

Український гідрометеорологічний інститут  
ДСНС України та НАН України –  
Texas A&M AgriLife Research – IBM Research

## ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ДЛЯ БОРОТЬБИ З ПОСУХОЮ



ЛАБОРАТОРІЯ МОДЕЛЮВАННЯ  
РІЧКОВИХ СИСТЕМ

РОЗУМІЄМО КЛІМАТ – КОНТРОЛЮЄМО ВРОЖАЙ



Он-лайн додатки для отримання надійної інформації про посухи, повені з метою завчасного планування і прийняття управлінських рішень розроблені у ході виконання спільного україно-американського проекту «Вплив посух і повеней, зумовлених кліматичними змінами, на довкілля та виробництво сільського господарства в Україні та Тeksасі» («Climate-induced drought or flood and its impact on the environment and agriculture production in Ukraine and Texas»).

**В Україні реалізується Українським гідрометеорологічним інститутом ДСНС України та НАН України у партнерстві з Texas A&M AgriLife Research за фінансової та технічної підтримки IBM Research.**

Проект розпочався в 2023 році і зараз знаходиться в активній фазі його реалізації.

Більше інформації про Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України доступно за посиланням <https://www.uhmi.org.ua> або на сторінці інституту у Facebook: <https://www.facebook.com/uhmi.org.ua>

Більше інформації про Texas A&M AgriLife Research доступно за посиланням <https://agriliferesearch.tamu.edu/>

Більше інформації про IBM Research доступно за посиланням <https://research.ibm.com/>

Аграрний сектор України відіграє важливу роль в економіці країни з внеском ~10% ВВП і має значний вплив на світові сільськогосподарські ринки. **Україна входить до топ-10 експортерів аграрної продукції та може додатково забезпечити 400 млн. людей інших країн світу продуктами харчування.**

Передумовою розвитку сільського господарства в Україні є наявність родючих ґрунтів, сприятливі кліматичні умови й зручне географічне розташування між Європою та Азією.

Зміни клімату та екстремальні погодні умови створюють суттєві ризики для отримання стабільного врожаю. Через таку глибоку залежність аграрії одні з перших опинилися на передовій боротьби зі змінами клімату, маючи справу з дедалі більш непередбачуваними погодними умовами, екстремальними метеорологічними явищами й зміною вегетаційних періодів.

Наслідки зміни клімату стають все більш очевидними і впливають на різні аспекти сучасного життя. Найбільш руйнівним та водночас найскладнішим для подолання є явище посухи<sup>1</sup>. З початку XXI століття посухи стали загрозою для всіх континентів планети і все частіше охоплюють більші території.

Навіть за умов, що посухи несуть значний негативний вплив на всі галузі економіки країн, найсерйозніші наслідки все ж таки відчувають аграрії, бо вода – основна складова для росту та розвитку рослин. Стабільне й достатнє водопостачання протягом усього вегетаційного періоду має вирішальне значення для досягнення значних врожаїв та підтримки якості сільськогосподарських продуктів. Водний стрес на будь-якій стадії росту культури може значно знизити врожайність, негативно вплинувши на якість продукції.

Кліматичні зміни, і як наслідок фінансові втрати, вже стали нерозривними супутниками. У посушливому 2020 р. загальні збитки сільгоспвиробників України досягли 2,5 млрд. грн<sup>2</sup>. Багато фермерів опинились у скрутному становищі та були змушені звертатися до держави за дотаціями.

Для забезпечення стабільних, високоякісних показників урожаїв агровиробникам необхідно адаптуватися до нових умов та оптимізувати свої методи господарської діяльності. В іншому випадку, вони ризикують і надалі втрачати ресурси для існування.

**Важливим для вирішення вищезазначених проблем є використання нових стратегій адаптації до змін клімату, що приведе до належного, а відповідно – ефективного ведення сільськогосподарських робіт. Однією з основних складових умов створення таких стратегій є необхідність отримання актуальної інформації про стан речей «тут» і «зараз». Це має стати підґрунтям покрокового плану дій, який сприятиме максимальній готовності фермера до будь-якого розвитку подій і допоможе приймати правильні рішення.**

<sup>1</sup> <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.689>

<sup>2</sup> <https://agropolit.com/news/16261-v-mert-porahuvati-zbitki-apk-vid-posuhi>

# ХТО МИ?

Ми представляємо проєкт **“Вплив посух і повеней, зумовлених кліматичними змінами, на довкілля та сільськогосподарське виробництво в Україні та Техасі”**, який сумісно виконується Українським гідрометеорологічним інститутом (Україна), Texas A&M AgriLife Research (США) та компанією IBM (США).



Основною метою проєкту є розроблення технічних веб-додатків або інструментів для отримання надійної інформації про повені, посухи, які стануть базисом для завчасного планування і обґрунтування прийняття управлінських рішень та забезпечення готовності до надзвичайних ситуацій. Українські та американські учасники розробляють інструменти відповідно для умов України та Техасу (США).

**ПРОЄКТ РЕАЛІЗУЄТЬСЯ У 2 ЕТАПИ. Зважаючи на високе суспільне значення, вважаємо за доцільне оприлюднити результати першого з них:**

- Онлайн-платформа «Land & Water»: Агро-гідрологічна модель річкових басейнів України.
- Онлайн-платформа «AgroStats»: Статистика посівних площ, добрив та врожайності в Україні.

По завершенню другого етапу ми оприлюднимо онлайн платформу “Система прогнозування посухи” (розробка триває).

Якщо Ви зацікавлені, щоб ваша думка була врахована під час розроблення онлайн-платформи та мобільного додатку прогнозування посухи в Україні, **будь ласка, відскануйте QR-код та пройдіть опитування.**



# ЧОМУ МИ?

## ОБ'ЄДНУЄМО ЗУСИЛЛЯ

Ми представники міжнародної наукової команди, спеціалісти якої спираються на багаторічний досвід досліджень і розробки колообігу водного циклу, властивостей ґрунтів та вирощування рослин. Колектив науковців і ІТ розробників, що має досвід еколого-гідрологічного моделювання з використанням інноваційних методів штучного інтелекту.

## НАЦІЛЕНІ НА СУЧАСНІ КЛІМАТИЧНІ ВИКЛИКИ

Кліматичні зміни сучасності призвели до збільшення числа небезпечних погодних явищ: повеней, посух, нестачі води в ґрунті тощо. Першочергово ці зміни торкнулися агросектору, як найбільш погодозалежної галузі економіки країни. Розроблені нами онлайн-платформи сприяють адаптації галузі до змін клімату, пошуку відповідних рішень, розробленню та реалізації необхідних заходів.

Ви отримаєте достовірну, науково обґрунтовану інформацію щодо змін температури, опадів, запасів вологи ґрунту.

## ВИКОРИСТОВУЄМО ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ І ТЕХНОЛОГІЇ

У процесі розробки онлайн-платформ були використані найпоширеніша у світі еко-гідрологічна модель SWAT та пакет штучного інтелекту IBM для кліматичних даних і прогнозів погоди.

Модель враховує властивості ґрунтів, клімат та статистику сільського господарства України за останні 40 років. Ми зібрали найбільшу онлайн-базу статистики посівних площ, внесення добрив та врожайності, щоби допомогти Вам у виборі культур та операційному плануванні.

## РОБИМО СКЛАДНЕ ПРОСТИМ

Ми розробили прості платформи-асистенти для відображення результатів у зрозумілій користувачу формі.

## СУСПІЛЬНА РОЛЬ

Відкриті та безкоштовні дані, які надаються розробленими у межах проєкту платформами-асистентами, сприятимуть швидкому реагуванню та адаптації сільськогосподарських виробників до змін клімату як результат – забезпечення стабільності виробництва продуктів харчування та ефективності виробництва.

## ВІДКРИТІ ДО ОБГОВОРЕННЯ ТА ПРОПОЗИЦІЙ

Завжди раді почути думку практиків та врахувати ваші потреби

# ПРОДУКТИ ПРОЄКТУ – ОН-ЛАЙН ЗАСТОСУНКИ ДЛЯ АДАПТАЦІЇ ДО ЗМІН КЛІМАТУ

## Онлайн-платформа «Land & Water»

це агро-гідрологічна модель річкових басейнів України, яка відображає водний стік, запас вологи у ґрунті, живлення підземних вод, інші компоненти водного балансу.

Версія для ПК <https://landwater.uhmi.org.ua/>

### ЩО МОЖНА ОТРИМАТИ

За допомогою платформи «Land & Water» можна:

- визначити середній запас вологи ґрунту у конкретному регіоні за вибраний період;
- проаналізувати динаміку змін щоденних значень вологи ґрунту протягом року, а також їхніх середніх значень за довготривалий період;
- визначити найбільш ймовірний хід запасу вологи ґрунту, спираючись на дані сучасного періоду кліматичних змін (1991–2020 рр.);
- дослідити фактори, які впливають на зменшення запасів вологи ґрунту;
- визначити найбільш уразливий до посух регіон;
- визначити найбільш критичні місяці щодо водного живлення рослин, проаналізувати тренди температури повітря за довготривалий період (за останні 40 років);
- проаналізувати тренди опадів за довготривалий період (за останні 40 років);
- інтерактивна мапа дозволяє порівнювати різні періоди та окремі місяці;
- обрані дані можна зберегти у вигляді таблиці або малюнка.

Вода відіграє фундаментальну роль у рості, розвитку та формуванні продуктивності рослин. Водний стрес на будь-якій стадії росту сільськогосподарської культури може не тільки значно знизити врожайність, але і погіршити якість продукції. Один день перебування рослин у стресі зменшує врожайність на 1%.

*Кліматичні зміни різко вплинули на забезпеченість ґрунту вологою, що вимагає у виробників адаптації до нових умов.*

Як пов'язані продуктивність сільськогосподарських культур та вологість ґрунту у будь-якому регіоні України в окремий період вегетаційного циклу можна знайти тут.<sup>3</sup>

Після низки значних посух в США та ЄС вже створені системи моніторингу та протидії цьому небезпечному явищу: U.S. Drought Monitor<sup>4</sup> та European Drought Observatory.<sup>5</sup>

Україна також стоїть на порозі розробки власних, ефективних засобів та інструментів для забезпечення аграрного сектора надійною та актуальною інформацією про гідрологічні умови на рівні високого просторового розрізнення. Особливе місце серед цих інструментів займає онлайн-платформа «Land & Water», яка на даному етапі забезпечує можливість оцінювати запас вологи у ґрунті і вже може приносити практичну користь. Потенціал та базова структура платформи відкривають шлях до створення на другому етапі проекту ефективної системи прогнозування посух.



<sup>3</sup> Дмитренко В.П. Погода, клімат і урожай польових культур.– К.: Ніка-Центр, 2010. Розд. 6.4.

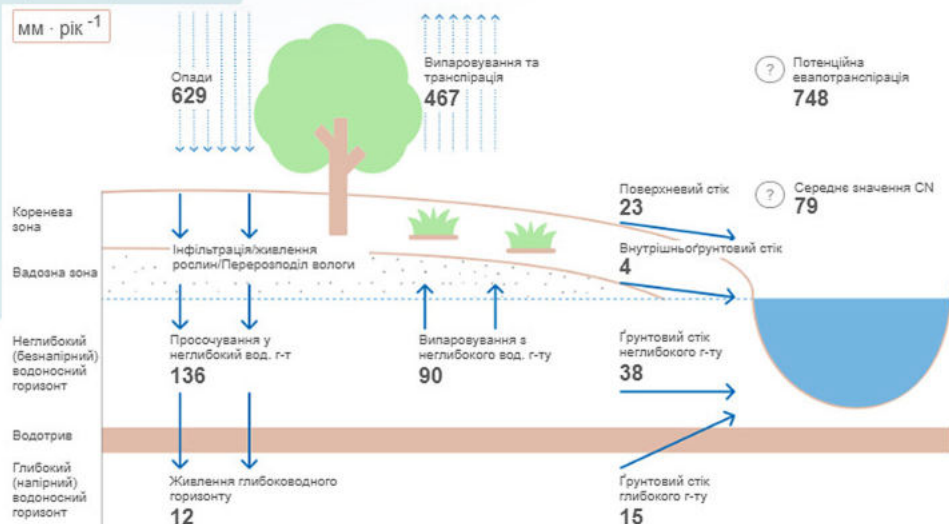
<sup>4</sup> <https://drought.unl.edu>

<sup>5</sup> <https://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1111>

## ЯК ЦЕ ПРАЦЮЄ

Вся територія України поділена на малі водозбори із середньою площею 200 км<sup>2</sup>. Для кожного водозбору визначено аналітичні одиниці, що поєднують схожі властивості ґрунтів, рослинного покриву та рельєфу. Для кожної аналітичної одиниці із щоденним кроком моделюються компоненти водного балансу: **водний стік**, **випаровування**, **запаси вологи ґрунту**, **інфільтрація**, **живлення рослин**, **живлення водоносного горизонту та інші показники**.

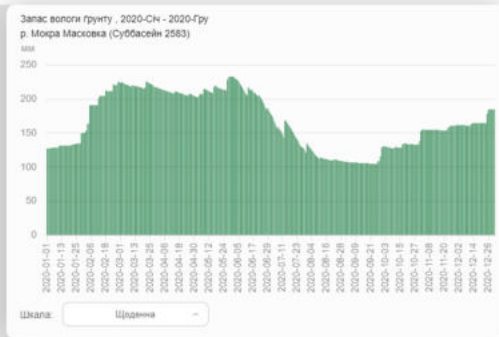
Водний баланс, 1991-2020  
р.Многа (Суббасейн 1597)



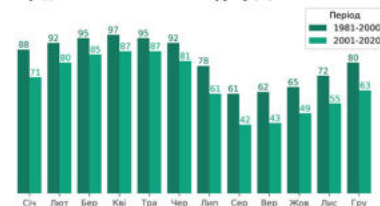
Після інкорпорації пакету штучного інтелекту IBM із прогнозування погоди, модель буде передбачати запаси вологи ґрунту та інші компоненти водного балансу.

## ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ

ВІДСТЕЖЕННЯ ЩОДЕННОЇ ЗМІНИ ЗАПАСУ ВОЛОГИ У ҐРУНТІ



Середньомісячні запаси вологи ґрунту (%)



АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ ЗМІНИ ЗАПАСУ ВОЛОГИ ҐРУНТУ

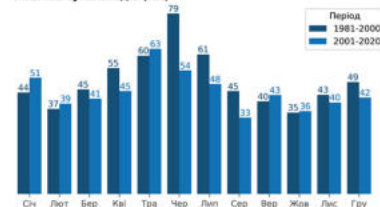
Зміни клімату посилюють посухи.

За допомогою «Land & Water» ми порівняли 1981-2000 та 2001-2020 рр. на прикладі басейну р. Конка.

Через зростання температури та зменшення опадів запас вологи ґрунту у вегетаційний період (квітень-жовтень) зменшився на 18%.

За наявними кліматичними сценаріями зазначені тенденції будуть посилюватися у майбутньому.

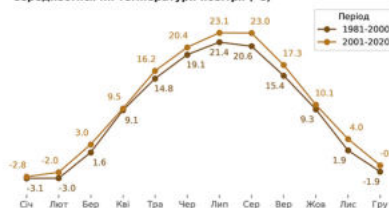
Місячна сума опадів (мм)



АНАЛІЗ ЗМІНИ КІЛЬКОСТІ ОПАДІВ ЗА ОКРЕМІ ПЕРІОДИ

Кількість опадів зменшилася за рік на 10%, але передусім літнього – на 27%. Такий перерозподіл зі зменшенням опадів літнього характерний для всієї території України.

Середньомісячні температури повітря (°C)



АНАЛІЗ ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ ЗА ОКРЕМІ ПЕРІОДИ

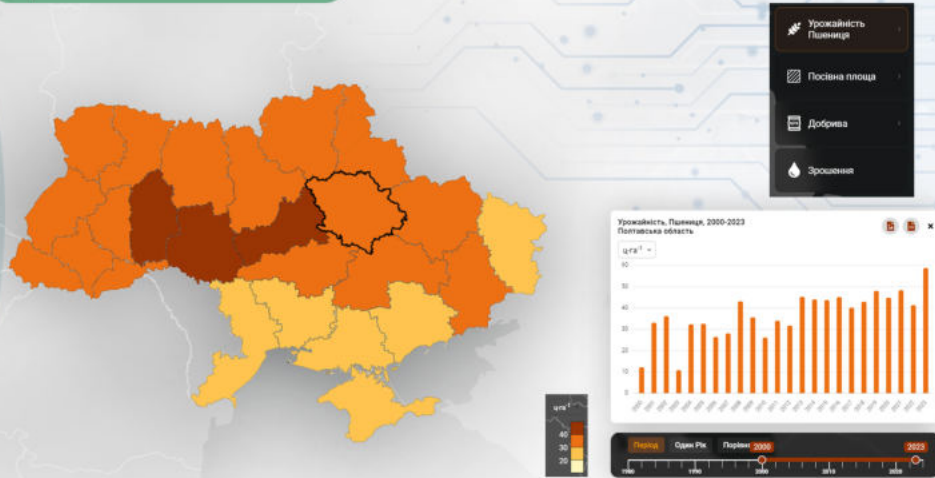
Температура повітря зросла на 1,3°C за рік та 1,8°C влітку.

# Онлайн-платформа «AgroStats»

це інтерактивні мапи та графіки посівних площ, внесення добрив, урожайності та зрошення в Україні. Інформацію подано на рівні всієї країни та областей.

Версія для ПК та мобільного <https://agrostats.uhmi.org.ua/>

## ЩО МОЖНА ОТРИМАТИ



Це зручна онлайн платформа, де в інтерактивній формі відображаються дані державної статистики України щодо посівних площ, внесення добрив, зрошення та урожайності окремих культур у межах як усієї України, так і окремих областей.

Дані державної статистики розпорошені і потребують значного часу для збору. Платформа економить зусилля для аналізу інформації і прийняття відповідних рішень.

На графіках можна аналізувати тренд або порівнювати показники областей. Обрані дані можна зберегти у вигляді таблиці або малюнка.

Мапа дозволяє візуалізувати дані за певний рік, період або порівняти будь-які два роки.

Аграріям **AgroStats** може допомогти оцінити потенційний виробничий результат, вибрати найбільш прибуткові культури, визначити необхідну кількість насіння та добрив. Для адаптації до змін клімату фермери мають потребу в оцінці посівних площ, урожайності окремих культур на регіональному рівні, потреб у зрошенні та застосуванні добрив.

Науковці та держслужбовці агросектору за допомогою **AgroStats** можуть оцінити динаміку розвитку рослинництва України, зміну відсотка посівних площ, тренди урожайності та внесення добрив.

## ДЖЕРЕЛО ДАНИХ

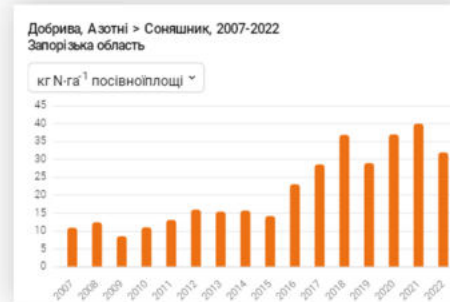
Дані для AgroStats зібрано з відкритих джерел державної статистики України. Охоплено період 1980–2023 рр. для України в цілому та 1990–2023 рр. для окремих областей.

## ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ

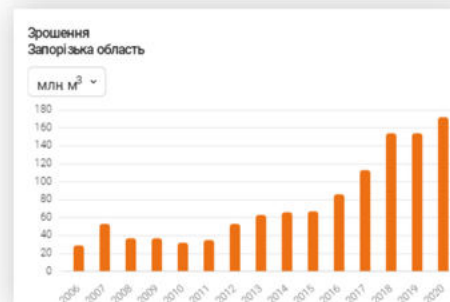
Зростання температури сприяє збільшенню врожайності, але за умови достатнього підживлення добривами та зволоження.



На прикладі Запорізької області відзначається зростання врожайності соняшнику за останні 20 років. Зокрема, середня врожайність за період 2013–2022 рр. становила 16 ц/га-1, а за 2001–2012 рр. – 12 ц/га-1.



За останні 15 років у Запорізькій області значно зросли кількість внесених добрив та об'єм зрошення. Внесення азотних добрив в останні роки досягло 35–40 кг N на гектар посівної площі, хоча до 2015 року не перевищувало 15 кг N на гектар.



Об'єм води на зрошення досяг у 2020 році 170 млн. м<sup>3</sup>, що у 5 разів більше, ніж середнє значення за 2006–2011 рр.

Знищення водної інфраструктури внаслідок російської агресії погіршить ситуацію зі зрошенням. Однак завчасний прогноз посухи може допомогти вчасно вживати заходів по збереженню водних ресурсів.

# Он-лайн платформа «Система прогнозування посухи»

Платформа буде спрямована на моніторинг поточної ситуації, короткостроковий прогноз на 1-14 діб та довгострокову тенденцію. Буде відображатися наявність посухи на локальному рівні та її інтенсивність.

Платформа буде завершена на 2-му етапі та поєднає агро-гідрологічну модель України «Land & Water», прогноз погоди від IBM – The Weather Company<sup>6</sup> та ресурси хмарного серверу від IBM Cloud<sup>7</sup>.



- увести обмеження та відкоригувати графіки зрошення
- знайти альтернативні джерела води
- виконати необхідне технічне обслуговування
- забезпечити тінь або покриття для молодих рослин
- утворити шар мульчі для зменшення випаровування
- розглянути можливість раннього збору врожаю
- перевірити або оформити страхові поліси
- проінформувати колеґ та розробити спільний план

Завчасний прогноз допоможе підготуватися та запровадити **заходи збереження волоґи та захисту врожаю:**

**ВСІ ВИЩЕЗАНАЧЕНІ ПЛАТФОРМИ ДОСТУПНІ БЕЗКОШТОВНО І БУДУТЬ НА ПОСТІЙНІЙ ОСНОВІ ПІДТРИМУВАТИСЬ УКРАЇНСЬКИМ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИМ ІНСТИТУТОМ.**

<sup>6</sup> <https://www.ibm.com/weather>

<sup>7</sup> <https://www.ibm.com/cloud>

## МІЖНАРОДНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ

18 вересня 2023 року платформи «Land & Water» та «AgroStats» були показані на міжнародному заході «Штучний інтелект для прискорення прогресу в досягненні Цілей сталого розвитку», що проходив у межах 78 Генеральної Асамблеї ООН. Дані застосунки сприяють досягненню низки задекларованих ООН Цілей сталого розвитку (ЦСР): ЦСР 2 – Zero Hunger (Подолання голоду), ЦСР 6 – Clean water and Sanitation (Чиста вода та належні санітарні умови) та ЦСР 13 – Climate action (Боротьба зі зміною клімату). Відтепер кожна зацікавлена особа, екологічні експерти, фермери, органи влади зможуть отримати інформацію щодо прогнозування посух, управління водними ресурсами, статистики сільського господарства України.

Актуальність вище перерахованих питань загострена війною росії проти України з постійним руйнуванням критично важливої інфраструктури країни.



### АНАЛІЗ РЕГІОНУ НАВКОЛО КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Резонансна подія підриву Каховської ГЕС сколихнула українське суспільство та спровокувала емоційні дискусії щодо її подальшої долі. Наразі розроблені нами платформи використовуються компетентними органами для обґрунтування заходів відновлення Каховського водосховища.



Контактна особа для інформації про платформи: **Валерій Осипов, завідувач лабораторії моделювання річкових систем**



E-mail: [valery.osypov@gmail.com](mailto:valery.osypov@gmail.com)



Для подальшої інформації про проєкт завітайте на сторінку Українського гідрометеорологічного інституту у **Facebook**:

<https://www.facebook.com/uhmi.org.ua>



Для донесення до розробників Вашої думки просимо просканувати QR-код та пройти опитування