,0 |
| | Різниця | -3 | - | 19 | 9 | -1,2 | 0,1 | 0,1 |
| RCP8,5 | 2021-2050 | 11.03 | 25.11 | 258 | 3492 | -4,1 | 22,0 | 26,1 |
| | Різниця | -5 | -4 | 2 | 82 | 0,1 | 0,1 | - |
| Південний Степ | | | | | | | | |
| RCP4,5 | 1986-2005 | 19.02 | 3.12 | 287 | 3819 | -1,9 | 23,7 | 25,6 |
| | 2021-2050 | 11.01 | 20.12 | 318 | 3892 | -0,3 | 23,6 | 23,9 |
| | Різниця | 36 | 17 | 31 | 73 | 1,6 | 0,1 | 1,7 |
| RCP8,5 | 2021-2050 | 16.02 | 20.12 | 338 | 3988 | -0,9 | 23,5 | 24,4 |
| | Різниця | 3 | 17 | 51 | 169 | -1,02 | 0,2 | 1,2 |

Як видно (табл. 1, рис.1) в Поліссі в разі реалізації сценарію RCP4.5 будуть відбуватись незначні зміни в температурних показниках. Так дата переходу температури повітря через 0 °C навесні співпадатиме із середньою за базовий період, а восени буде спостерігатись на тиждень раніше. Тривалість періоду зменшиться на три дні. Середня температура повітря в січні незначно підвищиться, а в липні знизиться до 18,6 °C. Це спричинить зменшення амплітуди повітря до 21,3 °C, а також зменшення суми температур за період до 2900 °C , що нижче суми базового періоду на 180 °C.

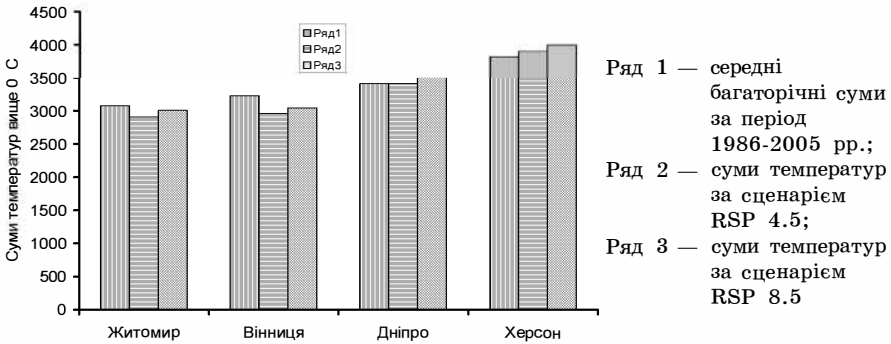


Рис. 1. Порівнювальна характеристика сум температур вище 0 °C:

В разі реалізації сценарію з високим рівнем викидів (RCP8.5) в цей же період зміни в показниках температури повітря матимуть дещо іншу динаміку. перехід температури повітря через 0 °C навесні та восени буде спостерігатись відповідно на 8 та 6 днів раніше, ніж в базовий період.

Середня температура повітря в січні становитиме -4,1 °C , в липні — 18,8 °C результати чого сума температур за період буде нижче середньої за базовий період на 80-90 °C.

В зоні Лісостепу в умовах стабілізації викидів парникових газів в атмосферу дати стійкого переходу температури повітря через 0 °C навесні наставатимуть на 10 днів раніше, восени — на 6 днів. Тривалість періоду збільшиться незначно на 2-3 дні. В січні та липні середні температури становитимуть відповідно — 3,2 та 19,1 °C що нижче середніх базового періоду на 0,3 °C. Через зниження температур повітря влітку суми температур зменшаться майже на 300 °C в порівнянні з базовим періодом.

При реалізації сценарію RCP8.5 тривалість періоду з температурою повітря вище 0 °C становитиме 253 дні, що на 12 днів коротше базового періоду. Сума температур вище 0 °C станови-

тиме 3034 °С, що менше середньої багаторічної суми на 196 °С. Слід зазначити, що в Лісостеповій зоні, як і в Поліссі, спостерігатиметься зниження середньої температури повітря за січень майже на 1 °С і за липень — на 1,3 °С в результаті чого значення амплітуди температури зросте до 25,3 °С.

В Північному Степу в разі реалізації сценарію RCP4.5 дати переходу температури повітря через 0 °С навесні і восени будуть наставати в терміни, близькі до середніх багаторічних значень, то ж і тривалість періоду буде майже близькою до тривалості в базовий період.

Середня температура січня зросте на 1,2 °С, в липні буде на рівні середнього багаторічного значення. Отже і сума температур за період буде рівною базовому періоду і становитиме 3400 °С.

Розрахунки за сценарієм RCP8.5 показують, що дати переходу температури повітря за цим сценарієм і навесні і восени наставатимуть на 4-5 днів раніше, ніж в базовий період. Сума температур становитиме біля 3490 °С. Середня температура повітря січня і липня очікується на рівні базових значень.

Найбільші відмінності розрахованих показників термічного режиму за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 в порівнянні з показниками базового періоду відзначатимуться в Південному Степу. Причому, значення показників за сценарієм RCP8.5 будуть вищими, ніж за сценарієм RCP4.5. Так навесні дати переходу температури повітря будуть наставати раніше відповідно на 36 та 23 дні, восени — на 17 днів пізніше. Тривалість періоду зросте до 318-338 днів. Суми температур за обома сценаріями очікуються 3890-3980 °С. Температура в січні зросте до 0,3-0,9 °С, що на 1,6 °С вище, ніж в базовий період. Температура в липні очікується на рівні середніх значень базового періоду.

Для сільськогосподарського виробництва важливу роль відіграють періоди з температурами повітря вище 5 та 10 °С. Розглянемо, як зміняться терміни настання дат переходу температури повітря через 5 °С навесні і восени, розраховані за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 в порівнянні із середніми багаторічними термінами.

Як видно із табл. 2 навесні середні багаторічні терміни переходу температури повітря через 5 °С в базовий період коливаються в межах від 21 березня в Південному Степу до 6 квітня в Поліссі. Восени — від 29 жовтня у Поліссі та Лісостеповій зоні до 11 листопада у Південному Степу.

Таблиця 2.

Дати стійкого переходу середньої добової температури повітря через 5, 10, 15 °С та тривалість періодів з цими температурами

| Період | Дати переходу температури повітря через межі | | | | | | Кількість днів з температурою повітря рівною або вище | | |
|-----------------------|--|-------|-------|---------|-------|-------|---|-------|-------|
| | навесні | | | восени | | | | | |
| | 5 °С | 10 °С | 15 °С | 15 °С | 10 °С | 5 °С | 5 °С | 10 °С | 15 °С |
| Полісся | | | | | | | | | |
| 1986-2005 рр. | 6.IV | 22.IV | 21.V | 6.IX | 1.X | 29.X | 202 | 162 | 107 |
| RCP4.5 | 10.IV | 1.V | 1.VI | 30.VIII | 30.IX | 25.X | 197 | 153 | 92 |
| RCP8.5 | 13.IV | 1.V | 1.VI | 10.IX | 30.IX | 25.X | 194 | 153 | 102 |
| Лісостеп | | | | | | | | | |
| 1986-2005 рр. | 30.III | 19.IV | 17.V | 9.IX | 3.X | 27.X | 212 | 168 | 115 |
| RCP4.5 | 12.IV | 29.IV | 31.V | 8.IX | 1.X | 27.X | 204 | 150 | 104 |
| RCP8.5 | 12.IV | 21.IV | 1.VI | 10.IX | 1.X | 1.XI | 204 | 161 | 102 |
| Північний Степ | | | | | | | | | |
| 1986-2005 рр. | 1.IV | 17.IV | 15.V | 15.IX | 7.X | 30.X | 213 | 173 | 123 |
| RCP4.5 | 3.IV | 21.IV | 15.V | 19.IX | 10.X | 29.X | 210 | 172 | 136 |
| RCP8.5 | 1.IV | 21.IV | 12.V | 15.IX | 5.X | 27.X | 210 | 172 | 135 |
| Південний Степ | | | | | | | | | |
| 1986-2005 рр. | 21.III | 15.IV | 12.V | 25.IX | 19.X | 11.XI | 236 | 186 | 136 |
| RCP4.5 | 3.IV | 11.IV | 12.V | 20.IX | 20.X | 10.XI | 215 | 181 | 131 |
| RCP8.5 | 22.III | 21.IV | 11.V | 28.IX | 20.X | 10.XI | 234 | 182 | 134 |

Середня багаторічна тривалість дня з температурами повітря вище 5 °С становила відповідно 206, 212, 213 та 236 днів. Розрахунки за обома сценаріями показали, що навесні перехід температури повітря через 5 °С наставатиме пізніше в Поліссі на 4-7 днів, у Лісостепу — на 12 днів. В Степовій зоні ці терміни співпадатимуть з датами базового періоду. Слід відзначити, що у Південному Степу навесні за сценарієм RCP4.5 терміни переходу температури повітря через 5 °С наставатимуть пізніше на 13 днів. Восени терміни переходу температури повітря через 5 °С будуть співпадати з середніми багаторічними в усіх регіонах за виключенням Полісся, де вони будуть наставати на 4-5 днів раніше. Тривалість періоду з температурами вище 5 °С зменшиться в Поліссі до 195 днів, Лісостепу — до 204 днів, в Північному Степу — до 210 днів. В Південному Степу за сценарієм RCP4.5 тривалість періоду зменшиться до 15 днів, за сценарієм RCP8.5 залишиться на рівні середнього багаторічного і становитиме 234 дні.

У зв'язку зі зміною тривалості періоду з температурами повітря вище 5 °С зміняться і суми температур в разі реалізації обох сценаріїв.

Аналіз табл. 2 показав, що в середньому багаторічному дати переходу температури через 10 °С навесні наставали в Поліссі на початку III декади квітня, Лісостепу і Північному Степу 17-19 квітня, в Південному Степу — всередині II декади квітня. Восени ці дати відзначалась: в Поліссі — 1 жовтня, Лісостепу — 3 жовтня, Північному Степу — 7 жовтня, в Південному Степу — 19 жовтня. Тривалість періоду з температурами повітря вище 10 °С зростала від 162 днів у Поліссі до 186 днів у Південному Степу.

Розрахунки дат настання переходу температури повітря через 10 °С за сценаріями RCP4.5; та RCP8.5 навесні показують, що вони будуть наставати пізніше в Поліссі — на 8 днів, у Північному Степу — на 4 дні, у Лісостепу за сценарієм RCP4.5 — на 10 днів, за сценарієм RCP8.5 будуть однаковими із середніми багаторічними, у Південному Степу за першим сценарієм вони наставатимуть раніше на 4 дні, за другим сценарієм пізніше на 6 днів. Восени дати переходу температури повітря через 10 °С у Поліссі, Лісостепу та Південному Степу будуть співпадати із середніми багаторічними за обома сценаріями і лише в Північному Степу ці дати будуть незначно відхилятися від середньої багаторічної за першим сценарієм вони наставатимуть пізніше на 3 дні, за другим сценарієм — на 2 дні раніше середніх багаторічних. Тривалість періоду з температурами повітря вище 10 °С в Поліссі буде коротшою на 10 днів ніж тривалість в базовий період, у Лісостепу — на 7-18 днів. За обома сценаріями у Степовій зоні тривалість періоду буде однаковою, або нижчою ніж в базовий період.

Таким чином встановлено, що у зв'язку зі зміною клімату в Україні зміняться умови забезпечення теплом сільськогосподарських культур в усіх природно-кліматичних зонах. Але ці зміни будуть неоднаковими як в різних природно-кліматичних зонах, так і за різними сценаріями. Найвідчутніші збільшення тривалості періодів з температурами повітря вище 5 та 10 °С і очікуваних сум температур слід очікувати в зоні Південного Степу.

Література

1. Волощук В. М. Основні закономірності сучасного потепління клімату на території України і його екологічні наслідки // Україна та глобальні процеси: Географічний вимір. — Київ-Луцьк. — Т. 3. — С. 202-208.
2. Волощук В. М.. Про можливі зміни середньорічного температурного режиму України у першій половині XXI століття // Доклади АН України. — 1993. — № 12. — С. 23-29.

3. Глобальные и региональные изменения климата и их природные и социально-экономические последствия / Под ред. В. М. Котлякова. — М.: Геос, 2000. — 262 с.
4. Клімат України / За ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. — К.: Вид. Раєвського, 2003. — 325 с.
5. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / Під ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. — Одеса: Екологія, 2011. — 694 с.
6. Польовий А. М., Божко Л. Ю. Біологічні й екологічні основи продуктивності агроекосистем. — Одеса: ТЕС, 2016. — 280 с.
7. Польовий А. М. Сільськогосподарська метеорологія. — Одеса: ТЕС, 2012. — 612 с.

Кандиба К. Ю., Толмачова А. В.

ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ В СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ

Зернобобові культури мають важливе значення в зерновому і кормовому балансі України. Серед них однією з найбільш поширеною є соя. За обсягами виробництва та використання їй належить перше місце у світі як серед високобілкових, так і серед олійних культур. Ця рослина характеризується високою адаптацією до умов регіонів, універсального використання та збалансованістю білка.

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 районованих в даному регіоні [1].

На основі базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А. М. Польового [2; 3], в основу якої покладено принцип максимальної продуктивності Х. Г. Тоомінга [4], була виконана оцінка агрокліматичних умов формування врожаю сої в умовах Херсонської області.

В даний час під агрокліматичними ресурсами розуміються кліматичні можливості територій для отримання сільськогосподарської продукції. У зв'язку з цим відповідними характеристиками агрокліматичних ресурсів є дані про продуктивність і врожайність культур в залежності від показників клімату.

Клімат є одним із провідних факторів формування ґрунтового покриву території і визначальним чинником формування урожаю сільськогосподарських культур у степовій зоні України. Агрокліматичні ресурси території пріоритетно визначаються температурним режимом повітря й ґрунту в поєднанні з кількістю атмосферних опадів і запасами вологи в ґрунті. Незважаючи на відносну ідентичність клімату на території Степу, співвідношення тепла й вологи в різних зонах значно відрізняється.

В цьому аспекті видається обґрунтованим розгляд значень агроекологічних категорій продуктивності, що відображають комплексний вплив агрометеорологічних умов на продукційний процес, причому ресурси продуктивності оцінюються по відношенню до конкретної культури навіть сорту [5].

У зв'язку з тим, що найбільш адекватне вираження агрокліматичних ресурсів може бути реалізовано в агроекологічних категоріях урожайності, була проведена оцінка продуктивності території Херсонської області стосовно культурі сої для різних груп стиглості (ранньостиглі, скоростиглі, середньостиглі). В результаті розрахунків була отримана щодакна і осереднення за вегетаційний період інформація про агрокліматичні умови формування чотирьох розглянутих агроекологічних категорій урожайності, а саме:

- 1) Потенційна урожайність (*ПУ*) — врожайність, яка може бути отриманий в оптимальних ґрунтово-метеорологічних умовах і яка лімітується надходженням *ФАР*, тривалістю вегетаційного періоду і біологічними особливостями культури.
- 2) Метеорологічно-можлива урожайність (*ММУ*) — врожайність, яка може бути отримана в оптимальних ґрунтових і реальних метеорологічних умовах.

- 3) Дійсно можлива урожайність (ДМУ) — максимальна урожайність, яка може бути отримана на конкретному полі в реальних метеорологічних і ґрунтових умовах.
- 4) Урожайність у виробництві (УВР) — фактична врожайність, яка одержується в господарствах за існуючого рівня агротехніки.

Природні ресурси зараз використовуються недостатньо через малу вивченість клімату в цілому і регіонального клімату з погляду використання його в сільськогосподарському виробництві. В числі багатьох компонентів, що утворюють єдину природу, найважливішим для сільського господарства є ґрунт і клімат, включаючи погоду і водні ресурси, як похідні від клімату. Світло, тепло, волога і їх співвідношення впливають на рослини не тільки безпосередньо, але і через обумовлені ними ґрунтоутворювальні і мікробіологічні процеси.

На підставі виконаних розрахунків була зроблена оцінка узагальнених характеристик ґрунтово-кліматичних умов вирощування сої різних груп стиглості в Херсонській області та її продуктивності (табл. 1).

Таблиця 1.

Узагальнені характеристики ґрунтово-агрокліматичних ресурсів вирощування сої різних груп стиглості в Херсонській області

| № | Загальні показники за період вегетації | Групи стиглості | | |
|---|---|-----------------|--------------|-----------------|
| | | ранньо-стиглі | скоро-стиглі | середньо-стиглі |
| 1 | Бал ґрунтової родючості, відн. од. | 0,64 | 0,64 | 0,64 |
| 2 | Тривалість вегетаційного періоду, доба | 95 | 105 | 120 |
| 3 | Сума ефективних температур вище 10 °С | 1031 | 1114 | 1252 |
| 4 | Сума ФАР, кДж/см ² за період | 112 | 117 | 131 |
| 5 | Сума опадів, мм | 152 | 162 | 196 |
| 6 | ГТК, відн.од. | 0,52 | 0,56 | 0,56 |
| 7 | Потреба рослин у волозі, мм | 468 | 542 | 655 |
| 8 | Сумарне випаровування, мм | 178 | 219 | 248 |
| 9 | Дефіцит вологи, мм | 254 | 306 | 379 |

У таблиці представлені узагальнені показники агрокліматичних ресурсів вирощування сої: тривалість вегетаційного періоду, сума ефективних температур за період вегетації, сума ФАР, сума опадів, потреба рослин у волозі, сумарне випаровування, дефіцит вологи та гідротермічний коефіцієнт Селянінова (ГТК).

Як видно з табл. 1, тривалість вегетаційного періоду для ранньостиглих сортів становить 95 днів, для скоростиглих та середньостиглих 105 та 120 днів відповідно. Суми ефективних температур вище 10 °С за вегетаційний період сої становлять: для ранньостиглих сортів — 1031 °С, для скоростиглих та середньостиглих 1114 та 1252 °С днів відповідно.

Режим зволоження, який також є одним із головних чинників формування високої продуктивності сільськогосподарських культур, визначається головним чином кількістю опадів, які випадають за вегетаційний період культури. Так, для ранньостиглих сортів значення суми опадів становить 152 мм, для скоростиглих та середньостиглих 219 та 248 мм відповідно.

Зволоження території залежить не тільки від суми опадів але й від величини випаровування. Ступінь зволоження території може також оцінюватись умовним показником зволоження — гідротермічним коефіцієнтом (*ГТК*), який розраховується як відношення суми опадів за вегетаційний період до однієї десятої сум температур за цей же період. В нашому випадку найменше значення *ГТК* (0,52 відн.од.) спостерігається в випадку з ранньостиглими сортами, для скоростиглих та середньостиглих значення *ГТК* становить 0,56 відн.од.

Потреба сої у воді для умов розвитку в період вегетації становить: для ранньостиглих сортів становить 468 мм, для скоростиглих та середньостиглих 542 та 655 мм відповідно. Найбільше значення сумарного випаровування в 248 мм відповідає середньостиглим сортам, найменше в 178 мм — ранньостиглим.

На підставі виконаних розрахунків була зроблена оцінка узагальнених характеристик агрокліматичних умов вирощування і продуктивності сої різних груп стиглості в Херсонській області, розраховані значення представлені в табл. 2.

Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок, що найбільше значення ступеню сприятливості кліматичних умов (*СВУ*) відповідає групі скоростиглих сортів і становить 0,78 відн.од. Для групи ранньостиглих та середньостиглих сортів значення *СВУ* становить трохи менше — 0,77 та 0,75 відн.од.

Співвідношення *УВР* і *ММУ* дає можливість оцінити ефективність використання агрокліматичних ресурсів (C_0). Найвищий рівень ефективності використання агрокліматичних ресурсів відповідає також групі скоростиглих сортів сої. Для групи ран-

ньюстиглих та середньостиглих сортів сої ефективності використання агрокліматичних ресурсів становить 0,30 та 0,29 відн. од. відповідно.

Таблиця 2.

Узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування і продуктивності сої різних груп стиглості в Херсонській області

| № | Загальні показники за період вегетації | Групи стиглості | | |
|---|--|-----------------|-------------|----------------|
| | | ранньо-стигли | скоростигли | середньостигли |
| 1 | Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов, відн.од. (СВУ) | 0,77 | 0,78 | 0,75 |
| 2 | Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів, відн. од. (Со) | 0,30 | 0,31 | 0,29 |
| 3 | Оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу, відн. од. (Сd) | 0,83 | 0,53 | 0,66 |
| 4 | Оцінка рівня господарського використання метеорологічних і ґрунтових умов, відн. од.(Са) | 0,47 | 0,48 | 0,45 |
| 5 | ПУ зерна, ц/га | 45 | 49 | 58 |
| 6 | ММУ зерна, ц/га | 34 | 38 | 43 |
| 7 | ДМУ зерна, ц/га | 22 | 24 | 27 |
| 8 | УВР зерна, ц/га | 10,4 | 11,6 | 12,1 |

Відношення УВР до ПУ характеризує рівень реалізації агро-екологічного потенціалу (Сd). Найвищим рівень Сd (0,83 відн.од) спостерігається у групи ранньостиглих сортів сої, менше значення Сd — 0,66 відн.од спостерігається у групи середньостиглих сортів сої, а найменше — 0,53 відн.од відповідно у групи скоростиглих сортів сої.

Співвідношення УВР і ДМУ в реальних умовах можна розглядати як показник умов використання агротехніки. Оцінка культури землеробства (Са) сої для скоростиглих сортів є найбільшою і становить 0,48 відн. од. Для групи ранньостиглих та середньостиглих сортів значення оцінки культури землеробства становить — 0,47 та 0,45 відн.од. відповідно.

Розраховані значення дозволили оцінити розподіл різних агро-екологічних категорій урожаю зерна сої при її стандартної 14 %-ї вологості різних груп стиглості в Херсонській області (рис. 1).

Як видно із рис. 1, урожай зерна сої на рівні ПУ для ранньостиглих сортів становить 45 ц/га, для скоростиглих та серед-

ньостиглих сортів — 49 та 58 ц/га відповідно. На рівні ММУ для ранньостиглих сортів урожай зерна сої становить 34 ц/га, для скоростиглих та середньостиглих сортів відповідно 38 та 43 ц/га. На рівні ДМУ для ранньостиглих сортів становить 22 ц/га, для скоростиглих сортів та середньостиглих сортів — 24 та 27 ц/га. Відповідно, найвищі урожаї зерна сої у виробництві (УВР) спостерігається у середньостиглих сортів та становить 12,1 ц/га, а найменші у ранньостиглих — 10,4 ц/га.

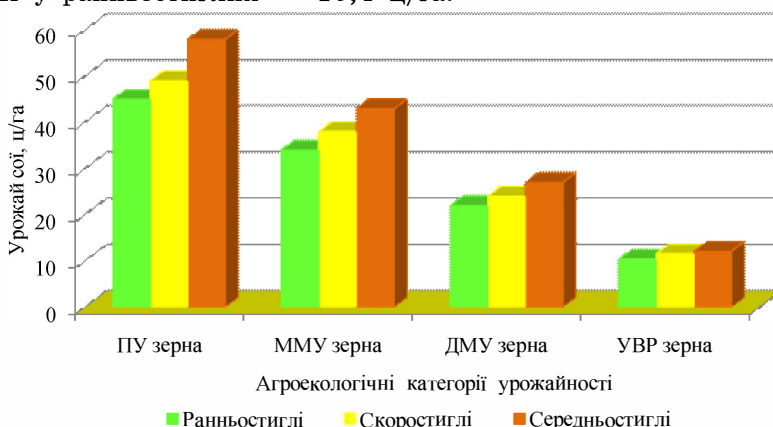


Рис. 1. Розподіл агроекологічних категорій урожаю зерна сої різних груп стиглості в Херсонській області

В цілому можна зробити висновок, що агрокліматичні умови Херсонської області більш сприятливі для вирощування середньостиглих сортів сої.

Література

1. Чехов А. В. Олійні культури України. — К.: Основа, 2007. — С. 175-219.
2. Полевой А. Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур // Метеорология, климатология и гидрология. — 2004. — Вып. 48. — С. 195-205.
3. Польовий А. М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем: Навч. посібник. — К.: КНТ, 2007. — 348 с.
4. Тооминг Х. Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. — Л.: Гидрометеиздат, 1984. — 264 с.

5. Ляшенко Г. В. Агроклиматическая оценка продуктивности сельскохозяйственных культур в Украине. — Одесса: ННЦ “ИВиВ им. В.Е. Таирова”, 2011. — 249 с.

Крисак О. О.

ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА УМОВИ ПЕРЕЗИМІВЛІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ

Сучасні економічні умови господарювання та інтеграція України в міжнародне співтовариство висувають нові вимоги одночасно до якості сільськогосподарської продукції, технологій виробництва та просування її на ринок. У зв'язку з цим виробничі процеси в сільському господарстві пов'язані не лише з технологічними, але й з екологічними та соціально-економічними чинниками. Постійно зростаюче хімічне навантаження, внаслідок інтенсифікації землеробства, порушує екологічну рівновагу в агроландшафтах, впливає на якість продукції рослинництва. [1]. У сучасних умовах ведення землеробства біологізація технологій є чи не єдиним заходом, який може стримати подальше зниження родючості ґрунтів, стабілізувати виробничі системи, знизити залежність від технологічних факторів і таким чином підвищити конкурентоспроможність сільськогосподарського органічного виробництва зерна на внутрішньому та зовнішньому ринках продовольства.

На врожайність озимої пшениці впливає безліч факторів: сонячна радіація, забезпеченість теплом та вологою, терміни сівби, умови перезимівлі, умови весняно-літньої вегетації, технологія вирощування. Тому метою роботи є дослідження змін клімату внаслідок потепління, та їх вплив на умови перезимівлі озимої пшениці в Степовій зоні України, де розташовані найбільші посівні площі цієї культури [2].

Робота виконувалась на матеріалах метеорологічних та агрометеорологічних спостережень за період з 1986 по 2010 роки агрометеорологічних станцій степової зони України та на розрахунку за моделлю, запропонованою А. М. Польовим, очікуваних змін клімату на період до 2050 року.

Кліматичні зміни, що відбуваються протягом останніх десятиліть, не перестають хвилювати вчених. У зв'язку з цим, активніше розвиваються методи прогнозування глобальних змін клімату та їх можливих наслідків, серед яких на передній план виступають математичні методи моделювання атмосферних процесів [2].

Майбутні викиди газів з парниковим ефектом (ПГ: вуглекислий газ CO_2 , метан CH_4 , закис азоту N_2O , гідрофторвуглеці HFCs , перфторвуглеці PFCs , сірчаний гексафторид SF_4 , хлористі фторвуглеводні HCFCs , хлористі фторвуглеці CFCs , двооксид сірки SO_2 , оксид вуглецю CO , оксиди азоту NO_x та неметанові леткі органічні сполуки NMVOC) є продуктом дуже складних динамічних систем, що складаються з різних факторів. Їх розвиток у майбутньому є дуже невизначеним. Сценарії являють собою альтернативні прогнози можливого розвитку подій у майбутньому, вони також є слушним засобом для аналізу того, яким чином визначальні фактори можуть впливати на показники майбутніх викидів. Вони сприяють аналізу змін клімату, включаючи моделювання клімату та оцінку наслідків, адаптацію та пом'якшення наслідків.

При моделюванні прогностичних змін режиму температури та опадів використовувались сценарії зміни клімату A2 та A1B . В якості вхідної інформації застосовувалась глобальна кліматична модель ECHAM5 , яка розроблена в Інституті метеорології ім. Макса Планка в Німеччині. ECHAM5 є останньою версією з серії ECHAM і розвивається від спектральної моделі прогнозу погоди Європейського центру середньострокових прогнозів погоди [8].

В даному дослідженні сценарій зміни клімату A2 представлений в регіональній кліматичній моделі RCA3 з кроком сітки 25×25 км. RCA3 є реалізацією регіональної кліматичної моделі центру Росції (Швеція).

Сценарій зміни клімату A1B реалізовується в регіональній кліматичній моделі REMO також з кроком сітки 25×25 км, яка розроблена в Інституті метеорології ім. Макса Планка в Гамбурзі. Для глобального випромінювання модель переоцінює значення спостережень в основному влітку. А найкращі результати моделювання були виявлені при вивченні режиму опадів, оскільки прогнозовані дані за REMO практично співпадали з даними спостережень. Тому, високий рівень прогностичних можливостей забезпечує використання регіональної кліматичної моделі REMO в даному дослідженні [3].

Узагальнюючі розрахункові характеристики осінньої вегетації і перезимівлі озимої пшениці по областях Степової зони наводяться в табл.1.

Як видно із табл. 1 коефіцієнт морозонебезпечності по території Степової зони коливається незначно і становить 0.8 відн.од.

в Дніпропетровській і Кіровоградській областях та 0,7 відн.од. в південних областях.

Таблиця 1.

Розрахункові характеристики осінньої вегетації та перезимівлі озимої пшениці в Степовій зоні

| Розрахункові характеристики | Області | | | |
|--|------------|---------|--------------|----------------|
| | Херсонська | Одеська | Миколаївська | Кіровоградська |
| Коефіцієнт морозонеб. за Лічікакі В.М. | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 |
| Зрідженість оз. весною за Лічікакі В.М. | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 10,9 |
| Кількість стебел на 1 м ² до припинення вегетації | 7,9-2,5 | 7,8-7,4 | 7,9-1,4 | 7,9-6,3 |
| Кількість стебел на 1 м ² на початок вегетації | 7,9-9,0 | 7,0-4,4 | 7,0-8,4 | 7,1-1,3 |

Щодо зрідженості озимих весною за показником В. М. Лічікакі то його значення також є сталим по території Степу і дорівнює 10,5. Важливим показником є кількість стебел на 1 м² на дату припинення вегетації озимої пшениці восени та відновлення вегетації навесні. В середньому багаторічному ці показники між собою по областях майже не змінюються так як показник куцистості залишається постійним — 1,9.

Нами були розраховані середні багаторічні суми негативних температур за три зимових місяці Ці суми коливаються в Південному Степу від -390 °С в Одеській області до -460 °С в Запорізькій області та від -434 °С в Кіровоградській області до -480 °С в Дніпропетровській. Такі суми температур свідчать про м'якість зим в Степовій зоні України.

Для збереження озимих від негативного впливу зимових умов оптимальною є висота снігового покриву не менше 10 см. При такій висоті снігу глибина промерзання ґрунту становить менше 100 см і температура ґрунту на глибині вузла куціння не знижується нижче критичної температури вимерзання озимих (не нижче -16 °С при морозах до -35 °С).

У середньому багаторічному на досліджуваній території стійкий сніговий покрив встановлюється тільки в північних і центральних районах території Степу. Дата стійкого залягання снігового покриву припадає на третю декаду грудня. Поступово висота снігового покриву збільшується з 4 до 15 см в північних областях Степу та з 4 до 9 см в південних районах у другій та

третій декадах лютого. Руйнується сніговий покрив в основному в першій декаді березня. Глибина промерзання ґрунту суттєво впливає на умови перезимівлі озимої пшениці. Дослідження показали (табл. 2), що середня глибина промерзання ґрунту в Степовій зоні досягає найбільших значень в другу декаду лютого і коливається в середньому від 39 см в Одеській області до 53 см — в Дніпропетровській.

Таблиця 2.

Середня багаторічна глибина промерзання ґрунту (см)

| Область | Грудень | | | Січень | | | Лютий | | | Березень | |
|------------------|---------|----|----|--------|----|----|-------|----|----|----------|----|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| Кіровоградська | 10 | 12 | 15 | 12 | 25 | 30 | 40 | 46 | 43 | 35 | 24 |
| Дніпропетровська | 12 | 14 | 16 | 22 | 27 | 32 | 43 | 53 | 48 | 37 | 28 |
| Миколаївська | 5 | 9 | 11 | 13 | 20 | 21 | 23 | 48 | 43 | 34 | 19 |
| Херсонська | 3 | 8 | 10 | 12 | 18 | 22 | 22 | 30 | 39 | 31 | 18 |
| Одеська | 4 | 9 | 11 | 12 | 19 | 23 | 23 | 33 | 40 | 32 | 19 |
| Запорізька | 6 | 10 | 12 | 14 | 22 | 24 | 28 | 40 | 38 | 35 | 21 |

Ф. М. Куперман було встановлено, що температура ґрунту на глибині вузла кущіння є головним показником умов перезимівлі озимих зернових культур і є комплексним показником агрометеорологічних умов зими. Надалі дослідження В. А. Мойсейчик та В. М. Лічикакі показали, що температура ґрунту є основним показником умов перезимівлі озимих як в районах, де спостерігається вимерзання, так і в районах, де спостерігається випрівання озимини. Вона також відіграє важливу роль при дії на рослини притертої крижаної кірки, тривалого застою талих вод на полях [4; 5].

За даними Мойсейчик В. А. мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння озимих знижується до середини зимового періоду. Починаючи з другої половини лютого, вона, як правило, підвищується [5].

Нами були проаналізовані дані про температуру ґрунту на глибині вузла кущіння (табл. 3).

З табл. 3 видно, що найнижчі середні температури ґрунту на глибині вузла кущіння спостерігаються з другої декади січня до другої декади лютого включно. Наприкінці березня температура ґрунту на глибині вузла кущіння не зменшується нижче ніж $-3...-1$ °С. Проведений аналіз добре узгоджується з даними, отриманими В. А. Мойсейчик, про те, що найнижчі температури, які пошкоджують рослини, спостерігаються до 20 лютого. Але середня

багаторічна температура ґрунту на глибині вузла кущіння по області не може бути цілком надійним показником умов перезимівлі. Для більш детальної характеристики умов перезимівлі були досліджені абсолютні мінімуми температури ґрунту на глибині вузла кущіння (табл. 4). Як видно із табл. 4 в січні і перших двох декадах лютого значення абсолютного мінімуму бувають нижчими ніж критична температура вимерзання озимої пшениці. Як видно із табл. 4 починаючи з другої декади грудня до другої декади лютого включно в областях Північного Степу мінімальна температура ґрунту опускається нижче критичної температури вимерзання. В областях Південного Степу період, коли температура на глибині вузла кущіння опускається нижче критичної температури вимерзання, значно коротший і триває з другої декади січня по другу декаду лютого включно.

Таблиця 3.

Середня багаторічна температура ґрунту на глибині вузла кущіння

| Область | Листопад | | Грудень | | | Січень | | | Лютий | | | Березень | |
|------------------|----------|----|---------|----|----|--------|----|----|-------|----|----|----------|----|
| | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| Дніпропетровська | -4 | -4 | -6 | -6 | -7 | -7 | -7 | -8 | -8 | -8 | -6 | -5 | -4 |
| Кіровоградська | -4 | -5 | -5 | -5 | -5 | -6 | -7 | -7 | -7 | -7 | -5 | -4 | -4 |
| Миколаївська | -3 | -3 | -4 | -4 | -4 | -5 | -6 | -6 | -5 | -5 | -4 | -4 | -4 |
| Херсонська | | -3 | -3 | -4 | -3 | -5 | -5 | -5 | -5 | -5 | -4 | -3 | -3 |
| Одеська | | -3 | -4 | -4 | -3 | -5 | -6 | -6 | -5 | -4 | -4 | -3 | -2 |
| Запорізька | | -3 | -4 | -5 | -5 | -6 | -7 | -7 | -6 | -5 | -5 | -3 | -3 |

Таблиця 4.

Абсолютний мінімум температури ґрунту на глибині вузла кущіння

| Область | Листопад | | Грудень | | | | Січень | | | Лютий | | |
|------------------|----------|----|---------|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-------|-----|-----|
| | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Дніпропетровська | -8 | -9 | -16 | -16 | -16 | -16 | -16 | -17 | -17 | -17 | -16 | -13 |
| Кіровоградська | -7 | -8 | -16 | -16 | -16 | -16 | -16 | -17 | -17 | -17 | -16 | -12 |
| Миколаївська | -6 | -8 | -12 | -12 | -12 | -11 | -12 | -13 | -14 | -16 | -14 | -12 |
| Херсонська | -6 | -7 | -14 | -14 | -14 | -7 | -14 | -15 | -18 | -14 | -12 | -11 |
| Одеська | -3 | -6 | -10 | -10 | -10 | -9 | -10 | -15 | -13 | -14 | -12 | -13 |
| Запорізька | -6 | -8 | -14 | -14 | -14 | -13 | -14 | -16 | -18 | -16 | -14 | -13 |

Була розрахована імовірність абсолютних мінімумів на глибині вузла кущіння по областях Степової зони. Встановлено, що імовірність дуже низьких абсолютних мінімумів -21...-25 °С ста-

новить біля 8 % в областях Північного Степу та 5 % в районах Південного Степу. Абсолютні мінімуми на рівні критичної температури вимерзання -16...-20 °C відповідно становить 14 та 13 %. Найбільша імовірність температур -5...-10 °C коливається від 42 до 44 %.

В цілому можна зробити висновок, що умови зимівлі озимої пшениці в Степовій зоні України складаються переважно сприятливі. Вимерзання посівів спостерігається не частіше одного разу на 10 років. В цілому можна зробити висновок, що умови зимівлі озимої пшениці в Степовій зоні України складаються переважно сприятливі. Вимерзання посівів спостерігається не частіше одного разу на 10 років. Найчастіше пошкоджуються рослини, які внаслідок осінньої посухи не досягли оптимального для перезимівлі стану розвитку, тобто 3-6 пагонів кущистості.

Зміна клімату на території України характеризується нерівномірністю: стрімке зростання температури повітря змінюється його уповільненням або похолоданням. Для оцінки можливих змін клімату використовуються різні сценарії. Для вирішення нашої задачі використано сценарій *A1B*, який реалізований в регіональній кліматичній моделі REMO, розроблений в Інституті метеорології ім. Макса Планка в Гамбурзі. Особливістю REMO є моделювання не лише річних режимів опадів та температури, але й вивчення між- та внутрішньосезонних характеристик, а також представлення цих змінних на основі функції густоти ймовірності в порівнянні зі спостереженнями [5].

Розглянемо результати оцінки зміни агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці за умов реалізації кліматичного сценарію зміни клімату *A1B*. За сценарними даними в умовах зміни клімату було встановлено, що температура повітря при проходженні осінньої вегетації підвищиться на 1-2 °C, а також збільшиться тривалість осінньо-зимового періоду в середньому на 30-40 днів. Внаслідок цього осіння вегетація озимої пшениці порівняно з середніми багаторічними даними буде проходити в значно пізніший термін, посів відбуватиметься у другій, третій декадах жовтня, що на 30-40 днів пізніше багаторічних термінів. Згідно середніх багаторічних даних дата сівби озимої пшениці в Дніпропетровській області 09.09 (14,3 °C), в Кіровоградській області 12.09 (14.9 °C), в Одеській області 21.09 (14.9 °C), в Миколаївській 16.09 (16.5 °C). За сценарними даними осіння веге-

тація озимої пшениці у вказаних областях за умов підвищеного на 1-1,2 °С температурного режиму сприятиме більш пізньому настанню наступних фаз розвитку озимої пшениці.

Таким чином, аналіз температурних умов показав суттєве збільшення теплозабезпеченості осіннього періоду вегетації посівів озимих в умовах реалізації зміни клімату за сценарієм *A1B*. Осінній період буде більш тривалим і теплим, за рахунок чого рослини отримують більш сприятливі умови для свого росту й розвитку.

Зміни погодних умов в разі реалізації сценарію *A1B* значно впливатимуть на характер формування рівня морозо- та зимостійкості рослин озимої пшениці. Встановлена чітка зворотна кореляція між вмістом розчинних вуглеводів у тканинах рослин і температурою повітря, та істотна позитивна — з рівнем освітленості. Відхилення від оптимальних строків сівби призведе до суттєвого зменшення вегетативної маси рослин, продуктивного кущіння, розвитку вторинної кореневої системи, що негативно відбиватиметься на формуванні зимостійкості рослин восени, стабільності їхньої зимівлі та потенційній урожайності.

Література

1. Бойко П. І. Проблеми екологічно зрівноважених сівозмін / П. І. Бойко, Н. П. Коваленко // Вісник аграрної науки. — 2003. — № 8. — С. 913.
3. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво. — Львів: НВФ Українські технології, 2008. — 624 с.
4. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: [монографія] / За ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового, Н. С. Лободи. — Одеса: ТЕС, 2015. — 606 с.
5. Польовий А. М., Божко Л. Ю. Довгострокові агрометеорологічні прогнози. — К.: КНТ, 2007. — 296 с.

*Польовий А. М.,
Костюкєвич Т. К., Бондар О. В.*

АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ КУКУРУДЗИ В КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Кукурудза — високоврожайна культура багатопланового використання. 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 [1].

За розмірами посівної площі вона 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 напрямку діяльності. Така ситуація в черговий раз підтверджує загальногосподарське та економічне значення цієї культури. На сьогоднішній день лідерами по обсягу виробництва кукурудзи в Україні є Полтавська, Кіровоградська, Дніпропетровська та Черкаська області (рис. 1) [2].

Врожайність кукурудзи в Україні росте рок від року. 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. Врожайність кукурудзи в Київській області вище ніж в Україні в цілому. Динаміка врожайності кукурудзи в Україні у порівнянні з врожайністю в Київській області представлено на рис. 2. Як бачимо з графіку, в останні роки відбувається стрімкий ріст врожайності кукурудзи. Якщо врожайність кукурудзи в 2000 році в середньому по Україні становила — 30,0 ц/га, а в Київській області — 43,0 ц/га, то в 2016 ці значення становлять вже 66,0 та 73,2 ц/га відповідно.

Завдяки інноваціям вітчизняні аграрії досягають успіху в отриманні високих показників вирощування кукурудзи. Потреба в кукурудзі та сфери її застосування не обмежуються лише харчовими цілями. Кукурудза стала однією з основних зернових культур, чії продукти переробки активно використовуються у промисловості, тваринництві та медицині [1]. Підраховано, що з кукурудзи виготовляють понад 300 різних виробів, значна частина яких, у свою чергу, є сировиною для виготовлення іншої продукції. Наприклад, з кукурудзяного сиропу виробляють каучук, фарби, різні антисептики, розчинники олії та ін. [3].

Кукурудза належить до родини злакових. Стебло у неї високе — від 1 до 4 м; від головного стебла відходять бокові па-

синки. У нижній частині стебла утворюється надземне опорне коріння, яке надає стійкості рослинам під час вітрів. Кукурудза — різностатева, однодомна рослина (жіночі і чоловічі квітки розміщені окремо, але на одній рослині). Плід кукурудзи — зернівка різного забарвлення — може бути білого, жовтого, фіолетового, червоного та інших кольорів.

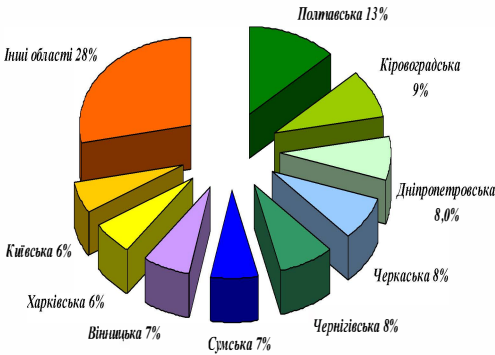


Рис. 1. Обсяг виробництва кукурудзи в Україні в розрізі областей станом на 2016 рік
Джерело: Побудовано автором на основі даних [2]

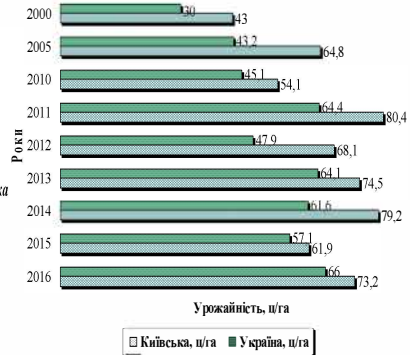


Рис. 2. Середня врожайність кукурудзи в Київській області у порівнянні з середньою врожайністю в Україні
Джерело: Побудовано автором на основі даних [2]

Кукурудза — теплолюбна рослина, її насіння починає проростати за температурою близько 7-8 °С. Однак за такої температури проростання йде дуже повільно, проростки загнивають, посіви зріджуються. Дружні сходи з'являються за температурою не нижче 10 °С. Ю. І.Чирковим встановлено, що за запасів продуктивної вологи більше 15 мм у шарі ґрунту 0-10 см і температурі 11-12 °С сходи кукурудзи з'являються через 20-25 днів, а за 18-22 °С — через 6-8 днів [4].

Перспективними є виведені селекціонерами біотиби кукурудзи, здатні проростати при температурі 5-6 °С. Сходи кукурудзи витримують температуру до мінус 3 °С, у фазі 2-3 листків до мінус 3-5 °С. Кукурудза краще витримує весняні заморозки, ніж ранні осінні (-2..3 °С), які пошкоджують зерно незрілих качанів і різко знижують його схожість і товарну якість. Більш вибагливі до тепла сорти і гібриди зубоподібної групи, менше — кременистої [3].

Кукурудза впродовж періоду вегетації потребують забезпечення вимог до умов навколишнього середовища і тільки гармонійне сполучення усіх необхідних факторів забезпечує оптимальний розвиток культури кукурудзи та формування високих та сталих врожаїв зерна.

Для комплексної оцінки впливу умов навколишнього середовища на сільське господарство використовують дві групи агрокліматичних показників — характеристики теплозабезпеченості та вологозабезпеченості вегетаційного періоду. Методів оцінки термічних умов існує багато. Так, Г. Т. Селянинов запропонував за кліматологічну ознаку початку вегетації холодостійких рослин брати дату стійкого переходу температури повітря через 5 °С, для середньо вимогливих до тепла культур — дату переходу температури повітря через 10 °С, а для теплолюбних — 15 °С. За кліматичну ознаку закінчення вегетаційного періоду він брав дати стійкого переходу температури повітря через 5, 10, 15 °С восени [5].

Враховуючи те, що кукурудза є теплолюбною культурою (біологічний мінімум становить 10 °С), то як основні кліматичні та агрокліматичні характеристики температурного режиму посіви кукурудзи нами були розглянуті дати стійкого переходу температури повітря через 10 °С навесні та восени, тривалість періоду з температурою повітря вище 10 °С та сума позитивних температур повітря за період з температурою 10 °С в Київській області по станціям (табл. 1).

Таблиця 1.

Характеристика термічного режиму в Київській області за період з температурами вище 10 °С в розрізі станцій

| Станція | Дата переходу повітря через 10 °С | | Тривалість періоду, дні | Сума температур вище 10 °С |
|-------------|-----------------------------------|-------|-------------------------|----------------------------|
| | весна | осінь | | |
| Тетерів | 21.04 | 3.10 | 165 | 1091 |
| Баришівка | 21.04 | 3.10 | 165 | 1092 |
| Яготин | 20.04 | 5.10 | 168 | 1169 |
| Біла Церква | 21.04 | 3.10 | 112 | 1117 |
| Миронівка | 19.04 | 6.10 | 170 | 1187 |
| По області | 20.04 | 4.10 | 167 | 1142 |

Джерело: Розрахунки проведені автором на основі даних [6]

Як видно з табл. 1 середні багаторічні дати переходу температури повітря через 10 °С навесні в Київській області

відмічаються 20 квітня та 4 жовтня восени. Тривалість періоду з сумами температур вище 10 °С становить 167 днів, сума температур вище 10 °С за цей період становить 1142 °С. Різниця в даті переходу температури повітря через 10 °С навесні по станціям становить лише один день, восени це 1-2 дні. Найменша тривалість періоду з сумами температур вище 10 °С спостерігається в районі станції Біла Церква — 112 днів, в найдовший період з сумами температур вище 10 °С спостерігається в районі станції Миронівка — 170 днів. Відповідно їй найбільша сума температур вище 10 °С за цей період спостерігається також в районі станції Миронівка — 1187 °С.

Рівень температури повітря визначає строки наступу чергових фаз розвитку кукурудзи. Так, розходження у тривалості періоду утворення листа між ранньостиглими і пізньостиглими сортами може досягати 20-30 днів. За умов підвищення температури до 20 °С і вище темпи розвитку рослин дещо уповільнюються. При середній добовій температурі вище 26-28 °С розвиток рослин не прискорюється [4].

Для нормального розвитку кукурудзи до викидання волоті є необхідною температура не нижче +20...23 °С. Якщо вона менш +12 °С, то ріст рослин припиняється, потім вони жовтіють та сильно уражуються хворобами. Однак, температура вище +30 °С також вважається несприятливою під час цвітіння [7].

Формування, наливання та досягання зерна кукурудзи можуть відбуватися при порівняно невисокій температурі повітря: середньодобовій — 11-12 °С і денній — 15 °С. Фази наливання зерна, молочно-воскової стиглості настають швидше при більш високих температурах. Значно збільшуються міжфазні періоди при температурі нижче 14 °С.

Сума біологічно активних температур, необхідна для дозрівання скоростиглих гібридів і сортів, становить 1800-2000 °С, середньо- і середньо ранньостиглих 2300-2600 °С, пізньостиглих 3000-3200 °С [3].

Після викидання волоті вплив сортових особливостей на швидкість розвитку кукурудзи проявляється менше, ніж у період листоутворення. У період після викидання волоті значно знижується кількість зерен у качані при підвищенні температури повітря вдень до 30-35 °С, низькій відносній вологості повітря і запасах продуктивної вологи менше 20-30 мм у півметровому шарі ґрунту [4].

Кукурудза дозріває пізно та неоднорідно. Крім того, початки розташовуються за різною висотою, а при запізнені рослини починають хилитися та полягати. Встановлено, що зерно в початку держиться міцно, а налиव його припиняється при вологості 40-35 % [7].

В Київській області кукурудзу сіють в першій декаді травня, найраніше сіють в районі станції Миронівка (1 травня), а найпізніше — в районі станції Баширівка (11 травня) (табл. 2). Ця динаміка простежується в подальшому настанні фаз розвитку кукурудзи. Пов'язано це з географічним розташуванням районів, так Миронівка є більш південною у порівнянні з іншими.

Таблиця 2.

Дати сівби та настання фаз розвитку кукурудзи в Київській області в розрізі станцій

| Станція | Сівба | Сходи | Викидання волоті | Цвітіння волоті | Цвітіння качана | Молочна стиглість |
|-------------|-------|-------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Тетерів | 08.05 | 23.05 | 25.07 | 31.07 | 05.08 | 14.08 |
| Баришівка | 11.05 | 24.05 | 18.07 | 26.07 | 30.07 | 13.08 |
| Яготин | 06.05 | 21.05 | 16.07 | 22.07 | 26.07 | 16.08 |
| Біла Церква | 07.05 | 20.05 | 13.07 | 21.07 | 23.07 | 09.08 |
| Миронівка | 01.05 | 14.05 | 10.07 | 18.07 | 20.07 | 07.08 |
| По області | 07.05 | 20.05 | 16.07 | 24.07 | 30.07 | 12.08 |

Джерело: Розрахунки проведені автором на основі даних [6]

На накопичення рослинної маси кукурудзи істотно впливає вологість ґрунту, водночас на швидкість розвитку рослин вона має слабкий вплив. Дефіцит вологи у критичний щодо вологи період починається у кукурудзи за 10 днів до викидання волоті і триває близько 30 днів, недостача вологи у цей період різко знижує урожай.

Оцінка вологозабезпеченості рослин за запасами вологи у ґрунті основана на співставленні запасів вологи в шарі розповсюдження коріння з волого потребою рослин. Це співставлення дає змогу встановити кількісну оцінку водних ресурсів будь-якої території. Запаси продуктивної вологи оцінюються відповідно до найменшої вологомісткості ґрунту. Значення запасів вологи під кукурудзою в метровому шарі ґрунту та їх процентне відношення до найменшої вологості в умовах Київської області представлено в табл. 3. Як бачимо, найкращі умови по запасам продуктивної вологи складаються в районі станції Миронівка (табл. 3). В цілому в Київській області складаються відповідні умови для отримання високих врожаїв кукурудзи.

Таблиця 3.

Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі ґрунту 0-100 см та в процентах від найменшої вологемності (% , НВ) під кукурудзою в Київській області

| Шар ґрунту, см | IV | | | V | | | VI | | | VII | | | VIII | | |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Тегерів | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-100 | 160 | 160 | 152 | 163 | 165 | 140 | 153 | 139 | 159 | 140 | 118 | 125 | | | |
| %, НВ | 76 | 76 | 72 | 77 | 78 | 66 | 72 | 66 | 75 | 66 | 56 | 59 | | | |
| Баришівка | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-100 | 156 | 155 | 157 | 145 | 134 | 123 | 139 | 129 | 138 | 104 | 96 | 74 | 67 | 60 | 66 |
| %, НВ | 71 | 70 | 71 | 66 | 61 | 55 | 63 | 58 | 62 | 47 | 44 | 33 | 31 | 27 | 30 |
| Яготин | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-100 | | 173 | 174 | 170 | 164 | 156 | 153 | 151 | 150 | 131 | 125 | 116 | 102 | 111 | 105 |
| %, НВ | | 83 | 83 | 82 | 78 | 75 | 73 | 72 | 72 | 63 | 60 | 56 | 49 | 53 | 50 |
| Біла Церква | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-100 | | 172 | 166 | 163 | 155 | 154 | 162 | 151 | 129 | 115 | 105 | 91 | 96 | | |
| %, НВ | | 86 | 83 | 82 | 77 | 77 | 81 | 75 | 65 | 58 | 52 | 45 | 48 | | |
| Миронівка | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-100 | 181 | 183 | 175 | 175 | 169 | 166 | 168 | 158 | 149 | 129 | 118 | 102 | 100 | 99 | 87 |
| %, НВ | 90 | 91 | 86 | 87 | 84 | 82 | 83 | 78 | 74 | 64 | 58 | 50 | 49 | 49 | 43 |

Джерело: Розрахунки проведені автором на основі даних [6]

Отримані результати дозволяють зробити наступні висновки:

1. Клімат Київської області помірно-континентальний, м'який, достатньо вологий з малосніжною, нестійкою, порівняно теплою зимою, літо тепле і помірно вологе, сума позитивних температур повітря є достатньою для вирощування пізньостиглих сортів кукурудзи та отриманні високих та сталих врожаїв;
2. Лімітуючим фактором для отримання високих врожаїв кукурудзи в природно-кліматичних умовах Київської області є дотримання сучасної технології вирощування високоврожайних гібридів і сортів кукурудзи, а це — дотримання строків сівби, використання високопродуктивних сільськогосподарських машин і знарядь, ефективних, екологічно доцільних, енерго- та ресурсозберігаючих технологій вирощування.

Література

1. Маслак О. Ринок кукурудзи врожаю 2016 року // Агробізнес сьогодні. — 2016. — № 21(340). [Електронний ресурс]. — Режим доступу: agro-business.com.ua.
2. Державна служба статистики України. Сайт Державного департаменту статистики України. Сільське господарство.

Рослинництво. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>

3. Зінченко О. В. Рослинництво: Підручник / За ред. О. І. Зінченка. — К.: Аграрна освіта, 2001. — 591 с.: іл.
4. Чирков Ю. И. Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы. — Л.: Гидрометеиздат, 1969. — 251 с.
5. Мищенко З. А. Агроклиматология. — К.: КНТ, 2009. — 512 с.
6. Агрокліматичний довідник по Київській області / За ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбиди, А. Л. Прокопенка. — Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький, 2010.
7. Растениеводство / Под ред. Г. С. Посыпанова. — М.: Колос, 2007. — 612 с.: ил.

*Польовий А. М.,
Костюкєвич Т. К., Альхов О. М.*

ДИНАМІКА ВРОЖАЙНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ НА ПРИКЛАДІ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Пшениця озима є найпоширенішою зерною культурою в Україні, вона основна зернова культура хлібів першої групи. Це найцінніша і найбільш розповсюджена зернова продовольча культура. Існують три цивілізації, які формувались на основі найважливіших трьох зернових культур — пшениці, рису, кукурудзи. Більше половини населення світу використовує на харч зерно пшениці.

Пшеничний хліб відрізняється неперевершеними смаковими якостями і за поживністю й перетравністю переважає хліб із борошна всіх інших зернових культур. У 100 г доброго пшеничного хліба міститься 240-260 ккал, а макаронів, манної крупи, різних видів печива — 350-360 ккал. В зерні пшениці 11-20 % білка, 62-74 % крохмалю, 2-3 % жиру, приблизно стільки ж клітковини й золи. Засвоюваність продуктів, вироблених із пшеничного борошна, 94-96 %. Відходи борошномельного виробництва — висівки, борошняний пил, а також солому і полуку використовують на корм худобі [1]. Пшениця озима також є хорошим раннім зеленим кормом, неї заготовляють також силос і сінаж.

Пшениця озима по своїх біологічних 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 пшениці ози-

мої вигідні господарствам тим, що частина посівних робіт переноситься на осінь, а прибирання починається раніше.

Отримання восени хороших і сильних сходів і збереження їх протягом зими — одна з найважливіших умов високого урожаю зерна пшениці озимої. Тому вибір попередника, підготовка ґрунту, терміни посіву, зимове снігозатримання і інші прийоми маю виключно важливе значення. Хороші попередники для пшениці озимої в посушливих районах — чисті пари, в районах достатнього зволоження — зайняті пари (люпин, вікоовсяна суміш, зернобобові культури і ін.), що добре обробляються і рано прибрані просапні (кукурудза на силос).

Пшениця озима широко вирощується в Україні із застосуванням сучасної інтенсивної технології. Суть останньої полягає в оптимізації умов вирощування пшениці озимої на всіх етапах росту й розвитку рослин. Вона передбачає: розміщення культури після кращих попередників; використання інтенсивних сортів; застосування добрив на заплановану врожайність; роздрібне внесення азотних добрив протягом весни за даними ґрунтової і рослинної діагностики; інтегровану систему захисту рослин від бур'янів, хвороб та шкідників; за потребою застосування регуляторів росту (ретардантів), сівбу із залишенням постійних технологічних колій; 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 [1].

Головними виробниками зерна пшениці, крім СНД, є Китай, США, Індія, Канада, Франція, Аргентина. У Європі і США переважають посіви пшениці озимої, в СНД і Канаді, через більш суворий клімат, — ярої. Хоч слід зазначити, що пшениця озима дедалі більше поширюється в ареалі висівання ярої.

В останні роки площі під пшеницею озимою в Україні збільшуються. Під урожай пшениці озимої 2015 і 2016 року в Україні, за даними Держкомстату, було засіяно 6670 і 6002 тисяч га відповідно, у порівнянні — в 2000 році це значення становило 4888 тисяч га [2]. Відповідно, й валовий збір також істотно збільшився — в 2015 і 2016 роках в Україні, за даними Держкомстату, валовий збір становив 25937 та 25321 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 2015 і 2016 року в

Україні становив 38,9 і 42,2 ц/га відповідно, у порівнянні — в 2000 році це значення становило 20,0 ц/га (рис. 1).

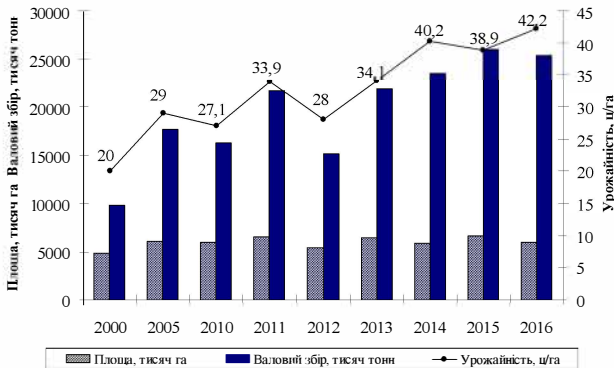


Рис. 1. Динаміка виробництва пшениці озимої в Україні

Джерело: побудовано автором на основі даних [2]

Найбільші врожаї пшениці озимої отримують в Лісостепу України. Так, станом на 2015 рік врожайність пшениці озимої в Хмельницькій області становила 56,3 ц/га — це найбільше значення по Україні, трохи менш в Черкаській та Тернопільській областях — 50,6 та 50,3 ц/га відповідно (рис. 2). Найменший врожай пшениці озимої в Лісостепу в 2015 році отримано в Харківській області — 39,6 ц/га.

Найбільші площі під урожай пшениці озимої 2015 року в Лісостепу було засіяно в Вінницькій області — 364,6 тисяч га, що становить 5,5 % від загальної площі під озимом пшеницею в Україні (рис. 2). Найменші площі було засіяно в Львівській області — 155,3 тисяч га, що становить 2,3 % від загальної площі під озимом пшеницею в Україні.

Значення врожаю пшениці озимої коливаються рік від року — чим вище середня врожайність, тим більше коливання [3]. Для отримання планованих урожаїв поряд з детальною оцінкою агрокліматичних ресурсів необхідно вивчення часової мінливості врожаю.

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 [4] про можливість розкладання тимчасового ряду врожай-

ності будь якої культури на дві складові: стаціонарну і випадкову — метод гармонічних зважувань.

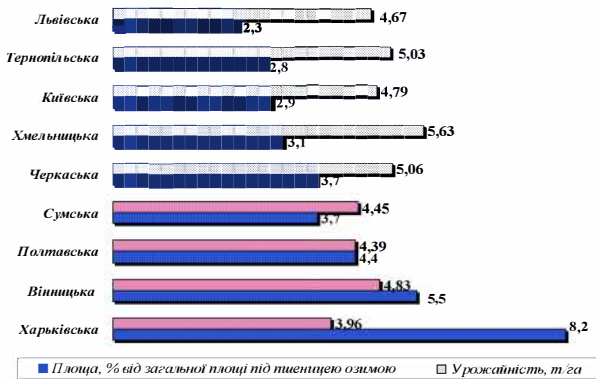


Рис. 2. Врожайність зерна пшениці озимого в Лісостепу України та площі під цією культурою в розрізі областей станом на 2015 рік

Джерело: Побудовано автором на основі даних [2]

Вперше цей метод запропонував З. Хельвіг [5]. Пізніше метод гармонічних зважувань отримав подальший розвиток в дослідженнях А. Н. Польового [3] та інших вчених. Сутність методу гармонічних зважувань полягає в тому, що значення змінного ряду зважуються так, щоб більш пізні спостереження мали більші ваги, тобто вплив більш пізніх спостережень має сильніший відбиватися на тенденції врожайності, ніж вплив більш ранніх.

Запропонований алгоритм описує метод розрахунку точок динамічної складової часового ряду врожайності по методу гармонічних зважувань, а також дозволяє по тенденції часового ряду прогнозувати її величину на найближчі 1-2 роки [6]. Тому для виявлення впливу погоди і клімату на урожайність останню виражають у відхиленнях від тренда, тобто від лінії усередненої в часі урожайності.

Для оцінки об'єктивності обраної лінії тренда потрібна перевірка на випадковість і стаціонарність ряду відхилення від тренду. Для перевірки основної гіпотези (зміна випадкової величини не пов'язане зі зміною часу) скористаємося критерієм серій, заснованим на медіані вибірки [4]. Для того, щоб вихідний ряд представляв випадкову вибірку, протяжність найдовшою серії (послідовність плюсів чи мінусів, отриманих шляхом зіставлен-

ня кожного члена ряду з медіаною) не повинна бути занадто великою, а загальне число серій — надто малим. Вибірка визнається випадковою, якщо виконуються наступні нерівності (для 5% -го рівня значущості):

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

Щоб одержати ліві частини нерівностей (1) з відхилень від тренда $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$, ми створили варіаційний ряд, $\varepsilon^{(1)}, \varepsilon^{(2)}, \dots, \varepsilon^{(n)}$, де $\varepsilon^{(1)}$ — найменше зі всіх відхилень, а ε_{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 -е спостереження в початковому ряді перевершує медіану, і знак мінус, якщо воно менше за медіану. Якщо i -е спостереження рівне медіані, воно знижується. Потім підраховуємо протяжність найдовшої серії $K_m(n)$ і загальне число серій $v(n)$. Порівняння лівих і правих частин нерівностей показало, що обидві нерівності справедливі. В результаті приймається гіпотеза про випадковий характер відхилень рівнів тимчасового ряду урожайності від тренда.

За допомогою методу гармонічних зважувань було отримано згладжування часового ряду врожайності зерна пшениці озимої за 20 років — з 1997 по 2016 роки. Була виділена тенденція врожайності, проведена оцінка правильності вибору виду тренда і перевірка гіпотези про те, що випадкова компонента являє собою стаціонарний випадковий процес. Динаміка і лінія тренду представлені на рис. 3.

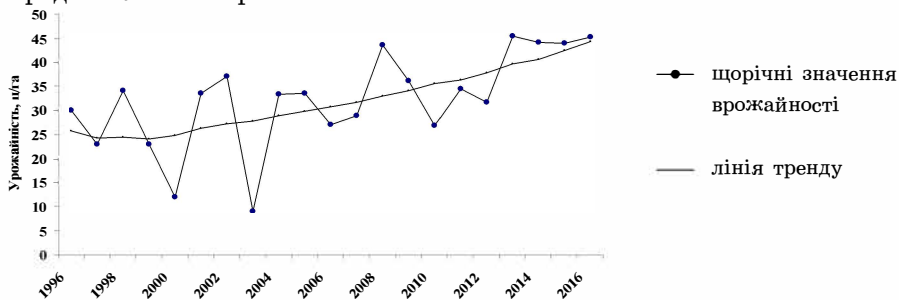


Рис. 3. Динаміка врожайності зерна пшениці озимої та лінія тренду в Полтавській області

У Полтавській області лінія тренду носить плавний характер, що свідчить про незначні зміни рівня врожайності за 20-річний період. Так, при середній багаторічній врожайності 32,2 ц/га, на початку досліджуваного періоду врожай під впливом культури землеробства становив 25,8 ц/га (1996 рік), а наприкінці досліджуваного періоду — 45,1 ц/га. Але під час вказаного періоду спостерігались значні коливання врожайності зерна пшениці озимої під впливом метеорологічних умов. Так, в 2003 році врожайність становила 45,1 ц/га, а в роки з несприятливими погодними умовами спостерігалось зниження врожаю до 9,1 та 12 ц/га (2003 та 2000 роки).

Для визначення у чистому вигляді впливу погодних умов окремих років на формування врожайності зерна пшениці озимої побудовано графік відхилення врожайності пшениці озимої від лінії тренда (рис. 4) в Полтавській області. Незважаючи на підвищення культури землеробства, залежність врожаю від кліматичних умов залишається значною.

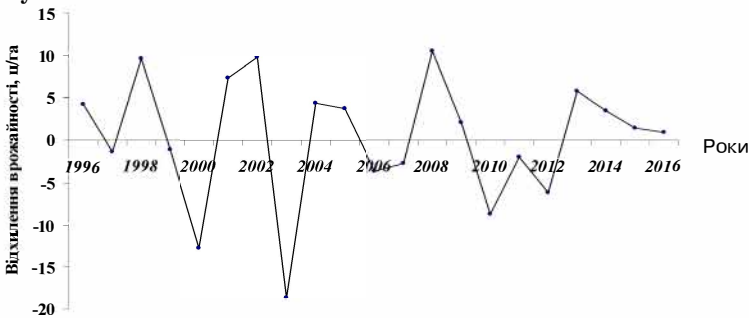


Рис. 4. Динаміка відхилення врожайності зерна пшениці озимої від лінії тренду в Полтавській області

З розглянутого періоду в дванадцять років відхилення врожайності мали додатні відхилення, значення яких становило 10,7 ц/га в 2008 році, 0,9 в 2016 році. Негативні відхилення мали місце в дев'яти роках та становили в 2000 році — 12,7 ц/га, а в 2003 році — 1,3 ц/га.

Отримані результати дозволяють зробити висновки, що не зважаючи на підвищення культури землеробства, середні врожаї зерна пшениці озимої залишаються низькими та не відповідають біологічним можливостям сучасних сортів. Вплив погодних умов на формування врожаю зерна пшениці озимої залишається знач-

ним нам протязі всього досліджуваного періоду та має вплив на отримання високих та сталих врожаїв.

Література

1. Рослинництво: Підручник / За ред. О. І. Зінченка. — К.: Аграрна освіта, 2001. — 591 с.: іл.
2. Державна служба статистики України. Сайт Державного департаменту статистики України. Сільське господарство. Рослинництво. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
3. Полевой А. Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. — Л.: Гидрометеоиздат, 1988. — 319 с.
4. Обухов В. М. Урожайность и метеорологические факторы. — М.: Госпланиздат, 1949. — 318 с.
5. Helwig Z. Schmat budowy prognozy statuczney metoda was harmoniczných / Z. Helwig // Przegląd statystyczny. — 1967. — R. 14. — № 2. — S. 133-153.
6. Уланова Е. С. Методы статистического анализа в агрометеорологии / Е. С. Уланова, О. Д. Сиротенко. — Л.: Гидрометиздат, 1968. — 198 с.

Борщевська Д. О.

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ УРОЖАЙНОСТІ КУКУРУДЗИ В СУМСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Були розраховані лінії трендів урожаїв методом гармонійних зважувань, визначені відхилення урожайності від лінії тренда та проаналізована динаміка тенденції урожайності на території дослідження.

Ключові слова: кукурудза, лінія тренда, метод гармонічних зважувань, урожайність, відхилення, аналіз, динаміка.

Вступ. У сучасних умовах при вирішенні задачі раціонального розміщення культур вже недостатньо визначення лише ареалів можливого їх вирощування. Необхідною є отримана на основі інформації про клімат оцінка економічної доцільності вирощування тієї чи іншої культури. Треба цілком обґрунтовано віддавати перевагу одним культурам за рахунок скорочення посівних площ під іншими в конкретному регіоні. Успішне вирішення цих та інших прикладних задач тісно пов'язане з необхідністю розробки нових агрокліматичних показників і вдосконалення методів агрокліматичного районування сільськогосподарських культур.

Багатьма дослідженнями підтверджується, що кращим інтегральним показником ступеня сприятливості ґрунтово-кліматичних умов тієї чи іншої території для вирощування культурних рослин є їх врожайність. Вперше

П. І. Колосков запропонував використовувати врожайність польових культур як найважливіший агрокліматичний показник. Їм спільно з В. А. Смирновою та А. Т. Никифоровою було виконано агрокліматичне районування території колишнього СРСР за врожайністю одинадцяти зернових культур. Для вирішення цієї задачі були використані дані держсортодільниць та агрометеорологічних станцій за 50-60-ті роки минулого сторіччя [1].

Географічні особливості в розподілі врожаїв польових культур були розглянуті в тісному взаємозв'язку із зональною мінливістю показників тепла (сумами середньодобових температур повітря вище 5, 10 °С) і вологи (сумами опадів і коефіцієнтом зволоження). Було встановлено, що продуктивність культурних рослин зменшується в напрямку з північного заходу на південь і південний схід по мірі зростання сухості клімату.

Визначаючи корисність та інформативність інтегрального показника ступеня сприяння клімату у вигляді врожайності, необхідно зазначити наступне. На абсолютну величину врожайності тієї чи іншої культури впливають не тільки кліматичні умови. Визначальним чинником є й культура землеробства, яка залежить, у свою чергу, від рівня селекційної роботи, енергозабезпеченості сільського господарства, вдосконалення агротехнічних прийомів (забезпеченості добривами, меліоративних заходів).

Кукурудза є однією з найбільш високопродуктивних злакових культур універсального призначення, яку вирощують для продовольчого, кормового і технічного використання.

В Україні основні площі посіву кукурудзи на зерно розміщують в Степу та Лісостепу, на силос і зелений корм — в усіх зонах. Оптимальна площа посіву кукурудзи на зерно і силос в Україні є в межах 3 млн. га. Урожайність кукурудзи на силос досягає 600-700 ц/га.

В ході роботи був проведений аналіз динаміки урожаїв кукурудзи у лісостеповій зоні України на прикладі Сумської області.

При вирішенні практичних питань часто виникає необхідність роздільної оцінки ступеня впливу на урожайність як рівня культури землеробства, так і умов погоди.

Продуктивність сільськогосподарських культур залежить від відповідності кліматичних ресурсів біологічними особливостями та агротехніці вирощування культури. Тобто урожайність є інтегральним показником, який висвітлює вплив всього комплексу умов сільськогосподарського виробництва.

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

Метод гармонійних зважувань вперше був запропонований З. Хельвігом. Пізніше цей метод набув подальшого розвитку у дослідженнях А. А. Френкеля, А. М. Польового та інших. Основна ідея методу гармонійних зважувань (МГЗ) полягає в тому, що в результаті зважування певним чином окремих спостережень часового ряду, більш пізнім спостереженням часового ряду надаються більші ваги. При використанні МГЗ як деяке наближення істинного $f(t)$ тимчасового ряду урожайності сільськогосподарських культур береться ламана лінія U_t ($t = 1, 2, 3, \dots, n$), що згладжує задане число точок тимчасового ряду U_t [2].

Аналіз результатів розрахунків. Із застосуванням методу гармонійних зважувань автором було проаналізовано часові ряди урожайності кукурудзи в Сумській області, побудована лінія тренду та розраховані відхилення урожайності від лінії тренду. Для аналізу використовувалися багаторічні середньообласні дані по урожайності кукурудзи в Сумській області за період з 1999 по 2015 роки. Результати цієї роботи представлені на рис. 1 та 2. На рисунках плавна лінія характеризує тренд врожайності, а ламана лінія — щорічні коливання врожайності за рахунок різних факторів, основу яких становить клімат.

Аналіз середньообласної урожайності кукурудзи в Сумській області (рис. 1) свідчить, що протягом 17 досліджуваних років урожайність коливалася у дуже широких межах. Наприклад, з 1999 до 2015 року відбувалось поступове прямолінійне збільшення трендової компоненти, що свідчить про підвищення рівня культури землеробства за цей період. Так, на початку періоду дослідження урожайність за трендом складала 23,2 ц/га, а до 2015 року зросла до 80 ц/га, тобто більш ніж на 60%.

Середня за роки досліджень урожайність склала 45,6 ц/га. Тенденція урожайності, визначена за допомогою методу гармонійних вагів, додатна і складає 3 ц/га.



Рис. 1. Динаміка урожайності зерна кукурудзи та лінія тренду в Сумській області

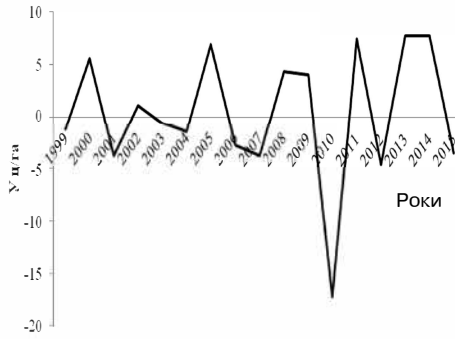


Рис. 2. Відхилення урожайності зерна кукурудзи від лінії тренду в Сумській обл.

За досліджуваний період спостерігається зростання трендової компоненти, що свідчить про суттєве підвищення рівня культури землеробства за період дослідження. Найбільш активно це зростання відбувається протягом останніх п'яти років. Наприклад, лише в 2013, 2014 та 2015 урожайність піднялась вище 70 ц/га. У 1999, 2001 рр. було зібрано найменші урожаї — 22 та 24 ц/га відповідно. У 2014 та 2015 рр. спостерігалися найвищі урожаї — 82,1 та 76,6 ц/га відповідно. Тобто, за останні 5 років відбувається такий же за величиною ріст урожайності, як і протягом попередніх десяти років (з 1999 по 2009 рр. урожайність за трендом виросла з 23,2 до 48,5 ц/га).

Для виявлення в чистому виді впливу погодних умов окремих років на формування врожаю кукурудзи в Сумській області, розглянемо відхилення фактичних урожаїв від лінії тренду (рис. 2). Найбільш несприятливими для вирощування кукурудзи був 2010 рік, саме у цей рік спостерігалось найбільш від'ємне відхилення від лінії тренду (-17,2 ц/га). Це свідчить про несприятливі погодні умови, що склалися протягом цього року. У роки ж з додатними відхиленнями від лінії тренду збільшення врожаю отримувалося за рахунок сприятливих погодних умов. Найбільш сприятливим для вирощування кукурудзи в Сумській області був 2013 та 2014 рр., коли додатне відхилення від лінії тренду склало 7,7 ц/га.

Як можна бачити з рис. 2, також великі прирости урожаю за рахунок сприятливих погодних умов було отримано у 2005 р. — 6,9 ц/га, у 2000 р. — 5,6 ц/га та у 2011 р. — 7,4 ц/га.

З аналізу урожайності кукурудзи по Сумській області можна зробити висновок, що спостерігається деяка її часова мінливість. Тому необхідна детальна оцінка агрокліматичних ресурсів у поєднанні з раціональним розміщенням існуючих сортів і науковим обґрунтуванням отримання урожаїв більш високого рівня.

Таким чином, можна зробити висновок, що залежність урожаю кукурудзи в Сумській області від кліматичних умов є значною, хоча відбувається суттєвий ріст культури землеробства, особливо, протягом останніх п'яти років.

Література

1. Полевой А. Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. — Л.: Гидрометеиздат, 1983. — 175 с.
2. Український гідрометеорологічний журнал. — 2011, № 8. — 252 с.

Анализ динамики урожайности кукурузы в Сумской области

Борщевська Д. О.

Были рассчитаны линии трендов урожаев методом гармонических взвешиваний, определены отклонения урожайности от линии тренда и проанализирована динамика тенденции урожайности на территории исследования.

Ключевые слова: кукуруза, линия тренда, метод гармонических взвешиваний, урожайность, отклонения, анализ, динамика.

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF THE YIELD OF CORN IN SUMY OBLAST

Trends were calculated using the method of line harmonic harvests weights defined by the deviation of the productivity of the line pattern and analyzed the dynamics of trends in yield on-site research.

Key words: corn, trendline, the method of harmonious weights, yield, variance analysis, dynamics.

Єрмоленко К. В., , Костюкевич Т. К.

ВПЛИВ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ ВЕСНЯНО-ЛІТНЬОГО ПЕРІОДУ ВЕГЕТАЦІЇ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОГО ЖИТА В ЧЕРНІГІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

У країнах Європи озиме жито є однією з найбільш поширених зернових культур. Його вирощують на значних площах і широко застосовують як у харчовій промисловості, так і у фармацевтичній, технічній та інших галузях економіки. Серед зернових культур, вирощуваних в нашій країні, особливе значення

озимого жита обумовлено в першу чергу поєднанням таких двох важливих біологічних якостей — зимостійкістю і невисокою вимогливістю до умов зростання [1].

Жито знаходить різне застосування. У вигляді борошна воно використовується для випічки хліба. У зерні жита містяться повноцінні білки, вуглеводи, жири, дуже цінні незамінні амінокислоти, а також вітаміни і інші елементи, дуже важливі для життєдіяльності людини. Житній хліб смачний і ароматний.

Останнім часом в Україні спостерігалася тенденція скорочення посівних площ цієї культури у зв'язку з розширенням площ пшениці та інших, більш рентабельних культур. На сьогоднішній день лідерами по вирощуванню жита в Україні є Житомирська, Волинська, Чернігівська та Рівненська області. Динаміка врожайності озимого жита в Чернігівській області, а також площа та валовий збір представлено на рис 1.

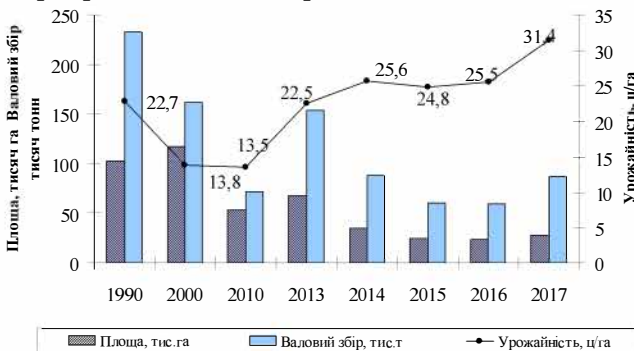


Рис. 1. Динаміка виробництва жита в Чернігівській області (дані Державної статичної служби України, 2017 рік)

Як бачимо, в останні роки відбувається стрімкий ріст врожайності жита. Якщо врожайність жита в 2000 році в середньому по області становила 13,8 ц/га, в 2010 році — 13,5 ц/га, то в 2016 та 2017 роках ці значення становлять вже 25,5 та 31,4 ц/га відповідно. Що свідчить про тенденцію росту врожайності жита. Під урожай жита 2016 та 2017 року в Чернігівській області було засіяно 23,6 і 27,6 тис. га відповідно (рис. 1). Валовий збір в останні роки значно менш, ніж в 2000-х роках лише 60-80 тисяч тонн, хоча врожайність жита в останні роки зросла [2].

Для аналізу впливу агрометеорологічних умов весняно-літнього періоду вегетації на формування врожайності озимого жита

в Чернігівській області були опрацьовані спостереження з 1992 по 2013 рік. Аналіз умов проводився за міжфазними періодами і сполученими метеорологічним та агрометеорологічними даними, які відповідають цим періодам. Вплив термічного фактора аналізувалося шляхом осереднення температури повітря за період і сумами активних і ефективних температур. Умови зволоження аналізувалися за сумою опадів і запасами продуктивної вологи в шарі — 100 см.

Весняно-літній період вегетації рослин озимого жита характеризується, в основному, формуванням генеративних органів. У цей період ріст, розвиток та продуктивність його залежать від ряду агрометеорологічних факторів: температури повітря, запасів продуктивної вологи в ґрунті, опадів, сонячної радіації, вологості повітря, вітру, різних атмосферних явищ (туману, роси) та інші. Чотири перших вважають основними, інші лише в деяких випадках суттєво впливають на формування врожаю.

Під час розвитку рослини озимого жита проходять послідовно ряд між фазних періодів. Наступ та тривалість кожного з них залежить від комплексу агрометеорологічних умов.

В весняно-літній період у озимого жита спостерігаються наступні фази розвитку: поновлення вегетації, кущення, вихід в трубку, поява нижнього стеблового вузла над поверхнею ґрунту, цвітіння, колосіння, молочна стиглість, воскова стиглість, повна стиглість [3]. Порушення зимнього спокою озимого жита починається з переходу температури повітря через 0 °С після сходу снігового покриву, поновлення вегетації — після переходу температури через 5 °С.

За досліджувані роки середня багаторічна дата відновлення вегетації в Чернігівській області припадає на 25 березня (табл. 1). Тривалість періоду відновлення вегетації — поява нижнього вузла соломини в середньому становить 27 днів (табл. 2), в окремі роки може скоротитися до 12 днів, або, навпаки, збільшитися до 40 днів. Середня температура за період становила 6,9 °С. Знижені температури повітря навесні (5...8 °С) затримують появу нижнього вузла соломини на 8-10 днів [4].

Сума активних температур за період відновлення вегетації - поява нижнього вузла соломини в середньому становить 266 °С. Сума ефективних температур за період становила 131 °С. Запаси продуктивної вологи в шарі 0-100 см під час відновлення вегетації становили 166 мм (102 % НВ). Основним джерелом

вологи в цей період є зимові опади. У середньому за період відновлення вегетації - поява нижнього вузла соломини сума опадів становить 52 мм.

Таблиця 1.

Дати настання фаз розвитку озимого жита в весняно-літній період в Чернігівській області

| Фази розвитку | Відновлення вегетації | Нижній вузол соломини | Колосіння | Цвітіння | Воскова стиглість |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------|-----------|-------------------|
| Середні | 25 березня | 3 травня | 25 травня | 2 червня | 8 липня |
| Найбільш рання | 26 лютого | 16 квітня | 12 травня | 25 травня | 24 червня |
| Найбільш пізня | 12 квітня | 18 травня | 2 червня | 14 червня | 24 липня |

Таблиця 2.

Агrometeorологічні умови вирощування озимого жита в весняно-літній період в районі станції Остер Чернігівської області

| Фази розвитку | N, дні | $\Sigma T_{\text{акт}}, ^\circ\text{C}$ | $\Sigma T_{\text{еф}}, ^\circ\text{C}$ | $T_{\text{сер}}, ^\circ\text{C}$ | R, мм | $W_{0-100}, \text{мм}$ | НВ, % |
|---|--------|---|--|----------------------------------|-------|------------------------|-------|
| Відновлення вегетації - нижній вузол соломини | | | | | | | |
| Середнє | 27 | 266 | 131 | 10,6 | 52 | 166 | 102 |
| Найменше | 12 | 136 | 69 | 6,9 | 11 | 115 | 71 |
| Найбільше | 40 | 377 | 287 | 11,5 | 94 | 208 | 126 |
| Нижній вузол соломини - колосіння | | | | | | | |
| Середнє | 19 | 259 | 163 | 14,2 | 34 | 136 | 89 |
| Найменше | 10 | 178 | 69 | 20,9 | 2 | 89 | 55 |
| Найбільше | 30 | 389 | 239 | 7,9 | 96 | 194 | 117 |
| Колосіння - цвітіння | | | | | | | |
| Середнє | 11 | 183 | 127 | 16,7 | 23 | 113 | 68 |
| Найменше | 6 | 114 | 69 | 14,1 | 0 | 70 | 48 |
| Найбільше | 15 | 260 | 195 | 20,4 | 56 | 161 | 96 |
| Цвітіння - воскова стиглість | | | | | | | |
| Середнє | 35 | 654 | 477 | 18,6 | 108 | 106 | 65 |
| Найменше | 28 | 504 | 364 | 15,6 | 22 | 45 | 32 |
| Найбільше | 51 | 714 | 514 | 22,2 | 188 | 169 | 103 |
| Відновлення вегетації - воскова стиглість | | | | | | | |
| Середнє | 93 | 1361 | 897 | 15,9 | 217 | 141 | 85 |
| Найменше | 78 | 1214 | 836 | 13,2 | 99 | 87 | 58 |
| Найбільше | 117 | 1527 | 1062 | 18,8 | 346 | 178 | 106 |

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 °С та достатнє зволоження ґрунту. Цей період вважається критичним по відношенню до вологи [4; 5], велике значення мають запаси продуктивної вологи.

Середня дата появи нижнього вузла соломини припадає на 3 травня (табл. 1), колосіння — 22 травня. Тривалість періоду поява нижнього вузла соломини — колосіння в середньому становить 19 днів (табл. 2), в окремі роки може скоротитися до 10 днів, або, навпаки, збільшитися до 30 днів.

Настання фази колосіння в районі станції Остер відбувається при накопиченні суми ефективних температур рівної в середньому 163 °С. Середньодобова температура складає 14,2 °С, в окремі роки може становити близько 20,9 °С. Запаси продуктивної вологи в шарі 0-100 см складають в середньому 136 мм (86 % НВ). У середньому за період поява нижнього вузла соломини - колосіння сума опадів становить 34 мм, в окремі роки може становити близько 96 мм.

У період цвітіння зростає потреба рослин до тепла. Похмура та дощова погода в цей час призводить до неповного запилення квіток. Для періоду колосіння - цвітіння необхідна сума ефективних температур становить 144 °С [4]. В нашому випадку середня сума ефективних температур за цей період становить 127 °С. Середня дата цвітіння припадає на 2 червня (табл. 2). Тривалість періоду колосіння - цвітіння в середньому становить 11 днів (табл. 2). Середньодобова температура складає 16,7 °С й не опускається нижче 14,1 °С. Запаси продуктивної вологи в шарі 0-100 см в середньому становлять 113 мм (68 % НВ). В середньому за період колосіння - цвітіння сума опадів становить 23 мм, в окремі роки може становити 56 мм.

Після цвітіння жита починається формування зернівки (X етап органогенезу), яке продовжується до наступу фази молочної стиглості. Далі йде дозрівання зернівки, перехід поживних речовин у запасні (XII етап органогенезу) наступають фази воскової та повної стиглості. Період від цвітіння до воскової стиглості вважається критичним по відношенню до тепла [5].

За досліджувані роки середня дата воскової стиглості припадає на 8 липня (табл. 2). Тривалість періоду цвітіння - воскова

стиглість в середньому становить 35 днів (табл. 2), в окремі роки може скоротитися до 28 днів, або, навпаки, збільшитися до 51 днів. Середня температура за цей період складає 18,6 °С. Сума активних температур в середньому становить 654 °С. Сума ефективних температур — 477 °С. Запаси продуктивної вологи в шарі 0-100 см становлять 106 мм (65% НВ). У середньому за період цвітіння - воскова стиглість сума опадів становить 108 мм.

Чернігівська область належить до достатньо зволоженої та помірно теплої агрокліматичної зони. В цілому в Чернігівській області складаються відповідні умови для вирощування озимого жита. За період відновлення вегетації - воскова стиглість сума активних температур в середньому становить 1361 °С. Сума ефективних температур — 897 °С. Запаси продуктивної вологи в шарі 0-100 см в середньому становлять 141 мм (85% НВ). В середньому за період сума опадів становить 217 мм. Середня температура становить 15,9 °С.

Отримання високих та сталих врожаїв є головним питанням в сільському господарстві. В роботі було досліджено зв'язок врожайності з агрометеорологічними умовами росту, розвитку та продуктивність озимого жита в Чернігівській області. До аналізу були включені: середні значення температури та дефіциту насичення повітря, запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-100 см, суми опадів за міжфазні періоди відновлення вегетації - поява нижнього вузла соломини, поява нижнього вузла соломини - колосіння, колосіння - воскова стиглість, за період поновлення вегетації - воскова стиглість та за вегетаційний період в цілому.

Тіснота зв'язку між врожайністю озимого жита та агрометеорологічними умовами всього вегетаційного періоду наведена в табл. 3. Кореляційний аналіз впливу агрометеорологічних умов вегетаційного періоду на врожайність озимого жита показав, що з розглянутого комплексу агрометеорологічних факторів на врожайність найбільший вплив мають: в період відновлення вегетації - поява нижнього вузла соломини тривалість періоду ($R = 0,60$), в період поява нижнього вузла соломини - колосіння середня температура за період ($R = 0,68$), в період цвітіння - воскова стиглість це середня температура за період ($R = -0,67$) та сума опадів ($R = -0,62$).

Розглянемо більш детально ці залежності. Залежність врожайності озимого жита ($У$, ц/га) від середньої температури по-

вітря (t , °C) за період поява нижнього вузла соломини - колосіння в Чернігівській області представлена на рис. 2. Рівняння залежності має вигляд:

$$Y = 1,6374 \cdot x - 5,3889, \quad R = 0,68$$

Таблиця 3.

Тіснота зв'язку між врожайністю озимого жита та агрометеорологічними умовами періоду його вегетації

| N | t | T | T* | R | d | W ₀₋₁₀₀ |
|---|-------|-------|-------|-------|------|--------------------|
| Відновлення вегетації - поява нижнього вузла соломини | | | | | | |
| 0,60 | -0,08 | 0,16 | 0,14 | 0,22 | 0,11 | -0,09 |
| Поява нижнього вузла соломини - колосіння | | | | | | |
| -0,28 | 0,68 | -0,40 | -0,12 | -0,28 | 0,29 | -0,34 |
| Колосіння - цвітіння | | | | | | |
| 0,18 | -0,38 | -0,19 | -0,18 | -0,29 | 0,11 | -0,40 |
| Цвітіння - воскова стиглість | | | | | | |
| 0,33 | -0,67 | 0,21 | 0,04 | -0,62 | - | -0,17 |
| Відновлення вегетації - воскова стиглість | | | | | | |
| 0,24 | -0,17 | 0,16 | -0,21 | -0,07 | 0,14 | -0,05 |
| Додаткові показники | | | | | | |
| U | U | U | U | U | U | U |
| 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 |

Примітка: N — число днів у розрахунковому періоді; t — середня температура повітря, °C; T — сума активних температур, °C; T* — сума ефективних температур, °C; R — сума опадів, мм; d — середній дефіцит насичення повітря, мб; W₀₋₁₀₀ — середні запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-100 см, мм; U — кількість рослин станом на припинення вегетації; U* — кількість стебел на 1 м² станом через 10 днів після відновлення вегетації; U** — кількість стебел в фазу колосіння.

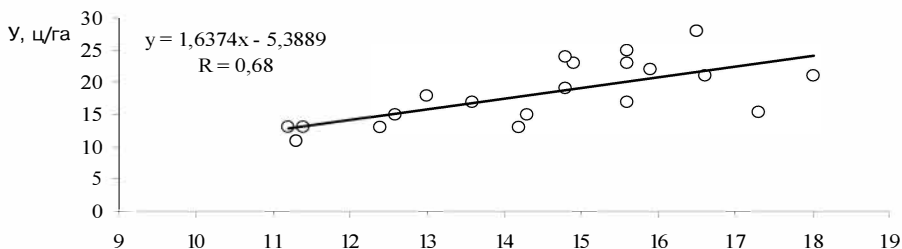


Рис. 2. Залежність врожайності озимого жита (Y , ц/га) від середньої температури повітря (t , °C) за період поява нижнього вузла соломини — колосіння в Чернігівській області

З графіка (рис. 2) видно, що для отримання високих врожаїв в Чернігівській області значення середньої температури повітря повинно становити близько 15-17 °С.

Залежність врожайності (Y , ц/га) озимого жита від суми опадів ($\sum R$, мм) за період цвітіння - воскова стиглість представлена на рис. 3. Рівняння залежності має вигляд:

$$Y = -0,0678 \cdot x + 25,925, \quad R = -0,62$$

Зв'язок зворотній. З графіка (рис. 3) видно, що велика кількість опадів в період формування зернівки призводить до зниження врожаю озимого жита в Чернігівській області.

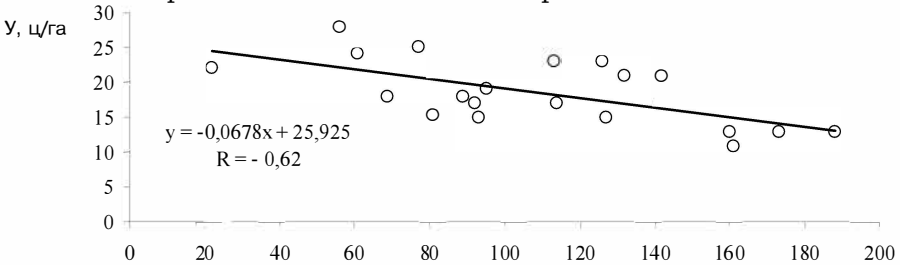


Рис. 3. Залежність врожайності озимого жита (Y , ц/га) від суми опадів ($\sum R$, мм) за період цвітіння - воскова стиглість в Чернігівській області

Залежність врожайності озимого жита (Y , ц/га) від середньої температури повітря (t , °С) за період цвітіння - воскова стиглість в Чернігівській області представлена на рис. 4. Рівняння залежності має вигляд:

$$Y = -2,3551 \cdot x + 62,039, \quad R = -0,67$$

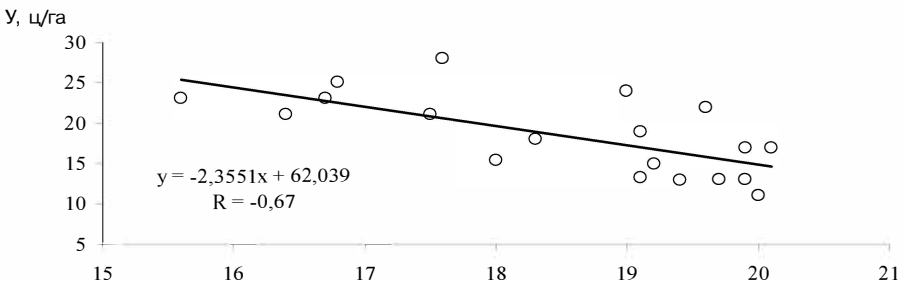


Рис. 4. Залежність врожайності озимого жита (Y , ц/га) від середньої температури повітря (t , °С) за період цвітіння - воскова стиглість в Чернігівській області

Зв'язок зворотній. З графіка (рис. 4) видно, що збільшення середньої температури повітря в період цвітіння - воскова стиглість призводить до зниження врожайності. Період від цвітіння до воскової стиглості вважається критичним по відношенню до тепла. Після цвітіння починається формування зернівки — високі температури в цей період призводять до щуплості зерна.

Високі значення парних коефіцієнтів кореляції врожаю з окремими показниками дає можливість розрахувати рівняння регресії врожаю з цими показниками [7]. Для періоду відновлення вегетації — поява нижнього вузла соломини рівняння має вид:

$$V = -0,20 \cdot t + 0,052 \cdot R + 0,617 \cdot U - 12,5 ,$$

$$R = 0,58 \pm 0,008 , \quad S_y = 0,17$$

де t — середня температура повітря за період відновлення вегетації - поява нижнього вузла соломини, $^{\circ}\text{C}$; R — сума опадів за період відновлення вегетації - вихід в трубку, мм; U — кількості стебел на 1 м^2 станом через 10 днів після відновлення вегетації; S_y — середня квадратична похибка рівняння регресії.

В результаті статистичної обробки матеріалів спостережень за станом посівів озимого жита та агрометеорологічними умовами в Чернігівській області було досліджено зв'язок врожайності з агрометеорологічними умовами росту, розвитку та продуктивністю озимого жита.

Спостерігається чітка залежність врожайів озимого жита з значенням середньої температури за період поява нижнього вузла соломини — колосіння, а також з середньою температурою та сумами опадів за період цвітіння — воскова стиглість.

Отримане багатofакторне рівняння з високим коефіцієнтом регресії дає можливість рекомендувати його для складання прогнозу середнього по області врожаю озимого жита.

Література

1. Авраменко С. Новітні аспекти вирощування жита озимого / С. Авраменко, М. Цехмейструк, О. Глибокий, В. Шелякін // Агробізнес сьогодні. — 2011. — № 17(216). [Електронний ресурс]. — Режим доступу: agro-business.com.ua.
2. Державна служба статистики України. Сайт Держ. департаменту статистики України. Сільське господарство. Рослинництво. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>

3. Тиунов А. Н. Озимая рожь / А. Н. Тиунов, К. А. Глухих, О. А. Харьковская. — М.: Колос, 1969. — 329 с.
4. Моисейчик В. А., Шавкунова В. А. Агрометеорологические условия перезимовки и формирования урожая озимой ржи. — Л.: Гидрометиздат, 1986. — 164 с.
5. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. — М.: Высшая школа, 1984. — 240 с.
6. Обухов В. М. Урожайность и метеорологические факторы. — М.: Госпланиздат, 1949. — 318 с.
7. Уланова Е. С., Сиротенко О. Д. Методы статистического анализа в агрометеорологии. — Л.: Гидрометиздат, 1968. — 198 с.

*Польовий А. М.,
Костюкевич Т. К., Лісовська І. А.*

ОЦІНКА МІНЛИВОСТІ ВРОЖАЙНОСТІ КАРТОПЛІ В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

Картопля належить до складу найважливіших сільськогосподарських культур. В світовому виробництві продукції рослинництва вона займає одне з перших місць поряд з рисом, пшеницею та кукурудзою. Продовольча цінність картоплі визначається її високими смаковими якостями та сприятливим для здоров'я людини хімічним складом бульб. У них міститься 14-22 % крохмалю, 1,5-3 % білків, 0,8-1 % клітковини. Крохмаль картоплі легко засвоюється організмом, а її білки за біологічною повноцінністю переважають білки інших культур, у тому числі озимої пшениці. У зимовий період картопля є головним продуктом харчування і джерелом вітаміну С [1].

Картопля, як культура виникла ще в XIV ст. до н.е. на високогірних плато Анд у Перу та Болівії. Точно не встановлено рік, коли почалося вирощування картоплі в Україні. Відомо лише, що споконвічно саджали її на Лівобережжі й, насамперед у Харківській і Полтавській губерніях, а з 1742 року почали вирощувати картоплю по всьому правобережжю, тобто в Подільській, Волинській і Київській губерніях. Значного розвитку набуло картоплярство в Україні на початку XX ст. В 1906-1910 р. усе більше почали займатися як продовольчою, так і кормовою картоплею. "Картоплю продаж" в Україні почали кричати набагато раніше ніж у Росії [2].

В агроєкосистемах ряду зон вирощування картоплі є важливим фактором інтенсифікації рослинництва. Включення цієї просапної культури в сівозміну, застосування органічних добрив та інтенсивний обробіток ґрунту має сприятливий вплив на врожайність наступних культур, особливо зернових. При вирощуванні картоплі можливі повторні посадки й навіть монокультура. Встановлено, що найбільші врожаї отримують при незначній участі картоплі в сівозміні [3]. Природно-кліматичні умови нашої країни сприятливі для вирощування картоплі, тому вона вирощується у всіх областях.

Врожайність картоплі залежить від сорту та його репродукції, ґрунтового-кліматичних умов, добрив і технології обробітку ґрунту. За заданих умов обробітку визначальним чинником є сорт картоплі, внесення добрив і технологія вирощування. Залежно від призначення, споживачі картоплі істотно підвищують вимоги до її якості. Якість — один із головних показників будь-якого виду продукції, що об'єднує цілий комплекс зовнішніх і внутрішніх властивостей. Для якості врожаю картоплі особливе значення має вибір сорту, підбір технології і ґрунтів для її вирощування.

В нашій країні рекомендують вирощувати тільки ті сорти картоплі, які внесені до Державного Реєстру сортів рослин. У Державному реєстрі сортів рослин України станом на 2016 рік налічується біля 143 сорти картоплі, з них вітчизняної селекції близько 60 %. Врожайність сучасних сортів може становити до 500 ц/га. Найпоширеніші у виробництві такі сорти картоплі: Фантазія, Дніпрянка, Левада, Слов'янка, Повінь, Явір, Обрій, Світанок київський, Червона рута. Низку сортів картоплі, створених в Інституті картоплярства, занесене в Реєстри зарубіжних країн: Росії — Повінь, Серпанок, Світанок київський, Луговська; Білорусі — Луговська і Кобза; Латвії — Бородянська рожева [4].

Залежно від напрямку використання їх ділять на 4 групи: столові, кормові, технічні та універсальні. Найпоширеніші (70 % посівних площ) столові сорти.

Столові — відзначаються високими смаковими якість. Сприятливим співвідношенням білка й крохмалю як 1:12-1:16, підвищеним вмістом вітамінів. Придатні для механізованого очищення. Мають добру лежкість.

Кормові — повинні забезпечувати високий вихід кормових одиниць, бути високоврожайними з вмістом білка 2 % і більше. Крохмалистість має становити 17-18 %. Вміст сухих речовин високий.

Технічні — характеризуються підвищеним (18-25 %) вмістом крупнозернистого крохмалю і сухих речовин. Кожний 1 % крохмалистості дає можливість економити 30 кг бульб картоплі. Використовуються для виробництва спирту, крохмалю, чіпсів та ін. Найбільш придатні для виробництва чіпсів сорти з низьким вмістом редукованого цукру (0,1-0,4 %) — Зарево, Дзвін, Фантазія.

Універсальні — використовуються на різні цілі [1].

Сьогодні виробництво картоплі є одним із пріоритетних напрямків аграрного сектора. Протягом останніх років роль картоплі у задоволенні харчових потреб населення України значно зросла, оскільки при збільшенні рівня зростання цін на такі товари, як риба, м'ясо та молочні продукти підвищується попит на хлібопродукти та картоплю.

Розглянемо динаміку виробництва картоплі в Вінницькій області по роках (рис. 1). В останні роки площі під картоплею в Вінницькій області не змінюються. Під урожай картоплі 2016 і 2017 року в області, за даними Держкомстату, було засіяно 108,2 і 108,4 тисяч га відповідно, хоча в 2000 році картопля була зібрана з площі в 121,8 тисяч га [5]. Хоча площі в останні роки не змінюються, валовий збір значно збільшився — до 1848,5 та 1884,6 тисяч тонн в 2016 і 2017 роках у порівнянні з 1418,1 тисяч тонн в 2000 році. В першу чергу це пов'язано з застосуванням нових сортів та підвищенням рівня агротехніки. Так, врожайність картоплі в 2016 і 2017 роках в Вінницькій області становила 171,0 і 173,9 ц/га відповідно (рис. 1), у порівнянні — в 2000 році врожайність становила лише 117 ц/га.

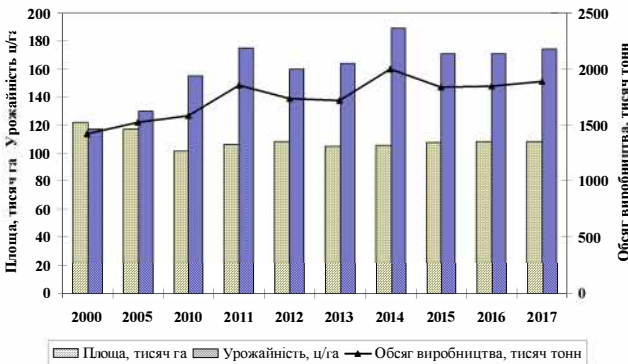


Рис. 1. Динаміка виробництва картоплі в Вінницькій області
Джерело: Розрахунки проведені автором на основі даних [5]

Динаміка врожайності картоплі в Україні у порівнянні з врожайністю в Вінницькій області представлено на рис. 2. Як бачимо, врожайність в Вінницькій області трохи вище ніж в Україні в цілому. Також з графіку бачимо, що в останні роки відбувається ріст врожайності картоплі. Якщо врожайність картоплі в 2000 році в середньому по Україні становила — 121,6 ц/га, а в Вінницькій області — 117 ц/га, то в 2016 ці значення становлять вже 165,8 та 171 ц/га відповідно. Але ці значення дуже далекі від світових.

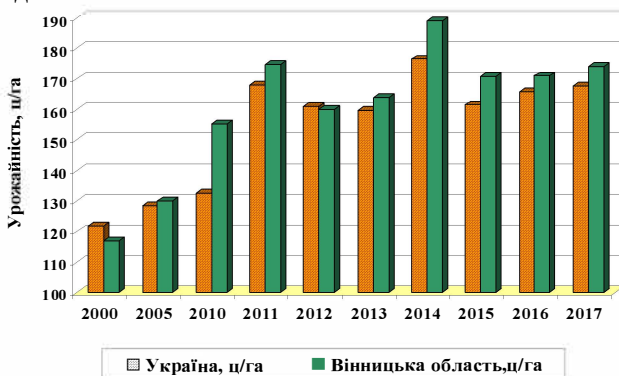


Рис. 2. Середня врожайність картоплі в Вінницькій області у порівнянні з середньою врожайністю в Україні

Джерело: Розрахунки проведені автором на основі даних [5]

Коливання значень врожаю картоплі за роками значні — чим вище середня врожайність, тим більше коливання [6]. Для отримання планованих урожаїв поряд з детальною оцінкою агрокліматичних ресурсів необхідно вивчення часової мінливості врожаїв.

Урожайність в кожному конкретному році формуються під впливом цілого комплексу факторів [6]. 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 культури на дві складові: стаціонарну і випадкову.

Метод гармонійних ваг вперше запропонував З. Хельвіг [8]. Пізніше цей метод отримав подальший розвиток в дослідженнях А. А. Френкеля, А. Н. Польового [6] та інших. Сутність методу гармонічних зважувань полягає в тому, що значення змінного

ряду зважуються так, щоб більш пізні спостереження мали більші ваги, тобто вплив більш пізніх спостережень має сильніший відбиватися на тенденції врожайності, ніж вплив більш ранніх.

Коливання врожайності картоплі в Вінницькій області в окремі роки обумовлюється впливом великого числа факторів. Лінія тренда досить точно характеризує культуру землеробства.

За допомогою методу гармонічних зважувань було отримано згладжування часового ряду врожайності бульб картоплі за 20 років — з 1998 по 2017 роки. Була виділена тенденція врожайності, проведена оцінка правильності вибору виду тренда і перевірка гіпотези про те, що випадкова компонента являє собою стаціонарний випадковий процес. Динаміка і лінія тренду представлені на рис. 3.

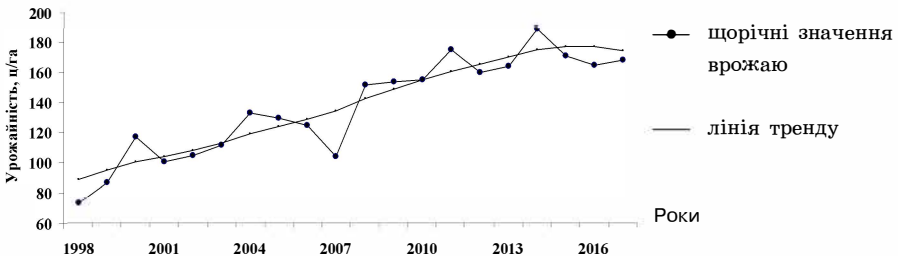


Рис. 3. Динаміка урожайності бульб картоплі та лінія тренду в Вінницькій області

У Вінницькій області лінія тренду носить плавний характер, що свідчить про незначні зміни рівня врожайності за 20-річний період. Так, при середній багаторічній врожайності 137 ц/га, на початку досліджуваного періоду врожай під впливом культури землеробства становив 73 ц/га (1998 рік), а наприкінці досліджуваного періоду — 168 ц/га. Але під час вказаного періоду спостерігались значні коливання врожайності картоплі під впливом метеорологічних умов. Так, в 2014 році врожайність становила 189 ц/га, а в роки з несприятливими погодними умовами спостерігалось зниження врожаю до 73-87 ц/га (1998 та 1999 роки).

Для визначення у чистому вигляді впливу погодних умов окремих років на формування врожайності картоплі побудовано графік відхилення врожайності картоплі від лінії тренда (рис. 4) в Вінницькій області. Незважаючи на підвищення культури землеробства, залежність врожаю від кліматичних умов залишається значною.

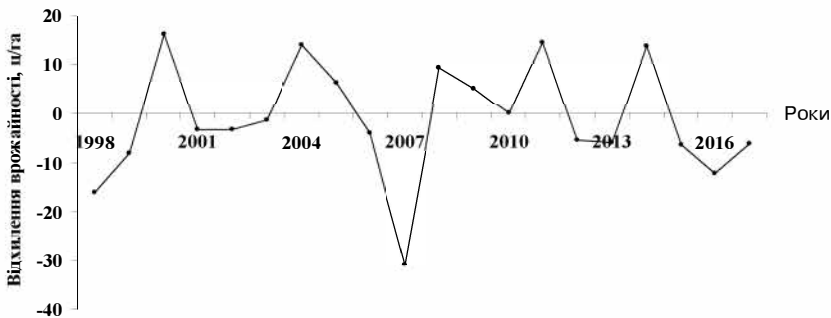


Рис. 4. Динаміка відхилення врожайності бульб картоплі від лінії тренду в Вінницькій області

З розглянутого періоду лише вісім років мали додатні відхилення, значення яких становило 16,2 ц/га в 2000 році, 5,1 — в 2009 році. Негативні відхилення мали місце в 12 роках та становили в 2007 році — 30,8 ц/га, а в 2003 році — 1,4 ц/га.

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити висновки, що не зважаючи на підвищення культури землеробства, середні врожаї бульб картоплі залишаються низькими та не відповідають біологічним можливостям сучасних сортів. Вплив погодних умов на формування врожаю бульб картоплі залишається значним на протязі всього досліджуваного періоду та має вплив на отримання високих та сталих врожаїв.

Література

1. Растениеводство / Под ред. Г. С. Посыпанова. — М.: Колос, 2007. — 612 с., ил.
2. Історія цивілізації [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://mestectvo.com/zvnovost/466-istkartopl.html>
3. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур / Ян Байер и др. — М.: Колос, 1984. — 367 с.
4. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2017 рік / Державна ветеринарна та фіто санітарна служба України. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: www.vet.gov.ua.
5. Державна служба статистики України. Сайт Державного департаменту статистики України. Сільське господарство. Рослинництво. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>

6. Полевой А. Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. — Л.: Гидрометеоздат, 1988. — 319 с.
7. Обухов В. М. Урожайность и метеорологические факторы. — М.: Госпланиздат, 1949. — 318 с.
8. Helwig Z. Schmat budowy prognozy statuczney metoda was harmoniczných / Z. Helwig // Przegląd statystyczny. — 1967. — R. 14. — № 2. — S. 133-153.

Лука М. М., Костюкєвич Т. К.

АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА СУЧАСНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОГО ЖИТА В ТЕРНОПІЛЬСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Озиме жито — культура помірно холодного клімату та має низку переваг перед іншими зерновими культурами: найбільш зимостійке, добре використовує вологу осіннього і раннього весняного періоду і тому менш схильне до впливу посух у весняно-літній період, менш вимогливе до ґрунтів. Озиме жито дозріває раніше, ніж інші зернові культури, що сприятливо позначається на проведенні збиральних робіт.

Жито є одним з найпоширеніших (після гірчиці) і найбільш цінних сидератів — ефективно пригнічує бур'яни і хвороби рослин (перевершуючи по цій властивості інші відомі сидерати, через особливість швидкого розвитку).

На відміну від пшениці озимої, жито є менш вибагливою культурою до ґрунтових умов, може рости за підвищеної кислотності ґрунту. Кореневі волоски жита здатні засвоювати з ґрунту важкорозчинні мінеральні сполуки. Також жито має вищу стійкість до морозів та бур'янів, хвороб і шкідників, високу екологічну пластичність, може вирощуватися після гірших попередників [1]. Отже, жито озиме є особливо цінною сільськогосподарською культурою сьогодення.

В останні роки площі під озимим житом в Україні стрімко зменшуються. Під урожай жита 2015 і 2016 року в Україні, за даними Держкомстату, було засіяно 150 і 144 тисяч га відповідно, хоча ще кілька років тому площа була в кілька разів більше і становила понад 600 тис. га [2]. Відповідно, й валовий збір також різко знизився — до 391 тисяч тонн, хоча врожайність жита в останні роки зросла. Так в 2015 і 2016 роках в Україні, за даними Держкомстату, вона становила 25,9 і 27,3 ц/га відповідно (рис. 1). В цьому році ситуація хоч не набагато, але

краща, ніж за минули роки. Так, під урожай жита 2017 р. було засіяно 164,8 тисяч га, врожайність жита становила 30,6 ц/га, відповідно й валовий збір збільшився — 505 тисяч тонн.

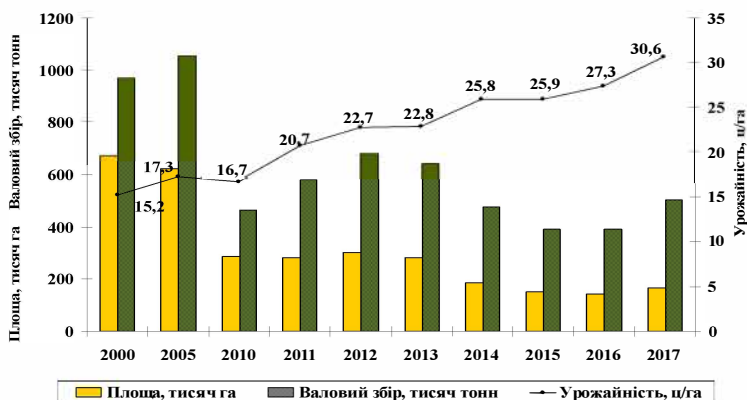


Рис. 1. Динаміка виробництва жита в Україні (дані Державної статистичної служби України, 2017 рік)

Динаміка врожайності озимого жита в Україні у порівнянні з врожайністю в Тернопільській області представлено на рис. 2. Як бачимо, врожайність в Тернопільській області вище ніж в Україні в цілому. Також з графіку бачимо, що в останні роки відбувається стрімкий ріст врожайності жита. Якщо врожайність жита в 2000 році в середньому по Україні становила — 15,2 ц/га, а в Тернопільській області — 18,7 ц/га, то в 2017 р. ці значення становлять вже 30,6 та 49,2 ц/га відповідно.

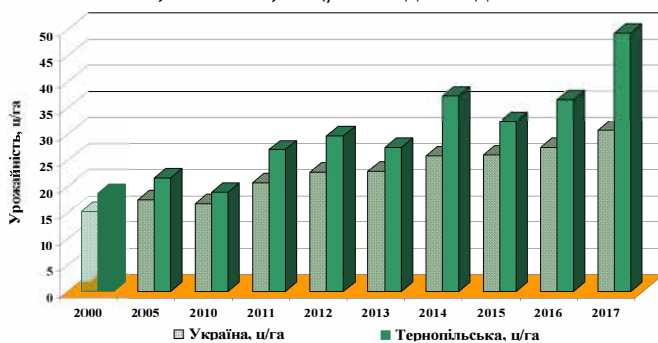


Рис. 2. Середня врожайність озимого жита в Тернопільській області та в Україні (дані Державної статистичної служби України, на 2017 рік)

Збільшення продуктивності сільськогосподарських культур нерозривно пов'язане з проблемою оцінки агрокліматичних ресурсів території і раціональним розміщенням посівів. Зміна умов клімату неминуче тягне за собою зміну продуктивності сільськогосподарських культур і необхідність нової оцінки можливості їх розміщення, обробітку та раціонального використання змінених агрокліматичних ресурсів.

За допомогою моделі, яка була розроблена на основі базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А. М. Польового [3; 4], нами була виконана оцінка агрокліматичних умов формування врожаю озимого жита в умовах Тернопільської області.

В якості вихідної інформації використовувалися середні обласні дані спостережень на мережі гідрометеорологічних станцій Управління гідрометеорології Державної служби по надзвичайних ситуаціях України.

При оптимальному забезпеченні рослин вологою, теплом і мінеральним ґрунтовим живленням максимальний приріст фітомаси посівів озимого жита визначається приходом ФАР за період і коефіцієнтом її використання. Розглянемо динаміку приростів потенційної врожайності ($\Delta ПУ$) озимого жита та хід декадних сум фотосинтетично активної радіації (ФАР) за період вегетації в Тернопільській області (рис. 3).

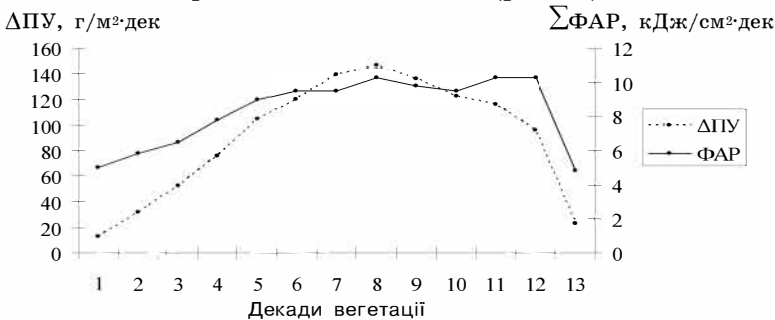


Рис. 3. Динаміка декадних сум ФАР ($\Sigma ФАР$) та приростів потенційного врожаю ($\Delta ПУ$) озимого жита в Тернопільській області

На початку вегетації сума ФАР становить 5,1 кДж/см²·дек. На початку вегетації сума ФАР становить 5 кДж/см²·дек. Поступово збільшуючись, Максимальне значення ФАР спостерігається в 8-му декаду та становить 10,3 кДж/см²·дек. З дев'ятої декади

спостерігається поступове зменшення надходження ФАР і наприкінці вегетації значення суми ФАР становить 4,8 кДж/см²·дек.

Приріст потенційного врожаю (ΔПУ) (рис. 3) починається з відмітки 58 г/м²·дек. Графік ходу приростів потенційного врожаю (ΔПУ) схожий з ходом ФАР. Максимальне значення також спостерігається в 8-му декаду вегетації та становить 146 г/м²·дек. З дев'ятої декади спостерігається поступове зниження приростів і в кінці вегетації значення приростів потенційного врожаю (ΔПУ) становить 23 г/м²·дек.

Рівень потенційного врожаю лімітується фактором тепла і вологи. Ці два фактори визначають рівень наступної агроекологічної категорії врожайності — метеорологічно-можливий урожай (ММУ). Розглянемо динаміку показників вологотемпературного режиму посівів озимого жита протягом вегетації.

Як бачимо з рис. 4, нижня межа оптимальної температури повітря T_{opt1} починається із значення 4,5 °С. Потім плавно підіймається до значення 16,4 °С в 9-й декаді вегетації — це значення є максимальним для всього періоду вегетації. З наступної декади спостерігається поступове зменшення температури — наприкінці вегетації значення T_{opt1} становить 15,3 °С.

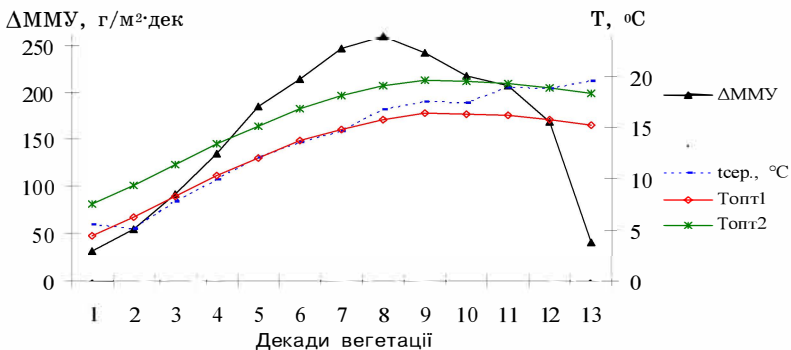


Рис. 4. Декадний хід приростів метеорологічно-можливого врожаю (ΔММУ) та характеристик температурного режиму озимого жита в Тернопільській області

Верхня межа оптимальної температури повітря T_{opt2} , починається зі значення 7,5 °С, поступово підіймається, досягає максимуму в 9-й декаді вегетації — 19,4 °С, потім йде поступове зниження і в кінці вегетації значення T_{opt2} становить 16,5 °С. В першу декаду вегетації середня за декаду температура повітря

становить 5,5 °С, далі плавно підіймається та виходить за межі кривої Торт2 наприкінці вегетації та становить 19,5 °С.

Хід кривої приростів метеорологічно-можливого врожаю ($\Delta\text{ММУ}$) починається з 32,1 г/м²·дек, зростаючи до 9-ї декади — 258,9 г/м²·дек — це максимальне значення. Далі відзначається поступовий спад приростів метеорологічно-можливого врожаю, кінці вегетації значення становить 41,2 г/м²·дек.

Розглянемо динаміку показників водного режиму посівів озимого жита впродовж вегетаційного періоду. Як видно з рис. 5, на початку вегетації сумарне випаровування за декаду становить 5,5 мм, поступово його рівень підвищується протягом усієї вегетації до 25 мм.

Випарність (E_0 , мм) на початку періоду вегетації становить 9 мм, і на кінець періоду становить 24 мм. Максимальні значення випарності спостерігаються наприкінці вегетації — 34 мм.

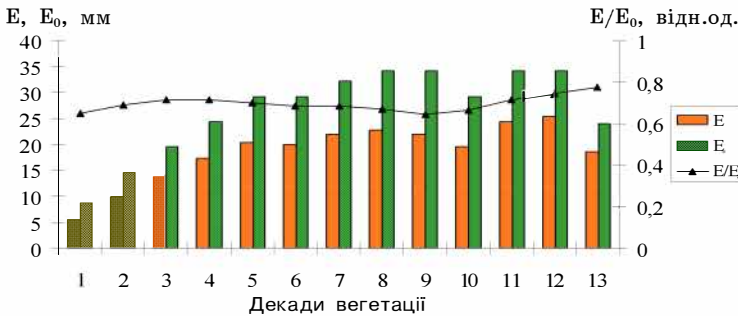


Рис. 5. Декадний хід характеристик водного режиму озимого жита в Тернопільській області

Відношення сумарного випаровування (E , мм) за декаду до випарності E/E_0 характеризує вологозабезпеченість посівів. Розглянемо це співвідношення — на початку вегетації вологозабезпеченість посів озимого жита становить 0,65 відн. од. Поступово збільшуючись, досягає максимальних значень в кінці періоду та становить 0,71-0,78 відн. од.

Як бачимо, максимальне значення запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту спостерігається в першій декаді — 175 мм. Далі значення запасів вологи поступово знижується і наприкінці періоду становить 125 мм.

Хід динаміки приростів дійсно-можливого врожаю ($\Delta\text{ДМУ}$) (рис. 6) починається з відмітки 28,3 г/м²·дек, потім значення поступово зростають до відмітки в 227,8 г/м²·дек в восьму декаду.

Далі йде поступове зниження приростів і в кінці періоду вегетації значення становить 36,3 г/м²-дек.

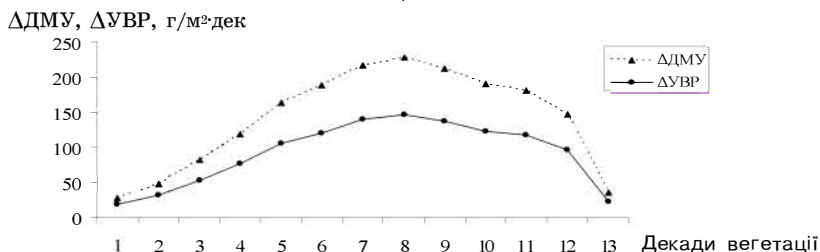


Рис. 6. Динаміка приростів дійсно-можливого врожаю (ΔДМУ) та врожаю в виробництві жита озимого в Тернопільській області

Динаміка приростів в виробництві (ΔУВР) починається з 18,2 г/м²-дек. (рис. 6), далі значення зростають до восьмої декади та становлять 146,4 г/м²-дек, потім поступово зменшуються до відмітки в 23,3 г/м²-дек. Хід кривої приблизно схожий з ходом кривої ΔДМУ.

Агрокліматичні ресурси території визначаються температурним режимом повітря й ґрунту в поєднанні з кількістю атмосферних опадів і запасами вологи в ґрунті. Незважаючи на відносну ідентичність клімату на території Лісостепу, співвідношення тепла й вологи в різних зонах значно відрізняється.

В цьому аспекті видається обґрунтованим розгляд значень агроєкологічних категорій продуктивності, що відображають комплексний вплив агрометеорологічних умов на продукційний процес, причому ресурси продуктивності оцінюються по відношенню до конкретної культури [5].

У зв'язку з тим, що найбільш адекватне вираження агрокліматичних ресурсів може бути реалізовано в агроєкологічних категоріях врожайності, нами була проведена оцінка продуктивності території Тернопільської області стосовно культури озимого жита. В результаті розрахунків була отримана щодакнадна і осереднення за вегетаційний період інформація про агрокліматичні умови формування чотирьох розглянутих агроєкологічних категорій врожайності, а саме:

- 1) Потенційна урожайність (ПУ) — врожайність, яка може бути отриманий в оптимальних ґрунтово-метеорологічних умовах і яка лімітується надходженням ФАР, тривалістю вегетаційного періоду і біологічними особливостями культури.

- 2) Метеорологічно-можлива урожайність (ММУ) — врожайність, яка може бути отримана в оптимальних ґрунтових і реальних метеорологічних умовах.
- 3) Дійсно можлива урожайність (ДМУ) — максимальна урожайність, яка може бути отримана на конкретному полі в реальних метеорологічних і ґрунтових умовах.
- 4) Врожайність у виробництві (УВР) — фактична врожайність, яка одержується в господарствах за існуючого рівня агротехніки.

Природні ресурси зараз використовуються недостатньо через малу вивченість клімату в цілому і регіонального клімату з погляду використання його в сільськогосподарському виробництві. В числі багатьох компонентів, що утворюють єдину природу, найважливішим для сільського господарства є ґрунт і клімат, включаючи погоду і водні ресурси, як похідні від клімату. Світло, тепло, волога і їх співвідношення впливають на рослини не тільки безпосередньо, але і через обумовлені ними ґрунтоутворювальні і мікробіологічні процеси.

На підставі виконаних розрахунків була зроблена оцінка узагальнених характеристик ґрунтово-кліматичних умов вирощування озимого жита в Тернопільській області та його продуктивності (табл. 1). У таблиці представлені узагальнені показники агрокліматичних ресурсів вирощування озимого жита: тривалість вегетаційного періоду, сума ефективних температур за період вегетації, сума ФАР, сума опадів, потреба рослин у волозі, сумарне випаровування, дефіцит вологи та гідротермічний коефіцієнт Селянінова (ГТК).

Таблиця 1.

Узагальнені характеристики ґрунтово-агрокліматичних ресурсів вирощування озимого жита в Тернопільській області

| № | Загальні показники за період вегетації | Тернопільська область |
|---|---|-----------------------|
| 1 | Бал ґрунтової родючості, відн. од. | 0,88 |
| 2 | Сума ефективних температур вище 5 °С | 1087 |
| 3 | Сума ФАР, кДж/см ² за період | 108,1 |
| 4 | Тривалість вегетаційного періоду, доба | 124 |
| 5 | Сума опадів, мм | 271 |
| 6 | Потреба рослин у волозі, мм | 347 |
| 7 | Сумарне випаровування, мм | 221 |
| 8 | Дефіцит вологи, мм | 126 |
| 9 | ГТК, відн.од. | 0,77 |

Як видно з табл. 1, тривалість вегетаційного періоду озимого жита становить 124 дні. Суми ефективних температур вище 5 °С за вегетаційний період озимого жита становить 1087 °С.

Режим зволоження, який також є одним із головних чинників формування високої продуктивності сільськогосподарських культур, визначається головним чином кількістю опадів, які випадають за вегетаційний період культури. Так, для озимого жита значення суми опадів становить 271 мм.

Зволоження території залежить не тільки від суми опадів але й від величини випаровування. Ступінь зволоження території може також оцінюватись умовним показником зволоження — гідротермічним коефіцієнтом (ГТК). В нашому випадку найменше значення гідротермічного коефіцієнту становить 0,77 відн.од. Потреба озимого жита у вологі для умов розвитку в період вегетації становить 347 мм, сумарне випаровування — 221 мм.

Ступінь сприятливості метеорологічних умов вирощування озимого жита характеризує співвідношення ММУ і ПУ. Вплив на величину врожаю ґрунтових умов відображує відношення ДМУ і ММУ. Ступінь сприятливості кліматичних умов (СВУ) озимого жита в Тернопільській області становить 0,92 відн.од. (табл. 2).

Таблиця 2.

Узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування і продуктивності жита озимого в Тернопільській області

| № | Загальні показники за період вегетації | Тернопільська область |
|---|---|-----------------------|
| 1 | Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов, відн.од. (СВУ) | 0,92 |
| 2 | Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів, відн. од. (С ₀) | 0,57 |
| 3 | Оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу, відн. од. (С _d) | 0,52 |
| 4 | Оцінка рівня господарського використання метеорологічних і ґрунтових умов, відн. од.(С _a) | 0,64 |
| 5 | ПУ зерна, ц/га | 51,8 |
| 6 | ММУ зерна, ц/га | 47,7 |
| 7 | ДМУ зерна, ц/га | 42,0 |
| 8 | УВР зерна, ц/га | 31,2 |

Співвідношення УВР і ММУ дає можливість оцінити ефективність використання агрокліматичних ресурсів (С₀). Рівень ефективності використання агрокліматичних ресурсів житом становить 0,57 відн. од. Відношення УВР до ПУ характеризує рівень реалізації агроекологічного потенціалу (С_d) та становить 0,52 відн.од.

Співвідношення УВР і ДМУ в реальних умовах можна розглядати як показник умов використання агротехніки. Оцінка культури землеробства (С_a) озимого жита становить 0,64 відн. од. (табл. 2).

Як бачимо (табл. 2), значення потенційного врожаю озимого жита становить 51,8 ц/га. Метеорологічно-можливий урожай озимого жита становить 47,7 ц/га. Дійсно-можливий врожай озимого жита становить 42,0 ц/га. У виробництві врожай озимого жита становить 31,2 ц/га.

В роботі було виконано оцінку агроекологічних категорій врожайності врожаю зерна озимого жита в Тернопільській області. Також було отримано комплексні оцінки ступеня сприятливості кліматичних умов та оцінки використання кліматичних ресурсів території. За умов дотримання відповідних агротехнічних заходів Тернопільської області можливо отримувати високі та стали врожай озимого жита.

Література

1. Авраменко С. Новітні аспекти вирощування жита озимого / С. Авраменко, М. Цехмейструк, О. Глибокий, В. Шелякін // Агробізнес сьогодні. — 2011. — № 17(216). [Електронний ресурс]. — Режим доступу: agro-business.com.ua.
2. Державна служба статистики України. Сайт Державного департаменту статистики України. Сільське господарство. Рослинництво. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
3. Полевой А. Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. — Л.: Гидрометеиздат, 1988. — 318 с.
4. Полевой А. Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. — 2004. — Вип. 48. — С. 195-205.
5. Ляшенко Г. В. Агроклиматическая оценка продуктивности сельскохозяйственных культур в Украине. — Одесса: ННЦ “ИВиВ им. В.Е. Таирова”, 2011. — 249 с.

Бондура С. В., Толмачева А. В.

ВЛИЯНИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ДИНАМИКУ ПРИРОСТОВ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАТЕГОРИЙ УРОЖАЙНОСТИ СОИ В ПОЛЕСЬЕ

Введение. Соя — самая распространенная, зернобобовая и масличная культура нашей планеты. Она оказалась экологически пластичной культурой и благодаря проделанной во многих странах селекционной работе шагнула далеко за пределы первоначальной территории.

чального распространения. Соя — теплолюбивое бобовое растение муссонного климата. Она относится к растениям короткого дня (начало вегетации при температуре не ниже +10 °С), формирует большую вегетативную массу, дает ценный урожай бобов. Если влага влияет на продуктивность культур, ограничивая при недостатке или избытке жизнедеятельность растений, то от теплового состояния среды зависит интенсивность всех биологических процессов в растительном организме, которые в итоге определяют его урожайность [1].

В Украине соя наиболее распространена в Лесостепной и Степной зоне, однако в последние годы сою стали выращивать и в зоне Полесья. Средняя урожайность сои колеблется от 15,9 до 23,7 ц/га.

Материалы и методы исследования. При выполнении исследования были использованы материалы многолетних фенологических наблюдений за соей сети гидрометеорологических и агрометеорологических станций Украины.

В качестве теоретической основы исследования была использована базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур А. Н. Полевого [2; 3], основанная на концепции Х. Г. Тооминга [4] о максимальной продуктивности посевов. Параметры этой модели определены нами применительно к культуре сои.

С помощью этой модели нами для каждой области Украины на основе среднемногoletних метеорологических и агрометеорологических данных, а также с использованием информации о внесении органических и минеральных удобрений, было выполнено моделирование формирования различных агроэкологических уровней урожайности сои в Украине.

Определим величины различных агроэкологических категорий урожайности, с учетом внесенных нами модификаций, с привлечением более полной информации и наполнения этих категорий новым содержанием.

Результаты исследования. Рассмотрим динамику приростов потенциальной урожайности ($\Delta ПУ$) сои и ход декадных сумм фотосинтетически активной радиации ($\PhiАР$) за вегетационный период в Полесье (рис. 1).

При оптимальной обеспеченности растений влагой, теплом и минеральным почвенным питанием максимальный прирост фитомассы посевов сои определяется приходом $\PhiАР$ за период и коэффициентом ее использования.

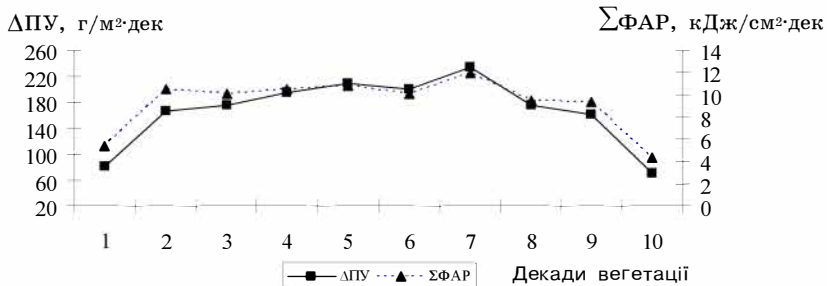


Рис. 1. Динамика декадных сумм ФАР ($\Sigma\Phi AP$) и приростов потенциального урожая ($\Delta ПУ$) сои в Полесье

В начале вегетации сумма ФАР составляет 5,41 кДж/см²·дек. В следующей декаде вегетации эта сумма увеличивается до 10,48 кДж/см²·дек.

После этого наблюдается плавное снижение сумм ФАР до 10,1 кДж/см²·дек. В последующие декады вегетации сумма постепенно возрастает и в седьмой декаде достигает максимума, составляя 11,9 кДж/см²·дек. Далее идет постепенное понижение и в конце вегетации сумма ФАР составляет 4,36 кДж/см²·дек.

Прирост ПУ, как видно из табл. 1 и рис. 1, в первой декаде вегетации составляет 80,7 г/м²·дек. В следующей декаде прирост ПУ резко возрастает до уровня 166,2 г/м²·дек. Далее прирост ПУ постепенно увеличивается и в V декаде 200,4 г/м²·дек. В VI декаде вегетации он незначительно снизился до 199,4 г/м²·дек и затем снова начал увеличиваться, достигая максимума в VII декаде до отметки 232,7 г/м²·дек. К концу вегетации прирост ПУ резко снизился и составил 70,5 г/м²·дек.

Как уже ранее отмечалось уровень ПУ лимитируется фактором тепла и влаги. Эти два фактора определяют уровень следующей агроэкологической категории урожайности — метеорологически — возможный урожай (МВУ).

Рассмотрим динамику показателей влаго-температурного режима в течение вегетации сои в районе Полесья.

Как видно из табл. 1, нижний предел температурного оптимума для фотосинтеза этой культуры начинается с температуры 12,4 °С, поднимается до максимума в VII декаде вегетации — 17,6 °С, далее постепенно снижается и к концу периода составляет 16,0 °С.

Верхний предел температурного оптимума начинается с температуры 14,7 °С, достигает максимума в VI декаде вегетации — 19,7 °С и снижается до 18,4 °С в X декаде вегетации.

Таблица 1.

Агроклиматические условия формирования агроэкологических категорий урожайности сои в Полесье

| Декады вегетации | Сумма ФАР за декаду, кДж/см ² ·дек | Оптимальные температуры воздуха для фотосинтеза, °С | | Средняя температура воздуха за декаду, °С | Суммарное испарение, мм | Испаряемость, мм | Влагообеспеченность, отн.ед. | Запасы влаги в слое 0-100 см, мм | Приросты агроэкологических категорий урожайности, г/м ² ·дек | | | |
|------------------|---|---|-----------------|---|-------------------------|------------------|------------------------------|----------------------------------|---|-------|-------|------|
| | | нижняя граница | верхняя граница | | | | | | ΔПУ | ΔМВУ | ΔДВУ | ΔВП |
| 1 | 5,41 | 12,4 | 14,7 | 14,7 | 13,4 | 14,6 | 0,92 | 196 | 80,7 | 78,1 | 48,0 | 16,4 |
| 2 | 10,48 | 13,7 | 16,1 | 16,1 | 30,5 | 34,1 | 0,90 | 190 | 166,2 | 160,2 | 99,2 | 33,9 |
| 3 | 10,10 | 15,0 | 17,5 | 17,4 | 28,9 | 34,1 | 0,85 | 183 | 174,4 | 168,4 | 104,1 | 35,6 |
| 4 | 10,52 | 16,1 | 18,6 | 17,5 | 23,1 | 29,2 | 0,79 | 176 | 183,6 | 174,6 | 115,6 | 38,5 |
| 5 | 10,77 | 17,1 | 19,4 | 19,2 | 24,0 | 34,1 | 0,70 | 160 | 200,4 | 195,5 | 120,4 | 42,5 |
| 6 | 10,06 | 17,6 | 19,7 | 18,7 | 22,6 | 34,1 | 0,66 | 150 | 199,4 | 190,8 | 117,5 | 39,2 |
| 7 | 11,90 | 17,6 | 19,7 | 19,7 | 24,3 | 37,5 | 0,65 | 135 | 232,7 | 202,2 | 124,4 | 41,9 |
| 8 | 9,34 | 17,2 | 19,3 | 19,2 | 21,1 | 34,1 | 0,62 | 124 | 174,0 | 164,9 | 98,5 | 33,7 |
| 9 | 9,30 | 16,4 | 18,7 | 17,9 | 20,9 | 34,1 | 0,60 | 120 | 161,1 | 152,1 | 90,8 | 31,0 |
| 10 | 4,36 | 16,0 | 18,4 | 16,5 | 9,1 | 14,6 | 0,62 | 115 | 70,5 | 66,2 | 39,5 | 13,5 |

Кривая хода среднедекадной температуры воздуха (t_{cp}) (рис. 2) начинается с отметки 14,7 °С, далее плавно поднимается, достигает максимума в седьмой декаде вегетации и составляет 19,7 °С. В конце вегетации среднедекадная температура воздуха достигла отметки 16,5 °С. Комплексное влияние основных метеорологических факторов определяет метеорологически — возможную урожайность, которая является интегральной характеристикой агрометеорологических ресурсов.

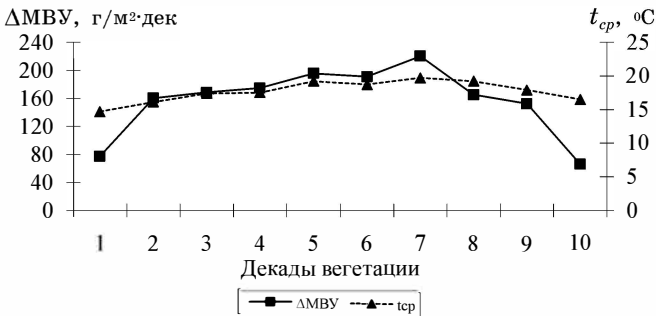


Рис. 2. Декадный ход среднедекадной температуры воздуха (t_{cp}) и приростов метеорологически — возможного урожая (ΔМВУ) сои в Полесье

В начальный период вегетации (рис. 2) прирост *МВУ* составляет 78,1 г/м²·дек., далее кривая резко поднимается в следующей декаде до 160,2 г/м²·дек. В последующие периоды наблюдается ее плавный рост до отметки 195,5 г/м²·дек. Однако в шестой декаде наблюдается небольшое снижение, затем кривая опять повышается, достигая максимальное значение в седьмой декаде вегетации и составляет 202,2 г/м²·дек. Затем приросты *МВУ* плавно снижаются и в конце вегетации происходит резкое снижение приростов до 66,2 г/м²·дек.

Соя предъявляет повышенные требования к влаге, хотя и не одинаковые во все периоды вегетации. Она достаточно засухоустойчивая в начальный период роста до цветения, но недостаток влаги в это время снижает продуктивность растений сои и развитие нижних бобов. С фазы цветения потребность во влаге очень резко возрастает, что связано с интенсивным развитием зеленой массы и увеличением испаряющей поверхности.

Рассмотрим динамику показателей водного режима посевов сои в течение вегетации. Суммарное испарение (*E*) в I декаде вегетации от всходов составляет 13,4 мм (рис. 3 и табл. 1), затем по мере роста температуры воздуха суммарное испарение возрастает до 30,5 мм во II декаде вегетации. Затем медленно снижается и к концу вегетации происходит резкое снижение до отметки 9,1 мм.

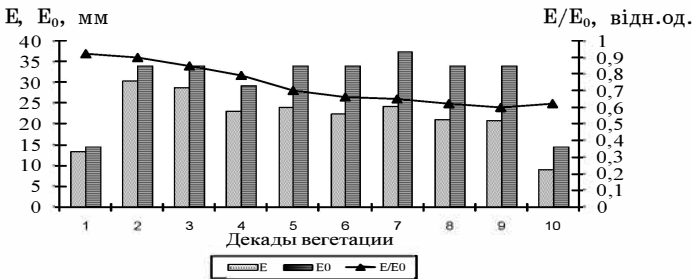


Рис. 3. Декадный ход характеристик водного режима посевов сои в Полесье

Испаряемость (*E₀*) в начальный период вегетации сои составляет 14,6 мм. Далее в последующих двух декадах вегетации испаряемость составляет 34,1 мм, затем по мере снижения температуры наблюдается небольшое понижение испаряемости, но в последующие три декады наблюдается повышение, достигая максимума в седьмой декаде вегетации до отметки 37,5 мм. В конце вегетации испаряемость резко снизилась до 14,6 мм.

Отношение суммарного испарения к испаряемости (E/E_0) характеризует влагообеспеченность посевов.

Рассмотрение динамики отношения E/E_0 (рис. 3) показывает, что в начале вегетации сои она находится на отметке 0,92 отн. ед., постепенно снижаясь достигает наиболее низких значений в девятой декаде вегетации — 0,60 отн. ед., а к концу вегетации несколько повышается и составляет 0,62 отн. ед.

Как видно из табл. 1, максимальное значение запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы наблюдалось в первой декаде и составило 196 мм. Далее запасы влаги постепенно снижаются и в десятой декаде вегетации достигли минимального значения 115 мм.

Ход динамики приростов действительно-возможной урожайности ($\Delta ДВУ$) представлен на рис. 4. В начальный период вегетации прирост начинаются с отметки 48,0 г/м²·дек, далее резко возрастают и в пятой декаде вегетации достигает отметки 120,4 г/м²·дек, затем наблюдается небольшое понижение, однако в последующей декаде наблюдается максимум прироста $ДВУ$ до 124,4 г/м²·дек. В последующие декады приросты $ДВУ$ снижаются и к концу вегетационного периода составляют 39,5 г/м²·дек.

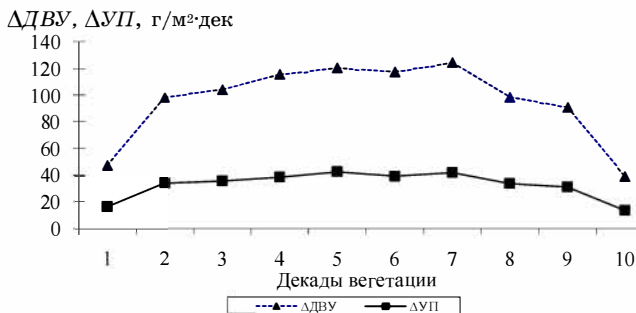


Рис. 4. Динамика приростов действительно-возможного урожая ($\Delta ДВУ$) и урожая в производстве ($\Delta УП$) сои в Полесье

Приросты урожайности в производстве в I декаду составили 16,4 г/м²·дек. Начиная со II декады вегетации, приросты УП, плавно возрастали и в середине вегетационного периода достигали максимума 42,5 г/м²·дек. После чего уменьшение приростов УП идет плавно до конца вегетации и составляют 13,5 г/м²·дек (рис. 4).

На основании выполненных расчетов нами была сделана оценка обобщенных характеристик агроклиматических условий возделывания и продуктивности сои в Украине, рассчитанные значения представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Обобщенные характеристики агроклиматических условий
возделывания и продуктивности сои в Украине

| № п/п | Обобщенные показатели за период вегетации | Районы возделывания | | | |
|-------|---|---------------------|-----------|----------------|-------------|
| | | Полесье | Лесостепь | Северная Степь | Южная Степь |
| 1 | Сумма эффективных температур выше 10 °С | 723 | 789 | 930 | 1057 |
| 2 | Сумма ФАР, кДж/см ² | 92 | 99 | 109 | 111 |
| 3 | Продолжительность вегетационного периода, дни | 91 | 98 | 98 | 94 |
| 4 | Сумма осадков, мм | 270 | 259 | 204 | 169 |
| 5 | Потребность растений во влаге, мм | 407 | 434 | 484 | 503 |
| 6 | Коэффициент благоприятствия метеорологических условий (K_m), отн.ед. | 0,977 | 0,957 | 0,858 | 0,719 |
| 7 | Коэффициент эффективности использования агроклиматических ресурсов ($K_{акл}$), отн.ед. | 0,204 | 0,208 | 0,197 | 0,205 |
| 8 | <i>ПУ</i> зерна, ц/га | 76 | 80 | 83 | 86 |
| 9 | <i>МВУ</i> зерна, ц/га | 74 | 76 | 71 | 62 |
| 10 | <i>ДВУ</i> зерна, ц/га | 44 | 47 | 43 | 40 |
| 11 | <i>УП</i> зерна, ц/га | 15 | 16 | 13 | 12 |

Из табл. 2 видно, что продолжительность вегетационного периода в Полесье составляет 91 дней, сумма эффективных температур выше 10 °С за вегетационный период — 723 °С, в Лесостепи продолжительность вегетационного периода составляет 98 дней, сумма эффективных температур выше 10 °С за вегетационный период — 789 °С, в Северной Степи и Южной Степи продолжительность вегетационного периода составляют 98 и 94 дня соответственно, а сумма эффективных температур выше 10 С в этих зонах составляет 930 и 1057 °С соответственно. Наименьшие значения суммы ФАР за вегетационный период возделывания сои наблюдаются в зоне Полесья и составляют 92 кДж/см², а наибольшие значения суммы ФАР в районах Южной Степи — 111 кДж/см².

Также важным фактором в жизни растений является и влага. Наименьшее количество осадков наблюдается в районах Южной Степи — 169 мм, наибольшее в районах Полесья — 270 мм. Соответственно, что и потребность растений во влаге будет в районах Южной Степи (503 мм), где наблюдаются наименьшее количество выпавших осадков. Для районов Полесья, Лесостепи и Северной Степи потребность растений во влаге составило 407, 434 и 484 мм соответственно.

Рассчитанные значения позволили оценить распределения различных агроэкологических категорий урожая зерна при его стандартной 14 %-й влажности (табл. 2). Максимальные значения ПУ зерна наблюдаются в районах Южной Степи и составляют 86 ц/га, что объясняется большей интенсивностью ФАР в этих районах. Наибольшие значения МВУ зерна, ДВУ зерна, УП зерна наблюдаются в районах Лесостепи и составляют 76, 47 и 16 ц/га соответственно. Для районов Южной Степи характерны наименьшие значения МВУ зерна — 62 ц/га, ДВУ зерна — 40 ц/га, УП зерна — 12 ц/га.

Степень благоприятствия метеорологических условий (Км) для возделывания сои из табл. 2 показал, что наибольшее значение (0,977 отн.ед.) наблюдается в Полесье, наименьшее значение (0,719 отн.ед.) наблюдается в Южной Степи. А оценка уровня эффективности использования агроклиматических ресурсов (Какл) для возделывания сои показал, что наиболее высокое значение (0,208 отн.ед.) наблюдается в Лесостепи, наиболее низкое значение (0,197 отн.ед.) наблюдается в Северной Степи.

Выводы. Таким образом, при помощи выполненного моделирования нами дана оценка влияния агроклиматических условий на динамику приростов агроэкологических уровней урожайности культуры сои и выполнена оценка агроэкологических категорий урожайности зерна, а также оценена степень благоприятствия агроклиматических условий для возделывания сои в районах Полесья Украины.

Литература

1. Баранов В. Ф. Соя — биология и технология возделывания. — Краснодар: ВНИИМК, 2005. — 435 с.
2. Полевой А. Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур // Метеорология, климатология и гидрология. — 2004. — Вып. 48. — С. 195-205 с.
3. Польовий А. М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем: Навчальний посібник. — К.: КНТ, 2007. — 348 с.
4. Тооминг Х. Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. — Л.: Гидрометеиздат, 1984. — 264 с.

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ОЦІНКА МІНЛИВОСТІ ВРОЖАЙНОСТІ ЖИТА ОЗИМОГО В УМОВАХ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

Серед зернових культур, вирощуваних в нашій країні, озиме жито займає особливе місце. Значення його обумовлено в першу чергу поєднанням таких двох важливих біологічних якостей — зимостійкості і невисокою вимогливості до умов зростання, які надають стабільність зборів озимих в багатьох районах середньої зони європейської частини.

На відміну від пшениці озимої, жито є менш вибагливою культурою до ґрунтових умов, може рости за підвищеної кислотності ґрунту. Також жито має вищу стійкість до морозів та бур'янів, хвороб і шкідників, високу екологічну пластичність, може вирощуватися після гірших попередників. Отже, жито озиме є особливо цінною сільськогосподарською культурою сьогодення.

Житній хліб має підвищену кислотність, яка зумовлена життєдіяльністю молочних бактерій. Це надає йому приємного смаку і запаху та інших цінних кулінарних ознак. Проте в зерні жита менше, ніж пшениці, міститься клейковини (8-26 %), яка, крім того, більш рухлива і гірше розтягується. Тому житній хліб менш об'ємний і швидше черствіє [1].

Озиме жито є також цінною кормовою культурою. У тваринництві у вигляді концентрованого корму використовують житні висівки та кормове борошно, які містять 11-12 % білків і добре засвоюються тваринами.

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

Незважаючи на те, що в Україні жито почали вирощувати понад три тисячі років тому, останнім часом спостерігалася тенденція скорочення посівних площ цієї культури у зв'язку з розширенням площ пшениці озимої, а також з економічних причин — передусім низькою закупівельною ціною на зерно жита. Але зі стрімким розвитком світової економічної кризи, а також із

гострим дефіцитом продовольства у багатьох країнах світу ціни на продовольчу продукцію та сировину для її виробництва почали зростати з рекордною швидкістю. Змінилися й пріоритети щодо значення тієї чи іншої культури. На сьогодні, наприклад, закупівельні ціни на жито істотно перевищують вартість пшениці. І це при тому, що потенційна урожайність жита озимого є на порядок вищою, ніж у пшениці озимій [2].

На сьогоднішній день лідерами по вирощуванню жита в Україні є Житомирська, Волинська, Чернігівська та Рівненська області (рис. 1) [3]. Світове виробництво жита зосереджено в країнах Євросоюзу, Росії, Білорусії, США, Канаді, Туреччині та ін.

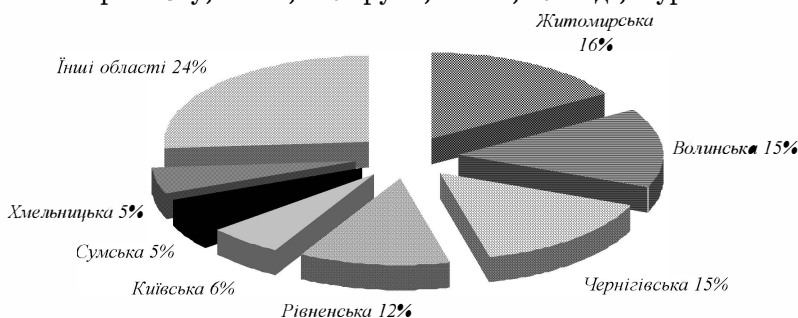


Рис. 1. Виробництво жита в Україні в розрізі областей станом на 2016 рік (за даними Державної служби статистики України, 2016 рік)

В інтенсивних технологіях обробітку озимого жита важлива роль належить сорту. Найважливішою умовою зростання врожайності є широке впровадження в практику найкращих сортів, підвищення якості насінневого матеріалу. Значення сорту для підвищення врожаю сільськогосподарських культур доведено наукою і практикою [1].

На думку ряду вчених, серед основних факторів, що впливають на величину врожаю, перше місце належить сорту, друге — добривам, третє — заходам по догляду за посівами та їх захисту від хвороб, шкідників і бур'янів.

Вимоги до сортів сучасного сільськогосподарського виробництва досить високі: сорт повинен володіти не тільки високою врожайністю, він повинен відрізнятися стабільністю, пластичністю, володіти високою якістю продукції, бути толерантним до біотичних і абіотичних факторів середовища зростання, пристосованим для механізованого обробітку.

Посів насіння, яке включене до Державного реєстру селекційних досягнень сортів — одне з обов'язкових умов правильної технології обробітку озимого жита. Знаходження сорту в Державному реєстрі селекційних досягнень, допущених до використання, дає право розмножувати, вводити при дотриманні карантинних вимог і реалізовувати сорти на території суб'єктів. Насінневі посіви цих сортів підлягають апробації, а на насіння видається сертифікат, що засвідчує їх сортову приналежність, походження та якість [4].

Станом на 13 квітня 2017 року в реєстр сортів рослин України, придатних до поширення, включено 37 сортів озимого жита. Серед них дев'ять німецької селекції — Пікассо, Фугато, Гуттіно, Лівадо, Раво та інші; Польської — Данківській діамант, та української селекції — Хасто, Древлянське, Інтенсивне 95, Юр'івець, Хамарка, Слобожанець F1, Стоїр, Дозор, Синтетик 38 та інші [4].

Полісся — особлива історико-етнографічна область України, частина колишньої прабатьківщини слов'ян, давня етноконтактна зона. Українське Полісся розташоване на півночі України, займає південно-західну частину великої зони мішаних лісів Східноєвропейської рівнини і є частиною єдиної фізико — географічної провінції з характерним для неї підтипом поліських ландшафтів [5].

На півночі воно межує з Білоруським Поліссям, а південна частина його межа проходить із заходу на схід через такі пункти: Устилуг - Луцьк - Тучин - Межиріччі - Корець - Житомир - на південь від Києва - Носівка - Ніжин - Батурин - Путивль - Кролевець - Корп - Глухів. Межа між Поліссям і Лісостепом чітко виявляється у рельєфі, геологічній будові антропогенових відкладів, характері ґрунтів, рослинності.

Загальна площа Українського Полісся становить 113,5 тис. км², що становить 19 % території України. Сюди входить більшість адміністративних районів Волинської, Рівненської, Житомирської і Чернігівської областей, а також ряд районів Київської і Сумської областей. За геоботанічним районуванням, воно є частиною Польської під провінції Східноєвропейської широколистянолісової провінції Європейської широколистянолісової області. Тут знаходяться понад 25 % природних кормових угідь і понад 2/5 площі усіх лісів України [6].

Клімат Українського Полісся менш континентальний і більш зволожений, ніж в інших фізико-географічних зонах України, з теплим і вологим літом та м'якою, хмарною зимою. Взимку формується він під впливом теплого і вологого повітря, яке над-

ходить з Атлантики у вигляді циклонів, що викликають відлиги та збільшену кількість атмосферних опадів. На Полісся надходять також маси арктичного повітря, які зумовлюють взимку значне похолодання, а навесні — пізні заморозки [7].

Серед озимих культур озиме жито характеризується найвищою морозостійкістю. У безсніжні зими воно легко витримує морози до мінус 25 °С, а при доброму загартуванні йому не шкодить зниження температури повітря до мінус 35 °С. Проте озиме жито, особливо тетраплоїдні сорти, недостатньо зимостійке, зокрема малостійке проти випрівання та вимокання. Зерно жита здатне проростати при температурі ґрунту 1-2 °С, а дружні сходи з'являються при температурі 6-12 °С. Сума ефективних температур для його проростання становить близько 50 °С. Активний ріст рослин восени відбувається до настання стійкого похолодання із середньодобовою температурою 4-5 °С. Навесні жито раніше відростає, ніж пшениця, і приблизно на 7-10 днів швидше досягає [8].

Жито є дуже перспективною культурою для України, враховуючи його стійкість до несприятливих погодних умов, невибагливість до якості ґрунту, а також нечутливість до багатьох поширених хвороб. Жито як зимостійка культура підвищує надійність врожаю озимих при високому насиченні сівозміни колосковими. Але значення врожаю озимого жита коливаються рік від року — чим вище середня врожайність, тим більше коливання [9; 10]. 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 [11] про можливість розкладання тимчасового ряду врожайності будь якої культури на дві складові: стаціонарну і випадкову.

В роботі була проведена оцінка динаміки врожайності озимого жита за період з 1988 по 2017 роки для кожної з областей Полісся (Волинська, Рівненська, Житомирська та Чернігівська). 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 пра-

вильність вибору виду тренда і перевірка гіпотези про те, що випадкова компонента носить стаціонарний випадковий процес для всіх областей.

На рис. 2 представлено графік ходу динаміки врожайності змінюючої тенденції (а) і відхилення значень врожайності від тренду в Волинській області (б) за 30 років з 1988 по 2017 рік.

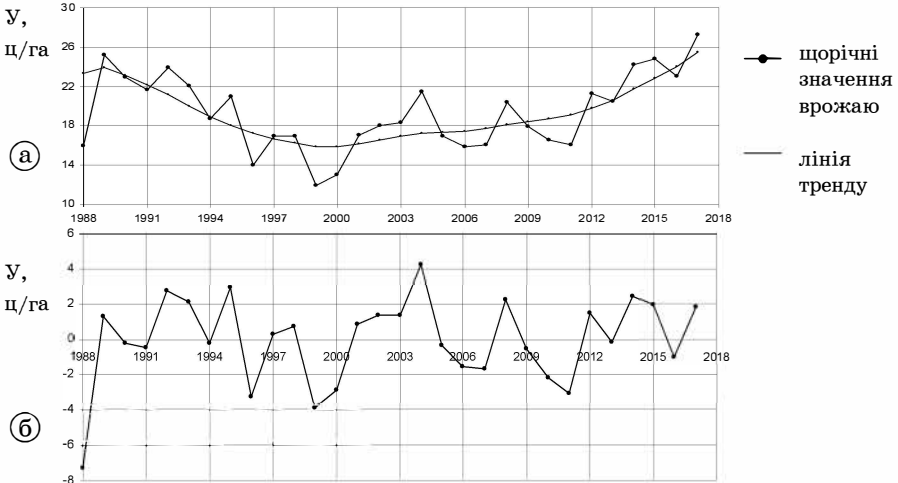


Рис. 2. Динаміка врожайності озимого жита (а) і відхилення врожайів в окремі роки від точок тренду (б) в Волинській області

При середній багаторічній врожайності озимого жита в 19,4 ц/га вирівняний рівень урожайності (рис. 2 а) на початок розглянутого періоду під впливом культури землеробства значення врожайності становило 23,3 ц/га. В кінці досліджуваного періоду значення врожаю незначно підвищилось — 25,5 ц/га.

Під впливом погодних умов окремих років врожай значно варіював. Мінімальне значення врожаю озимого жита в 12,0 та 13,5 ц/га спостерігалось в 1999 та 2010 роках, а максимальні значення — в 2017 році та становило 27,3 ц/га.

Вплив погодних умов на врожайність у вигляді відхилень представлено на графіку відхилення врожайності озимого жита від лінії тренда (рис. 2 б) в Волинській області. З розглянутого періоду в 15 роках спостерігались сприятливі погодні умови, що дало можливість отримати прибавку врожаю 0,3-4,2 ц/га. В інші роки погодні умови справили негативний вплив на врожай, що виразилося в негативному відхиленні від -0,1 до -7,3 ц/га (рис. 2 б).

Розглянемо графік динаміки врожайності змін тенденції (а) і відхилення значень врожайності від тренду в врожайності озимого жита в Житомирській області (рис. 3 а). При середній багаторічній врожайності озимого жита в 17,3 ц/га вирівняний рівень урожайності (рис. 3 а) на початок розглянутого періоду під впливом культури землеробства значення врожайності становило 18,9 ц/га. В кінці досліджуваного періоду значення врожаю значно підвищилось та становило 28,0 ц/га.

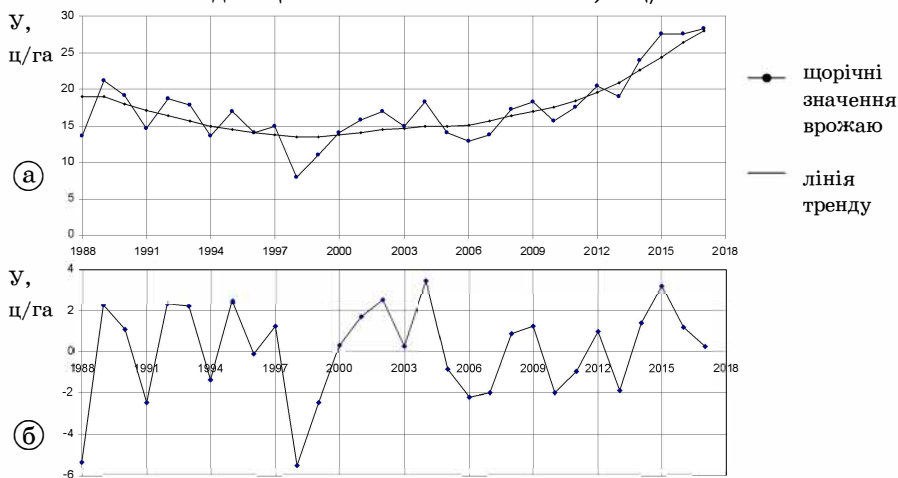


Рис. 3. Динаміка врожайності озимого жита (а) і відхилення врожайів в окремі роки від точок тренду (б) в Житомирській області

Під впливом погодних умов окремих років врожай значно варіював. Мінімальне значення врожаю озимого жита в 11,0 та 12,6 ц/га спостерігалось в 1999 та 2006 роках, а максимальні значення — в 2017 році та становило 28,2 ц/га.

Вплив погодних умов на врожайність у вигляді відхилень представлено на графіку відхилення врожайності озимого жита від лінії тренда (рис. 3 б) в Житомирській області. З розглянутого періоду в 18 роках спостерігались сприятливі погодні умови, що дало можливість отримати прибавку врожаю від 0,2 до 3,4 ц/га. В інші роки погодні умови справили негативний вплив на врожай, що виразилося в негативному відхиленні від -0,1 до -5,5 ц/га (рис. 3 б).

На рис. 4 представлена динаміка врожайності змін тенденції (а) та відхилення врожайів озимого жита в окремі роки від точок тренду (б) в Рівненській області за 30 років с 1988 по 2017 рік.

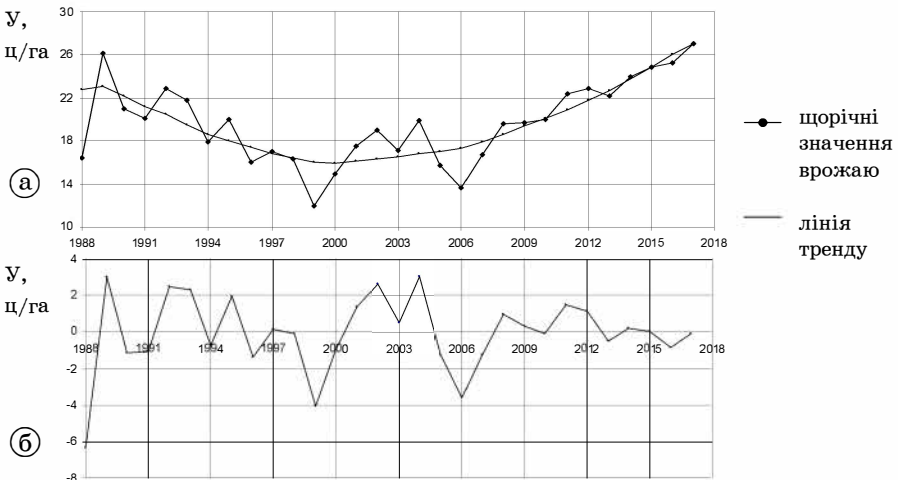


Рис. 4. Динаміка врожайності озимого жита (а) та відхилення врожаїв в окремі роки від точок тренду (б) в Рівненській області

При середній багаторічній врожайності озимого жита в 19,4 ц/га вирівняний рівень урожайності (рис. 4 а) на початок розглянутого періоду під впливом культури землеробства значення врожайності — 22,8 ц/га. В кінці досліджуваного періоду значення врожаю значно підвищилось та становило 27,1 ц/га. Під впливом погодних умов окремих років урожай значно змінювався. Мінімальне значення врожаю озимого жита — 12 ц/га визначено в 1999 році, а максимальне значення — в 2017 році — 27,0 ц/га.

Вплив погодних умов на врожайність у вигляді відхилень представлено на графіку відхилення врожайності озимої пшениці від лінії тренду (рис. 4 б). В дослідженому періоду в 14 роках визначалися сприятливі погодні умови, що дало можливість отримати прибавку врожаю від 0,1 до 3,1 ц/га. В останні роки погодні умови негативно відбилися на врожай, що позначилося у зниженні врожаю від -0,1 до -6,4 ц/га (рис. 4 б).

На рис. 5 представлена динаміка врожайності зміни тенденції (а) та відхилення врожаїв озимого жита в окремі роки від точок тренду (б) в Чернігівській області за 30 років с 1988 по 2017 рік.

При середній багаторічній врожайності озимого жита в 19,8 ц/га вирівняний рівень урожайності (рис. 5 а) на початок розглянутого періоду під впливом культури землеробства значення врожайності — 22,5 ц/га. В кінці досліджуваного періоду значення

врожаю становило 27,9 ц/га. Під впливом погодних умов окремих років урожай значно змінювався. Мінімальне значення врожаю озимого жита — 13 та 13,5 ц/га визначено в 1999 та 2010 роках, а максимальне значення — в 2017 році — 37,4 ц/га.

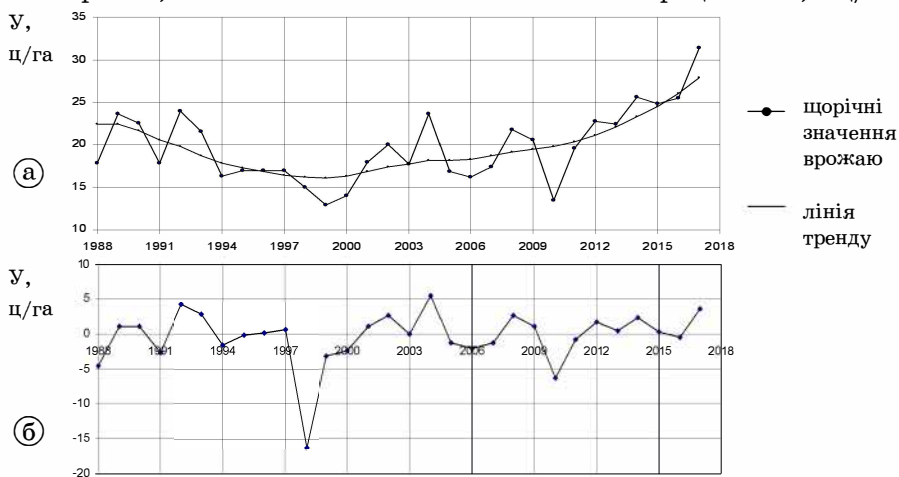


Рис. 5. Динаміка врожайності озимого жита (а) та відхилення врожаїв в окремі роки від точок тренду (б) в Чернігівській області

Вплив погодних умов на врожайність у вигляді відхилень представлено на графіку відхилення врожайності озимої пшениці від лінії тренду (рис. 5 б). В дослідженому періоду в 16 роках визначалися сприятливі погодні умови, що дало можливість отримати прибавку врожаю від 0,2 до 5,4 ц/га. В останні роки погодні умови негативно відбилися на значеннях врожаності, що позначилося у зниженні врожаю від -0,1 до -6,3 ц/га (рис. 5 б).

В роботі було виконано аналіз динаміки врожайності жита озимого в Українському Поліссі за період 1988-2017 рр., розраховані лінії трендів методом гармонійних ваг і проведена оцінка правильності вибору виду тренду. В результаті детального дослідження ґрунтово-кліматичної зони видно, що в усіх областях в останні роки спостерігається значний приріст врожайності, що свідчить про значні зміни у виробництві. У цілому агрометеорологічні умови Українського Полісся сприятливі для вирощування та отримання стійких та сталих врожаїв озимого жита, але при умовах дотримання технології обробітку.

Література

1. Тиунов А. Н. Озимая рожь / А. Н. Тиунов, К. А. Глухих, О. А. Харьковская. — М.: Колос, 1969. — 329 с.
2. Авраменко С. Новітні аспекти вирощування жита озимого / С. Авраменко, М. Цехмейструк, О. Глибокий, В. Шелякін // Агробізнес сьогодні. — 2011. — № 17(216). [Електронний ресурс]. — Режим доступу: agro-business.com.ua.
3. Державна служба статистики України. Сайт Державного департаменту статистики України. Сільське господарство. Рослинництво. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
4. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2017 рік / Державна ветеринарна та фіто санітарна служба України. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.minagro.gov.ua>
5. Данилюк А. Г. Традиційна архітектура регіонів України: Полісся: Монографія. — Львів: Світ, 2000. — 680 с.
6. Маринич О. М. Фізична географія України. — К.: Знання, 2003. — 480 с.
7. Клімат України / Бабіченко В. М., Дячук В. А.; под. ред. В. А. Дядук. — Укр. науково-дослідний г/м інститут, 2003. — 564 с.
8. Рослинництво / С. М. Бугай, А. І. Зінченко, В. І. Моїсеєнко. — К.: Вища школа. Головне видавництво, 1987 — 328 с.
9. Полевой А. Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. — Л.: Гидрометеоздат, 1988. — 319 с.
10. Уланова Е. С., Сиротенко О. Д. Методы статистического анализа в агрометеорологии. — Л.: Гидрометиздат, 1968. — 198 с.
11. Обухов В. М. Урожайность и метеорологические факторы. — М.: Госпланиздат, 1949. — 318 с.

Вишневський О., Ляшенко Г. В.

ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА УРОЖАЙНІСТЬ ВИНОГРАДУ В ПІВДЕННОСТЕПОВІЙ ПІДЗОНІ УКРАЇНИ

Виноград відноситься до цінних висококалорійних продуктів харчування. За підрахунками експертів 1 кг винограду з середнім вмістом цукру 170 г/см^3 може дати організму людини близько 13 % кількості калорій денного раціону. Глюкоза і фруктоза винограду легко засвоюються організмом людини і дуже швид-

ко включаються в обмін речовин. Завдяки цінному складу винограду знаходиться значне застосування в якості лікувального засобу: він позитивно впливає на відновлення сил у людей і використовується при лікуванні багатьох хвороб.

Врожайність винограду дуже розрізняється по території і в часі: в останні 25 років врожаї коливалися від 20 до 120 ц/га. Найбільший вплив на рівень і коливання врожаїв чинять агрометеорологічні умови поточного і минулого років та рівнем агротехніки в конкретних виноградарських господарствах. Це зумовлює необхідність детального аналізу агрокліматичних умов, під якими треба розуміти не тільки середні багаторічні величини, а й екстремальні, які відзначаються з імовірністю 10 %.

У зв'язку із зміною клімату повстає питання можливої зміни урожайності винограду, що й стало метою даної роботи: дослідження можливої зміни урожайності винограду сорту Загрей на території Середньостепової підзони України на прикладі Одеської області.

Одеська область за загальними агрокліматичними умовами цілком сприятлива для вирощування винограду усіх сортів крім дуже пізніх. Хоча в окремі роки можливі несприятливі умови перезимівлі і пошкодження весняними заморозками молодих виноградників. Несприятливі агрометеорологічні умови впродовж вегетаційного періоду розвитку пов'язані з посушливими умовами [1].

Матеріали та методи дослідження. Оцінка зміни агрокліматичних умов при можливих змінах клімату в роботі виконувалася із застосуванням найбільш поширеними сценаріями зміни клімату А1В і А2, які базуються на відповідно бурхливому і повільному розвитку технологій.

Аналіз тенденції зміни клімату був виконаний шляхом порівняння даних за кліматичними сценаріями А1В і А2 та середніх багаторічних кліматичних характеристик показників режиму температур і вологи за періоди. Базовий період — 1986-2005 рр., 1-й кліматичний період — 2011-2030 рр. і 2-й кліматичний період — 2031-3050 рр..

Результати досліджень. Виявлено, що за обома сценаріями фази розвитку у сорту Загрей будуть відзначатися раніше сучасних. Так, за сценарієм А2 у сорту Загрей фенологічні фази “розпускання бруньок”, “цвітіння” і “початок досягання” в 1-й період будуть відзначатися на 2 доби раніше, а “технічна стиглість” — на 4 доби (табл. 1). Тривалість вегетації сорту Загрей скоротиться на 2 доби. В 2-й період усі фази будуть відзначатися на

5-7 дів раніше, а тривалість вегетації скоротиться також на 2 доби. Порівняно з 1-м періодом (2011-2030 рр.) в 2031-2050 рр. фази розвитку винограду будуть відзначатися раніше на 3-4 доби.

За сценарієм А1В для сорту Загрей зміщення фаз розвитку більше, ніж за сценарієм А2. В 1-й період фази розвитку: “розпускання бруньок”, “цвітіння”, “початок дозрівання” будуть відзначатися на 3-6 дів раніше, а “технічна стиглість” — на декаду (10 дів).

Таблиця 1.

Тенденція зміни дат фаз розвитку сорту Загрей

| Сценарій | Період | Фази розвитку | | | | Тривалість вегетації, дні |
|----------|------------------|---------------------|--------------|--------------------|--------------------|---------------------------|
| | | розпускання бруньок | цвітіння | початок достигання | технічна стиглість | |
| | 1986-2005 | 20.04 | 30.05 | 20.07 | 10.09 | 143 |
| А2 | 2011-2030 | 18.04 | 28.05 | 18.07 | 06.09 | 141 |
| | Різниця | -2 | -2 | -2 | -4 | -2 |
| | 2031-2050 | 15.04 | 24.05 | 15.07 | 03.09 | 141 |
| | Різниця | -5 | -6 | -5 | -7 | -2 |
| А1В | 2011-2030 | 17.04 | 25.05 | 14.07 | 31.08 | 136 |
| | Різниця | -3 | -5 | -6 | -10 | -7 |
| | 2031-2050 | 14.04 | 23.05 | 09.07 | 29.08 | 137 |
| | Різниця | -6 | -7 | -11 | -12 | -6 |

В 2-й період також відзначається тенденція зміщення в бік більш ранніх строків. Фази розвитку “розпускання бруньок” і “цвітіння” відзначаються на тиждень раніше, “початок дозрівання” — більш ніж на декаду, а “технічна стиглість” — майже на два тижні раніше.

За сценарієм А1В в обидва періоди (2011-2030 і 2031-2050 рр.) температурний режим буде близький до сучасного, а режим зволоження — вище сучасного — 109 і 103 %, відповідно (табл. 2). В другий міжфазний період температурний режим значно підвищиться, а кількість опадів зменшиться на 16-18 %. Найспекотнішим очікується третій міжфазний період: температура підвищиться на 3,8 і 4,9 °С; а кількість опадів знизиться на 25 %. В цілому за вегетаційний період температура підвищиться в 2011-2030 рр. на 2,1 °С, а в 2031-2050 рр. — на 2,6 °С. Кількість опадів зменшиться на 14 і на 16 %, відповідно. Таким чином, можна відзначити, що кращі умови росту і розвитку винограду сорту Загрей складатимуться за сценарієм А2 в 2-й кліматичний період.

Фотосинтетичний потенціал на технічну стиглість сорту Загрей за перший кліматичний період знизиться на 150 м²·доба,

а в другий період буде відзначатися ще більше зниження — на 234 м²·доба.

Таблиця 2.

Агрокліматичні показники в вегетаційний період винограду сорту Загрей в Середньостеповій підзоні

| Сценарій | Період | Міжфазний період | | | | | | | |
|----------|---------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---|---------------------------------|--|---------------------------------|
| | | розпускання бруньок - цвітіння | | цвітіння - початок достигання | | початок достигання - технічна стиглість | | розпускання бруньок - технічна стиглість | |
| | | Показники | | | | | | | |
| | | Кількість опадів, мм | Середня температура повітря, °С | Кількість опадів, мм | Середня температура повітря, °С | Кількість опадів, мм | Середня температура повітря, °С | Кількість опадів, мм | Середня температура повітря, °С |
| А2 | 86-05 | 66 | 15,0 | 128 | 18,7 | 105 | 16,3 | 299 | 16,8 |
| | 11-30 | 52 | 14,0 | 59 | 18,5 | 66 | 15,4 | 177 | 16,1 |
| | Різниця | -14 | -1,0 | -69 | -0,2 | -39 | -0,9 | -122 | -0,7 |
| | 31-50 | 79 | 14,9 | 122 | 19,5 | 84 | 18,0 | 286 | 17,7 |
| А1В | 11-30 | 72 | 15,2 | 107 | 20,5 | 79 | 20,1 | 257 | 18,9 |
| | Різниця | +6 | +0,2 | -21 | +1,8 | -26 | +3,8 | -42 | +2,1 |
| | 31-50 | 68 | 14,9 | 105 | 20,8 | 78 | 21,2 | 251 | 19,4 |
| | Різниця | +2 | -0,1 | -23 | +2,1 | -27 | +4,9 | -48 | +2,6 |

Формування загальної біомаси у зв'язку із зміною клімату за сценарієм А1В має чітко виражену залежність від водно-теплового режиму в міжфазні періоди вегетації. На технічну стиглість загальна біомаса зменшиться: у 1-й період — з 3060 до 2679 г/кущ, а у 2-й — з 2737 до 2431 г/кущ (рис. 1). За сценарієм А2 в 1-й період урожай ягід винограду сорту Загрей зменшиться з 145,1 до 118,7 ц/га, а в 2-й період зменшиться на 41,2 ц/га.

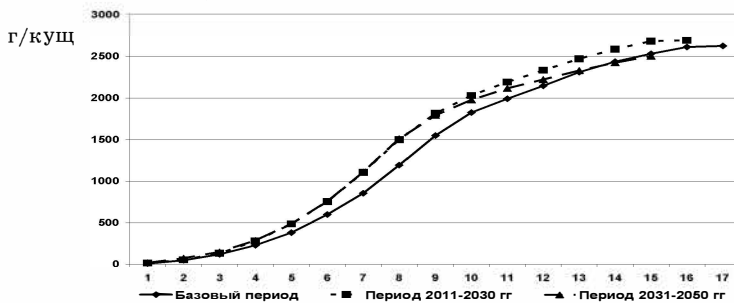


Рис. 1. Зміна загальної біомаси винограду сорту Загрей за сценарієм А1В у Середньостеповій підзоні

Таким чином, при реалізації кліматичного сценарію А1В агрокліматичні умови 2011-2030 рр. будуть несприятливими для сорту Загрей. В 2031-2050 рр. в Середньостеповій підзоні вирощування винограду в Середньостеповій підзоні стане недоцільним. Як наслідок, недобір урожаю винограду за сценарієм А2 складатиме, порівняно із сучасними умовами в 1-й період (2011-2030 рр.) у сорту Загрей 18 %, а в 2-й період (2031-2050 рр.) — 28 %. Ще менші врожаї будуть можливі за сценарієм А1В — відповідно недобір буде складати 32 і 44 %.

Висновки. Проведені за відомими сценаріями розрахунки можливої зміни агрокліматичних ресурсів і характеристик продуктивності винограду сорту Загрей свідчать про погіршення агрокліматичних умов і, як наслідок, зниження фотосинтетичної продуктивності і врожайності в Середньостеповій підзоні, особливо, в 2-й кліматичний період (2031-2050 рр.).

Література

1. Агрокліматичний довідник Одеської області. — Кам'янець-Подільський, 2011. — 189 с.
2. Виноградарство / М. О. Дудник, М. М. Коваль, І. М. Козар та ін.; За ред. М. О. Дудника. — К.: Урожай, 1999. — 288 с.
3. Давитая Ф. Ф. Исследование климатов винограда в СССР и обоснование их практического применения. — М.-Л.: Гидрометеиздат, 1952. — 304 с.
4. Турманидзе Т. И. Климат и урожай винограда. — Л.: Гидрометеиздат, 1980. — 223 с.
5. Фурса Д. И. Погода, орошение и продуктивность винограда. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 199 с.

Шендир В. О., Ляшенко Г. В.

АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВІНОГРАДУ У ЗВ'ЯЗКУ ІЗ ЗМІНОЮ КЛІМАТУ В ПІВНІЧНОСТЕПОВІЙ ПІДЗОНІ УКРАЇНИ

За підрахунками експертів, 1 кг винограду з середньою цукристістю 17 %, може дати організму людини близько 13 % кількості калорій його денного раціону. Глюкоза і фруктоза винограду легко засвоюються організмом людини і дуже швидко включаються в обмін речовин. У ньому також міститься значна кількість мінеральних солей, вітамінів, органічних кислот, пектинових речовин.

Завдяки цінному складу виноград знаходить значне застосування в якості лікувального засобу: він позитивно впливає на відновлення сил у людей і використовується при лікуванні багатьох хвороб. Виноград є висококалорійним продуктом.

Основною причиною міжрічної мінливості врожаїв є ґрунтово-кліматичні та погодні умови. Причому, внесок останніх факторів найбільшою. У зв'язку із зміною сортименту та введення клонів продовжуються дослідження до встановлення оптимального і лімітуючого діапазону агрометеорологічних показників. Метою даного курсового проекту є вивчення агрокліматичних умов формування врожайності винограду на території Північностепової підзони України.

Агрокліматичні умови Північностепової підзони України можна оцінювати за даними Миколаївської області, яка розташована між 46°30' і 48°15' північної широти та між 30°15' і 33°5' східної довготи в басейні Південного Бугу і його притоки Інгулу та початок в басейні Інгульця [1].

Клімат Миколаївської області помірно-континентальний. Зима малосніжна, порівняно тепла, а літо спекотне, з частими суховіями. Середня температура повітря за рік по області становить 9.3-10.4 °С. Середня температура січня (найхолоднішого місяця) становить мінус 1.3-2.7 °С, середня температура липня (найтеплішого місяця) — 21.9-23.4 °С.

Абсолютний мінімум температури повітря за весь період спостережень (з 1945 по 2005 р.) по області зафіксований у січні 1950 року і становить мінус 30.0 °С (Г Первомайськ), а абсолютний максимум — у серпні 1998 року і становив 40.1 °С тепла (АМСЦ Миколаїв). Абсолютний максимум температури повітря був перевищений у липні 2007 року та становив 41,3 °С (м. Вознесенськ). Зимовий період на Миколаївщині триває 72-81 днів — з 4-10 грудня до 20-23 лютого, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0 °С у бік потепління та починається весна [1].

Вегетаційний період (із середніми добовими температурами повітря 5 °С і вище) триває 232-235 днів, починається в середньому по області 21-22 березня і закінчується 9-11 листопада. Сума позитивних температур повітря вище 5 °С за цей період змінюється від 3555 °С на півночі області до 3835 °С на півдні. Період активної вегетації сільськогосподарських культур (із середніми добовими температурами повітря 10 °С і вище) триває

186-191 днів, змінюючись в окремі роки від 163 до 219 днів, починається 13-15 квітня і закінчується 17-21 жовтня. Сума позитивних температур повітря вище 10 °С за цей період змінюється від 3255 °С на півночі області до 3540 °С на півдні. В окремі роки ця сума коливається від 2970 до 3805 °С [1].

Температурний режим повітря, ґрунту і рослин насамперед зумовлюється надходженням тепла від сонця, його випромінювання ґрунтом та поверхнею рослин. Життєдіяльність виноградного куща починається тоді, коли досягається певний мінімум температури. Початок вегетації кущів (сокорух) і розпускання бруньок починається коли температура ґрунту становить 7-8 °С, а повітря — 10-12 °С. Для кожної фази вегетації визначені оптимальні температури, при яких тривалість тієї чи іншої фази найменша. Так, найактивніше ріст пагонів і коренів відбувається при температурі 28-30 °С, цвітіння — 20-30 °С, а досягання ягід — при 28-32 °С [2-5].

Для оцінки зміни агрокліматичних умов при можливих змінах клімату в роботі використовуються сценарії зміни клімату в Україні: сценарій А1В та сценарій А2. Аналіз тенденції зміни клімату був виконаний шляхом порівняння даних за кліматичними сценаріями 1 і 2 відповідно за періоди 2011-2030 і 2031-2050 рр. і середніх багаторічних кліматичних характеристик і агрокліматичних показників за періоди: 1986-2005 рр. (базовий період), 2011-2030 рр., 2031-3050 рр. (1-й і 2-й кліматичний періоди за сценарієм А2 і 2-й — за сценарієм А1В).

В Північному Степу (табл. 1) за сценарієм А2 (у першому кліматичному періоді) в усі міжфазні періоди простежується знижений температурний режим, в середньому за вегетаційний період температура повітря нижче на 0,7 °С. Режим зволоження нижче базового на 40 % , причому найбільш зволуженим зберігається перший міжфазовий період (79 % від базового) і найменш зволуженим (46 %) — другий міжфазний період.

У другому кліматичному періоді більш прохолодним і вологим буде перший період вегетації, найспекотнішим (> на 1,7 °С), але досить вологим (81 % від базового) очікується третій міжфазовий період. В цілому за вегетацію температурний режим буде підвищений (на 0,9 °С), режим зволоження в межах базового (96 %). За рахунок зменшення дефіциту випаровування зменшиться вологопотреба рослин, вологозабезпеченість для винограду буде відмінною (94 %).

Таблиця 1.

Агрокліматичні показники вегетаційного періоду винограду.
Північний Степ

| Сценарій | Період | Міжфазний період | | | | | | | |
|----------|----------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|---|----------------------|--|-------------|
| | | розпускання бруньок – цвітіння | | цвітіння – початок достигання | | початок достигання - технічна стиглість | | розпускання бруньок - технічна стиглість | |
| | | Показники | | | | | | | |
| | Кількість опадів, мм | Середня температура повітря, °С | Кількість опадів, мм | Середня температура повітря, °С | Кількість опадів, мм | Середня температура повітря, °С | Кількість опадів, мм | Середня температура повітря, °С | |
| | 86-05 | 66 | 15,0 | 128 | 18,7 | 105 | 16,3 | 299 | 16,8 |
| A2 | 11-30 | 52 | 14,0 | 59 | 18,5 | 66 | 15,4 | 177 | 16,1 |
| | Різниця | -14 | -1,0 | -69 | -0,2 | -39 | -0,9 | -122 | -0,7 |
| | 31-50 | 79 | 14,9 | 122 | 19,5 | 84 | 18,0 | 286 | 17,7 |
| | Різниця | +13 | -0,1 | -6 | +0,8 | -21 | +1,7 | -13 | +0,9 |
| A1B | 11-30 | 72 | 15,2 | 107 | 20,5 | 79 | 20,1 | 257 | 18,9 |
| | Різниця | +6 | +0,2 | -21 | +1,8 | -26 | +3,8 | -42 | +2,1 |
| | 31-50 | 68 | 14,9 | 105 | 20,8 | 78 | 21,2 | 251 | 19,4 |
| | Різниця | +2 | -0,1 | -23 | +2,1 | -27 | +4,9 | -48 | +2,6 |

За сценарієм A1B в обох випадках (2011-30 і 2031-50 рр.) в перший період вегетації температурний режим буде в межах базового, режим зволоження вище базового (109 і 103 %, відповідно). У другій період температурний режим значно підвищиться, кількість опадів при цьому зменшиться на 16...18 %. Найспекотнішим очікується третій період вегетації: температура підвищиться на 3,8 і 4,9 °С; кількість опадів знизиться на 25 %.

За вегетаційний період в цілому температура підвищиться в першому випадку на 2,1 °С, у другому — на 2,6 °С, кількість опадів зменшиться на 14 і на 16 %. Порівнюючи агрокліматичні умови за двома сценаріями, можна відзначити, що кращі умови росту і розвитку винограду складатимуться за сценарієм A2 в другому кліматичному періоді. Таким чином в Північному Степу за сценарієм A2 у другому кліматичному періоді (2031-2050 рр.) складатимуться найбільш сприятливі умови для вирощування винограду.

Фотосинтетичний потенціал на технічну стиглість в першому досліджуваному районі знизиться на 150 м²·доба, в другому районі на 98 м²·доба, найбільше зниження буде в третьому районі (на 165 м²·доба). У другому сценарному періоді в першому

випадку ще більше зниження (на 234 м²-доба), у другому — на рівні базового, в третьому зниження потенціалу менше (на 32 м²-доба), ніж у попередньому періоді (табл. 2).

Таблиця 2.

**Фотосинтетична продуктивність винограду
в Північностеповій підзоні України**

| Кліматичний період | Роки | Показники | | | |
|--------------------|-----------|--|---|---|--------------|
| | | Площа листя в період максимального розвитку, м ² /кущ | Фотосинтетичний потенціал, м ² -доба | Загальна біомаса на технічну стиглість, г/кущ | Урожай, ц/га |
| а) А2 | | | | | |
| Базовий | 1986-2005 | 10,2 | 964 | 2737 | 136,8 |
| I сценарний | 2011-2030 | 9,3 | 866 | 2431 | 119,5 |
| II сценарний | 2031-2050 | 10,2 | 967 | 2741 | 137,3 |
| б) А1В | | | | | |
| Базовий | 1986-2005 | 10,2 | 964 | 2741 | 136,8 |
| I сценарний | 2011-2030 | 10,9 | 1038 | 2948 | 149,8 |
| II сценарний | 2031-2050 | 10,3 | 976 | 2777 | 138,9 |

При зміні кліматичних умов (сценарій А2) по першому сценарному періоду урожай ягід винограду зменшиться з 136,8 до 119,5 ц/га; за другим сценарним періодом зміна кліматичних умов призведе до підвищення (на 0,5 ц/га). Тобто при реалізації кліматичного сценарію А2 кліматичні умови для Північного Степу умови 2011-2030 рр., будуть менш сприятливими для фотосинтетичної діяльності і формування врожаю, а кліматичні умови 2031-2050 рр. дозволять отримати урожай ягід Загрея дещо більше, ніж в даний час.

За сценарієм А1В фотосинтетичний потенціал в першому випадку буде нижче, ніж за сценарієм А2, і за першим кліматичним сценарієм (на 111 м²-доба) і за другим (на 126 м²-доба), і нижче базового на 261 м²-доба. У другому випадку на 74 м²-доба (перший період) і на 12 м²-доба (другий період) вище базового, в порівнянні з А2 на 172 м²-доба і на 9 м²-доба, відповідно. В третьому випадку ФП по даному сценарію знижується, і в перший період (на 36 м²-доба), і в другій (на 84 м²-доба), однак у порівнянні з попереднім сценарієм зниження буде менше.

Агрокліматичні умови за сценарієм А1В, в першому випадку приведуть до більш значного зниження загальної біомаси винограду, як у першому кліматичному періоді (з 3060 до 2223 г/кущ),

так і у другому (з 3060 до 1824 г/кущ). Менше, ніж в першому випадку, проте буде зниження і в третьому випадку: у першому сценарному періоді з 2845 до 2678 г/кущ; у другому з 2845 до 2583 г/кущ. У другому випадку загальна біомаса збільшиться: у I сценарному періоді з 2714 до 2948 г/кущ; у II — з 2714 до 2777 г/кущ.

У Північному Степу при зміні клімату урожай збільшиться з 136,8 до 149,8 ц/га (перший кліматичний період) і до 138,9 ц/га (другий кліматичний період).

Таким чином, при реалізації кліматичного сценарію А1В агрокліматичні умови 2011-2030 і в 2031-2050 рр. будуть найсприятливішими для винограду ранніх і середніх строків дозрівання в Північному Степу.

Література

1. Агрокліматичний довідник Миколаївської області. — Кам'янець-Подільський. — 2011. — 189 с.
2. Виноградарство / М. О. Дудник, М. М. Коваль, І. М. Козар та ін.; За ред. М. О. Дудника. — К.: Урожай, 1999. — 288 с.
3. Давитая Ф. Ф. Исследование климатов винограда в СССР и обоснование их практического применения. — М.-Л.: Гидрометеоиздат, 1952. — 304 с.
4. Турманидзе Т. И. Климат и урожай винограда. — Л.: Гидрометеоиздат, 1980. — 223 с.
5. Давитая Ф. Ф. Климатические зоны винограда в СССР. — М.: Пищепромиздат, 1948. — 192 с.
6. Фурса Д. И. Погода, орошение и продуктивность винограда. — Л.: Гидрометеоиздат, 1986. — 199 с.

Яремов С. І., Ляшенко Г. В.

ВПЛИВ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ВИНОГРАДУ В УКРАЇНСЬКОМУ ЗАКАРПАТТІ

Виноград є висококалорійним продуктом. За підрахунками експертів, 1 кг винограду з середньою цукристістю 17 %, може дати організму людини близько 13 % кількості калорій його денного раціону. Завдяки цьому цінному складу виноград знаходить значне застосування в якості лікувального засобу: він позитивно впливає на відновлення сил у людей і використовується при лікуванні багатьох хвороб. Врожайність винограду дуже

розрізняється як по території, так і в часовому розрізі. Найбільш високі врожаї отримують в США і Австралія (близько 153 і 100 ц/га). В Європі максимальні врожаї збирають у Німеччині, Франції та Італії. Основною причиною міжрічної мінливості врожаїв є ґрунтово-кліматичні та погодні умови. Причому, внесок останніх факторів найбільшою.

Закарпаття розташоване на південно-західних схилах і передгір'ях Українських Карпат. На північному заході, заході і півдні область межує із чотирма країнами (із протяжністю кордонів) — Польщею (33 км), Словаччиною (98 км), Угорщиною (135 км) та Румунією (190 км), а на півночі і північному сході — зі Львівською (85 км) та Івано-Франківською (180 км) областями і тим самим Закарпаття є своєрідним вікном у Європу. Близько 80 % території області займають гори Карпати — з південного заходу на південний схід. Найвищою вершиною, яких та і в цілому України є гора Говерла висотою 2061 м. В природно-історичному відношенні область поділяється на три ландшафтних регіони: гірський, передгірний та рівнинний, які значно відрізняються за агрокліматичними умовами [1].

Весняні заморозки закінчуються в середньому в 20-х числах квітня, а перші осінні починаються 10-28 жовтня; тривалість беззаморозкового періоду, залежно від рельєфу, коливається в межах 170-190 днів.

За умовами зволоження регіон відноситься до зони надмірного зволоження, проте розподіл опадів по території нерівномірний. Найбільша їх кількість (500-550 мм) в період з температурою понад 10 °С випадає в південно-східній частині, а найменша (460 мм) в північно-західній частині. Річні суми опадів коливаються в межах 650-850 мм на північному заході регіону, 800-1000 мм і більше на південному сході. ГТК становить 1,3-1,8.

Виноградарство розвивається в низинному регіоні, який охоплює всю Закарпатську низовину з окремими групами горбкуватих місць. Він включає Берегівський, південну частину Виноградівського та південно-західні частини Мукачівського та Ужгородського адміністративних районів, що становить 25 % території області. Це дуже теплий район: сума активних температур за період з середньою добовою температурою понад 10⁰ тут становить більше 3000-3320⁰, а в окремих місцях за рахунок мікроклімату вони досягають 3600⁰ (райони Виноградово та Мужієво). Ці місця достатньо захищені від холодних вітрів і мають дуже сприят-

ліві умови (експозиція, форми рельєфу) для денного прогрівання та нічного стікання повітря. Висота над рівнем моря 108-137 м.

Метою цієї роботи є дослідження агрокліматичних умов формування врожайності винограду ранніх і середніх строків стиглості на території Закарпаття України.

Температурний режим повітря, ґрунту і рослин насамперед зумовлюється надходженням тепла від сонця, його випромінювання ґрунтом та поверхнею рослин.

Життєдіяльність виноградного куща починається тоді, коли досягається певний мінімум температури. Початок вегетації кущів (сокорух) і розпускання бруньок починається коли температура ґрунту становить 7-8 °С, а повітря — 10-12 °С. Для кожної фази вегетації визначені оптимальні температури, при яких тривалість тієї чи іншої фази найменша. Так, найактивніше ріст пагонів і коренів відбувається при температурі 28-30 °С, цвітіння — 20-30 °С, а досягання ягід — при 28-32 °С. За Давітая Ф. Ф. для сортів дуже раннього строку досягання сума активних температур становить 2200-2400 градусів, раннього — 2400-2600⁰, середнього — 2700-2800⁰, пізнього і дуже пізнього — 2900-3000⁰ і більше [2-5].

Оцінка зміни агрокліматичних умов при можливих змінах клімату в роботі здійснюється за сценаріями зміни клімату в Україні А1В і А2. Аналіз тенденції зміни клімату виконаний шляхом порівняння даних за кліматичними сценаріями на періоди 2011-2030 і 2031-2050 рр. — відповідно I і II кліматичні періоди порівняно із періодом 1986-2005 рр. (базовий період).

В Лісостеповій зоні Закарпаття (табл. 1) за сценарієм А2 зберігається тенденція зниженого термічного режиму в перший міжфазний період в обидва кліматичні періоди. В другий міжфазний період відзначається незначне підвищення температури, а в третій міжфазний період температура підвищується на 3,9 і 4,8 °С відповідно в 2011-2030 і 2031-2050 рр. Кількість опадів в усі міжфазні періоди нижче базової: відповідно на 21, 47 і 54 % в перший кліматичний період і на 30, 49 і 62 % — в другий період. В цілому за вегетацію в перший період температура буде вищою на 1,3 °С і опадів — на 44 % менше, а в другий період температура буде ще вищою — на 1,7 °С, а вологозабезпеченість буде вищою на 8 %.

За сценарієм А1В в перший кліматичний період температура повітря мало відрізняться від базової (0,6 °С), а кількість опадів зменшиться на 18 мм. В другий кліматичний період темпера-

тура підвищиться на 2,0 °С, а вологозабезпеченість в обидва кліматичні періоди знизиться на 7 %. Тобто в Закарпатті кращі агрокліматичні умови очікуються за сценарієм А2.

Таблиця 1.

Агрокліматичні умови вегетаційного періоду винограду в Закарпатті

| Сценарій | Період | Міжфазний період | | | | | | | | |
|----------|----------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|---|----------------------|--|----------------------|---------------------------------|
| | | Розпускання бруньок – Цвітіння | | Цвітіння – Початок достигання | | Початок достигання - Технічна стиглість | | Розпускання бруньок - Технічна стиглість | | |
| | | Показники | | | | | | | | |
| | Кількість опадів, мм | Середня температура повітря, °С | Кількість опадів, мм | Середня температура повітря, °С | Кількість опадів, мм | Середня температура повітря, °С | Кількість опадів, мм | Середня температура повітря, °С | Кількість опадів, мм | Середня температура повітря, °С |
| | 86–05 | 71 | 15,6 | 131 | 19,8 | 123 | 16,2 | 326 | 17,3 | |
| А2 | 11–30 | 56 | 14,5 | 69 | 20,2 | 57 | 20,1 | 182 | 18,6 | |
| | Різниця | -15 | -1,1 | -62 | +0,4 | -66 | +3,9 | -144 | +1,3 | |
| | 31–50 | 50 | 14,6 | 68 | 20,4 | 47 | 21,0 | 163 | 19,0 | |
| | Різниця | -21 | -1,0 | -63 | +0,6 | -76 | +4,8 | -163 | +1,7 | |
| А1В | 11–30 | 77 | 14,7 | 123 | 19,7 | 69 | 18,4 | 268 | 17,9 | |
| | Різниця | +6 | -0,9 | -8 | -0,1 | -54 | +2,2 | -58 | +0,6 | |
| | 31–50 | 47 | 14,3 | 103 | 20,0 | 85 | 21,9 | 235 | 19,3 | |
| | Різниця | -24 | -1,3 | -28 | +0,2 | -38 | +5,7 | -91 | +2,0 | |

Зміна агрокліматичних умов зумовлює різницю у формуванні фотосинтетичного потенціалу виноградної рослини в, як наслідок, різницю у формуванні урожаю винограду. За сценарієм А1В фотосинтетичний потенціал в перший і другий кліматичні періоди буде нижчий, ніж за сценарієм А2 відповідно на 111 і 126 м²-доба і нижче базового на 261 м²-доба (табл. 2). Фотосинтетичний потенціал винограду зменшується, порівняно з сучасними умовами, в перший і другий кліматичний період за сценарієм А1В відповідно на 36 і 84 м²-доба, а за сценарієм А2 — на 116 і 250 м²-доба.

Загальна біомаса на технічну стиглість відповідно зменшується за сценарієм А1В відповідно в I і II періоди порівняно із сучасними умовами на 168 і 262 г/кущ і на 541 і 622 г/кущ — за сценарієм А2.

Зменшиться також і урожай винограду. За сценарієм А1В з 142,1 до 135,7 ц/га в перший період і до 127,3 ц/га — в другий період і з 167,2 до 137,3 і до 128,5 ц/га. Різниця в врожаї відповідно становить 6,4 і 14,8 ц/га за сценарієм А1В і 20,9 та 38,7 ц/га — за сценарієм А2.

Таблиця 2.

Формування врожайності винограду в Закарпатті

| Кліматичний період | Роки | Показники | | | |
|--------------------|-----------|--|---|---|--------------|
| | | Площа листя в період максимального розвитку, м ² /кущ | Фотосинтетичний потенціал, м ² ·доба | Загальна біомаса на технічну стиглість, г/кущ | Урожай, ц/га |
| а) А1В | | | | | |
| Базовий | 1986-2005 | 10,5 | 994 | 2845 | 142,1 |
| I сценарний | 2011-2030 | 10,1 | 958 | 2678 | 135,7 |
| II сценарний | 2031-2050 | 9,7 | 910 | 2583 | 127,3 |
| б) А2 | | | | | |
| Базовий | 1986-2005 | 11,4 | 1162 | 3261 | 167,2 |
| I сценарний | 2011-2030 | 9,4 | 946 | 2720 | 137,3 |
| II сценарний | 2031-2050 | 8,8 | 882 | 2639 | 128,5 |

Таким чином, за результатами дослідження встановлено, що очікувані агрокліматичні умови будуть в Закарпатті будуть несприятливими для формування продуктивності винограду ранніх і середніх строків стиглості. Проте стосовно сортів винограду пізніх строків стиглості вони незначно покращаться.

Література

1. Агрокліматичний довідник Закарпатської області. — Кам'янець-Подільський, 2011. — 189 с.
2. Виноградарство / М. О. Дудник, М. М. Коваль, І. М. Козар та ін.; За ред. М. О. Дудника. — К.: Урожай, 1999. — 288 с.
3. Давитая Ф. Ф. Исследование климатов винограда в СССР и обоснование их практического применения. — М.-Л.: Гидрометеоиздат, 1952. — 304 с.
4. Турманидзе Т. И. Климат и урожай винограда. — Л.: Гидрометеоиздат, 1980. — 223 с.
5. Фурса Д. И. Погода, орошение и продуктивность винограда. — Л.: Гидрометеоиздат, 1986. — 199 с.

Данілова Н. В.

ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ПРОСА В ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Серед основних круп'яних культур найбільш поширеною є просо. Воно цінне своїм пшоном, яке відзначається високими харчовими якостями.

Просо — це культура без відходів. Завдяки значній кількості крохмалю просо використовується для виробництва спирту, а в останній час у світі компанії з генетики рослин активно працюють над перетворенням проса в енергетичну рослину. Солома та полова проса за своїми якостями наближаються до лугового сіна. Просяне ж сіно краще від сіна з вівса, сорго, кукурудзи чи тимофіївки, а за якістю зеленої маси просо переважає кукурудзу та сорго. Просо широко використовують як страхову культуру при пересіві загиблої озимини а також як поживну культуру.

В Україні ж за останні 6-7 років посівні площі проса зменшилися майже вдвічі. Найбільші площі проса знаходяться на півдні України. Посіви проса ранніх сортів поширені також у лісостепових і поліських районах України.

Просо відрізняється посухостійкістю. І. І. Туманов встановив, що просо має здатність переносити тимчасове обезводнювання тканин рослин без будь-якого зменшення врожаю.

Біологічною особливістю проса є нерівномірність дозрівання волоті. Просо починають збирати, коли зерно в середині волоті досягне воскової стиглості.

Просо значно менше вивчено ніж інші злакові культури. Найбільш відомі дослідження впливу агрометеорологічних умов на формування врожаю проса І. А. Пульмана, С. Р. Савзарг, С. І. Горіної, Н. З. Іванової-Зубкової, О. В. Безсонової, К. А. Кожемяченко, Є. С. Зарембо та А. Г. Просвіркіної. І. А. Пульманом було встановлено, що найважливішою у формуванні врожаю проса є температура повітря у період викидання волоті плюс 20 днів після викидання [3].

Одержання високих і стабільних урожаїв сільськогосподарських культур, у тому числі і проса, завжди було та залишається основною метою землеробства.

При загальному рості врожайності проса коливання їх по роках значні. І, чим вище середня урожайність, тим більше коливання. Тому для отримання планованих урожаїв поряд з детальною оцінкою агрокліматичних ресурсів необхідне вивчення часової мінливості врожаїв в різних агрокліматичних зонах. За даними [3] все різноманіття чинників, що впливають на врожайність сільськогосподарських культур, у тому числі і проса, можна розділити на дві групи. Перша група включає ряд факторів, що обумовлюють рівень культури землеробства. Комплекс факторів, від яких залежить рівень культури землеробства,

різноманітний. Це і досягнення генетики та селекції, технологія вирощування культур, яка включає забезпеченість добривами, меліорацію земель, а також озброєння енергією сільського господарства. Друга група об'єднує метеорологічні фактори, які визначають значні відхилення урожайності в окремі роки від середнього рівня.

Урожайність в кожному конкретному році формується під впливом цілого комплексу чинників. Однак, при вирішенні практичних питань часто виникає необхідність роздільної оцінки ступеню впливу на врожайність як рівня культури землеробства, так і умов погоди. В основу такої оцінки покладено ідею В. М. Обухова про можливість розкладання тимчасового ряду врожайності будь-якої культури на дві складові: стаціонарну та випадкову. Ця ідея отримала подальший розвиток у дослідженнях інших авторів [1; 2]. 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 визначає загальну тенденцію зміни врожайності в періоді, який розглядається. Вона 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 урожайності на найближчі роки в практиці агрометеорології найчастіше застосовують два методи — найменших квадратів [4] і гармонійних вагів [6].

Метод гармонійних вагів вперше був запропонований З. Хельвігом. Пізніше цей метод отримав подальший розвиток в дослід-

женнях А. А. Френкеля [5], А. М. Польового [2] та інших. Основна ідея методу гармонійних вагів (МГВ) полягає в тому, що в результаті зважування певним чином окремих спостережень часового ряду, пізнішими спостереженнями тимчасового ряду, більш пізнім спостереженням надаються великі ваги.

Досліджувалися ряди врожайності проса в Дніпропетровській області. Тенденція урожайності визначалася за допомогою методу гармонійних вагів. Аналіз часових рядів проса проводився за такою схемою:

- виділення тенденції урожайності;
- оцінка правильності вибору тренду;
- перевірка гіпотези про те, що випадкова компонента являє собою стаціонарний випадковий процес;
- аналіз тенденції урожайності, виділення типів ходу тенденції тимчасових рядів урожаїв;
- дослідження випадкової компоненти (середні значення, показники різноманіття, характеристики розподілу).

Був проведений аналіз динаміки врожайності проса в Дніпропетровській області за 30 років з 1986 по 2016 рік, розрахована лінія тренду методом гармонійних вагів і проведена оцінка правильності вибору тренду врожайності проса.

На рис. 1 як приклад представлена динаміка врожайності, тенденції (а) і відхилення від тренду в Дніпропетровській області (б).

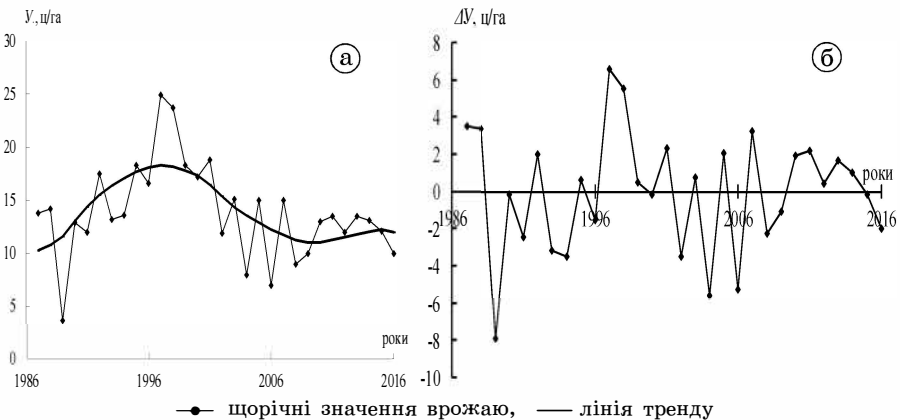


Рис. 1. Динаміка врожайності проса у Дніпропетровській області (а) і відхилень урожайності від тренду в окремі роки (б).

Період 1986-2016 рр.

Вирівняний рівень урожайності (рис. 1а) на початок аналізованого періоду склав 13,8 ц/га. Наприкінці досліджуваного періоду врожай знизився на 3,8 ц/га і склав 10 ц/га. Під впливом погодних умов окремих років урожай значно варіював. Мінімальне значення урожаю проса склало 3,7 ц/га спостерігалось в 1979 році, а максимальне значення — 24,9 ц/га.

Вплив погодних умов на врожайність у вигляді відхилень представлено на графіку відхилень урожайності проса від лінії тренду (рис. 1б) в Дніпропетровській області.

З розглянутого періоду в 16 роках спостерігалися сприятливі погодні умови, що дало можливість отримати збільшення урожаю від 0,46 до 6,6 ц/га. В інші роки погодні умови негативно вплинули на врожай, що виразилося в негативному відхиленні врожаю від тенденції від -0,14 до -7,9 ц/га (рис. 1б).

Максимальні урожаї були досягнуті в період з 1996 по 1997 р., потім спостерігалось зниження урожаю і на початок нового століття урожаї стабілізувались.

При правильному виборі виду тренду відхилення від нього, будуть носити випадковий характер.

Для перевірки основної гіпотези (зміна випадкової величини ε_t не пов'язано зі зміною часу) ми скористалися критерієм серій, заснованих на медіані ε_{med} вибірки.

Для того, щоб вхідний ряд представляв випадкову вибірку, протяжність $[K_m(n)]$ найдовшої серії (послідовність плюсів чи мінусів, отриманих шляхом зіставлення кожного члена ряду з медіаною) не повинна бути занадто великою, а загальне число серій $v(n)$ — занадто маленьким. Вибірка визнається випадковою, якщо виконується наступна нерівність (для 5 %-го рівня значущості):

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

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

Щоб отримати ліві частини нерівностей з відхилень від тренду $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$, створюємо для кожного з розглянутих економічних районів варіаційний ряд, $\varepsilon^{(1)}, \varepsilon^{(2)}, \dots, \varepsilon^{(n)}$, де $\varepsilon^{(1)}$ — найменше

з усіх відхилень, а ε_{med} — медіана цього варіаційного ряду. Далі отримуємо послідовність плюсів і мінусів за таким правилом. На i -му місці ($i=1, 2, \dots, n$) ставиться знак плюс, якщо i -те спостереження у вхідному ряді перевершує медіану, і знак мінус, якщо воно менше медіани. Якщо i -те спостереження дорвнює медіані, воно опускається. Потім підраховуємо протяжність самої довгої серії $K_m(n)$ і загальне число серій $\nu(n)$ для кожного економічного району. Порівняння лівих і правих частин нерівностей (табл. 1) показує, що обидві нерівності справедливі. У результаті приймається гіпотеза про випадковий характер відхилень рівнів часового ряду врожайності від тренду.

Таблиця 1.

Оцінка правильності вибору тренду урожайності проса
в Дніпропетровській області

| Зона | $K_m(n)$ | $\nu(n)$ | $3,3(\lg n + 1)$ | $\frac{1}{2}(n + 1 - 1,96\sqrt{n - 1})$ |
|----------------|----------|----------|------------------|---|
| Північний Степ | 5 | 18 | 8,17 | 10,23 |

Аналіз динаміки тенденції урожайності за період, який досліджувався, показує на різній її характер. Особливості в динаміці тенденції урожайності проса в Дніпропетровській області пояснюються збільшенням повторюваності посушливих явищ.

Література

1. Пасов В. М. Изменчивость урожая и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 152 с.
2. Полевой А. Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. — Л.: Гидрометеиздат, 1983. — 175 с.
3. Просвиркина А. Г. Проект методических указаний по составлению прогноза урожайности и валового сбора проса в основных районах его возделывания. — Обнинск, 1984. — 56 с.
4. Уланова Е. С. Методы статистического анализа в агрометеорологии. — Л.: Гидрометеиздат, 1968.
5. Френкель А. А. Математические методы анализа и прогнозирования производительности труда. — М.: Экономика, 1972. — 189 с.
6. Шиголов А. А. К изучению связи формирования зерна с метеорологическими факторами // Метеорология и гидрология. — 1954, № 6.



НАШИ ЮБИЛЯРЫ



- 06.07.17 г.** - *Гомонюк Л. Н.*, инспектор по кадрам сектора организации работ и кадрового обеспечения ГМЦ ЧАМ - 70 лет
- 14.07.17 г.** - *Шиленко В. Н.*, инженер по радионавигации и радиолокации отдела аэрологических наблюдений ГИЦ ЧАМ - 60 лет
- 16.07.17 г.** - *Кочубей Е. Г.*, техник-метеоролог МГП Паромная переправа - 60 лет
- 10.09.67 г.** - *Шейко В. М.*, электромеханик хозяйственного отдела ГМЦ ЧАМ - 50 лет
- 12.10.17 г.** - *Загорная Е. Т.*, наблюдатель за загрязнением окружающей среды Лаборатории наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха ГМЦ ЧАМ - 60 лет
- 29.10.17 г.** - *Дьяченко С. А.*, агрометеоролог отдела агрометеорологии ГМЦ ЧАМ - 50 лет
- 12.01.18 г.** - *Кияшко В. В.*, водитель а/т средства хозяйственного отдела ГМЦ ЧАМ - 60 лет
- 24.01.18 г.** - *Савилова А. И.*, начальник отдела метеорологических прогнозов ГМЦ ЧАМ - 70 лет
- 18.03.18 г.** - *Заболоцкая М. И.*, начальник отдела агрометеорологии ГМЦ ЧАМ - 80 лет
- 08.04.18 г.** - *Полищук В. Ф.*, техник метеоролог сектора г/м моря п. Южный - 60 лет
- 15.04.18 г.** - *Драган А. Н.*, начальник отдела авиационной метеорологии АМСГ Одесса - 60 лет
- 16.04.18 г.** - *Толкач Н. Н.*, аэролог отдела аэрологических наблюдений ГМЦ ЧАМ - 50 лет



НАШИ АВТОРЫ

- *Адобовский В. В.*, научный сотрудник Ин-та морской биологии НАН Украины
- *Альхов О. М.*, магистр ОГЭКУ (Одесса)
- *Бабанина К. В.*, магистрант каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭКУ (Одесса)
- *Бакала О. Д.*, магистрант каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭКУ (Одесса)
- *Бандура И. И.*, магистр ОГЭКУ (Одесса)
- *Бибко Г. М.*, магистр ОГЭКУ (Одесса)
- *Бондар О. В.*, магистр ОГЭКУ (Одесса)
- *Бондура С. В.*, студентка ОГЭКУ (Одесса)
- *Бородкина Т. А.*, магистрант каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭКУ (Одесса)
- *Борщевская Д. О.*, магистр ОГЭКУ (Одесса)
- *Вишневецкий А.*, магистр ОГЭКУ (Одесса)
- *Вовкодав Г. Н.*, канд. хим. наук, доцент каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭКУ (Одесса)
- *Грабовик М. М.*, магистр ОГЭКУ (Одесса)
- *Гурская Л. М.*, ст. преподаватель каф. метеорологии и климатологии ОГЭКУ (Одесса)
- *Данилова Н. В.*, каф. агрометеорологии и агрометпрогнозов ОГЭКУ (Одесса)
- *Даус М. Е.*, ОГЭКУ (Одесса)
- *Делинский Д. С.*, магистрант каф. метеорологии и климатологии ОГЭКУ (Одесса)
- *Ермоленко К. В.*, магистр ОГЭКУ (Одесса)
- *Заморняк О. Я.*, магистрант каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭКУ (Одесса)
- *Ильина А. О.*, аспирант каф. агрометеорологии и агрометпрогнозов ОГЭКУ (Одесса)
- *Ильина В. Г.*, доцент каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭКУ (Одесса)
- *Кандыба К. Ю.*, студентка ОГЭКУ (Одесса)
- *Кликач Н. В.*, ОГЭКУ (Одесса)
- *Костюкевич Т. К.*, канд. геогр. наук, ассистент каф. агрометеорологии и агрометпрогнозов ОГЭКУ (Одесса)
- *Костяков А.*, магистрант каф. метеорологии и климатологии ОГЭКУ (Одесса)
- *Крисак О. О.*, магистр ОГЭКУ (Одесса)
- *Кроленко Ю. И.*, магистрант каф. метеорологии и климатологии ОГЭКУ (Одесса)
- *Кузьмина В. А.*, ст. преподаватель каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭКУ (Одесса)
- *Кулинская К. В.*, магистр ОГЭКУ (Одесса)

- *Кушнир А. А.*, магистрант каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭкУ (Одесса)
- *Лаврентьева А. О.*, магистрант каф. метеорологии и климатологии ОГЭкУ (Одесса)
- *Лавтар В. О.*, ОГЭкУ (Одесса)
- *Лисовская И. А.*, магистр ОГЭкУ (Одесса)
- *Ломакин П. Д.*, доктор географ. наук, профессор, вед. науч. сотрудник Морского гидрофизического ин-та НАН Украины (Севастополь)
- *Лука М. М.*, студентка ОГЭкУ (Одесса)
- *Лукиянова Э. В.*, учитель биологии и экологии Одесской общеобразовательной школы № 28 (Одесса)
- *Любарова А. О.*, студент ОГЭкУ (Одесса)
- *Ляшенко Г. В.*, доктор географ. наук, профессор каф. агрометеорологии и агрометпрогнозов ОГЭкУ (Одесса)
- *Мороз А. Я.*, магистрант каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭкУ (Одесса)
- *Нажмудинова О. М.*, канд. геогр. наук, доцент каф. метеорологии и климатологии ОГЭкУ (Одесса)
- *Недострелова Л. В.*, канд. геогр. наук, доцент каф. метеорологии и климатологии ОГЭкУ (Одесса)
- *Панасюк А. А.*, магистр ОГЭкУ (Одесса)
- *Пилипюк В. В.*, канд. геогр. наук, доцент каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭкУ (Одесса)
- *Полевой А. М.*, доктор геогр. наук, профессор, академик АНВШ Украины, зав. каф. агрометеорологии и агрометпрогнозов ОГЭкУ (Одесса)
- *Полетаева Л. Н.*, канд. географ. наук, доцент, директор центра последипломного образования ОГЭкУ (Одесса)
- *Семенова И. Г.*, доктор геогр. наук, профессор каф. метеорологии и климатологии ОГЭкУ (Одесса)
- *Семергей-Чумаченко А. Б.*, канд. географ. наук, доцент каф. метеорологии и климатологии ОГЭкУ (Одесса)
- *Сердега И. Л.*, магистрант каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭкУ (Одесса)
- *Толмачева А. В.*, канд. географ. наук, ассистент каф. агрометеорологии и агрометпрогнозов ОГЭкУ (Одесса)
- *Трандафил М. Ф.*, магистрант каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭкУ (Одесса)
- *Чугай А. В.*, канд. геогр. наук, доцент, декан природоохранного факультета ОГЭкУ (Одесса)
- *Чумаченко В.*, студент ОГЭкУ (Одесса)
- *Шалимов Н. А.*
- *Шатохина И. В.*, магистрант каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭкУ (Одесса)
- *Шевченко Н. П.*, магистрант каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭкУ (Одесса)
- *Шендир В.*, магистр ОГЭкУ (Одесса)
- *Юрасов С. М.*, доцент каф. экологии и охраны окружающей среды ОГЭкУ (Одесса)
- *Ярёмов С. И.*, магистр ОГЭкУ (Одесса)

СОДЕРЖАНИЕ

Шалимов Н. А.

Региональные особенности формирования программы
предотвращения опасных изменений климата 3

Чумаченко В., Недострелова Л. В.

Дослідження грозової діяльності 10

Нажмудінова О. М.

Грозова діяльність над Харковом 20

Семергей-Чумаченко А. Б., Кроленко Ю. І.

Смерчі над південним заходом України 29

Гурська Л. М., Любарова А. О.

Аеросиноптичні умови формування
шквалу на Одещині 7 серпня 2016 року 42

Семенова І. Г., Лаврент'єва А. О., Делінський Д. С.

Оцінка динаміки посушливих умов в південних областях
України з використанням супутникової інформації 51

Костяков А., Недострелова Л. В.

Аналіз статистичних параметрів
снігового покриву на території України 63

Чугай А. В., Сердега І. Л.

Оцінка метеорологічного потенціалу
забруднення атмосфери міст Одеса та Миколаїв 76

Чугай А. В., Шатохіна І. В.

Оцінка техногенного навантаження
на повітряний басейн Миколаївської області 83

Чугай А. В., Кушнір А. А.

Аналіз водоспоживання та водовідведення
техногенними об'єктами Миколаївської області 90

Ломакін П. Д.

Поле розчиненої органічної речовини у Азовському морі 95

Ломакін П. Д.

Підвищення солоності вод озера Сиваш
у зв'язку з перекриттям північнокримського каналу 105

Бакала О. Д., Вовкодав Г. М., Лукіянова Е. В.

Оцінка якості води Кременчуцького
водосховища за індексом забрудненості води (ІЗВ) 111

| | |
|--|------------|
| Бакала О. Д., Вовкодав Г. М. Оцінка якості стану вод Кременчуцького водосховища в межах Кіровоградської та Черкаської областей | 114 |
| Юрасов С. М., Кузьміна В. А., Бородкіна Т. А. Аналіз можливості подальшого використання водоймища Сасик | 118 |
| Даус М. Є., Лавтар В. О. Екологічна оцінка якості води річки Рось | 130 |
| Даус М. Є., Кликач Н. В. Екологічна оцінка якості води у басейні річки Сула | 137 |
| Шалимов Н. А. Адаптація аграрного сектора к новым климатическим условиям Причерноморья | 144 |
| Ільїна В. Г., Шевченко Н. П. Оцінка вмісту мікроелементів у ґрунтах Черкаської області | 149 |
| Ільїна В. Г., Бабаніна К. В. Оцінка виносу біогенних елементів з урожаєм сільськогосподарських рослин на території Запорізької області | 153 |
| Польовий А. М., Ільїна А. О. Аналіз динаміки фотосинтетичної продуктивності вівса в умовах півдня Одеської області | 156 |
| Ільїна В. Г., Трандафіл М. Ф. Аналіз сучасного агрохімічного стану ґрунтів сільськогосподарського призначення Полтавської області | 160 |
| Ільїна В. Г., Мороз А. Я. Аналіз вмісту важких металів у ґрунтах Волинської області | 163 |
| Пилип'юк В. В., Заморняк О. Я. Аналіз антропогенного навантаження на поверхневі води Запорізької області | 167 |
| Адобовский В. В. Влияние погодных условий зимне-весеннего периода 2018 г. на гидрологические процессы прибрежной зоны моря и приморских водоемов | 171 |
| Грабовик М. М., Полетаєва Л. М. Аналіз сучасного стану забруднення повітряного басейну міста Київ | 177 |

| | |
|--|------------|
| Бібко Г. М., Полетаєва Л. М. Прогноз метеорологічних умов забруднення атмосферного повітря міста Київ | 182 |
| Бандура І. І., Полетаєва Л. М. Екологічно орієнтовані форми рекреаційно-туристичної діяльності на прикладі парку “Бузький Гард” | 188 |
| Кулинська Х. Вплив змін клімату на термічні показники в Україні | 193 |
| Кандиба К. Ю., Толмачова А. В. Оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів вищущування сої різних груп стиглості в степовій зоні України | 199 |
| Крисак О. О. Вплив змін клімату на умови перезимівлі озимої пшениці в степовій зоні України | 205 |
| Польовий А. М., Костюкевич Т. К., Бондар О. В. Агрометеорологічні умови формування врожайності кукурудзи в Київській області | 211 |
| Польовий А. М., Костюкевич Т. К., Альхов О. М. Динаміка врожайності пшениці озимої в лісостепу України на прикладі Полтавської області | 218 |
| Борщевська Д. О. Аналіз динаміки урожайності кукурудзи в Сумській області | 224 |
| Єрмоленко К. В., Костюкевич Т. К. Вплив агрометеорологічних умов весняно-літнього періоду вегетації на формування врожайності озимого жита в Чернігівській області | 228 |
| Польовий А. М., Костюкевич Т. К., Лісовська І. А. Оцінка мінливості врожайності картоплі в Вінницькій області | 237 |
| Лука М. М., Костюкевич Т. К. Агрокліматична оцінка сучасних умов формування врожайності озимого жита в Тернопільській області | 243 |
| Бондура С. В., Толмачева А. В. Влияние агроклиматических условий на динамику приростов агроэкологических категорий урожайности сои в Полесье | 251 |
| Панасюк А. А., Костюкевич Т. К. Сучасний стан та оцінка мінливості врожайності жита озимого в умовах українського Полісся | 259 |

Вишневецький О., Ляшенко Г. В.

Вплив зміни клімату на урожайність винограду
в південнестеповій підзоні України 267

Шендир В. О., Ляшенко Г. В.

Агрокліматичні умови формування
продуктивності винограду у зв'язку із
зміною клімату в північнестеповій підзоні України 271

Яремов С. І., Ляшенко Г. В.

Вплив агрокліматичних умов на врожайність
винограду в українському Закарпатті 276

Данілова Н. В.

Вплив погодних умов на формування врожаю
проса в Дніпропетровській області 280

НАШИ ЮБИЛЯРЫ 286

НАШИ АВТОРЫ 287

ФОП Попова

Тираж 150 екземплярів

65010, г. Одеса, ул. Палубная 9/4

тел/факс: (048) 714-91-71

