

УДК 631.1

РОЛЬ ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ: НА ПРИКЛАДІ США

Воляк Л.Р., Панічева Т.І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У даній статті описано використання кіберінфраструктури для створення інтерактивних програм як частини проекту «Корисно для використання» (U2U). Цей сервіс дає змогу перетворювати історичні кліматичні дані, знання та моделі в інструменти підтримки прийняття рішень для кінцевих користувачів. Описано загальні цілі кіберінфраструктури, завдання та архітектурний дизайн, запропоновано створення інформаційно-аналітичного консультативного центру для акумулювання інформації на рівні України з метою надання відповідних прогнозних оцінок і рекомендацій щодо вирощування певних культур на різних територіях.

Ключові слова: інтерактивні технології, сільське господарство, прогноз, кукурудза, кліматичні фактори.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зміну клімату, її негативні наслідки для сільського господарства та шляхи адаптації до кліматичних змін досліджує багато науковців. Серед них Т. Адаменко, Н. Кирсановська, Н. Стерн, Л. Бернштейн, П. Бош, Р. Кріст, У. Хаве, Ф. Торнтон, М. Херреро, А. Чаллінор, Дж. Хансен, Дж. Джарвіс, Дж. Нельсон, П. Торнтон, С. Волленберг, Б. Кемпбел, К. Райде та ін.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Однак, у вітчизняній економічній науці ця проблема висвітлена недостатньо. Зокрема, потребують удосконалення дослідження щодо впливу факторів на урожайність сільськогосподарських культур на основі міжнародного досвіду.

Мета статті. Основною метою дослідження є аналіз впливу агрометеорологічних умов на формування продуктивності та прогнозування урожайності рослинницької продукції на основі використання методу Useful to Usable (U2U).

Постановка проблеми. Розвиток сільського господарства, головним чином, залежить від природних, а особливо від агрометеорологічних умов, які формуються за рахунок поєднання агрометеорологічних чинників в певні часові інтервали на певній території [2]. Міжурядова група експертів зі змін клімату (МГЕЗК) при ООН у 2007 р. видала Четверту доповідь в якій підтверджує антропогенну природу глобального потепління. Дані, наведені в останній доповіді, свідчать, що з початком ХХІ ст. підвищення температури повітря залишається досить інтенсивним. Дослідження вікового ходу аномалій температури повітря на території України протягом ХХ-ХХІ ст. показали несподівану його схожість з віковим ходом глобальної температури. В останньому десятиріччі темп приросту річної температури повітря в середньому по території України став в 1,5 рази швидшим ніж у глобальному масштабі і склав $0,4^{\circ}\text{C} / 10 \text{ р.}$ [1]. На фоні потепління глобального і регіонального клімату можуть змінитися не лише температура повітря, а й інші характеристики клімату: циркуляція атмосфери, режим зволоження, тривалість сезону року, посушливість та інше. Дані фактори є причиною зниження обсягів та якості врожаїв сільськогосподарських культур.

Постановка завдання. Важливим у науковому і практичному плані є дослідження зміни клімату у більш широкому діапазоні метеорологічних

величин. Сучасний стан режиму тепла та вологості і особливо прогнозування тенденцій їх змін на майбутнє є досить актуальними проблемами. Важливим напрямом у даних дослідженнях є вивчення досвіду передових країн та імплементація їх досліджень.

Виклад основного матеріалу. У Сполучених Штатах Америки (США) протягом минулого століття у зв'язку з підвищенням середньої температури та зміною кількості опадів відбулися значні екологічні зміни. Зокрема зростання температури повітря спричинене тривалим економічним ростом, збільшенням обсягів викидів та інтенсивним використанням природних ресурсів, зміною кругообігу та зберігання вуглецю в тундрі Аляски, а також збільшення частоти пожеж та інших непередбачених результатів. У звіті Національного центру кліматичних даних США (Hatfield et al., 2014) зазначено, що «за останні 40 років коливання клімату в сільськогосподарському виробництві зросли і, за прогнозами, вони будуть збільшуватися протягом найближчих 25 років. До середини століття негативний вплив буде відчутний для більшості сільськогосподарських культур». Відповідно необхідним є здійснення ряду заходів щодо скорочення викидів парникових газів та захисту екосистем.

Зміна температури повітря і кількості опадів, а також виникнення екстремальних подій має прямий вплив на сільськогосподарське виробництво і вимагає адаптації до цих змін агровиробників. Основними напрямками реалізації виступають обґрунтування кількості внесення добрив, строків посадки та збирання врожаю. Дані коригувальні заходи вимагають застосування адаптивних і надійних стратегій підтримки прийняття рішень. Це вимагає від агровиробників кращого використання вже наявної кліматичної інформації.

Зокрема, виникає необхідність у прогнозуванні урожайності з врахуванням кліматичних факторів для виявлення найбільш перспективних культур при певних погодних умовах. З цією метою використовується проект «Корисний для використання» (Useful to Usable (U2U)). Він профінансований Міністерством сільського господарства США для підвищення стійкості та рентабельності ферм у Північно-Центральній частині країни шляхом перетворення існуючих даних про клімат у релевантну інформацію для сільського господарства. Метою даного проекту є допомога агровиробникам у підготовці довгострокових

прогнозів у галузі рослинництва з врахуванням змін навколишнього середовища для досягнення максимальної урожайності.

У даному проєкті описано використання кіберінфраструктури для створення інтерактивних програм, які перетворюють ретроспективні кліматичні дані, знання та моделі в інструменти прийняття рішень для кінцевих користувачів. При створенні кіберінфраструктури для підтримки проєкту U2U було поставлено основні завдання:

- розробка та впровадження високопродуктивних веб-додатків з частими зворотніми зв'язками;
- створення середовища для підтримки ітеративного розвитку;

- інтеграція та синтезування історичних та поточних наборів даних з різних джерел (локальні чи віддалені, різні способи доступу та формати);
- підтримка спільної роботи проєкту з обміну даними та документами, управління проєктами та інформування громадськості.

Тобто, на основі вихідної ретроспективної інформації створюється інтерактивне середовище, яке дозволяє моделювати погодні умови для певної території.

Значні зусилля були спрямовані на вирішення кількох основних проблем, зокрема:

- забезпечення високого ступеня зручності використання та доступності кінцевим споживачам шляхом перетворення великої кількості даних в релевантну інформацію.
- управління базами, яке ґрунтується на використанні локальних і місцевих даних з різними формами зберігання, включаючи сховище, обробку, оновлення та доступ;
- розробка програмного середовища.

Використання даного програмного забезпечення починають з вибору території на якій будуть проводитися дослідження. Для цього достатньо ввести назву місця або поштового індексу. На рис. 1 наведено зразок базової карти, яка включає в себе 14 територіальних комплексів у досліджуваному регіоні (Північна та Південна Дакота, Небраска, Канзас, Мінесота, Айова, Міссурі, Вісконсін, Іллінойс, Мічиган, Індіана та Огайо) плюс Кентуккі та Теннессі, де основною спеціалізацією є вирощування кукурудзи. У даному прикладі Чампрайн, ІЛ було обрано як база для створення графіку «Час вирощування кукурудзи» (Corn Growing Degree Day (Corn GDD)).

На основі даних показників утворюється графік на якому виводиться інформація щодо орієнтовних дат останніх весняної та першої осінньої заморозків розрахованих на основі ретроспективних даних, середня тривалість дня, орієнтовні дати фази викидання маточкових стовпчиків (в качані кукурудзи) та заморозків на поверхні ґрунту (рис. 2).

Діапазон дат за останні весняні заморозки та перші осінні представлений як світло-блакитні вертикальні смуги, що базуються на даних з 1981 р. Необхідною умовою

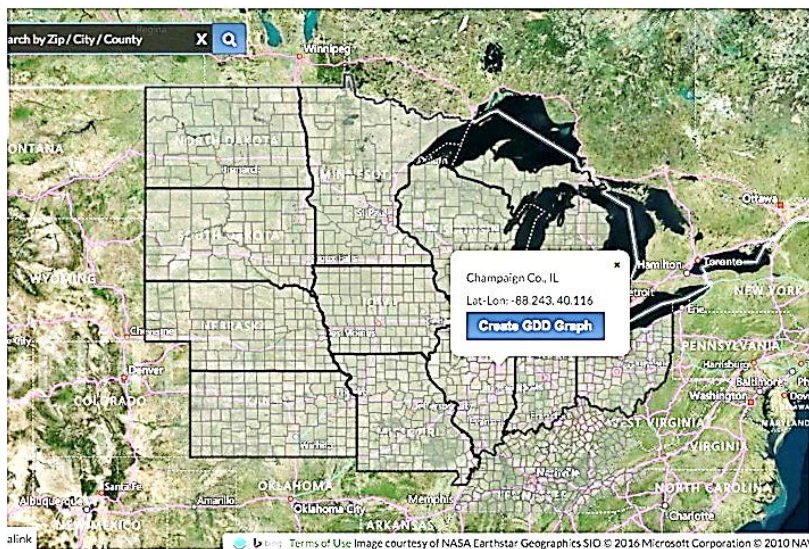


Рис. 1. Базова карта 14 штатів, де доступний інструмент «Corn GDD»

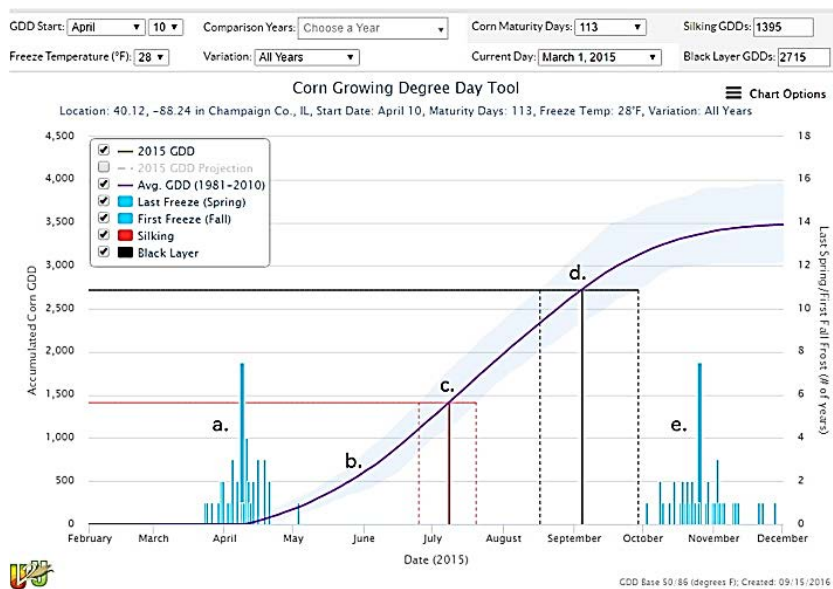


Рис. 2. Графік «Час вирощування кукурудзи» (а) останні весняні заморозки, б) середня тривалість дня, в) фази викидання маточкових стовпчиків, г) заморозки на поверхні ґрунту, е) перші осінні заморозки)



Рис. 3.

аналізу є інформація щодо розподілу дат заморозків у порівнянні з середньою, щоб краще оцінити кліматичні ризики для майбутнього урожаю. Температурний поріг можна вибирати, при цьому висота графіка вказує на кількість років, які припадали на останню весняну чи першу осінню дату заморозків. На це також вказує найвища і товста вертикальна смуга розрахована на основі даних за останні 30 років. Далі, суцільна крива лінія показує середню щоденну тривалість дня у 1981-2010 роках, а пунктирна крива лінія показує її проекцію на поточний рік. У даному прикладі період вирощування кукурудзи у 2016 р. ще не був розпочатий, тому прогноз за замовчуванням за рік є середнім показником 1981-2010 років.

Більш світле сіре затінення являє собою історичну мінливість щоденного накопичення GDD з дати початку роботи. Темно-сіре затінення являє собою мінімальний та максимальний діапазон накопичення GDD для подальшої проекції. Червоні та чорні вертикальні лінії вказують на приблизні середні дати викидання маточкових стовпчиків та заморозків на поверхні ґрунту, що, відповідно, складають два важливих фенологічних етапи кукурудзи, які обчислюються як функція дати початку передбачуваної дати посадки і днів зрілості. Протягом періоду між першими заморозками в повітрі та на поверхні ґрунту існує ймовірність, що зерно кукурудзи не досягне потрібних розмірів, що, відповідно, призведе до втрати загального доходу. Штрихові лінії по обидві сторони цих двох суцільних ліній – це розмір варіації розрахований на основі історичних даних та прогнозів GDD.

На рис. 3 показані основні компоненти верхньої панелі керування, яка включає дані щодо періоду початку сівби (а), порівняльні роки (b), дні зрілості кукурудзи, фази викидання маточкових стовпчиків (c), температуру (d), варіацію (e), поточний день (f).

Користувачі можуть створювати власний набір умов. Наприклад, користувач може вибрати початок періоду вирощування на підставі очікуваних дат посадки, якщо це до початку вегетаційного періоду або фактичних дат посадки після його початку. Зміна дати може мати значний вплив на ризик коливання заморозків навесні.

Вибір порівняльних років дає змогу користувачам порівняти накопичення GDD для поточного вегетаційного сезону до 3-х попередніх сезонів (з початку 1981 року). При цьому найбільшою популярністю користуються найгірший рік, найкращий рік і попередній рік. Цей інструмент дозволяє більш тісно вивчити ці три критичні роки. Додавання дуже жаркого літа або холодного літа може суттєво відрізнятись від швидкості накопичень.

Список літератури:

1. Практичний напрямок досліджень зміни клімату в Україні / М. Б. Барабаш, О. Г. Татарчук, Н. П. Гребенюк, Т. В. Корж // Фізична географія та геоморфологія. – 2009. – № 57. – С. 28-36.
2. Собко З. З. Вплив агрометеорологічних чинників на врожайність теплолюбних сільськогосподарських культур (на прикладі Рівненської області) [Електронний ресурс] / З. З. Собко, М. М. Вознюк // Молодий вчений. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2017/8/2.pdf>.
3. The U2U Corn Growing Degree Day tool: Tracking corn growth across the US Corn Belt [Електронний ресурс] / James R. Angel, Melissa Widhalm, Dennis Todey та ін.] // Climate Risk Management. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: www.elsevier.com/locate/crm.

Використання інструмента GDD Corn дає змогу моделювати управлінські ситуації щодо практичного використання кліматичних факторів при прогнозуванні урожайності. По перше, даний інструмент надає можливості розробити варіанти при ситуації коли фермери стикаються із затримкою посадки внаслідок надмірної вологості весною. При цьому необхідно вибрати одну з альтернатив:

1) посадити запланований сорт кукурудзи пізніше і очікувати, що він досягне зрілості до початку морозів;

2) вибрати інший сорт з коротшим періодом дозрівання, який, однак, матиме нижчу урожайність.

Крім того, фермери можуть використовувати цей інструмент для планування сезонних застосувань добрив, гербіцидів та фунгіцидів на основі передбачуваних термінів вирощування культур, що досягають певних стадій росту. Наприклад, найкращий час для азотних добрив, що наносяться на землю, є стадія росту, яка наступає до періоду запилення рослини. Використання сервісу GDD Corn дозволяє побудувати діаграму, яка показує приблизну дату настання очікуваного періоду.

Інструмент Corn GDD має кілька особливостей:

1. Надає необмежений доступ користувачам і оновлюється щодня;

2. Включає в себе базу даних, яка дозволяє користувачам вивчити ризики щодо настання заморозків, зміни терміну вегетаційного періоду тощо.

3. Включає 30-денний прогноз національної погоди служби для підвищення проектування GDD кукурудзи під час вегетаційного періоду.

Можна стверджувати, що даний сервіс надає можливість будувати модель зміни клімату щоб краще зрозуміти залежність сільського господарства від кліматичних факторів.

Висновки і пропозиції. На даний час однією з найважливішою проблем агропромислового комплексу України є його вчасна адаптація до змін клімату. Необхідно не тільки виконати прогнозні оцінки їх впливу на сільськогосподарське виробництво, але і спрогнозувати майбутні довгострокові ризики прояву кризисних кліматичних явищ та продовольчої безпеки, а також розробити відповідну систему ефективних адаптаційних заходів. Важливим в цьому відношенні є використання сучасних інформаційних ресурсів, які уже розроблені та успішно апробовані у інших країнах. З цією метою доцільним є створення відповідного інформаційно-аналітичного консультативного центру для акумулювання інформації на рівні України та подальшого оперативного надання відповідних прогнозних оцінок і рекомендацій щодо вирощування певних культур на різних територіях.

4. Larry L. Biehl, Lan Zhao, Carol X. Song, Christopher G. Panza. Cyberinfrastructure for the collaborative development of U2U decision support tools [Електронний ресурс] / Larry L. Biehl, Lan Zhao, Carol X. Song, Christopher G. Panza // Climate Risk Management. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212096316300833?via%3Dihub>.

Воляк Л.Р., Паничева Т.И.

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

РОЛЬ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: НА ПРИМЕРЕ США

Аннотация

В данной статье описано использование киберинфраструктуры для создания интерактивных программ как часть проекта «Полезно для использования» (U2U). Этот сервис позволяет превращать исторические климатические данные, знания и модели в инструменты поддержки принятия решений для конечных пользователей. Описаны общие цели киберинфраструктуры, задачи и архитектурный дизайн соответствующего информационно-аналитического консультационного центра для аккумуляции информации на уровне Украины с целью предоставления соответствующих прогнозных оценок и рекомендаций по выращиванию определенных культур на разных территориях.

Ключевые слова: интерактивные технологии, сельское хозяйство, прогноз, кукуруза, климатические факторы.

Voliak L.R., Panicheva T.I.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

THE ROLE OF INTERACTIVE TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE: ON THE EXAMPLE OF THE USA

Summary

This article describes how to use the cyber infrastructure to create interactive programs as part of the «Useful to Usable» project (U2U). This service enables you to transform historical climate data, knowledge and models into end-user decision support tools. The general objectives of cyber infrastructure, tasks and architectural design are described. a relevant information and analytical consulting center for the accumulation of information at the level of Ukraine in order to provide appropriate predictive assessments and recommendations for the cultivation of certain crops in different territories.

Keywords: interactive technology, agriculture, forecast, corn, climatic factors.