

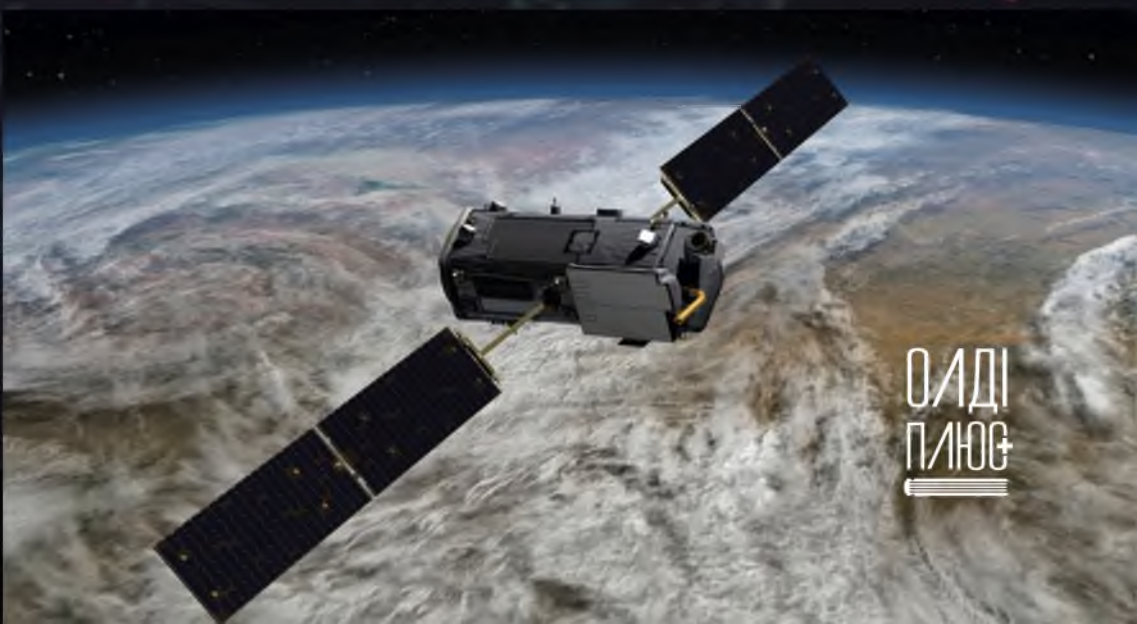


Збірник матеріалів
Міжнародної
науково-практичної конференції

Перспективи розвитку геоінформаційних технологій в умовах змін клімату

20 квітня 2023 року
Одеса, Україна

ОЛДІ
ПЛЮС



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА НААН
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
INSTITUTE OF GENETICS, PHYSIOLOGY AND PLANT PROTECTION, MOLDOVA
UNIWERSYTET PRZYRODNICZO-HUMANISTYCZNY, POLAND
ННЦ «ІНСТИТУТ ВІНОГРАДАРСТВА І ВІНОРОБСТВА ІМЕНІ В.Є. ТАЇРОВА» НААН

**Збірник матеріалів
Міжнародної науково-практичної конференції**

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

20 квітня 2023 року,
м. Одеса

Одеса • 2023 • Олді+

УДК 004-043.86:551.58(062.552)
П27

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

ВОЖЕГОВА Раїса – академік НААН, директор Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН (голова);

ЗАРИШНЯК Анатолій – академік НААН, віцепрезидент Національної академії аграрних наук України (співголова);

АНТОЩУК Світлана – доктор технічних наук, професор, директор Інституту комп'ютерних систем Одеського національного університету «Одеська політехніка» МОН (співголова)

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:

БОЯРКІНА Любов – доктор сільськогосподарських наук, завідувач відділу геоінформаційних технологій та економічних досліджень Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН;

КОВАЛЬОВА Ірина – доктор сільськогосподарських наук, директор ННЦ «Інститут виноградарства і виноробства імені В.Є. Таїрова» НААН;

АРСРІЙ Олена – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних систем Інституту комп'ютерних систем Національного університету «Одеська політехніка» МОН;

СТРАТУЛАТ Тетяна – доктор біологічних наук, Інститут генетики, фізіології і захисту рослин, Молдова;

ТКАЧУК Цезари – доктор наук, професор, Природничо-гуманітарний університет в Седльце, Польща;

ПІЛЯРСЬКА Олена – кандидат сільськогосподарських наук, завідувач відділу маркетингу і міжнародної діяльності Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН
(протокол № 8 від 21.04.2023 року)*

*Конференція зареєстрована
в ДНУ «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації»
(посвідчення № 196 від 06 березня 2023 р.)*

*Автори несуть відповідальність за дотримання вимог академічної доброчесності,
зміст і достовірність представлених матеріалів*

Перспективи розвитку геоінформаційних технологій в умовах змін клімату :
П27 збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції (м. Одеса, 20 квітня 2023 року). – Одеса : Олді+, 2023. – 180 с.

ISBN 978-966-289-687-9

У збірнику зібрані матеріали доповідей учасників Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи розвитку геоінформаційних технологій в умовах змін клімату». У цьому виданні представлені сучасні досягнення науковців про використання геоінформаційних технологій під впливом змін клімату та повоєнного відновлення України.

УДК 004-043.86:551.58(062.552)

ISBN 978-966-289-687-9

© Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України, 2023

*Клімат не прирікав суспільства на гибель чи розквіт;
все залежало від відгуку суспільства на його виклики.
Одні суспільства розпалися під натиском цих небезпек,
інші їх уникнули, а ще інші – скористалися можливостями.*
Брайан Фейган,
з кн. «Малий льодовиковий період:
Як клімат змінив історію, 1300–1850»

ПЛЕНАРНА ЧАСТИНА

УДК 004:631:504.61

ВИКОРИСТАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

Вожегова Р.А.,

доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН,
директор Інституту кліматично орієнтованого
сільського господарства НААН,
vozhegova57@ukr.net
м. Одеса, Україна

Анотація

У матеріалах висвітлені актуальні питання використання ГІС-технологій у сучасному землеробстві в умовах змін клімату.

Ключові слова: геоінформаційні технології, аграрна галузь, супутники, прогнозування, зондування

Питання раціонального використання земель сільськогосподарського призначення, яке охоплює широкий спектр економічних, правових, екологічних і технічних аспектів, неможливе без ґрунтового вивчення стану екологічних, соціально-економічних, природно-ресурсних умов територій та їх змістовної оцінки. За допомогою ГІС здійснюється всебічне вирішення багатьох задач, пов'язаних з просторовим аналізом інформації і прогнозом явищ та обґрунтуванням головних чинників і причин, а також їх можливих наслідків, і прийняття на основі цього конструктивних рішень.

Сьогодні геоінформаційні технології в Україні все ще вбачаються інноваційними, хоча нині вони мають широке застосування в різноманітних сферах і напрямках діяльності, аграрна галузь в цьому переліку не є виключенням.

Нині основною проблемою розвитку аграрної галузі в Україні є адаптація до змін клімату. За висновками Міжурядової групи експертів зі змін клімату Україна не входить до переліку найбільш вразливих до глобального потепління регіонів нашої планети. Проте зміни, що спостерігатимуться на території нашої країни впродовж ХХІ ст. будуть досить суттєвими і впливатимуть на всі галузі життєдіяльності людини та стан навколишнього середовища.

Безпосередньо в Україні за два останні десятиліття температура повітря зросла на 0,8 °С і межу 1,5 °С Україна вже перетнула. Система порушилась, що призвело до збільшення кількості небезпечних погодних явищ. За даними Українського гідрометеорологічного інституту, за останні 30 років кількість випадків стихійних метеорологічних явищ погоди в Україні збільшилася вдвічі, до того ж їхня руйнівна сила постійно зростає. Україна внесена до сумнозвісного списку держав, які є лідерами за кількістю людських жертв стихійних явищ. За прогнозами науковців, високі температури до України придуть після 2030 р. На жаль, не всі розуміють реалії, в яких опинилася Україна.

Застосування геоінформаційних технологій дозволяє автоматизувати процедури аналізу і прогнозу, побудувати на основі цього модель того чи іншого явища. Ефективність роботи сільськогосподарських підприємств залежить від інформованості про стан земель і посівів та здатності системно аналізувати наслідки проведених робіт та заходів. Таку інформованість забезпечують дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), які пізніше, після дешифрування, опрацьовуються у геоінформаційних системах.

Загалом комплексна ГІС на сільськогосподарські підприємства найчастіше включає в себе такі цифрові карти, як карти вмісту мінеральних речовин у ґрунті, типів і характеристик ґрунтів, карти схилів (з цифровою моделлю рельєфу) і експозицій схилів, погодних, кліматичних і гідрологічних умов. Цифрові карти є надзвичайно важливою інформацією через низку послідовних факторів, таких як врожайність і тип посівів, тип механічного і хімічного обробітку ґрунту, просторовий розподіл хвороб культур і динаміка розповсюдження шкідливих комах. При наявності такої інформації

відкриваються необмежені можливості аналізу, прогнозу і оптимізації діяльності сільгосп підприємств.

Сьогодні найпопулярнішими для вирішення завдань сільського господарства є супутники Sentinel Європейського космічного агентства. Попри зручність використання оптичних даних для класифікації земного покриву, ці прилади мають одну суттєву проблему. Оптичні супутники не бачать поверхню землі крізь хмари. У такому разі у пригоді стають радарні дані.

Стверджувати, що супутникові технології працюють досконало, ще не можна, оскільки використовуємо моделі штучного інтелекту, який може помилятися. Існує певний відсоток помилок, які коригуються даними польових досліджень.

Однією з проблем є відсутність в Україні власних супутників. Якби були вітчизняні, багато питань вирішувалося б більш оперативно і краще. Проте, наразі інформації у вільному доступі цілком достатньо. Супутникові дані доступні всім, але в необробленому вигляді.

Для створення геоінформаційних систем в аграрній галузі необхідні спеціалізовані комп'ютерні системи, що включають: набір технічних засобів, програмного забезпечення та відповідних процедур, які призначаються для збору, зберігання, обробки та відтворення великого обсягу графічних і текстових даних.

В серпні минулого року утворено Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, у цей же час сформувався відділ геоінформаційних технологій та економічних досліджень.

Подібних підрозділів у системі Національної академії аграрних наук не є багато, так, в Інститут агроекології і природокористування НААН є Лабораторія аерокосмічного зондування агросфери.

У Національному науковому центрі «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» – Лабораторія охорони ґрунтів від ерозії та дистанційних методів дослідження також в Інституті водних проблем і меліорації НААН є Відділ інформаційних технологій та маркетингу інновацій.

У Національному науковому центрі «Інститут виноградарства і виноробства імені В.Є. Таїрова» НААН України у відділі екології винограду проводять великомасштабне картографування

показників ампелоєкологічних ресурсів Північного Причорномор'я із застосуванням ГІС-технологій та комплексне ампелоєкологічне районування виноградарських регіонів України.

Підсумовуючи, можна сказати, що є значний потенціал для розробки геоінформаційних рішень для аграрної науки, бізнесу і виробництва, потреба в геоінформаційних рішеннях є визначеною та сформульовані конкретні завдання.

УДК 004:504.61

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

Заришняк А.С.,

доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН,
віцепрезидент Національної академії аграрних наук України,
м. Київ, Україна

Анотація

У матеріалах висвітлені актуальні питання розвитку та використання ГІС-технологій у сфері аграрної науки в умовах змін клімату.

Ключові слова: супутниковий моніторинг, дистанційне зондування Землі, глобальне потепління

Характерною рисою сучасного розвитку людства є перехід до інформаційного суспільства. Інформаційні технології все більше охоплюють різні сфери людського життя. Особливий інтерес для науковців, пов'язаних з використанням просторово-координованої інформації, становлять геоінформаційні технології, що дозволяють залучити до дослідження, практичної діяльності і навчання весь потенціал електронно-обчислювальної техніки і новітніх, у тому числі космічних технологій.

Широка сфера застосування геоінформаційних систем та наявність великої кількості даних зумовлює динамічний ріст ринку геоінформаційних систем – у 2021 році він оцінювався в більше ніж 10 мільярдів доларів, з прогнозованим річним ростом 13–15% до 2027 року. Стрімкий розвиток геоінформаційних технологій став своєрідним каталізатором розвитку різних галузей виробництва, включаючи аграрну.

Зараз геоінформаційні технології об'єднані з іншою потужною системою отримання й подачі інформації – даними дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) із космосу, літаків та інших літальних апаратів. Отримана в такий спосіб інформація в сучасному світі стає більш точною та різноманітною, а можливість її здобуття й відновлення – більш легкою й доступною.

Глобальною проблемою сучасності є зміна клімату, яка є каталізатором змін у всіх сферах життєдіяльності. У грудні 1997 року прийнятий Кіотський протокол на додаток до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату, зобов'язує розвинені країни і країни з перехідною економікою скоротити або стабілізувати викиди парникових газів у порівнянні з 1990 роком. Для впровадження Кіотського протоколу ЄС та інші країни, що ратифікували Кіотський протокол, розробили систему обмеження промислових викидів за допомогою квот. Верховна Рада України ратифікувала Кіотський протокол у 2004 році. У 2015 році ООН організовано Міжнародні кліматичні переговори, результатом яких стало підписання Паризької угоди. Вже через рік угода вступила в силу – відразу після того, як її схвалили 55 країн, що відповідальні за понад 55% світових викидів парникових газів. Станом на початок 2019 року 184 країни (із 197 країн-учасниць Рамкової конвенції ООН зі зміни клімату) ратифікували Паризьку угоду. Україна увійшла у двадцятку перших країн, які на державному рівні затвердили Угоду.

Головною метою Паризької угоди є утримання глобального потепління на Землі в рамках 2°C та докладання максимальних зусиль аби зупинити потепління на 1,5°C. Це означає, що людство повинне обмежити викиди парникових газів, що утворюються від спалювання викопного палива і спричиняють глобальне потепління.

За останні 30 років середня річна температура в Україні вже зросла на 1°C. Усі сезони в Україні стали теплішими. Згідно з даними Мінприроди, середня літня температура в Україні виросла на 1,3°C, середня зимова – на 0,9°C, середня весняна – на 0,9°C, а середня осіння – на 0,4°C. Як наслідок, посилилися посухи, змінилася водність річок та озер, з'явилися не характерні для України екстремальні погодні явища.

Застосування геоінформаційних технологій, звичайно, не зможе зупинити глобальну кліматичну кризу, проте допоможе попередити її, як наслідок, запобігти або уникнути багатьох її наслідків. Адаптація до змін клімату може відбуватися на будь-якому рівні суспільства, від особистості до національного та міжнародного рівня.

Отримання інформації про поверхню Землі та об'єкти на ній шляхом ДЗЗ дозволяє вирішувати з космосу різні практичні завдання. Для контролю стану посівів і ґрунтів як аграрна наука, так і агробізнес, потребують якісних та оперативних даних. Для цього існує низка можливостей. Серед них найбільш ефективним та неупередженим джерелом інформації є супутниковий моніторинг.

Десятки орбітальних систем передають високоточні космічні знімки з будь-якої території нашої планети. Уже створені архіви й банки даних цифрових знімків величезної території земної кулі, їх відносна доступність для користувача (пошук, замовлення й отримання в системі Інтернет), проведення зйомок будь-якої території за бажанням користувача, можливість наступної обробки й аналізу супутникових знімків за допомогою різних програмних засобів.

Країни Європейського Союзу фінансують технології, що використовують на своїй території. У світі існують карти земного покриву: карти земного покриву Європи, детальні карти деградації ґрунтів. Але наша країна поки що не завжди може запропонувати свої власні напрацювання.

Всім відомо, що Україна є космічною державою. З 1992 р. в Україні працює Державне космічне агентство (ДКАУ), проте власних супутників Україна не має. Якби були вітчизняні, багато питань вирішувалося би більш оперативно і краще.

Проте, науковці мережі НААН сьогодні успішно користуються даними супутникового моніторингу, використовуючи їх у різних сферах аграрної науки та виробництва.

УДК 528.88

ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ ЗА ДОПОМОГОЮ ХМАРНИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Антощук С.Г.,

професор, доктор технічних наук,
директор інституту комп'ютерних систем,
asg@op.edu.ua

Смик С.Ю.,

кандидат технічних наук,
доцент каф. інформаційних систем,
smuk@op.edu.ua

Олійник В.М.,

магістр каф. інформаційних систем,
vadimol081@gmail.com

Національний університет «Одеська політехніка»
м. Одеса, Україна

Анотація

У статті розглянуто використання хмарних геоінформаційних систем для визначення площ лісових пожеж. Дослідження проведено за допомогою аналізу супутникових знімків та використання методу теплових аномалій. Було виявлено, що використання хмарних геоінформаційних систем є перспективним методом виявлення лісових пожеж та визначення їх розмірів. Окрім того, у статті розглянуто можливі способи комбінування цього методу з іншими методами визначення лісових пожеж, такими як авіа-спостереження та використання місцевих

жителів як джерела інформації. Результати дослідження показали, що використання хмарних геоінформаційних систем може бути ефективним інструментом для боротьби з лісовими пожежами та зменшення їх негативного впливу на природне середовище.

Ключові слова: геоінформаційні системи, лісові пожежі, моніторинг, GEE, супутникові зображення, дистанційне зондування землі

Одним із найбільш небезпечних явищ, що загрожує екологічній безпеці та вражає екосистеми є лісові пожежі. Пожежі, що повторюються неодноразово на певній території, в сучасному природокористуванні оцінюються як екзогенний локально-катастрофічний чинник, що призводить до трансформації природних екосистем. Щорічно результатом виникнення лісових пожеж є загибель сотні тисяч гектарів лісових насаджень, викид в атмосферу десятків тисяч тон продуктів згоряння. Проблема зростання площ пожеж в природних екосистемах України на сьогодні досягає загальнонаціонального масштабу [1, с. 27].

При визначенні вибору методу визначення загоряння лісової поверхні треба враховувати ділянку спостереження, його площа, а також стан поверхні. При роботі зі знімками помічені такі особливості як ґрунтовий шум. Зорані поверхні спотворюють дані. Дослідження одночасно великих площ веде до великої похибки, це пов'язано з роздільною здатністю кожного супутника. Вивчення літератури показало, що дозвіл у спектрометрів Modis більше тому він краще справляється з невеликими пожежами. Ще виникли проблеми з визначенням не інтенсивних пожеж. З вище викладеного можна зробити висновок, що методика визначення за температурних аномалій, заснованим на NDVI не завжди точно показують мало інтенсивні пожежі. Також слід обробляти одночасно невеликі території, площі таким чином можна збільшити точність виявлення [2].

В роботі була використана хмарна платформа геопросторової обробки Google Earth Engine яка дозволяє науковцям, дослідникам і розробникам отримувати доступ до великої кількості супутникових зображень та інших геопросторових даних для аналізу та візуалізації.

Дослідною територією була Херсонська область, яка кожен рік потерпає від лісових пожеж (рис. 1).



Рис. 1. Херсонська область

Індекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) та NBR (Normalized Burn Ratio) є показниками, які використовуються для визначення стану рослинності та виявлення лісових пожеж відповідно. NDVI вимірює здатність рослинного покриву поглинати світло в різних спектральних діапазонах, тоді як NBR оцінює ступінь пошкодження рослинного покриву в результаті пожежі.

Карти з розрахованими індексами NDVI та NBR (рис. 2) дозволяють провести аналіз стану рослинності та визначити області з високим ризиком виникнення лісових пожеж. Це дає змогу вжити певних заходів для запобігання пожежам або швидкого реагування на їх виникнення з метою зменшення шкідливого впливу на природне середовище та людське здоров'я [3; 4].

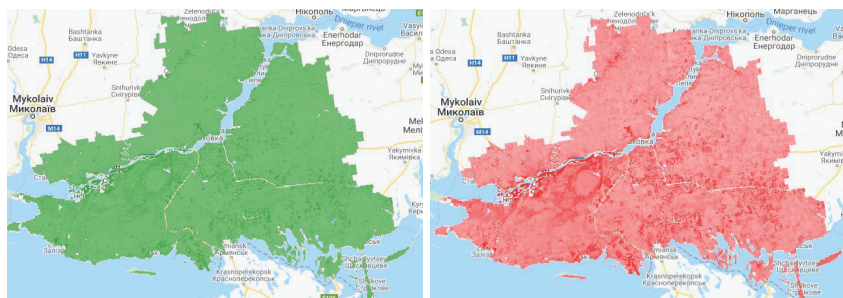


Рис. 2. Результати розрахунку індексів: зображення NDVI (а), зображення NBR (б)

Також був використаний метод теплових аномалій за допомогою якого були визначені та візуалізовані зони аномальних температур від 320 до 400 градусів Цельсія, які помічалися як потенційна пожежа. Карта теплових аномалій та приклад скрипту для визначення цих аномалій на рис. 3.



Рис. 3. Візуалізація зон аномальних температур (від 320 до 400 градусів Цельсія) за 2020 рік: приклад скрипту (а), зображення аномальних температур (б)

На основі цього методу була створена карта теплових аномалій, яка дозволила ідентифікувати потенційно небезпечні зони та вжити заходів щодо запобігання пожежам. Для визначення аномалій було розроблено скрипт, який базується на аналізі температурних даних та здійснює автоматичне виділення зон з підвищеною температурою. Це значно спрощує процес моніторингу та дозволяє швидко реагувати на можливі загрози. Дані картографічні матеріали можуть бути корисними для оцінки території та прийняття рішень щодо пожежобезпеки.

На рис. 4 наведено приклад виявлених теплових аномалій, які можуть свідчити про наявність вогню або вигорілих ділянок. Це ілюструє ефективність використання методу теплових аномалій у виявленні лісових пожеж.

Проте варто зазначити, що не всі теплові аномалії означають наявність пожежі. Наприклад, можуть бути виявлені ділянки

з підвищеною температурою, які пов'язані з іншими процесами, такими як промислові викиди або геотермальні джерела. Тому важливо здійснювати додаткову перевірку, щоб визначити точну причину теплової аномалії та приймати ефективні заходи для зменшення ризику лісових пожеж.

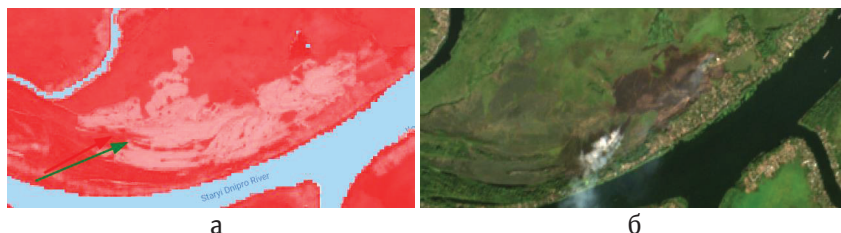


Рис. 4. Співставлення NBR/NDVI (а) та RGB (б) зображень

Незважаючи на недоліки, дистанційні методи визначення лісових пожеж мають великий потенціал. Зокрема, можна використовувати безпілотні літальні апарати та авіа-спостереження для отримання даних про пожежі. Також можна поєднувати ці методи з космічними знімками та допомогою місцевих жителів, які можуть повідомляти про пожежі через web-сервіси.

Хоча використання космічних знімків є перспективним методом, воно вимагає методичної підготовки та комбінованих методів дослідження. Також, для подолання недоліків можна використовувати комбіновані способи визначення джерел загоряння. Наприклад, поєднання космічних знімків з авіа-спостереженням та даними, наданими місцевими жителями, може значно підвищити ефективність визначення лісових пожеж та зменшити їх негативний вплив на природне середовище та людей. Уже існують пілотні проекти, що підтримуються за рахунок небайдужих громадян.

Список використаних джерел:

1. Герасименко І.М., Соловійова О.О., Пронь С.В. Перспективні напрями боротьби з пожежами у лісовому господарстві України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2021. № 31(3). 27–33. DOI: 10.36930/40310304

2. Silva-Cardoza A.I., Vega-Nieva D.J., Briseño-Reyes J., Briones-Herrera C.I., López-Serrano P.M., Corral-Rivas J.J., Parks S.A., Holsinger L.M. Evaluating a New Relative Phenological Correction and the Effect of Sentinel-Based Earth Engine Compositing Approaches to Map Fire Severity and Burned Area. *Remote Sens.* 2022. № 14. P. 3122. DOI: 10.3390/rs14133122
3. NDVI, Mapping a Function over a Collection, Quality Mosaicking. URL: https://developers.google.com/earth-engine/tutorials/tutorial_api_06 (дата звернення 10.03.2023).
4. Burn Severity mapping in Google Earth Engine. URL: <https://www.un-spider.org/advisory-support/recommended-practices/recommended-practice-burn-severity/burn-severity-earth-engine>

ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ СТАНУ АГРОЛАНДШАФТІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТЕНДЕНЦІЙ ТА ХАРАКТЕРУ ЗМІН КЛІМАТУ

УДК 004.6:551.582

ОНЛАЙН ВІЗУАЛІЗАЦІЯ І АНАЛІЗ БАГАТОРІЧНИХ СУПУТНИКОВИХ КЛІМАТИЧНИХ ДАНИХ ЦЕНТРАЛЬНОЇ УКРАЇНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕБПЛАТФОРМИ GIOVANNI – NASA

Вовк В.М.,

кандидат геолого-мінералогічних наук,
доцент кафедри наук про Землю та хімії,
geoslov@ukr.net

Херсонський аграрно-економічний університет
м. Кропивницький, Україна

Анотація

З використанням вебплатформи Giovanni – NASA проведено візуалізацію та аналіз багаторічних (1980–2023) кліматичних даних території центральної України, отриманих дистанційно. Методом порівняння результатів візуалізації (карт) за різні часові відрізки, а також на основі аналізу часових рядів продемонстровано ефективність використання ресурсу Giovanni для виявлення регіональних особливостей динаміки показників температури і вологості та вмісту парникових газів. Для території центральної України визначено позитивний тренд температури і слабкий позитивний тренд кількості опадів. В найближчі роки очікуються позитивні тенденції зміни кліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур.

Ключові слова: вебплатформа Giovanni, зміна клімату, глобальне потепління, парникові гази, візуалізація даних, аналіз часових рядів

Однією з найактуальніших глобальних проблем є швидка зміна клімату, яка впливає на в сфері розвитку суспільства. Сучасна концепція зміни клімату включає глобальне потепління та його вплив на інші кліматичні чинники. На відміну від минулих змін клімату сучасні зміни в значній мірі пов'язані з людською діяльністю. З часів промислової революції (1850–1900 рр.) людство активно використовує викопне паливо, що спричинило значне збільшення парникових газів, зокрема CO₂, CH₄, N₂O, які здатні затримувати частку теплового випромінювання планети і формувати парникових ефект. В результаті середня глобальна температура зросла на 1,1 °C [6].

Просторово-часовий розподіл кліматичних показників, зокрема температури та опадів на території України досліджувався у багатьох наукових працях, серед яких [5; 7; 8; 9; 10]. За їх результатами темпи зростання середньомісячної приземної температури у XXI ст. становлять 1,2–2,1 °C за 50 років [5; 7]. Сучасне потепління для всієї України характеризується зменшенням річної амплітуди температур, що значно пом'якшить континентальність клімату [8]. У найближчі десятиріччя очікується перерозподіл кількості опадів між сезонами та за площею, а також збільшення кількості днів з опадами [5; 7; 10].

Вже майже півстоліття для кліматичних досліджень використовуються космічні методи. Сучасне дослідження важко уявити без застосування даних дистанційного зондування Землі, а також їх опрацювання за допомогою ГІС. В останні роки з'явилися інформаційні продукти, які дозволяють вивчати дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) на більш якісному рівні. Серед них – вебплатформа Giovanni [1], яка відображає просторово прив'язані наукові дані ДЗЗ, отримані супутниками NASA. Сайт забезпечує доступ до значної кількості супутникових наборів даних, які пов'язані зі складом та динамікою атмосфери, гідрологією та сонячним випромінюванням [4]. Доступ до даних забезпечується набором інтерфейсів, кожен з яких дає змогу побудувати візуалізацію за параметрами одного або декількох супутникових інструментів.

Алгоритм роботи із сайтом простий і зрозумілий, що дає можливість його використання без особливої підготовки. По-перше, потрібно вибрати необхідні дані, далі вибрати діапазон дат. Наступний

крок – вибрати територію на віртуальній карті, для якої буде проводитись візуалізація і аналіз. Потім зазначають змінні, які треба зіставити і завантажити. У Giovanni доступно понад 1600 змінних [2].

З використанням ресурсу Giovanni проведена візуалізація і аналіз просторово-часового розподілу основних показників зміни клімату з метою оцінки регіональних особливостей для території Центральної України. Основними кліматичними характеристиками є середньомісячна температура та сума опадів. Тому при аналізі тенденцій зміни клімату основна увага була зосереджена на цих показниках. Також аналізувалися концентрації парникових газів, перш за все вуглекислого газу (CO_2) та метану (CH_4).

При регіональних дослідженнях зміни клімату важливо враховувати вплив фотосинтезу на зміну концентрації парникових газів. Збільшення CO_2 в атмосфері активізує процес фотосинтезу – відбувається зв'язування його рослинами. Це зумовлює зростання виділення з ґрунту в атмосферу інших парникових газів – закису азоту (N_2O) та метану (CH_4). Завдяки виділенню N_2O і CH_4 з ґрунту створюється додатковий парниковий ефект, аналогічний щорічному надходженню приблизно 1 млрд т CO_2 . Завдяки цьому регулюючий вплив рослинності на парниковий ефект зменшується на 17% [3].

Основні результати дослідження представлені у вигляді карт та часових рядів на рис. 1–6. За результатами порівняльного аналізу просторового розподілу середньомісячних температур за 1980–1985 та 2018–2023 рр. (рис. 1–2) у межах Центральної України встановлено їх зростання на 1,7–2,3 °C. Просторовий тренд – з північного заходу на південний схід. За останні 42 роки температура зросла на 2,5 °C (рис. 3). На часовому відрізку 1980–1985 рр. виявлено зниження температури повітря на 2 °C. Впродовж останніх 37 років фіксується часовий позитивний тренд середньомісячних температур повітря з темпами зростання близько 0,1 °C на рік (рис. 3).

Середньомісячна кількість опадів мала подібну динаміку до температури – значне зниження у 1980–1983 рр. і позитивна тенденція до зростання впродовж 1984–2023 рр. (рис. 5). Просторовий тренд також пд.-зх. – пд.-сх. Візуально фіксується тренд збільшення кількості опадів впродовж останніх 37 років (рис. 4).

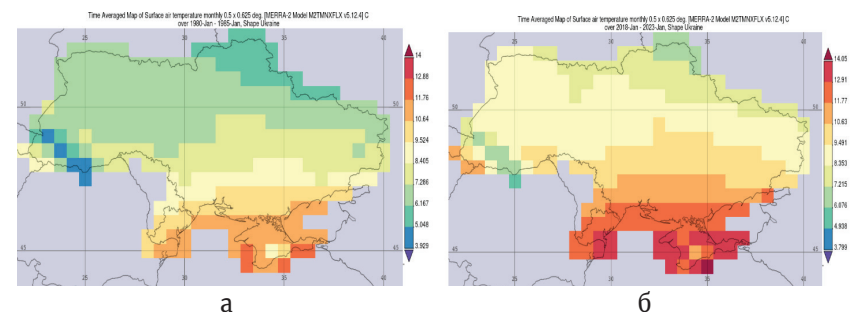


Рис. 1. Порівняльна візуалізація розподілу середньомісячних температур повітря на території України за 1980–1985 (а) та 2018–2023 (б) рр.

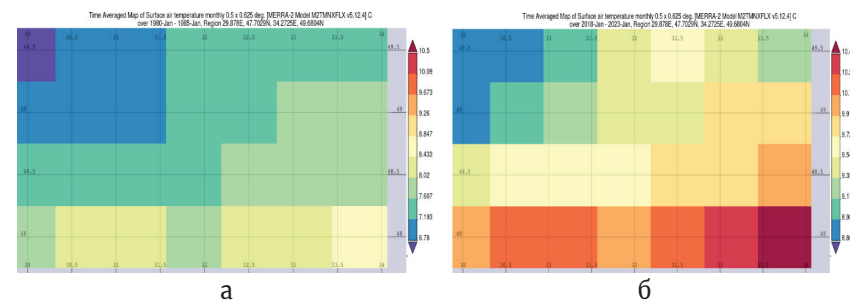


Рис. 2. Порівняльна візуалізація розподілу середньомісячних температур повітря на території Центральної України за 1980–1985 (а) і 2018–2023 (б) рр.

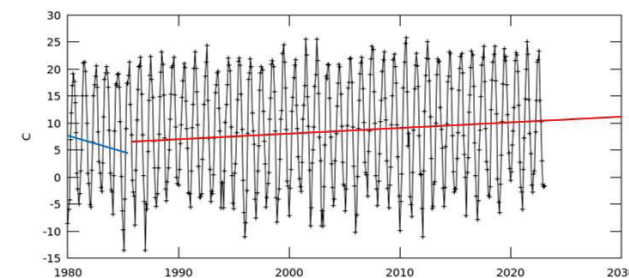


Рис. 3. Часовий ряд (1980–2023) середньомісячних температур повітря біля поверхні ґрунту для території Центральної України з лініями тренду

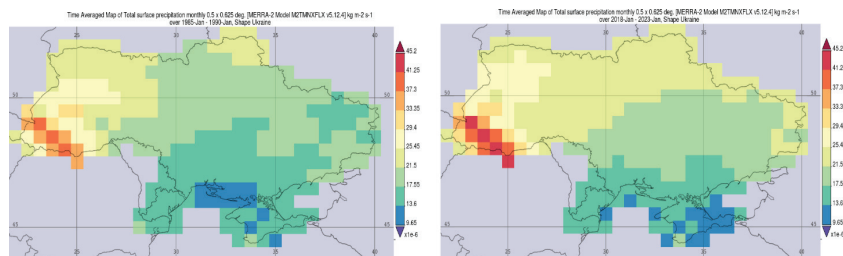


Рис. 4. Порівняльна візуалізація розподілу кількості опадів на території України за 1985–1990 (а) та 2018–2023 (б) рр.

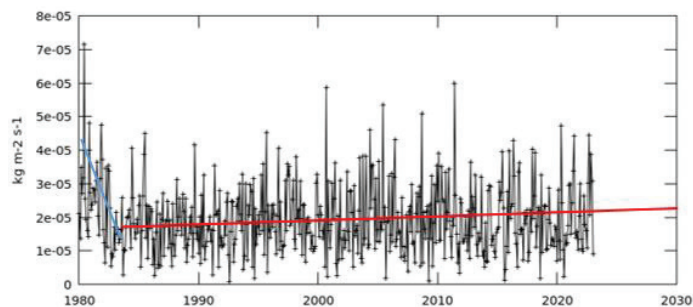


Рис. 5. Часовий ряд (1980–2023) середньомісячних опадів на території Центральної України з лініями тренду

В атмосфері території центральної України впродовж останніх десятиріч зафіксовано зростання концентрації парникових газів. За останні 20 років концентрація CO₂ зросла на 45 частин до 415 ppm. Темпи зростання стабільні – близько 2 ppm (частин на мільйон) за рік. Концентрація метану за останні два десятиріччя зросла на 70 об'ємних частин до 1950 ppmv (рис. 6). Темпи зростання метану значно вищі, ніж інших парникових газів – близько 3,5 частин на рік. На часовому відрізку 2002–2007 рр. зафіксовано зменшення його вмісту (рис. 6).

Висновки. 1. Giovanni є ефективним вебресурсом для аналізу регіональних особливостей просторово-часового розподілу кліматичних даних в умовах глобального потепління.

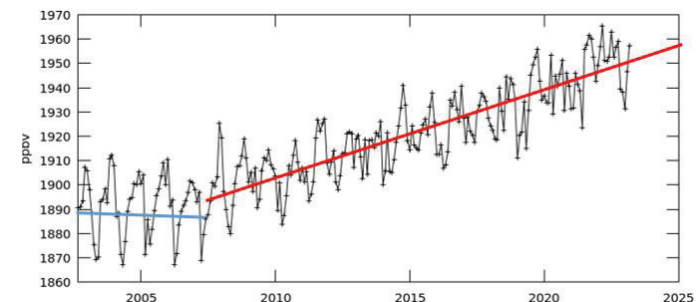


Рис. 6. Часовий ряд (2002–2023) концентрації метану (CH₄) в повітрі над територією Центральної України (ніч) з лініями тренду

2. Для Центральної України характерним є просторовий тренд зростання температури у напрямку північних захід – південний схід. У протилежному напрямку (пд.-сх. – пн.-зх.) зростає кількість опадів.

3. Виявлено часовий позитивний тренд середньомісячних температур повітря за останні 37 років з темпами зростання близько 0,1 °C на рік.

4. За останні 37 років кількість опадів зазнала слабого зростання, а кількість посушливих днів – зменшення.

5. Виявлені негативні тренди температури і опадів у 1980–1985 рр., що потребують додаткового аналізу.

6. Концентрації парникових газів в атмосфері центральної України в останні 20 років поступово зростали. Встановлено факт зменшення концентрації метану впродовж 2002–2007 рр.

7. За результатами проведеного аналізу можна очікувати того, що зміна клімату на території центральної України в найближчі роки сприятиме збільшенню врожайності сільськогосподарських культур за умови впровадження сучасних технологій вирощування, раціонального розміщення сортів з урахуванням змін у агрокліматичному районуванні.

Аналіз і візуалізація кліматичних даних дистанційного зондування Землі, використані в даному дослідженні, були виконані

за допомогою онлайн-системи даних Giovanni, розробленої та підтримуваної NASA GES DISC.

Список використаних джерел:

1. Giovanni. The bridge between data and science. URL: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>
2. Liu Z., Acker J. Giovanni: The bridge between data and science. *Eos*, 98. 2017. DOI: 10.1029/2017E0079299
3. van Groenigen K., Osenberg C., & Hungate B. Increased soil emissions of potent greenhouse gases under increased atmospheric CO₂. *Nature*. 2011. V. 475. P. 214–216. DOI: 10.1038/nature10176
4. Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах : навч.-метод. посіб. / С.О. Довгий, С.М. Бабійчук, Т.Л. Кучма та ін. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2020. 268 с.
5. Замфірова М.С., Хохлов В.М. Режим температури повітря та опадів в Україні в 2021–2050 роках за даними ансамблю моделей. *CORDEX. Український гідрометеорологічний журнал*. 2020. № 25. С. 17–27. DOI: 10.31481/uhmj.25.2020.02
6. Зведений звіт AR6. Зміна клімату 2023. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
7. Краковська С.В., Паламарчук Л.В., Гнатюк Н.В., Шпиталь Т.М. Проекції приземної температури та відносної вологості повітря в областях України до середини ХХІ ст. за даними ансамблів регіональних кліматичних моделей. *Геоінформатика*. 2018. № 3(670). С. 62–77.
8. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Дронова О.О. Аналіз тенденції зміни термічних показників агрокліматичних ресурсів в Україні за період до 2030–2040 рр. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2011. № 9. С. 90–99.
9. Хохлов В.М., Ермоленко Н.С. Майбутні зміни клімату та їх вплив на режим опадів та температури в Україні. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2015. № 16. С. 76–82. DOI: 10.31481/uhmj.16.2015.10
10. Хохлов В.М., Замфірова М.С. Проекції режиму опадів для території України в найближче тридцятиріччя. *Гідрологія, гідрохімія і гідроєкологія*. 2022. № 1(63). С. 54–60. DOI: 10.17721/2306-5680.2022.1.5

УДК 004.922

АНАЛІЗ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ НА АЗС ТА ЇХ ЕКОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ В ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Іванов О.В.,

доктор філософії,
старший викладач кафедри інформаційних систем,
lesha.ivanoff@gmail.com

Арсирій О.О.,

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри інформаційних систем,
e.arsiriy@gmail.com

Беляев К.О.,

магістрант кафедри інформаційних систем,
10514649@stud.op.edu.ua,
Національний університет «Одеська політехніка»,
м. Одеса, Україна

Анотація

У матеріалах розглядається моделювання можливої аварійної ситуації на АЗС за одним із 3 можливих сценаріїв розвитку із визначенням зон їх впливу із візуалізацією засобами вільної геоінформаційної системи QGIS. Також розглядається визначення групи екологічних критеріїв оцінки уразливості АЗС з точки зору негативного впливу можливої аварії на навколишнє середовище.

Ключові слова: візуалізація засобами геоінформаційних систем, зони ризику, екологічні наслідки аварійної ситуації, АЗС

Забезпечення техногенної безпеки урбанізованих та прилеглих до них територій є одним із важливих аспектів екологічної безпеки в цілому, зокрема і у розрізі забезпечення Цілей сталого розвитку, ухвалених на саміті ООН зі сталого розвитку у 2015 році. Техногенна безпека міст визначається, зокрема, станом потенційно небезпечних

об'єктів, до одного із різновидів яких можна віднести автозаправні станції (АЗС) та комплекси. На основі вітчизняних методик оцінки пожежної безпеки промислових об'єктів можна провести моделювання розвитку аварійної ситуації на АЗС за 1 із 3 вірогідних сценаріїв, а потім провести візуалізацію змодельованих зон ризику на карті міста та ландшафтів, використовуючи прикладні засоби геоінформаційних систем. Далі в контексті подальшого розвитку наукового дослідження запропоновано визначати показники уразливості АЗС за допомогою метода аналізу ієрархій. До однієї з груп критеріїв, що визначають уразливість АЗС, слід віднести екологічні фактори з точки зору можливого впливу на навколишнє середовище у разі реалізації аварійної ситуації на АЗС.

Метою дослідження є аналіз та моделювання вірогідних несприятливих ситуацій на АЗС (аварій) із наступною візуалізацією зон ризику від них засобами геоінформаційних систем, а також розробка ієрархічної структури екологічних факторів уразливості АЗС з точки зору впливу наслідків аварії на навколишнє середовище.

Об'єктом дослідження є процес визначення техногенної безпеки АЗС, який включає в себе ідентифікацію небезпек та візуалізацію їх впливу на навколишнє середовище. Предметом дослідження є моделі та методи аналізу і візуалізації зон ризику АЗС як різновиду потенційно небезпечних об'єктів в геоінформаційних системах.

В рамках дослідження пропонується виділити наступні задачі:

- 1) аналіз можливих сценаріїв розвитку небезпечної ситуації на АЗС;
- 2) моделювання розвитку вірогідної небезпечної ситуації за одним із сценаріїв із використанням нормативної методики;
- 3) візуалізація зон ризику, визначених на минулому кроці, за допомогою засобів вільної геоінформаційної системи (ГІС) QGIS;
- 4) розробка групи критеріїв уразливості АЗС з точки зору можливих негативних екологічних наслідків ймовірної аварійної ситуації на АЗС.

В останні часи в Україні у зв'язку з істотним збільшенням парку автомобілів (особливо у великих містах) значно зростає кількість пунктів для заправки їх паливом (АЗС), які мають підвищений рівень пожежовибухонебезпеки. Це обумовлюється значними кількостями автомобільного палива, що обертається на АЗС і є, частіше всього,

легкозаймистою рідиною чи скрапленим горючим газом, а також особливостями технологічних процесів, пов'язаних з прийманням, зберіганням та видачею палива [1, с. 149].

Аналіз статистичних даних показує, що при викиді легкозаймистих речовин найбільш вірогідними для реалізації є «вогняна куля», згорання хмари, факельне горіння проливу (рис. 1).



Рис. 1. Аналіз розвитку НС на АЗС внаслідок руйнування ємності за допомогою «дерева подій» [2]

Для проведення моделювання та числового розрахунку зон ризику на АЗС, що виникають при виникненні одного з трьох несприятливих сценаріїв (рис. 1), ми використовували положення затвердженого державного стандарту [3].

З метою застосування вищевказаного стандарту для подальшого створення бази геоданих в ГІС і візуалізації зон ризику автором було запропоновано модель АЗС GS представляти у вигляді кортежу із наступних складових [4, с. 87]:

$$GS = \langle ID, A_{them}, A_{temp}, S, RZM \rangle, \quad (1)$$

де ID – універсальний цифровий ідентифікатор об'єкта; A – атрибутивні дані, що складаються із A_{them} – тематичних статичних та A_{temp} – часових динамічних даних про АЗС; S – просторові дані;

RZM – моделі геоданих зон техногенного ризику, які виникають від ударної хвилі RZM_{SW} , пожежі проливу нафтопродуктів RZM_{OF} і «вогняної кулі» RZM_{FB} .

Докладніше аспекти цієї моделі, а також моделей геоданих зон техногенного ризику розглянуті в роботі [4]. З урахуванням цих моделей було запропоновано метод визначення геоданих зон техногенного ризику від ударної хвилі, пожежі проливу нафтопродуктів і «вогняної кулі» [4, с. 95], який складається із 7 кроків, реалізація якого дозволила отримати початкові дані для візуалізації засобами ГІС QGIS, а також метод візуалізації цих даних із 2 кроків [4, с. 103]. Результати візуалізації зон ризику від, що виникають від ударної хвилі, відображені на рис. 2.

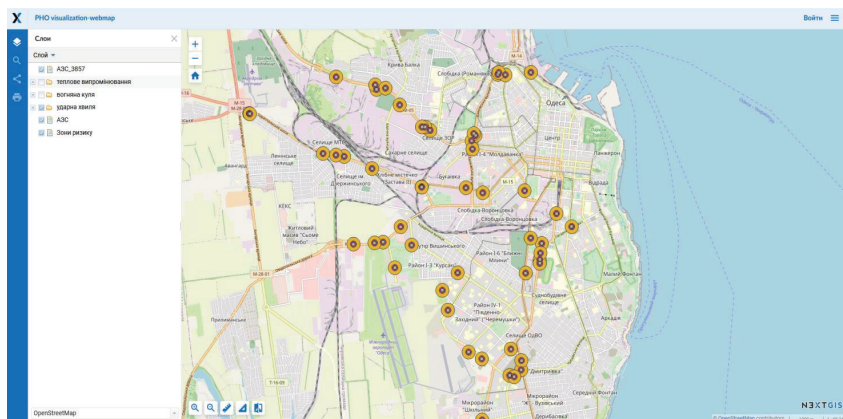


Рис. 2. Результати візуалізації геоданих моделей зон техногенного ризику, що виникає від ударної хвилі на карті міста Одеси [4]

На основі проведеної роботи у рамках співпраці Національного університету «Одеська політехніка» із університетом м. Портсмута (Велика Британія) проводиться науковий проєкт подальшого розширення нашого дослідження, в рамках якого на основі використання методів нечіткої логіки пропонується визначати уразливість АЗС з точки зору вірогідних аварійних ситуацій із подальшим прийняттям рішення

про закриття / переоснащення існуючих АЗС, а також перепроєктування АЗС, що перебувають у стадії розробки проєкту. Для оцінки цієї вразливості АЗС за можливим змодельованим сценарієм несприятливої ситуації необхідно розробити критерії уразливості, що включають втрачені життя, а також економічні, соціальні та екологічні наслідки для кожного з сценаріїв окремо. Таким чином, буде отримано 4 групи критеріїв уразливості АЗС, для подальшої оцінки ваг яких пропонується використати метод аналізу ієрархій.

На основі вищенаведених міркувань можна запропонувати наступну ієрархічну структуру показників уразливості АЗС (в рамках тез будуть перелічені фактори, що враховують можливі екологічні наслідки ймовірної аварії на АЗС).

Фактори, що враховують екологічні наслідки:

- 1) тип використовуваного палива, стандарт – прямо впливає на кількість шкідливих речовин, важких металів, що можуть виділитись в процесі горіння нафтопродуктів;
- 2) погодні умови (температура, швидкість вітру, ступінь вертикальної стійкості повітря (інверсія, конвекція, ізотермія)) – впливають на характер та розсіювання забруднюючих речовин внаслідок горіння у атмосфері;
- 3) пора року – має вплив взагалі на стан як погодних умов, так і на стан всіх складових екосистеми. Взимку одні АЗС можуть бути більш стійкі, ніж влітку тощо;
- 4) наявність поблизу АЗС відкритих водойм, що мають господарське значення – у разі аварійної ситуації висока можливість забруднення водних ресурсів і більших екологічних збитків;
- 5) тип та структура ґрунтів – впливає на глибину проникнення забруднюючих речовин у товщу ґрунту;
- 6) глибина залягання ґрунтових вод, наявність поблизу колодязів, свердловин – при невисокій глибині залягання і наявних засобів відбору ґрунтових вод зростає ризик забруднення ґрунтових вод і більших екологічних збитків;
- 7) наявність поблизу АЗС ділянок природно-заповідного фонду – при наявності поблизу більший ризик екологічних збитків і соціального ефекту водночас;

8) наявність поблизу АЗС значних лісових масивів – за наявності біля АЗС більша ймовірність поширення лісових пожеж і екологічних збитків;

9) наявність поблизу АЗС земель с/г значення (орних земель, пасовищ тощо) – існує можливість вилучення земельного фонду із сільськогосподарського використання через ймовірне забруднення;

10) характер рельєфу біля АЗС – наявність нерівностей зменшує масштаби забруднення, тоді як рівний характер не перешкоджає забрудненню місцевості;

11) наявність поблизу АЗС рекреаційних зон (як великих, так і малих) – аварія на АЗС може мати негативний як екологічний ефект у разі забруднення цих зон, так і соціальний через втрату цих зон.

Висновки. На основі аналізу літературних джерел були визначені сценарії розвитку несприятливої ситуації на АЗС, що включають у себе «вогняну кулю», згорання хмари, факельне горіння проливу. З метою застосування стандарту для створення бази геоданих і візуалізації зон засобами ГІС були розроблені метод визначення геоданих зон техногенного ризику при розвитку аварії за 1 із 3 сценаріїв, а також метод візуалізації цих даних, що дозволило отримати карту міста Одеси із нанесеними зонами техногенного ризику, використовуючи ГІС QGIS [4]. Для подальшого дослідження пропонується використати метод аналізу ієрархій на основі опитування експертів для визначення ваг критеріїв уразливості АЗС, що включає в себе втрачені життя, а також економічні, соціальні та екологічні наслідки для кожного з сценаріїв розвитку аварійної ситуації окремо. Застосування цього методу дозволить використати розроблену методологію університету м. Портсмута (Велика Британія) на основі нечіткої логіки для прийняття рішень про закриття / переоснащення існуючих АЗС, а також перепроєктування АЗС, що перебувають у стадії розробки проєкту.

Список використаних джерел:

1. Михайлюк О.П., Кравців С.Я. Проблеми забезпечення пожежовибухобезпеки автозаправних станцій. *Проблеми пожежної безпеки*. 2012. Вып. 32. С. 149–154. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/2150> (дата звернення: 04.04.2023).

2. Тарадуда Д.В., Шевченко Р.І. Аналіз існуючої методологічної бази з оцінки небезпеки потенційно-небезпечних об'єктів. Національний університет цивільного захисту України. Електрон. дан. 2019. URL: http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/Conferences/ProblemsOfTechnogenicAndNaturalSecurity/Taraduda_Shevchenko.pdf (дата звернення 10.12.2021).
3. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 34 с.
4. Іванов О.В. Моделі та методи аналізу зон ризику потенційно небезпечних об'єктів в геоінформаційних системах : дис. ... доктора філософії : 122 / Державний університет «Одеська політехніка». Одеса, 2021. 156 с.

УДК 528.8

ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННИХ ЯВИЩ ЗАСОБАМИ НЦУВКЗ

Сластін С.О.,

начальник групи обробки супутникових даних
інформаційно-аналітичного центру
Національного центру управління та випробувань космічних засобів,
sergeyslastin@gmail.com

Глуган Ф.В.,

провідний інженер групи обробки супутникових даних
інформаційно-аналітичного центру
Національного центру управління та випробувань космічних засобів,
arr55005@gmail.com

Кривошея Є.А.,

фахівець групи обробки супутникових даних
інформаційно-аналітичного центру
Національного центру управління та випробувань космічних засобів,
ispaaaace@gmail.com

Пасічник Н.А.,

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва
Національного університету біоресурсів і природокористування України,
n.pasichnyk@nubip.edu.ua

Анотація

У матеріалах висвітлені актуальні питання використання космічних даних та гео-інформаційних технологій в процесі моніторингу природних та антропогенних явищ та оперативного інформування відповідальних осіб.

Ключові слова: супутниковий моніторинг, дистанційне зондування Землі, теплові аномалії, адресне інформування споживачів

Пожежна ситуація, яка склалася в Україні 2020 року, особливо в Київській, Житомирській та Луганській областях, її наслідки, людські жертви та 12-ти мільярдні збитки, спрямували діяльність відповідних органів виконавчої влади на недопущення такого у майбутньому.

Для участі у вирішенні цієї проблеми було залучено і Національний центр управління та випробувань космічних засобів (далі – НЦУВКЗ) Державного космічного агентства України.

За результатами обговорення питання щодо боротьби з масштабними пожежами з представниками ДСНС і місцевими органами виконавчої влади, запропоновано модернізувати діючу з 2008 року систему моніторингу пожежної ситуації на основі космічного моніторингу.

Так, з метою виявлення пожеж на ранній стадії, НЦУВКЗ створив інноваційну автоматизовану Систему виявлення теплових аномалій та адресного інформування споживачів.

Склад системи:

Космічний сегмент.

Включає в себе два супутники дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) системи EOS (TERRA (MODIS), AQUA (MODIS)), та два супутники перспективної системи JPSS (Suomi NPP (VIIRS), NOAA20 (VIIRS)) з подальшим розгортанням останньої до 5 супутників (до 2031 року).

Наземний сегмент.

Включає мережу наземних приймальних станцій X – діапазону, що входять до складу НЦУВКЗ (УНСПІ, ПС-8.2, «Перлина», «Надія» – ЦПОСІ та КНП, с. Залісці, НСПІ 8.2 – Харків) та потенційно, приймальна станція «Фазан» – Житомир (навчальна).

Програмне забезпечення.

Модуль обробки та оперативного інформування щодо наявних теплових аномалій в складі автоматизованого програмного забезпечення розпаковки даних ДЗЗ.

База даних абонентів системи.

Функції системи:

Обробка даних ДЗЗ згідно добового плану задіяння.

Автоматизоване виявлення теплових аномалій за даними ДЗЗ.

Сповіщення абонентів системи щодо виявлених теплових аномалій.

Завдання системи:

Інформування органів центральної влади та місцевого самоврядування, керівників лісових господарств, державної служби надзвичайних ситуацій щодо виявлення теплових аномалій за даними ДЗЗ для прийняття оперативних управлінських рішень, ефективної та своєчасної організації боротьби з пожежами з метою зменшення наслідків та втрат від лісових та інших відкритих пожеж.

Алгоритм обробки системи:

Принцип роботи цієї Системи полягає в тому, що космічні апарати (TERRA, AQUA, Suomi NPP, NOAA-20) проводять супутникову зйомку однієї і тієї ж території 4–5 разів на добу. Наземні станції прийому НЦУВКЗ безпосередньо приймають ці дані, які за допомогою спеціального програмного забезпечення, автоматично розраховують місцеположення теплових аномалій з посиланням на картографічний сервіс і в термін до 30 хв. передають інформацію споживачам через електронну пошту.

Безпосередня обробка даних ДЗЗ після отримання з приймальних станцій здійснюється на засобах сектору попередньої обробки та нормалізації даних ДЗЗ середньої просторової розрізненості (ЦПОСІ та КНП, с. Залісці). До складу автоматизованого програмного забезпечення розпаковки даних ДЗЗ увійшов модуль обробки та оперативного інформування щодо наявних теплових аномалій, розроблений та створений фахівцями НЦУВКЗ.

Адміністрування адресної бази Системи здійснюється на засобах відділу забезпечення сил безпеки, інформаційно-аналітичного центру, НЦУВКЗ.

Пілотне тестування Системи розпочалось у квітні 2021 р. на базі Житомирської та Одеської областей. На теперішній час географія тестування Системи охоплює всю територію України та включає майже 2300 абонентів.

Станом на квітень 2023 року виявлено та надано споживачам інформацію про більше ніж 40000 теплових аномалій.

Результати наземних перевірок достовірності інформації про пожежі та час її отримання споживачами підтверджують ефективність функціонування Системи.

Аналогічних прикладів організації адресного інформування абонентів щодо виявлених теплових аномалій за даними дистанційного зондування Землі, за такий короткий термін, у світі не зафіксовано.

Висновки. Для ефективної роботи Системи є необхідним підтримання актуального стану адресної бази абонентів з періодичним уточненням змін.

Проводити нарощення вхідних даних шляхом використання нових супутників системи JPSS.

Доцільним є вдосконалення програмного сегменту кінцевої доставки інформації абонентам через використання ресурсів App Store та Play Маркет.

Повномасштабне введення в дію Системи виявлення теплових аномалій та адресного інформування споживачів надасть змогу ефективно боротись з пожежами на ранній стадії, що буде попереджувати мільярдні збитки нашої державі.

Можливим також є масштабування Системи на територію Європейських сусідніх держав, зокрема Литви, Польщі, Румунії, тощо з наданням відповідних інформаційних послуг.

УДК 65:504

СУЧАСНІ МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА ЛАНДШАФТИ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ АГРОЕКОСИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ДЗЗ/ГІС

Тараріко О.Г.,

доктор сільськогосподарських наук,
головний науковий співробітник, проф., акад. НААН
tarariko@ukr.net

Ільєнко Т.В.,

кандидат сільськогосподарських наук,
зав. лабораторії аерокосмічного зондування агросфери,
tilienko@gmail.com

Кучма Т.Л.,

кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
лабораторії аерокосмічного зондування агросфери,
tanyakuchma@gmail.com

Інститут агроєкології і природокористування НААН,
м. Київ, Україна

Анотація

У матеріалах висвітлені актуальні питання використання ГІС/ДЗЗ-технологій для аналізу динаміки змін клімату по регіонах, його впливу на рослинність та ризики ерозійної деградації агроландшафтів.

Ключові слова: супутниковий моніторинг, дистанційне зондування, вегетаційний індекс, сума температур, урожайність, прогноз, ерозійна деградація

Україна має високий агроресурсний потенціал і забезпечує продовольчу безпеку багатьох країн. Тому важливо дослідити закономірності та ризики, пов'язані з регіональними змінами клімату

та виконати прогноз їхнього впливу на агроландшафти та продуктивність агроєкосистем, зокрема зернових культур, що важливо для планування продовольчої безпеки, а також своєчасного здійснення заходів з адаптації агроєкосистем до потепління. Результатом кліматичних коливань є зміни умов розвитку та стану рослинності, які можна досліджувати за допомогою багатовимірною часового та просторового аналізу. Сучасний розвиток дистанційного космічного знімання та геоінформаційних технологій відкриває принципово нові можливості для моніторингу агроландшафтів і систем землекористування в умовах змін клімату.

Для обґрунтування стратегії розвитку сільського господарства та продовольчої безпеки важливе значення має системне визначення властивостей тенденцій напрямку змін агрокліматичних ресурсів. Актуальним в цьому відношенні є визначення та прогнозування темпів потепління клімату, його впливу на зміщення природно-кліматичних зон, трансформацію зональних систем землекористування та збільшення ризиків прояву деградації агроландшафтів. Такий широкий спектр інформації на глобальному, регіональному і локальному рівнях потребує залучення у систему агроєкологічного моніторингу та сільськогосподарської діяльності супутникових інформаційних ресурсів.

Визначення змін клімату, його впливу на стан рослинності виконувалось з використанням доступної інформації супутникових систем низького просторового розрізнення – багатозональних високоточних радіометрів AVHRR та VIIRS метеорологічних штучних супутників Землі NOAA, які два рази на добу забезпечують знімання практично всієї поверхні Землі в діапазонах 0,58–0,68 мкм; 0,725–1,1 мкм; 3,55–3,93 мкм; 10,3–11,3 мкм; 11,4–12,4 мкм, з просторовою роздільною здатністю 1,1 км і шириною смуги огляду біля 3000 км. Ці дані отримано з сайту STARNESDIS NOAA – Center for Satellite Applications and Research (STAR) of NOAA's National Environmental Satellite Data Information Services <http://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/emb/vci/VH>. На основі цих даних за період з 1982 по 2021 рр. було проаналізовано динаміку змін температури земної поверхні за показником SMT (Smoothed Brightness Temperature). Цей показник –

середня щотижнева температура земної поверхні, яка визначається як радіаційна температура земної поверхні за даними інфрачервоного діапазону (10,3–11,3 мкм; 11,4–12,4 мкм) у масштабі області.

Температурний режим протягом вегетаційного періоду є одним з важливих кліматичних чинників, який впливає на стан рослинності. Важливим показником є сума температур земної поверхні за цей період. Протягом 1982–2021 рр. спостерігався її зростаючий тренд по кожній природно-кліматичній зоні (рис. 1).

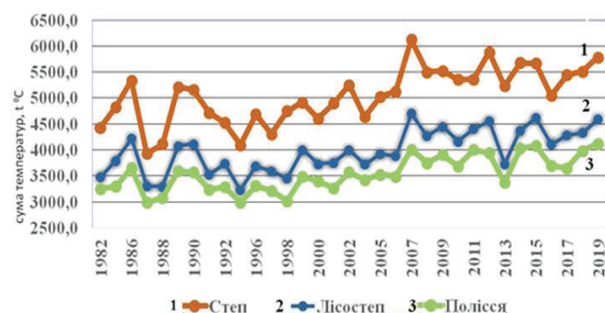


Рис. 1. Динаміка середньої суми температур земної поверхні за вегетацію по природно-кліматичним зонам України за супутниковими даними

Для визначення стану рослинності і прогнозу впливу потепління на продуктивність зернових культур використано вегетаційний індекс NDVI (нормалізований диференціальний вегетаційний індекс – Normalized Difference Vegetation Index) [1]. Цей індикатор є комбінацією спектральних характеристик рослинного покриву і визначається як

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED),$$

де NIR та RED – величини спектральної яскравості відповідно у інфрачервоному (0,72–1,1 мкм) та червоному (0,58–0,68 мкм) діапазонах. Спостерігається залежність між сумою температур земної поверхні за вегетаційний період по адміністративним областям і відповідно середнім значенням NDVI. На рис. 2 представлено

за роками динаміку суми температур земної поверхні вегетаційного періоду (ST) з 1982 по 2021 рр. та NDVI, осереднений за вегетаційний період (NDVIc) відповідно в зонах Полісся, Лісостепу, Степу.

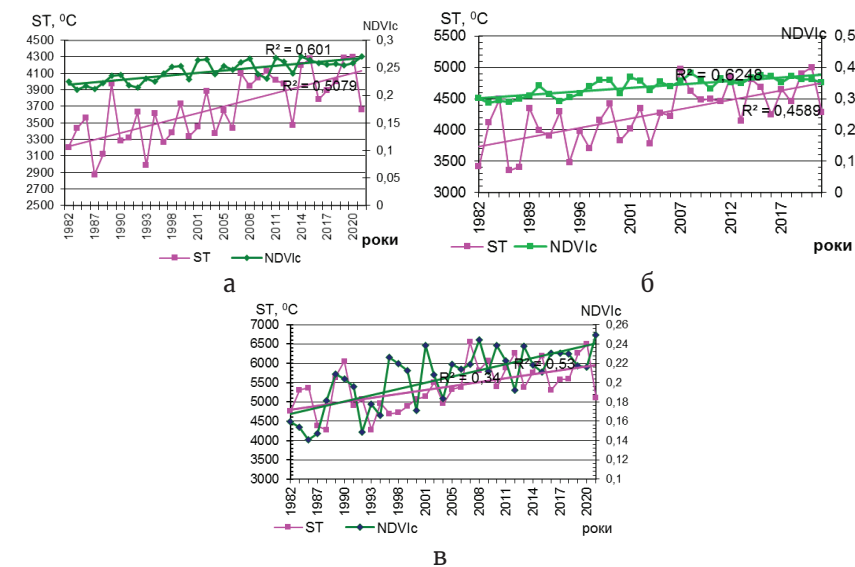


Рис. 2. Динаміка суми радіаційної температури земної поверхні вегетаційного періоду та NDVI за 1982–2021 рр.: а – Полісся, б – Лісостеп, в – Степ

Аналіз графіків (рис. 2) свідчить про те, що в зонах Полісся, Лісостепу і Степу радіаційна температура земної поверхні вегетаційного періоду підвищилась за останні 38 років. Важливо відмітити, що потепління вегетаційного періоду за період з 1982 по 2021 рр. позитивно впливало за NDVI на стан рослинності в усіх зонах. Зокрема можна відмітити, порівнюючи двадцятирічні періоди 1982–2001 рр. та 2002–2021 рр., що в зоні Степу спостерігається дещо менший вплив на стан рослинності порівняно до зон Полісся та Лісостепу (табл. 1).

В результаті потепління спостерігається зміщення агрокліматичних зон на північ і як наслідок, розширюються ареали вирощування

культур з подовженим вегетативним періодом [2]. Зокрема, у зоні Полісся, створились умови для вирощування таких культур, як кукурудзи і соняшнику (рис. 2).

Таблиця 1

Сума ефективних температур земної поверхні та NDVI,
осереднені за двадцятирічні періоди та зонально

	Сума ефективних температур земної поверхні, °C			NDVI		
	1982–2001	2002–2021	%	1982–2001	2002–2021	%
Полісся	3289	3793	13,2	0,315	0,354	11,01
Лісостеп	3681	4243	13,2	0,255	0,284	10,2
Степ	4656	5454	14,6	0,244	0,27	9,6

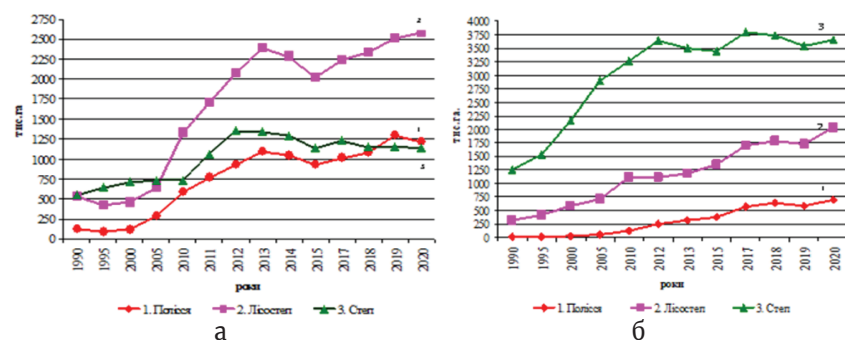


Рис. 3. Динаміка посівних площ кукурудзи (а) та соняшника (б) на території Полісся, Лісостепу та Степу України за 1990–2020рр., тис. га

У результаті зростає інтенсифікація використання земельних ресурсів та трансформації агроландшафтів у напрямку збільшення їх розораності та небезпеки прояву ерозійних процесів. Тому важливим є контроль відповідності структури посівних площ рельєфу. За даними супутникових даних високого просторового розрізнення, наприклад Sentinel, в поєднанні з цифровою моделлю рельєфу є можливість контролювати дотримання розміщення просапних культур в агроландшафтах.

Визначення ризику ерозійної деградації агроландшафтів доцільно виконувати за удосконаленим рівнянням моделі втрат ґрунту RUSLE (The Revised Universal Soil Loss Equation), яке має вигляд:

$$E = R \times K \times LS \times C \times P,$$

де E – ерозійні втрати ґрунту за рік з одиниці площі, т/га; R – ерозійність опадів; K – протиерозійна стійкість ґрунту; C – системи землекористування; LS – ухил і довжина схилу; P – протиерозійні заходи [3]. Але при практичному використанні цього рівняння досить проблематичним є отримання вихідної інформації щодо вищенаведених параметрів для конкретних умов, що досліджуються. Тому актуальним у цьому відношенні є отримання цих даних є використанням супутникових даних [4].

Ерозійність опадів (Rainfall erosivity) – це багаторічний середній індекс, який характеризує кінетичну енергію опадів різної інтенсивності. Європейське космічне агентство (ESA) у співпраці з Центром спільних досліджень (Joint Research Center, JRC) розробили глобальну карту ерозійності опадів (Global Rainfall Erosivity Database (GloREDA)), із просторовим розрізненнями 1 км, доступну до цих даних для території України можна отримати за посиланням <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/global-rainfall-erosivity>. Показник стійкості ґрунту до ерозії, або коефіцієнт K – це показник, який відображає як схильність ґрунту до ерозії (змивання), так і швидкість стоку. Для розрахунку ерозійності ґрунту K використовуються два глобальних продукту даних про ґрунт SoilGrids250m та Global Soil Dataset. Чинник рельєфу у збільшенні ерозійності (LS) комбінований фактор описує вплив рельєфу на ерозію ґрунту. S -фактор вимірює вплив крутизни схилу, а L -фактор його довжину. Європейський центр даних про ґрунти (ESDAC) розробив загальноєвропейську оцінку ерозії ґрунтів з високою роздільною здатністю для кращого розуміння просторових та часових моделей ерозії ґрунтів у Європі. Існують два найбільш поширені глобальні продукти з даними про висоту: SRTM V4.1 і ASTER GDEM V4 із просторовою роздільною здатністю 30 м, на базі яких можна розраховувати LS -фактор. Чинник землекористування (C) можна визначити на основі індексів

вегетації, які доступні за допомогою супутникового дистанційного зондування. Зокрема, використовується нормалізований різнице-вий вегетаційний індекс NDVI [5]. Джерелами супутникових даних для картування індексу NDVI можуть бути дані Modis (з просторовим розрізненням 250м), Landsat (з просторовим розрізненням 30 м), або Sentinel-2 (з просторовим розрізненням 10 м). Дані можуть бути усереднені, наприклад, за один місяць, за сезон вегетації або за декілька років. Ґрунтозахисна ефективності протиерозійних заходів або R фактор враховує методи контролю, які зменшують ерозійний потенціал стоку через зменшення його концентрації, швидкості та гідравлічної сили, що діють на ґрунтовий покрив. Значення R-фактора коливається від 0 до 1.

За вище наведеними показниками з використанням дистанційного зондування та аналізу на основі ГІС виконується картографування та прогнозування для зон уразливості до ерозійної деградації агроландшафтів.

Таким чином сучасні ДЗЗ/ГІС технології є ефективним інструментом удосконалення системи моніторингу просторового розповсюдження наслідків впливу змін клімату та ерозійної деградації агроєкосистем.

Список використаних джерел:

1. Kogan F., Guo W., Yang W., Harlan S. Space-based vegetation health for wheat yield modeling and prediction in Australia. *J. of Applied Remote Sensing*. 2018. V. 12(2), 026002. DOI: 10.1117/1.JRS.12.026002
2. Pysarenko V.M., Pysarenko P.V., Pysarenko V.V., Gorb O.O., Chayka T.O. Drought in context of a change of Ukrainian climate. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. 2019. V. 1. P. 134–146. DOI: 10.31210/visnyk2019.01.15
3. Ganasri B.P., Ramesh H. Assessment of Soil Erosion by RUSLE Model Using Remote Sensing and GIS—A Case Study of Nethravathi Basin. *Geoscience Frontiers*. 2016. V. 7. P. 953–961.
4. Bezak N., Borrelli P. and Panagos P., Exploring the possible role of satellite-based rainfall data in estimating inter- and intra-annual global rainfall erosivity. *Hydrology and Earth System Sciences*. 2022. V. 26(7). P. 1907–1924.
5. Karamage F., Zhang C., Liu T., Maganda A. and Isabwe A. Soil erosion risk assessment in Uganda. *Forests*. 2017. V. 8(2). P. 52. DOI: 10.3390/f8020052

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

УДК 004:631.67:504.61

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ У ЗРОШУВАНІ ЗЕМЛЕРОБСТВІ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

Бояркіна Л.В.,

доктор сільськогосподарських наук,
завідувач відділу геоінформаційних технологій та економічних досліджень,
boyarkina.08@ukr.net

Шарій В.О.,

аспірант, молодший науковий співробітник
відділу геоінформаційних технологій та економічних досліджень,
viktor.sharii@ukr.net,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН,
м. Одеса, Україна

Анотація

У матеріалах висвітлені актуальні питання застосування ГІС-методів та інформаційних систем у зрошуваному землеробстві з метою інтеграції даних польових досліджень, супутникового моніторингу та географічних складових моделей продуктивності сільськогосподарських культур, що дає можливість ранньої оцінки їх продуктивності, дозволяє відстежувати багаторічну динаміку агроєкологічних особливостей природних і штучних фітоценозів як за окремими показниками, так і у поєднанні з іншими індикаторами, наприклад, метеорологічними та кліматичними.

Ключові слова: супутниковий моніторинг, дистанційне зондування, зрошення, прогнозування

На глобальному рівні зміна клімату є однією з найбільш актуальних проблем, що перешкоджає людству забезпечувати агрокологічну і продовольчу безпеку, зменшувати рівень бідності населення та досягати сталого сільського розвитку. Зміна клімату підвищує ризики для здоров'я населення через розбалансованість стану екосистем та природних ресурсів, викиди парникових газів в атмосферу, вона є результатом взаємодії цілої низки природних чинників та діяльності людини, у тому числі через недосконалі практики ведення землеробства та тваринництва, деградації земель, рубок лісів, забруднення природних водойм.

Антропогенний вплив на кліматичну систему є визначальним чинником потепління, що спостерігається у багатьох країнах світу, у тому числі в Україні. На сьогоднішній день вчені прогнозують, що наслідки кліматичних змін з роками будуть ставати ще частішими та інтенсивнішими. А сільське господарство є одним з найбільш уразливих до змін клімату секторів економіки. Саме тому існує необхідність у розробці різноманітних інструментів політики з адаптації сільського господарства до глобальних змін клімату.

Зрошення є одним з основних факторів інтенсифікації землеробства в районах із недостатнім та нестійким природним зволоженням, завдяки якому значною мірою знижується залежність агро-виробництва від умов природного вологозабезпечення. Нині у світі зрошується близько 270–300 млн га, з них поливні землі забезпечують 40 % світового виробництва продовольства, займаючи лише 18 % площі сільгоспугідь.

Серед країн з найбільшими площами під зрошенням Індія, Китай, Пакистан, США та Іран. Україна теж належить до тих країн, де зрошення є одним із визначальних факторів загального стану виробництва сільськогосподарської продукції, її експорту та забезпечення продовольчої безпеки держави. Особливо для степової зони Півдня, яка відзначається континентальним, жарким, посушливим кліматом, займаючи південну та південно-східну частини країни, і становить 46,5 % площі її сільськогосподарських угідь.

Сьогодні площа зрошуваних земель в Україні сягає 2,2 млн га (включно з АР Крим), або 6,6 % усіх сільськогосподарських угідь.

Проте їх технічні можливості дають змогу поливати лише 943 тис. га зрошуваних земель (43 % від наявних), а фактично зрошується 551,4 тис га. Таким чином, більше 1 млн га сільгоспземель не використовуються як зрошені, хоча до таких відносяться. Але потреба у відновленні поливних земель наразі є дуже суттєвим фактом.

ГІС-методи та інформаційні системи застосовують для інтеграції даних польових досліджень, супутникового моніторингу та географічних складових моделей продуктивності с.-г. культур. Сучасні технології моніторингу за станом агроекосистем базуються на використанні сенсорних датчиків, тобто пристроїв вимірювального, сигнального, регулювального або керівного характеру. Відомо, що геоінформаційна система забезпечує збір, зберігання, обробку просторових даних.

Супутниковий моніторинг посівів – технологія спостереження за змінами індексу вегетації, отриманого за допомогою спектрального аналізу супутникових знімків високої роздільної здатності. Використовується на окремих полях або для окремих сільськогосподарських культур і дозволяє відстежувати позитивні та негативні динаміки розвитку рослин. Різниця в динаміці індексу вегетації повідомляє про диспропорції в розвитку в межах однієї культури або поля. Це свідчить про необхідність проведення додаткових сільськогосподарських робіт на окремих ділянках, тому дану технологію відносять до методів точного землеробства.

Знімки багатьох дослідницьких супутників є в інтернеті у вільному доступі, але їхня інформативність без застосування спектральних індексів – мінімальна. Компанії ж, які надають послуги супутникового моніторингу, мають алгоритм обробки знімків. Вони враховують спектральні індекси для оцінки стану рослинності, вмісту пігментів, азоту, вуглецю, води.

Результати супутникового моніторингу не здатні дати вичерпної відповіді про стан агроценозів. Залишається необхідність польових досліджень, відбору проб ґрунту й інших заходів. Але він значною мірою полегшує планування, вказуючи на проблемні ділянки.

Інтеграція комп'ютерних технологій в аграрний сектор має вагоме актуальне значення як із наукового, так і з практичного

боків, дає можливість проводити своєчасний моніторинг стану посівів сільськогосподарських культур, виявляти на первинному етапі збудників хвороб і шкідників, визначати кількісні та якісні параметри посівів і рослинницької продукції, забезпечує раціональне витрачання всіх видів ресурсів, найкращі показники економічної ефективності агровиробництва й мінімізацію антропогенного тиску на довкілля.

Для моніторингу стану посівів сільськогосподарських культур застосовують сучасні технічні засоби. За допомогою датчиків є можливість отримання та передачі даних у режимі реального часу (online) локальної інформації щодо кількості атмосферних опадів, динаміки вмісту вологи в ґрунті впродовж вегетаційного періоду, балансу водного режиму, щільності посіву тощо.

Застосування супутникового моніторингу та розрахунок відповідних вегетаційних індексів відкриває нові можливості для оперативного планування технологічних операцій, дистанційної оцінки стану посівів на полях, розширюють можливості використання роботизованої техніки для виконання технологічних операцій, дають можливість ранньої оцінки продуктивності сільськогосподарських культур і планування економічної стратегії господарства або регіону, дозволяють відстежувати багаторічну динаміку агро-екологічних особливостей природних і штучних фітоценозів як за окремими показниками, так і у поєднанні з іншими індикаторами, наприклад, метеорологічними та кліматичними.

Висновки. Для оптимізації агротехнологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях слід використовувати інформаційні технології та спеціальні комп'ютерні програми за основними параметрами продукційного процесу – біологічні властивості певної культури зрошуваної сівозміни, прогнозований рівень урожайності, спосіб штучного зволоження, системи удобрення, оброблення ґрунту й захисту рослин тощо.

Дистанційне зондування дає можливість для швидкої, зручної та точної ранньої оцінки врожайності сільськогосподарських культур, а саме озимого ріпаку, соняшнику та сої, на великих масивах. Розроблені регресійні моделі для Херсонської області, Південної України

свідчать про доцільність такого підходу до прогнозування врожайності та моделювання формування врожаю, забезпечення прогнозів розвитку урожайності культур з $R^2 > 0,88$ при $p < 0,05$.

Список використаних джерел:

1. Вожегова Р.А., Лиховид П.В., Лавренко С.О. Взаємозв'язок між нормалізованим диференційним вегетаційним індексом та зеленим покривом у зернобобових культур. *Збірник наукових праць УкрНДІПВТ ім. Погорілого*. 2022. № 30(44). С. 91–97.
2. Лиховид П.В. Сезонна динаміка нормалізованого диференційного вегетаційного індексу окремих озимих і ярих культур на Півдні України. *Agrology*. 2021. № 4(4). С. 187–193
3. Тараріко О.Г., Сиротенко О.В., Ільєнко Т.В., Кучма Т.Л. Агроекологічний супутниковий моніторинг : монографія. К. : Аграрна наука, 2019. 204 с.

УДК 004.1:634.8:528.912

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ АМПЕЛОЕКОЛОГІЧНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ

Власов В.В.,

академік НААН України, доктор сільськогосподарських наук,
радник при дирекції
vzv_tair@ukr.net

Ляшенко Г.В.,

доктор географічних наук, професор,
головний науковий співробітник
сектору агрокліматології відділу екології винограду
lqv53@ukr.net

Бузовська М.Б.,

кандидат сільськогосподарських наук,
завідувач відділу екології винограду,
marbuz@ukr.net

Булаєва Ю.Ю.,

кандидат сільськогосподарських наук,
завідувач лабораторії ампелоекологічних досліджень
відділу екології винограду,
uliiia@gmail.com

Мельник Е.Б.,

кандидат сільськогосподарських наук,
завідувач сектору агрокліматології відділу екології винограду,
emel@ukr.net

Попова Г.К.,

науковий співробітник
лабораторії ампелоекологічних досліджень відділу екології винограду,
tuzlova1990@gmail.com

ННЦ «Інститут виноградарства і виноробства ім. В.Є. Таїрова» НААН,
м. Одеса, Україна

Анотація

Розглядається підхід картографування території стосовно розміщення винограду на сортовому рівні із використанням ГІС-технологій, пакету ArcGIS, версії 10.3.

Ключові слова: ГІС-технології, картографування, ампелоекологічні умови, виноград, розміщення

Оптимізація розміщення виноградників в межах окремих землекористувачів вимагає детального знання екологічних умов, які визначають ступінь їх сприятливості загального розвитку культури винограду впродовж вегетаційного періоду та періоду зимового спокою й формуванню певного рівня врожайності. В розрізі окремих сортів винограду такі умови розглядаються як ампелоекологічні.

Один із підходів до вирішення завдання детальної просторової оцінки ампелоекологічних умов пов'язаний із застосуванням дуже трудомісткого картографічного методу. З 70-х років минулого століття застосування цього методу значно спрощено у зв'язку із розвитком ГІС-технологій [5]. Складання тематичних і синтетичних карт для територій будь якого розміру зводиться до технічної дії. Але, при цьому треба вказати на важливість підготовчої роботи.

Вченими ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» з кінця минулого століття проводилися ампелоекологічні дослідження в різних адміністративних районах Одеської області. Вони включали детальне обстеження виноградників, елементів рельєфу, ґрунтового покриву. Проводилися розрахунки просторового перерозподілу агрокліматичних показників під впливом елементів рельєфу і ґрунтового покриву, а також водойм. Одержані результати дозволили розробити методологічні підходи до великомасштабного картографування земель окремих адміністративних районів, територіальних громад та землеводців (рис. 1) [1–4].

Етапи складання великомасштабної ампелоекологічної карти із використанням ГІС-технологій показано на прикладі земель окремої територіальної громади півдня Одеської області (рис. 2). Проведена верифікація великомасштабного картографування за географічними координатами (широтою та довготою), відносним перевищенням висот, характеристик ґрунтового покриву, мікроклімату.

**ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ**



Рис. 1. Алгоритм великомасштабного картографування за ампелоекологічними ресурсами

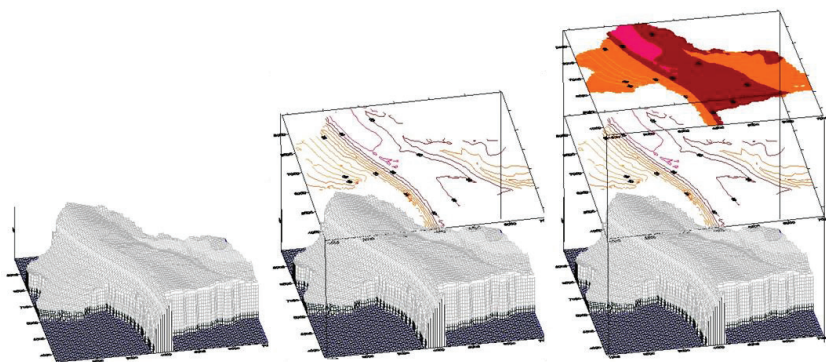
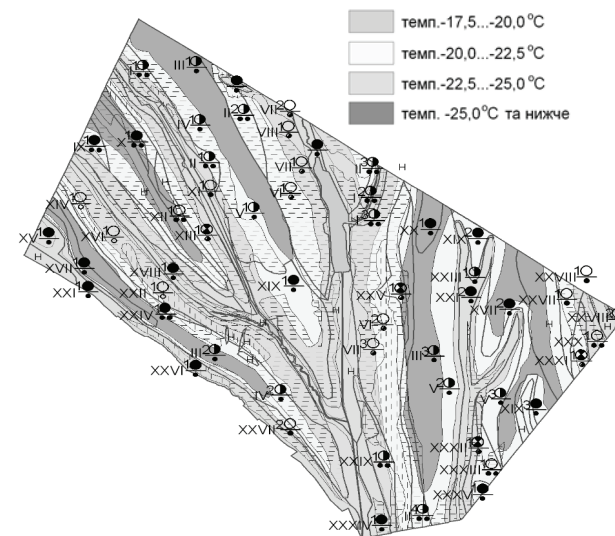


Рис. 2. Етапи складання карт екологічних умов – рельєфу, ґрунтів, мікроклімату

У процесі картографічного синтезу ампелоекологічних карт відбувається переоцінка окремих факторів і виділення територій, однорідних за комплексом екологічних умов (рис. 3).



Умовні позначення	Стрімкість	Площа, га	Метод освоєння території
	0 – 3	3065	Прямолінійне розміщення всіх елементів
	3 – 5	2458	Контурне розміщення кварталів і кліток
	5 – 7	363	Контурне розміщення рядів, кліток, кварталів

Непридатні (Н): 90е-Чорноземи середньо - і сильносолонцюваті важкосуглинисті на щільних глинах середньозмітні
134е-Лучні, чорноземно-лучні і каштаново-лучні несолонцюваті і слабосолонцюваті засолені важкосуглинисті ґрунти
215е-Розмітні важкосуглинисті ґрунти і виходи рихлих (піщаних і лесовидних) порід

Характеристика ампелоекологічних типів земель по запасам гумусу, вмісту активних карбонатів та гранулометричному складу ґрунтів в метровому шарі					
Умовний знак	Вміст активних карбонатів, %	Запаси гумусу, т/га	Умовний знак	За класифікацією Качинського	№ агрогрупи
○	4,0-10,5	100-200	○	Легкий суглинок	65г
			●	Середній суглинок	65д
			●●	Важкий суглинок	66е
◐	200-300	200-300	●●	Глина	86л
			●●●	Важкий суглинок	65е
●	>300	>300	●●	Глина	85л
			●●●	Важкий суглинок	61е
⊗	<100	<100	●●	Важкий суглинок	209е
			●●●	Глина	82е
⊗	<100	<100	⊗	Супісь	92в
			⊗	Супісь	93в

Рис. 3. Комплексна ампелоекологічна карта території села Вільне Тарутинської громади

Список використаних джерел:

1. Власов В.В., Власова Е.Ю., Омельченко В.В. Агроекологічне обґрунтування розміщення виноградників з використанням ГІС-технологій. *Виноградарство і виноробство*. Одеса : Optimum, 2006. Вип. 43. С. 5–12.
2. Годельман Я.М. Теория, методы и практика ампелоэкологической классификации и картографии земель : монография. Кишинев : Штиинца, 1983. С. 3–42.
3. Ляшенко Г.В. Методика оцінки агрокліматичних ресурсів та їх картографування з врахуванням мікроклімату : методичні рекомендації. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», 2009. 58 с.
4. Мищенко З.А., Ляшенко Г.В. Крупномасштабное картографирование микроклимата по условиям заморозко- и морозоопасности. *Сборник биологических и химических наук* : изд. АН МССР. 1990. № 3. С. 60–72.
5. Светличный А.А., Андерсон В.М., Плотницкий С.В. Географические информационные системы: технологии и приложения / под ред. Г.И. Швевса. Одесса : Астропринт, 1997. С. 7.

УДК 631.67

**ОРГАНІЗАЦІЯ ВОДОКОРИСТУВАННЯ
НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ В УМОВАХ ПРОВЕДЕННЯ
ЗЕМЕЛЬНОЇ РЕФОРМИ ТА ЗМІН КЛІМАТУ**

Волошин М.М.,

кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри гідротехнічного будівництва,
водної та електричної інженерії
voloshin_nik_1977@ukr.net

Херсонський державний аграрно-економічний університет,
м. Херсон, Україна

Анотація

В умовах проведення земельної реформи і змін клімату запропоновано метод та алгоритм оптимізації водокористування, що базується

на імітаційному моделюванні та графічному аналізі. В роботі наведено приклад розрахунку додаткового чистого прибутку від зрошення кукурудзи на зерно.

Ключові слова: оптимізація, водокористування, земельна реформа, залежність додаткового чистого прибутку від зрошення, зміни клімату

Ефективне використання наявного земельного фонду, управління родючістю ґрунтів та водокористуванням передбачає перегляд методологічних підходів до організації землеробства у напрямі оптимізації земле – та водокористування, створення та широкого впровадження у практику землеробства автоматизованих інформаційних технологій, насамперед при реалізації плати за послуги по подачі води та в системах точного землеробства та змін клімату.

В умовах реформування відносин між водогосподарськими організаціями і водоспоживачами (фермерами, колективними господарствами, орендарями) необхідна організація ефективного водокористування. При складанні договорів на платне водокористування необхідне відпрацювання оптимізованих пропозицій виробникам сільськогосподарської продукції в залежності від тарифу на подачу води з оцінкою економічної ефективності різних варіантів водокористування, врахуванням екологічних вимог ведення сільськогосподарського виробництва [1].

Оптимізація взаємовідносин між водопостачальниками та водоспоживачами здійснюється на основі застосування геоінформаційної системи, яка складається з таких підсистем [2]:

- підсистема вибору оптимальних варіантів водокористування;
- підсистема формування ціни на послуги по подачі води на зрошення або зволоження земель.

Геоінформаційна система являє собою деяку програму на ПЕОМ з розгалуженою базою даних та знань. База даних орієнтована на розв'язання специфічних задач і складається з економічної інформації (закупівельних цін, собівартості продукції при зрошенні і на богарі, нормативних даних для розрахунку собівартостей подачі 1 м³ води, метеоданих та зрошувальних норм в роки різної забезпеченості, характерних особливостей водовиділів, з яких забирається

вода та ін.). Розроблена нами база знань містить комплекс залежностей «урожайність – водозабезпеченість» різних сільськогосподарських культур (озимої пшениці, кукурудзи на зерно, кукурудзи на силос, сої, соняшника, овочевих культур), критерії економічної оцінки для визначення оптимального водо – та землекористування.

Підсистема вибору оптимальних варіантів водокористування базується на використанні критерію питомого додаткового чистого прибутку від зрошення, який обчислюється за формулою:

$$F(P) = (C - C_1) f\left(\frac{U + \xi}{W + \xi}\right) Y^n - (C - C_2) f\left(\frac{\xi}{W + \xi}\right) Y^n - T_n(P)U, \quad U \leq U_{кр}, \quad (1)$$

де $F(P)$ – додатковий чистий прибуток від зрошення, грн/га; P – рівень рентабельності, %; C – закупівельна ціна, грн/ц; C_1, C_2 – собівартість відповідно при зрошенні і на богарі (без витрат на подачу води), грн./ц; Y^n – плановий (проектний) урожай, ц/га; $f\left(\frac{U + \xi}{W + \xi}\right), f\left(\frac{\xi}{W + \xi}\right)$ – зниження урожайності від одиниці при недополиві при зрошенні чи на богарі, в долях одиниці; $U, U_{кр}$ – значення відповідно поточних та критичних (лімітних) зрошувальних норм, м³/га; ξ – опади, м³/га; W – значення біологічно оптимальних зрошувальних норм, м³/га; $T_n(P)$ – пільговий тариф в залежності від рівня рентабельності, грн/м³; $T_n(P)U$ – витрати на лімітне водоспоживання, грн/га.

Кожен водоспоживач перш за все хоче одержати рекомендації, за якими найбільш ефективно вести зрошуване землеробство при даних цінах за воду, тобто яку економічно ефективну зрошувальну норму слід замовити для конкретної культури в умовах певного року та при наявних фінансових можливостях [3]. Для цього геоінформаційна система проводить розрахунки додаткового чистого прибутку від зрошення і виводить графічні залежності (рис. 1), які дозволяють визначити оптимальні значення економічно обґрунтованих норм.

Оптимальне значення зрошувальних норм реалізується відповідними (водозберігаючими, біологічно-оптимальними) режимами зрошення. Для оперативного планування поливів запропонована багатощарова модель динаміки вологості ґрунту. Перевагами запропонованої багатощарової моделі динаміки вологості ґрунту

є більша точність розрахунків на основі врахування потоків вологи в різних шарах ґрунту та можливість адаптації параметрів моделі до конкретних умов, що є основою точного землеробства [4].

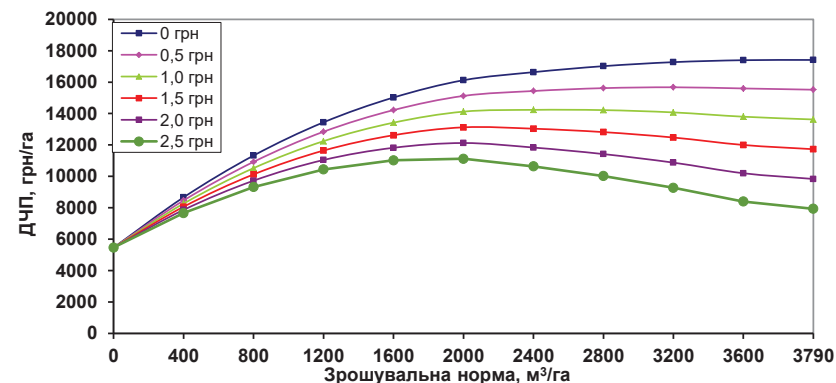


Рис. 1. Залежність додаткового чистого прибутку від зрошення для кукурудзи на зерно у рік 75% забезпеченості від зрошувальної норми при різних тарифах на воду

При розробці підсистеми формування ціни на послуги по подачі води на зрошення або зволоження земель створюється понятійний апарат, база даних та знань, розрахункові формули та алгоритми.

Використовуються такі види тарифів, як основний, цільовий поточний, пільговий, договірний тарифи. Основний тариф на послуги водопостачання при зрошенні – розмір плати, що забезпечує відшкодування усіх нормативно обґрунтованих витрат на одиницю послуги, пов'язаних з подачею води водоспоживачам по всіх технологічних ланках до точки водовиділу і з точки водовиділу, розраховується за формулою:

$$T_{\delta} = (C_{\delta B} + C_{\delta П}) \left(1 + \frac{P}{100}\right), \quad \text{грн/м}^3, \quad (2)$$

де T_{δ} – одно ставокий основний тариф; $C_{\delta B}$ – середня собівартість водоподачі до точки водовиділу, грн/м³; $C_{\delta П}$ – середня собівартість водоподачі з точки водовиділу до поля, грн/м³; P – норматив рентабельності, встановлений у відсотках до собівартості витрат за подачу води, %.

В даний час водоспоживачі компенсують витрати, пов'язані тільки з подачею води з точки водовиділу. Для цього використовується одно ставковий (за 1 м³) цільовий поточний тариф на послуги водопостачання при зрошенні – розмір плати за воду, що забезпечує відшкодування водоспоживачами нормативно обґрунтованих витрат, пов'язаних з подачею води з точки водовиділу. При визначенні поточного тарифу $C_{\delta n} = 0$ і $P = 0$.

Розрахунок собівартості подачі води з точки водовиділу ведеться за формулою:

$$C_{\delta n} = (C_{\delta n}^0 + C_{\delta n}^E), \quad \text{грн/м}^3, \quad (3)$$

де $C_{\delta n}^0$ – собівартість подачі води з точки водовиділу до поля (без врахування електроенергії); $C_{\delta n}^E$ – собівартість подачі води з точки водовиділу до поля за витратами електроенергії.

При цьому собівартість $C_{\delta n}$ визначається, як відношення сумарних по статтях калькуляції витрат до сумарної водоподачі водоспоживачами:

$$C_{\delta n} = \frac{\sum B_i^n}{U_{\text{план}}}, \quad \text{грн/м}^3, \quad (4)$$

де B_i^n – I-та стаття калькуляції сумарних витрат при подачі води від точки водовиділу до поля, грн; $U_{\text{план}}$ – сумарна, намічена згідно з розрахунковою водозабезпеченістю, водоподача від точки водовиділу, м³.

Водовиділи відрізняються також і за витратами водогосподарської організації $C_{\delta n}^0$, тобто управління зрошувальних систем. У зв'язку з цим геоінформаційна система платного водокористування повинна містити інформацію про кожний водовиділ з розрахованими на початку року відповідними собівартостями. У базі даних доцільно згрупувати водовиділи за однотипними витратами $C_{\delta n}^0$ чи $C_{\delta n}^E$.

Висновки. Запропонована модель геоінформаційної системи дозволяє оптимізувати водокористування, рекомендуючи застосування економічно обґрунтованих зрошувальних норм, відповідних технологій точного землеробства, консолідувати на взаємовигідній основі розподіл додаткового чистого прибутку від зрошення між водогосподарськими організаціями та водоспоживачами в умовах проведення земельної реформи та змін клімату.

Список використаних джерел:

1. Методические рекомендации по определению экономической эффективности использования водных ресурсов для целей орошения. К., 1981. 23 с.
2. Ковальчук П.І., Волошин М.М., Матяш Т.В. Оптимізація водокористування на основі аналізу додаткового чистого прибутку від зрошення. *Водне господарство України*. 2003. Вип. 2. С. 27–29.
3. Ковальчук П.І., Остапчик В.П. Определение моделей урожая в зависимости от динамики водоснабжения растений. *Мелиорация и водное хозяйство*. 1982. Вып. 5. С. 3–5.
4. Коваленко П.И., Ковальчук П.И., Сапаров К.Б. Оптимизация внутрихозяйственного водопользования. *Мелиорация и водное хозяйство*. 1991. № 7. С. 46–48.

УДК 631.6:528.8

ОЦІНКА ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА СПОСОБІВ ЗРОШЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ (ЗА ПОЄДНАННЯ ГІС ТА ДЗЗ)

Діденко Н.О.,

кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник,
завідувач відділу використання меліорованих земель,
9449308nd@gmail.com

Коломієць С.С.,

кандидат сільськогосподарських наук,
провідний науковий співробітник відділу використання меліорованих земель,
kss2006@ukr.net

Сардак А.С.,

науковий співробітник
відділу використання меліорованих земель,
anastasiabilobrova1993@gmail.com
Інститут водних проблем і меліорації НААН,
м. Київ, Україна

Анотація

Сьогодні інформатизація охопила всі сторони життя суспільства, і сільське господарство не є виключенням. За результатами досліджень, за використання геоінформаційних систем (ГІС) та методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) було оцінено диференціацію рельєфу території, здійснено моніторинг поля вирощування кукурудзи на зерно за показниками нормалізованого диференційного вегетаційного індексу (INDVI), визначено вплив різних технологій обробітку ґрунту і способів зрошення на показники водного стресу за використання нормалізованого різницевого індексу вологості (NDMI) та продуктивність вирощування кукурудзи на зерно, виділено зони з різною середньою продуктивністю вирощування кукурудзи за три роки.

Ключові слова: зрошення, технології обробітку ґрунту, приріст біомаси, кукурудза, вегетаційні індекси, ДЗЗ

Сучасний світ потребує запровадження державних стандартів щодо оцінки якості ґрунтових і водних ресурсів, повітря тощо та формування нових засад збалансованого розвитку й природоохоронного світогляду і забезпечення моніторингової системи інформацією [2, с. 50–62]. Завдяки широкому застосуванню ГІС в усіх сферах професійної та громадської діяльності зростає роль просторово-розподіленої інформації, джерелом якої найчастіше стає ДЗЗ, як багатогалузевого та загально-спільного предмета споживання [3, с. 9].

Нині рівень і обсяги наявної інформації настільки великі, що їх обробка та аналізування неможливе без сучасних програмних засобів. Комп'ютерні засоби для збору, зберігання, обробки, передачі даних створили передумови для ефективного отримання і використання експериментальних даних [1, с. 25–40]. Це дозволить об'єднати локальні ресурси, розробити та започаткувати принципово нові інформаційні довідково-аналітичні електронні бази даних на загальнодержавному та регіональному рівнях, які забезпечуватимуть обробку, аналіз, збереження цих даних. У зв'язку з тим, що база даних оперує даними та інформацією, що мають просторову прив'язку, то має місце її автоматизований зв'язок із ГІС.

У наших дослідженнях використання методів ГІС та ДЗЗ дало змогу оцінити диференціацію території за певними параметрами, здійснити моніторинг поля під час вирощування кукурудзи на зерно за показниками INDVI та NDMI, визначити вплив різних технологій обробітку ґрунту і способів зрошення на продуктивність вирощування культури та об'єктивно виділити зони з різною продуктивністю культури.

Дослідження проводили у державному підприємстві «Дослідне господарство «Великі Клини»» ІВПіМ НААН, яке розташоване в зоні Причорноморської низовини Лівобережжя Дніпра в межах другої надзапальної тераси, що являє собою рівнину із загальним ухилом з півночі на південь та адміністративно відноситься до села Великий Клин Таврійської ОТГ Херсонської області (46°19'48" пн. ш. 32°36'05" сх. д.). Площа досліді 18 га. Схема досліді: фактор А – технології обробітку ґрунту: 1) нульові технології, 2) комбінований обробіток, що включав оранку до 27 см і дворазову культивування

до 10 см; фактор Б – способи зрошення: 1) краплинне зрошення (КЗ), 2) підґрунтове краплинне зрошення (ПКЗ) із закладанням поливальних трубопроводів на глибині 20 см. Повторення – триразове. Агротехнічні умови вирощування кукурудзи на зерно були загальноприйнятими для умов Степу, окрім факторів, які досліджували.

На основі проаналізованих даних оцінено рівень неоднорідності рельєфу поля, який характеризує його як слабо нахилену і плоску ділянку з крутизною до 0°–3°. Максимальний перепад гіпсометричних відміток у межах поля становив 1,9 м (рис. 1). Визначення неоднорідності рельєфу поля дозволило виділити ділянки з пониженнями та на практиці використати цю інформацію при посіві кукурудзи на зерно, внесенні добрив і обліку врожайності.

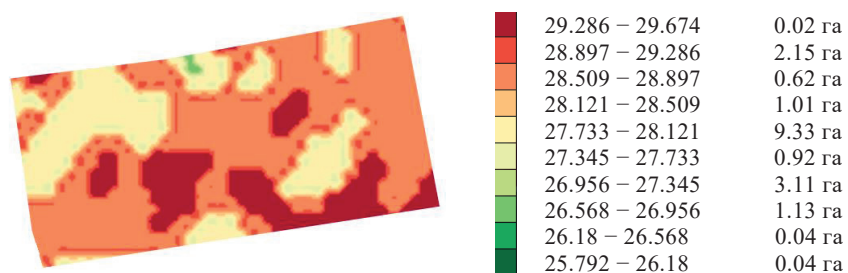


Рис. 1. Висотна неоднорідність у межах поля та відповідні площі ділянок

Моніторинг поля за показниками індексу NDVI за варіантами досліді свідчать, що приріст біомаси за комбінованого обробітку зменшується з початку серпня і фактично припиняється ріст і розвиток кукурудзи – фіксуємо засихання рослин, з величиною індексу, що коливається у межах 0,29–0,35 (рис. 2).

На початку серпня на ділянках за нульових технологій, де у попередні роки використовували ПКЗ фіксуємо нижчі показники (індекс коливається у межах 0,35–0,49) порівняно з варіантом, де у попередні роки проводили зрошення за краплинного способу (КЗ). Вищі показники фіксуємо за варіантами використання нульових технологій за КЗ з варіацією індексу 0,45–0,65.

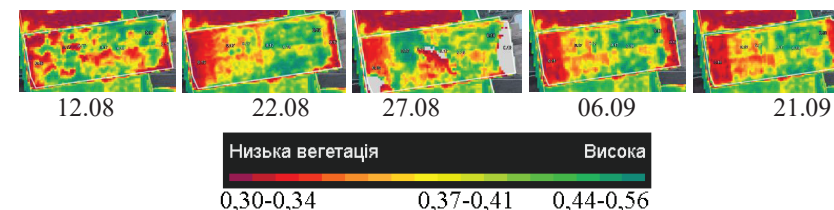


Рис. 2. Просторовий розподіл зміни приросту біомаси за аналізування індексу NDVI у межах дослідного поля

У результаті досліджень відмічено вплив технологій обробітку ґрунту на приріст біомаси рослин. Встановлено, що за комбінованого обробітку приріст біомаси на 49% менший, порівняно з варіантом за нульових технологій. На ділянках, де у попередні роки проводили зрошення, приріст біомаси на 13% більший за ПКЗ, порівняно з КЗ (рис. 3).

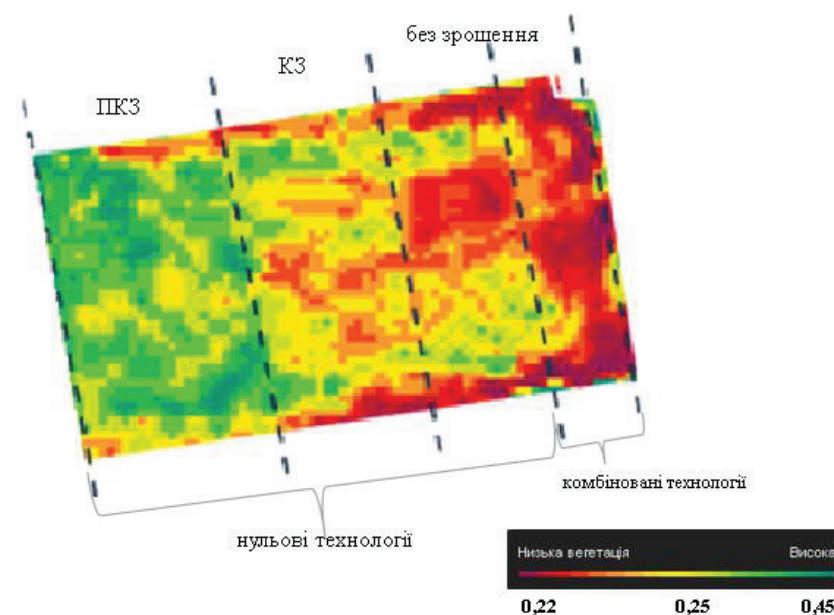


Рис. 3. Візуалізація різниці приросту біомаси за варіантами досліді за використання індексу NDVI

Порівняння даних за 2020 і 2022 роки про відхилення росту і розвитку кукурудзи на фоні показника водного стресу (відсутності достатньої кількості вологи, за використання індексу NDMI) за усіх варіантів свідчить, що у 2020 р. фіксується наявність низького рівня водного стресу на варіанті з комбінованими технологіями та незначне відхилення приросту біомаси кукурудзи порівняно з варіантом за впровадження нульових технологій. За варіантів, де у попередні роки проводили зрошення фіксуємо вищу густоту рослинного покриву та відсутність водного стресу. За цього вищі показники відмічаємо за використання ПКЗ порівняно з КЗ (рис. 4).

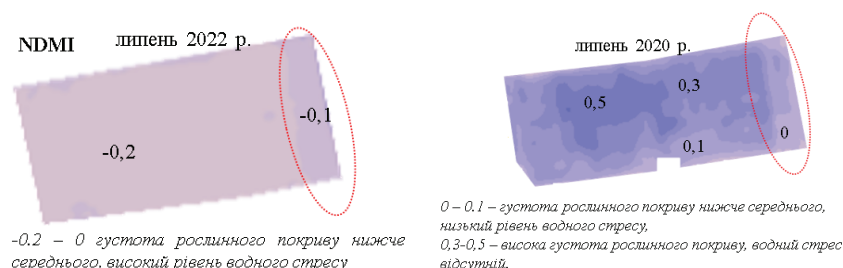


Рис. 4. Порівняння показника нормалізованого різницевого індексу вологості (NDMI) за варіантами дослідів за 2020 р. та 2022 р.

Також проаналізовано величину індексу NDMI у критичний період росту і розвитку кукурудзи у 2022 р. та наведено порівняння з 2020 р. У 2022 р. фіксуємо густоту рослинного покриву нижче середнього рівня та високий рівень водного стресу особливо на ділянках за комбінованих технологій обробітку ґрунту (рис. 4).

За даними приросту біомаси кукурудзи на основі нормалізованого різницевого індексу вологості побудовано осереднену за три роки карту продуктивності поля вирощування кукурудзи (рис. 5).

Під час аналізування поля було поділено на три зони та визначено для них середнє значення індексу NDVI. Відмічено, що продуктивність кукурудзи за комбінованих технологій обробітку ґрунту була нижчою порівняно з нульовими технологіями. Зона з високим показником індексу зафіксована на 78,12% загальної площі поля,

що переважно відповідає території, де застосовуються нульові технології обробітку. Середнім показником індексу характеризується 13,19% загальної площі, більшу частину якої займає ділянка з комбінованими технологіями. Середнє значення нормалізованого індексу NDVI тут складало 0,62, що в 1,1 рази менше порівняно з площею, де застосовували нульові технології (0,71). Зони низької продуктивності з середнім індексом на рівні 0,53 зафіксовано по контурах усіх варіантів, як прояв крайового ефекту.

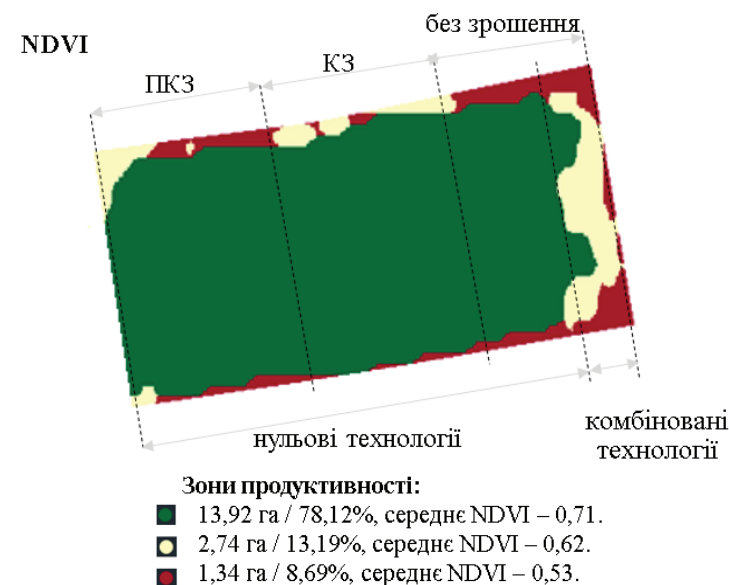


Рис. 5. Карта продуктивності вирощування кукурудзи за приростом біомаси

Висновки: Раціональне поєднання ГІС та методів ДЗЗ дозволило виконати організацію великого об'єму просторово розподілених даних та включити їх у базу даних з подальшим оперуванням та оцінкою досліджуваних факторів. Наведений приклад свідчить про створення ефективного і об'єктивного інструменту документування наукових досліджень у дослідній справі, але який має перспективу

моніторингу продукційного процесу у виробничих умовах, у тому числі для визначення ділянок строкатості та способів нівелювання негативних чинників на виробничих полях.

Список використаних джерел:

1. Баловсяк Н.В., Григоришина І.А., Кулібаба Л.В. Система управління базами даних Microsoft Access для самостійного вивчення : навчальний посібник. К. : Дакор, КНТ, 2006. 156 с.
2. Методичні матеріали для впровадження Освітнього модуля «Основи стратегії сталого розвитку в Україні». Програма розвитку ООН в Україні. Всеукраїнська дитяча спілка «Екологічна варта», 2016. 215 с. URL: https://www.sd4ua.org/wp-content/uploads/2015/02/metod_materialy_do_modulyu.pdf (дата звернення: 14.04.2023).
3. Морозов В.В., Лисогоров К.С., Шапоринська Н.М. Геоінформаційні системи в агросфері : навчальний посібник. Херсон, 2007. 224 с.

УДК 911.9:631.459.2

**ВИКОРИСТАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ
В ОЦІНЦІ ЕРОЗІЙНИХ ВТРАТ ҐРУНТУ
У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ ТА СТЕПУ УКРАЇНИ**

Світличний О.О.,

доктор географічних наук,
професор кафедри фізичної географії, природокористування
та геоінформаційних технологій,
svetlitchnyi.aa@gmail.com

П'яткова А.В.,

кандидат географічних наук,
доцент кафедри фізичної географії, природокористування
та геоінформаційних технологій,
a.piatkova@onu.edu.ua

Буяновський А.О.,

кандидат географічних наук,
доцент кафедри географії України, ґрунтознавства і земельного кадастру,
bucyandi@ukr.net

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,
м. Одеса, Україна

Цуркан О.І.,

кандидат географічних наук,
завідувач Центру ведення Державного кадастру
природних лікувальних ресурсів,
otsurkan75@gmail.com

Державна установа «Український науково-дослідний інститут
медичної реабілітації та курортології МОЗ України»,
м. Одеса, Україна

Анотація

На основі використання мовних та аналітичних можливостей ГІС-пакету PCRaster виконана просторова реалізація фізико-статистичної моделі змиву-аккумуляції ґрунту, розробленої в Одеському національному університеті імені І.І. Мечникова. З використанням

ГІС-реалізованої моделі проведена кількісна оцінка сучасних темпів ерозійних втрат ґрунтів у межах степової та південної частини лісостепової зон Правобережної України, спираючись на метод ключових ділянок.

Ключові слова: водна ерозія ґрунтів, ГІС-технології, кількісна оцінка, Лісостеп, Степ

Водна ерозія ґрунтів є найбільш істотним фактором зниження продуктивності земель і зростання деградації агроландшафтів. За даними [2] щорічні збитки від основних видів ґрунтової деградації становлять близько 40–50 млрд гривень, у тому числі від недобору продукції та втрат ґрунту через ерозію – 17–22 млрд гривень. Сільськогосподарські угіддя України становлять близько 19% від загальноєвропейських [4], зокрема орні землі – майже 27%. При цьому еродованість сільськогосподарських угідь складає 38,4% [3], еродованість ріллі – близько 40%.

Всебічно обґрунтована кількісна оцінка та прогноз ерозійних втрат ґрунту є першим кроком до створення раціонально облаштованих агроландшафтів, здатних з одного боку продукувати необхідну біомасу, а з іншого підтримувати свою продуктивність. Однією з найбільш обґрунтованих моделей ерозійних втрат ґрунту для умов Степу та Лісостепу України є модифікований варіант логіко-математичної моделі змиву ґрунту Г.І. Швєбса [5; 8]. Модель має потужне теоретичне обґрунтування та успішно верифікована з використанням даних багаторічних спостережень на схилових майданчиках та водозборах в межах України і Молдови [7; 8 і ін.]. Просторова реалізація моделі виконана у середовищі ГІС-паketу PCRaster, розробленому в Університеті м. Утрехта, Нідерланди. ГІС-реалізація моделі на основі растрової моделі просторових даних передбачає, що кожна комірка растру з координатами i, j розглядається як замикаючий створ водозбору, визначеного для даної комірки. Така оцінка втрат ґрунту дозволяє враховувати їх високу просторову мінливість на локальному рівні, що є необхідним при реалізації систем ландшафтно-адаптивного землеробства [6].

Кількісна оцінка ерозійних втрат ґрунту для лісостепової та степової зони Правобережної України з урахуванням сучасних

гідрокліматичних умов і господарського використання виконані у межах науково-дослідної теми «Встановити масштабність і наслідки деградації чорноземів України в умовах сучасної зміни клімату та сільськогосподарського використання» № 603, виконаній в Одеському національному університеті імені І.І. Мечникова (2020–2022 рр.).

Для кількісної оцінки змиву ґрунту обрані шість різних за площею та характеристиками, місцезонами та використанням тестових ділянок у межах Лісостепу та Степу Правобережжя (Одеська область) (див. табл. 1). За результатами оцінки отриманий просторовий розподіл площі всіх ключових ділянок за градаціями змиву і категоріями інтенсивності деградації чорноземів (табл. 2, рис. 1).

Таблиця 1

Характеристика ключових ділянок

Назва	Місцезона	Площа, га	Середній ухил, °	Діапазон ухилів, %	Ґрунти	Використання
K1	Південний Лісостеп, схил балки (с. Кринички Подільського району)	211,23	2,8	1–8	ЧТ: 12, 2, 3, 4	С/г угіддя (рілля)
K2	Південний Лісостеп, схил балки (там само)	21,60	5,2	2–8,5	ЧТ: 1, 2, 3, 4	С/г угіддя (рілля)
K3	Південний Лісостеп, схил балки (там само)	25,29	3,7	1–7	ЧТ: 1, 2, 3	Рілля
ТС	Північний Степ, схил долини р. Фрумушика (с. Весела Долина Болградського району)	118,17	3,11	1–6	ЧЗМ: 1, 2, 3	Цілина (в межах заказника «Тарутинський степ»)
ВД	Північний Степ, схил долини р. Фрумушика (там само)	214,47	3,06	1–5	ЧЗМ: 1, 2, 3	С/г угіддя (рілля)

Закінчення таблиці 1

Назва	Місцеположення	Площа, га	Середній ухил, °	Діапазон ухилів, %	Ґрунти	Використання
ПД	Південний Степ, Петродолинська сільська рада Одеського району (с. Петродолинське Одеського району)	2580,39	2,0	0–5	ЧП: 1, 2, 3	С/г угіддя (рілля, пасовища, сади)

Примітки: ЧТ¹ - тип ґрунту (ЧТ – чорнозем типовий; ЧЗ – чорнозем звичайний; ЧП – чорнозем південний); 12 – ступінь змитості ґрунту (1 – незмитий; 2 – слабкозмитий; 3 – середньозмитий; 4 – сильнозмитий)

Таблиця 2

Розподіл площі сільгоспугідь за градаціями змиву ґрунту

Градації змиву ґрунту, т/га/рік	Частка від площі сільгоспугідь, %					
	К1	К2	К3	ТС	ВД	ПД
<0	4,47	1,45	15,41	1,45	2,35	17,4
0-1	21,64	4,83	12,79	52,70	14,90	26,3
1-2	6,95	0,48	9,30	14,70	11,37	17,7
2-5	11,04	5,31	12,06	13,02	22,03	23,0
5-10	14,66	22,22	11,34	7,77	17,08	9,9
10-20	16,54	46,38	14,24	5,41	14,27	4,3
>20	24,71	19,32	24,86	4,95	18,00	1,3

У сучасних кліматичних умовах для чорноземів типових на орних землях Правобережного Лісостепу лише на третині площі ерозійна деградація відсутня (ключові ділянки К1 і К3). Але, наприклад, на ділянці К2, яка повністю розорана і використовується для вирощування сільськогосподарських культур, не дивлячись на несприятливі рельєфні умови, ерозійна деградація ґрунту відсутня лише на 12,5 % площі. Приблизно третина площі ділянок К1 і К3 і більше половини площі ділянки К2 характеризуються високим ступенем ерозійної деградації ґрунту і фактично мають бути виведені з інтенсивного сільськогосподарського використання. Розрахункові середні для ділянок річні ерозійні втрати ґрунту для ділянок К1, К2 і К3 склали,

відповідно, 22,6, 28,5 і 18,4 т/га/рік, що відповідає високому ступеню ерозійного руйнування ґрунтів.

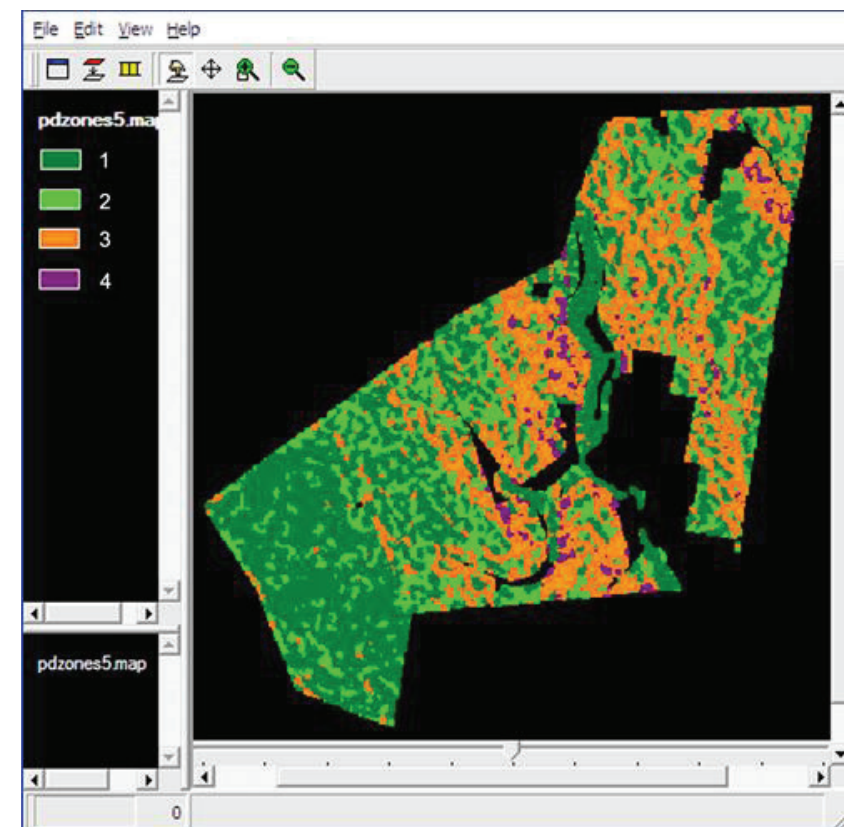


Рис. 1. Зонування сільгоспугідь у межах ділянки ПД (с. Петродолинське Одеського району) за інтенсивністю ерозійного руйнування ґрунтів: 1 – деградація відсутня, 2 – деградація практично несуттєва, 3 – деградація значна, 4 – деградація надмірна

Середнє по площі значення середньорічних втрат ґрунту для розташованих поруч ділянок ВД (рілля) і ТС (цілина) складає, відповідно,

19,1 і 4,1 т/га/рік. Розподіл змиву ґрунту по площі ділянок за інтервалами змиву вкрай нерівномірний. Для ділянки ВД майже весь схил довжиною близько 1000 м характеризується високими значеннями змиву ґрунту – змив від 2 до 10 т/га/рік поширений на 39% площі ділянки, вище 10 т/га/рік – близько на 32% (табл. 2). Тобто приблизно на 2/3 території змив значно вищий від допустимого згідно з [1]. У відповідності до цього документу для чорноземів звичайних ця норма при інтенсивному землекористуванні складає 0,1–1,1 т/га/рік у залежності від ступеню змитості.

Навіть для ділянки ПД, розташованої на північ Причорноморської низовини, з табл. 2 та рис. 1 витікає, що при існуючій структурі посівних площ без проведення спеціальних протиерозійних заходів лише на 43,7% площі сільгоспугідь ерозійні втрати ґрунту не перевищують допустимої норми і, відповідно, відсутня ерозійна деградація ґрунту. Решта ділянки потребує дієвих заходів щодо збереження родючості ґрунту. На 18% площі ерозійна деградація незначна (змив ґрунту 1–2 т/га/рік) і може бути припинена з використанням ґрунтозахисних сівозмін, а також таких протиерозійних прийомів як оранка впоперек схилу, глибоке орання або оранка з ґрунтопоглибленням, щільування. На площі 136,5 га (5,25%) змив ґрунту перевищує 10 т/га/рік і зупинити ерозійну деградацію ґрунтів тут дуже важко. Найкращім рішенням є виведення цієї площі з інтенсивного використання і відведення її під сіножаття, пасовища або частково – під заліснення. На частині території з розрахунковим змивом від 2 до 10 т/га/рік (рис. 1). Припинення ерозійної деградації ґрунту потребує впровадження протиерозійної ландшафтно-адаптивної системи землеробства.

Високі значення середнього по площі змиву та істотні площі із сильним та дуже сильним змивом свідчать про прискорену водно-ерозійну деградацію чорноземних ґрунтів Правобережних Лісостепу і Степу України, що у підсумку призводить до зниження їх економічної та екологічної цінності. Розорювання схилівих земель із великими ухилами (особливо 6–7° і більше) призводить до значного збільшення середнього по площі змиву та збільшення площ із сильною, дуже сильною і катастрофічною ерозійною деградацією ґрунтів.

Список використаних джерел:

1. ДСТУ 7081:2009. Ерозія ґрунту. Допустимі норми. Київ, 2010. 12 с.
2. Концепція загальнодержавної цільової програми використання та охорони земель. Схвалено розпорядженням КМУ від 19.01.2022 №70-р. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/70-2022-%D1%80#Text>
3. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України / за ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва та ін. Київ : Мінагрополітики, Центрдержродючість, НААНУ, ННЦ ІГА імені О.Н. Соколовського, НУБіП, 2010. 113с.
4. Тараріко О.Г., Кучма Т.Л., Ільєнко Т.В., Дем'янюк О.С. Ерозійна деградація ґрунтів України за впливу змін клімату. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 1. С. 7–15.
5. Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні. Харків : ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», 2010. С. 419–422.
6. П'яткова А.В. Просторове моделювання водної ерозії ґрунту як основа наукового обґрунтування раціонального використання ерозійно-небезпечних земель : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.11. Одеса, 2011. 20 с.
7. Svetlitchnyi A.A. The principals of improving empirical models of soil erosion. *Eurasian Soil Science*. 1999. V. 32(8). P. 917–923.
8. Svetlitchnyi A.A., Piatkova A.V. Spatially distributed GIS-realized mathematical model of rainstorm erosion losses of soil. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2019. V. 28(3). P. 562–571. DOI: 10.15421/111953

УДК 681.518.3:528

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

Скрипниченко Д.А.,

студентка,
my21angel16@gmail.com

Зубенко В.О.,

кандидат технічних наук, доцент,
Zub_valya@ukr.net

Херсонський державний аграрно-економічний університет,
м. Херсон, Україна

Анотація

Розглянута роль застосування геоінформаційних технологій (ГІС) у кліматично орієнтованому землеробстві. ГІС дозволяють збирати, аналізувати, візуалізувати та інтерпретувати геопросторові дані, такі як кліматичні зміни, ґрунтові властивості, водні ресурси, рельєф та виробнича інфраструктура. ГІС можуть бути використані для прогнозування та моніторингу кліматичних змін, що дозволяє фермерам та агрономам адаптувати свої методи вирощування та допомагає приймати рішення щодо вибору культур залежно від кліматичних умов. Також розглянуто, як ГІС можуть допомогти забезпечити більш ефективне використання ресурсів та знизити негативний вплив сільськогосподарської діяльності на довкілля, що є важливим інструментом для сталого розвитку аграрного сектору та забезпечення продовольчої безпеки.

Ключові слова: прогнозування, моніторинг, продовольча безпека

Застосування геоінформаційних технологій (ГІС) у кліматично орієнтованому землеробстві може бути надзвичайно корисним інструментом для управління різноманітними аспектами сільськогосподарства в контексті зміни клімату. ГІС дозволяють збирати, аналізувати, візуалізувати та інтерпретувати геопросторові

дані, такі як кліматичні зміни, ґрунтові властивості, водні ресурси, рельєф та виробнича інфраструктура.

Одним з основних застосувань ГІС у кліматично орієнтованому землеробстві є прогнозування та моніторинг кліматичних змін.

ГІС можуть бути використані для аналізу кліматичних даних, таких як температура, опади, вітер та вологість, щоб прогнозувати кліматичні зміни в різних регіонах на основі історичних даних та прогнозів майбутнього клімату.

Це дозволяє фермерам та агрономам адаптувати свої методи вирощування, включаючи вибір культур, графік висіву, поливу та рекомендації щодо внесення добрив, залежно від змін клімату. ГІС також можуть допомогти в оцінці ризиків кліматичних змін на врожаї та виробництво продуктів харчування.

З використанням ГІС можна візуалізувати та аналізувати взаємодію між кліматичними змінами та врожайністю різних культур на конкретних ділянках землі. Це може допомогти фермерам та агрономам приймати рішення щодо вибору культур, в залежності від кліматичних умов на певних територіях. Тому тема дослідження є актуальною.

Метою подальших досліджень є аналіз застосування геоінформаційних технологій (ГІС) у кліматично орієнтованому землеробстві для поліпшення виробництва сільськогосподарської продукції, зниження впливу землеробських практик на довкілля та забезпечення стійкого розвитку аграрного сектору.

Застосування геоінформаційних технологій в кліматично орієнтованому землеробстві може допомогти забезпечити більш ефективно використання ресурсів, таких як земля, вода, енергія, а також знизити негативний вплив сільськогосподарської діяльності на довкілля. Це може стати важливим інструментом для сталого розвитку аграрного сектору та забезпечення продовольчої безпеки.

В результаті аналізу [2; 3; 4] існуючих геоінформаційних технологій у кліматично орієнтованому землеробстві, були визначені їх види та задачі, які на них покладаються:

1. Прогноз кліматичних змін: ГІС дозволяють збирати, аналізувати та моделювати кліматичні дані, такі як температура, опади,

вологість, вітер, інсоляція тощо. Це може допомогти в прогнозуванні кліматичних змін та адаптації до них, наприклад, планування вирощування рослин з урахуванням змін в режимі опадів або температурних умов.

2. Оптимізація використання ресурсів: ГІС можуть допомогти в оптимізації використання ресурсів, таких як земля, вода, енергія. Наприклад, вони можуть допомогти визначити оптимальні місця для вирощування різних культур з урахуванням кліматичних умов, водних ресурсів та ґрунтового покриву, що дозволить знизити використання води та добрив і забезпечити більш стійке виробництво.

3. Моніторинг стану природних ресурсів: ГІС можуть бути використані для моніторингу стану природних ресурсів, таких як ліси, болота, водні ресурси та біорізноманіття. Вони можуть допомогти визначити зони з високим ризиком ерозії ґрунту, лісовими пожежами або забрудненням водних джерел. Це дозволяє вчасно вжити заходів для їх захисту та відновлення, забезпечуючи більш стійке використання природних ресурсів.

4. Управління ризиками кліматичних змін: ГІС можуть допомогти в оцінці ризиків кліматичних змін для сільськогосподарської продукції, наприклад, виявлення зон з високим ризиком висушування, повеней або посух. Це дозволяє розробляти відповідні стратегії адаптації, такі як використання сортів рослин, стійких до кліматичних змін, впровадження систем збереження води, планування захисних насаджень тощо.

5. Оптимізація виробництва: ГІС можуть допомогти в оптимізації виробництва сільськогосподарської продукції. Наприклад, вони можуть допомогти в плануванні оптимальних маршрутів для механізації, розрахунку оптимальних площ вирощування культур, оцінці ефективності використання ресурсів та визначенні найбільш прибуткових зон.

6. Підтримка прийняття рішень: ГІС можуть служити важливим інструментом для прийняття рішень в кліматично орієнтованому землеробстві. Вони надають можливість збирати, аналізувати та візуалізувати дані, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення на основі фактів та даних, а також відстежувати результати

впроваджених заходів. Це допомагає забезпечувати більш ефективне та стійке використання земель в аграрному секторі.

7. Планування розташування сільськогосподарських об'єктів: ГІС можуть допомогти в плануванні розташування сільськогосподарських об'єктів, таких як ферми, зерносховища, системи зрошення та інші. Вони дозволяють враховувати ряд факторів, таких як ґрунтові умови, кліматичні умови, доступність до ринків та інфраструктури, забезпечення доступу до ресурсів, таких як вода та добрива, та забезпечувати оптимальне розташування сільськогосподарських об'єктів.

8. Моніторинг забруднення та якості ґрунту: ГІС можуть допомогти в моніторингу забруднення та якості ґрунту в аграрному секторі. Вони дозволяють збирати дані про вміст різних речовин у ґрунті, таких як пестициди, важкі метали, азотні сполуки тощо, і відстежувати зміни в якості ґрунту в часі та просторі. Це дозволяє приймати рішення щодо оптимального використання ґрунтових ресурсів та забезпечувати стійке виробництво сільськогосподарської продукції.

9. Планування землекористування та земельної реформи: ГІС можуть використовуватись у процесі планування землекористування та земельної реформи, допомагаючи визначити оптимальний режим використання земельних ресурсів, враховуючи різні фактори, такі як екологічна стійкість, соціальна справедливість, економічна ефективність та культурні аспекти. ГІС дозволяють враховувати розташування земельних ділянок, їх природні умови, рівень доступності до ринків та інфраструктури, а також інші фактори, що можуть впливати на прийняття рішень щодо землекористування та земельної реформи.

10. Прогнозування ризиків та катастроф: ГІС можуть використовуватись для прогнозування ризиків та катастроф в аграрному секторі, таких як природні катастрофи (повені, посухи, зсуви), погодні умови (заморозки, град), захворювання рослин, шкідники тощо. Вони дозволяють вчасно виявляти потенційні загрози та приймати відповідні заходи для запобігання та зменшення втрат.

Окрім того, геоінформаційні технології також допомагають у впровадженні заходів адаптації до змін клімату, таких як введення

нових сортів культур, оптимізація розташування полів, використання систем поливу та дренажу, що сприяє стійкому розвитку землеробської галузі в умовах зміни клімату.

Для забезпечення ефективного використання ГІС у аграрному секторі необхідна підготовка кваліфікованих спеціалістів з геоінформатики та землепорядкування. Також важливим є розробка спеціалізованого програмного забезпечення, що враховує специфіку аграрної галузі.

Загалом, ГІС в аграрному секторі мають великий потенціал і можуть допомогти вирішувати ряд складних завдань, пов'язаних з ефективним використанням земельних ресурсів, плануванням та прийняттям рішень щодо аграрного виробництва, забезпеченням стійкості та зменшенням ризиків. Вони можуть бути використані на різних рівнях, від господарських підприємств до національних рівнів управління, та стати важливим інструментом для розвитку сучасного аграрного сектору.

Висновок. Узагальнюючи вище викладене, про використання геоінформаційних систем в аграрному секторі, можна зробити декілька висновків.

По-перше, геоінформаційні системи є незамінним інструментом для аналізу та вирішення проблем в сільському господарстві. Вони дозволяють ефективно використовувати земельні ресурси, визначати потенційні ризики та забезпечувати безпеку продуктів харчування.

По-друге, існує безліч програм та рішень, які використовують геоінформаційні технології для аналізу ґрунтів, рослинництва, прогнозування погоди, управління водними ресурсами та іншими аспектами аграрного сектору.

По-третє, використання геоінформаційних технологій дозволяє підвищувати ефективність сільського господарства, знижувати витрати та покращувати якість продукції. Багато рішень, які базуються на геоданих, можуть допомогти зменшити вплив аграрного сектору на навколишнє середовище.

Отже, застосування геоінформаційних технологій у кліматично орієнтованому землеробстві має великий потенціал для покращення

ефективності виробництва, зменшення ризиків та забезпечення стійкого розвитку аграрного сектору.

Список використаних джерел:

1. Насіров А.В., Насіров В.А. Геоінформаційні системи в землеробстві : практикум. К. : Вид-во НУБіП України, 2012. 274 с.
2. Шевченко В.В. Геоінформаційні технології в аграрному секторі економіки України. *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки*. 2015. Вип. 1(29). С. 92–97.
3. Кравець С.В., Галушак М.С. Застосування геоінформаційних систем в землеробстві. *Наукові праці НДІ землеробства*. 2015. Вип. 251. С. 34–44.
4. Котляревський А.А., Григоренко Ю.М., Корнійчук О.Ю. Геоінформаційні технології в аграрному секторі. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва*. 2017. Вип. 2(45). С. 58–66.
5. Горлова І.І., Кочарян Г.С., Хоменко Ю.В. Геоінформаційні системи в аграрному виробництві : монографія. Мелітополь : Вид-во МНАУ, 2018. 246 с.

УДК 551.58.1:631.67

МЕТОДИКА ПРОСТОРОВОГО ОЦІНЮВАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ТЕРИТОРІЙ АТМОСФЕРНИМИ ОПАДАМИ

Шевченко А.М.,

кандидат сільськогосподарських наук,
завідувач відділу водних ресурсів,
monitoring_protect@ukr.net

Даниленко Ю.Ю.,

кандидат технічних наук,
завідувач лабораторією управління водними ресурсами,
julia_danilenko@ukr.net

Інститут водних проблем і меліорації НААН

Богаєнко В.О.,

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
лабораторії методів математичного моделювання
процесів екології та енергетики,
sewab@ukr.net,

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України

Боженко Р.П.,

науковий співробітник лабораторії управління водними ресурсами,
ruslana_lp@ukr.net

Лютницький С.М.,

провідний інженер лабораторії управління водними ресурсами,
lutnizkii@ukr.net,

Інститут водних проблем і меліорації НААН

Анотація

У роботі розглядається питання просторового оцінювання забезпеченості території атмосферними опадами з метою визначення необхідності впровадження зрошення. Пропонується методика оцінювання, яка базується на використанні даних дистанційного зондування Землі. Згідно з нею комірки розміру 10x10 км, який мінімізує вплив неоднорідності рослинності, класифікують за емпіричними критеріями відносно

трьох індикаторів – об'єму біомаси, опадів та вологості поверхневого шару ґрунту, значення яких визначаються дистанційно. Визначення території з потенційною необхідністю впровадження зрошення пропонується виконувати шляхом аналізу таким чином побудованих класифікаційних карт для років високої та низької забезпеченості опадами.

Ключові слова: дистанційне зондування Землі, забезпеченість опадами, просторове оцінювання, стандартизований індекс опадів, температурно-вегетативний індекс

Просторове оцінювання забезпеченості територій атмосферними опадами є важливою завданням при визначенні необхідності впровадження зрошення.

За умов низької насиченості територій наземними засобами моніторингу геопросторовий аналіз та візуалізація умов і стану забезпеченості сільськогосподарських угідь водними ресурсами, у тому числі атмосферними опадами, можуть бути проведені з використанням супутникових знімків. У цьому контексті для встановлення прямого просторового індикатора водозабезпеченості територій доцільним є виконання аналізу за температурно-вегетативними індексами, значення яких корелюють з вологістю поверхневого шару ґрунту [1].

Вихідна гіпотеза досліджень полягала у тому, що наявність позитивної кореляції між вологістю поверхневого шару ґрунту та кількістю опадів відповідає ситуації, коли територія достатньо забезпечена атмосферними опадами.

Для проведення аналізу з метою перевірки цієї гіпотези використовувались наземні подекадні дані щодо опадів з восьми метеостанцій, розміщених у Черкаській області, та дев'яти метеостанцій, розміщених у Херсонській області. Використовуючи ці дані, для кожної з метеостанцій були розраховані значення стандартизованого індексу опадів SPI [2].

Були використані наступні дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ):

– середньомісячні кількості опадів за даними ДЗЗ SM2RAIN-ASCAT (<https://doi.org/10.5194/essd-11-1583-2019>, розмір пікселя – 10x10 км, одиниця вимірювання – мм);

– оцінки вологості поверхневого шару ґрунту за даними ДЗЗ проєкту Copernicus Global Land Service на основі знімків супутника Sentinel-1 (<https://land.copernicus.eu/global/products/ssm>, розмір пікселя – 1×1 км, значення – відсоток від вологості насичення);

– значення індексу біомаси NDVI за даними проєкту Copernicus Global Land Service (<https://land.copernicus.eu/global/products/ndvi>, розмір пікселя – 300×300 м, дані на 11 число кожного місяця);

– значення температурно-вегетатійного індексу VTCI [3], розраховані за знімками супутника Landsat-8 (розмір пікселя – 30×30 м).

Дослідження кореляцій проводилось з використанням супутникових даних за місяць липень, коли спостерігається, у більшості випадків, найвищий рівень біомаси (найбільший коефіцієнт кореляції між шарами максимального у річному розрізі значення NDVI та NDVI на конкретну дату). Таким чином досягалась вища точність визначення значень VTCI через вищий діапазон зміни NDVI.

Індикаторами кількості атмосферних опадів були кількість опадів у липні, сумарна кількість опадів за декілька місяців (червень та липень, з травня по липень та період з січня по липень) і річні значення стандартизованого індексу опадів SPI.

На першому етапі досліджень була перевірена достовірність дистанційно оцінених даних щодо опадів шляхом їх порівняння з даними метеостанцій за 2020–2021 роки. Значення коефіцієнта детермінації залежності між даними наземного моніторингу та оцінками за ДЗЗ склало 0,77 при середній абсолютній похибці оцінювання у 19 мм. Загалом, використовувані результати обробки даних ДЗЗ занижують кількість опадів і, відповідно, потребують корекції. При цьому не спостерігається відмінностей у похибках оцінювання для даних з різних областей.

На наступній стадії досліджень перевірялась наявність залежності між індикаторами кількості опадів та значеннями температурно-вегетатійного індексу VTCI у 2013, 2014, 2015, 2017 та 2020 роках. Так, на шести метеостанціях у межах Черкаської області коефіцієнт кореляції між значенням індексу VTCI у точках розміщення метеостанцій (дані супутника Landsat-8, path=180, row=26) та кількістю опадів у липні склав $R^2=0,25-0,83$ (табл. 1). Для усіх п'яти розглядуваних

років коефіцієнт детермінації залежностей між опадами у липні та VTCI був суттєво більшим, ніж для відповідних залежностей з сумарними опадами за декілька місяців. Так, для варіантів сумарних опадів за декілька місяців (червень та липень, з травня по липень і період з січня по липень) коефіцієнт кореляції був не більше 0,06.

Таблиця 1

Характеристики залежностей між опадами у липні та значенням індексу VTCI у порівнянні з середнім значенням SPI для метеостанцій Черкаської області

Рік	R ²	Нахил кореляційної прямої	Середнє значення SPI
2013	0,799	0,0046	-0,035
2014	0,833	0,0210	-0,279
2015	0,328	-0,0044	-0,417
2017	0,029	-0,0005	-0,551
2020	0,250	-0,0033	-1,037

Отримані дані свідчать, що при збільшенні SPI та, відповідно, збільшенні опадів, змінюється характер залежності з оберненою (нахил кореляційної прямої від'ємний) на пряму (нахил додатній). При цьому збільшується також і коефіцієнт детермінації. Так, при $SPI > -0,417$ нахил кореляційної прямої стає додатнім, а коефіцієнт детермінації більшим за 0,8. Це може характеризувати ситуацію, коли об'єм води, що отримується ґрунтом унаслідок опадів, є більшим за її втрати на випаровування та інфільтрацію. У випадку $SPI < -0,417$ залежність між VTCI та кількістю опадів стає оберненою при низьких значеннях коефіцієнта детермінації. У такому випадку, окрім опадів, на вологість ґрунту мають суттєвий вплив інші чинники. При цьому низьке значення R² свідчить про те, що за суттєвих (у 2–3 рази) змін кількості опадів у межах одного місяця не спостерігаються відповідні зміни у вологості ґрунту. Це може означати, що вологозабезпеченість відповідних територій є достатньою для одержання рівня біомаси, що спостерігається.

Відсутність суттєвих кореляцій між значенням VTCI та сумарними опадами за декілька місяців може слугувати підтвердженням

На рисунку виокремлено зони низької біомаси за низької кількості опадів (виділені червоним), що у рік високої вологозабезпеченості (2021 р.) відображають території, на яких зрошення (за наявності і за відсутності) є необхідним. Ці ж зони у рік низької вологозабезпеченості (2020 р.) відображають території, де зрошення є критичним для досягнення високої продуктивності сільського господарства. У позначених жовтим кольором зонах низької біомаси за значної кількості опадів та високої вологості ефективний розвиток рослинності обмежується іншими чинниками, зокрема, температурою повітря.

Список використаних джерел:

1. Zhang D., Zhou G. Estimation of Soil Moisture from Optical and Thermal Remote Sensing : A Review. *Sensors*. 2016. V. 16(8). article ID 1308.
2. Guttman N.B. Accepting the Standardised Precipitation Index: A calculation algorithm. *Journal of the American Water Resources Association*. 1999. V. 35. P. 311–322.
3. Sandholt I., Rasmussen K., Andersen J. A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of surface moisture status. *Remote Sens. Environ.* 2002. V. 79(2–3). P. 213–224.

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ І ПРОГРАМНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ В АГРОВИРОБНИЦТВІ

УДК 001.895:630

ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У АПК УКРАЇНИ

Аверчев О.В.,

доктор сільськогосподарських наук,
професор кафедри землеробства,
averchev2011@ukr.net

Нікітенко М.П.,

здобувач PhD 3 року навчання, асистент кафедри землеробства,
mariianikitenko@ukr.net,
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
м. Херсон, Україна

Анотація

У матеріалах доповіді представлено аналіз впливу інноваційних технологій на збільшення приросту агропідприємств в Україні. Приведено перелік основних причин, які спонукають впроваджувати у складний процес агровиробництва елементи інноваційних технологій та програмного забезпечення. Відтак розвиток сільського господарства в Україні буде набагато значущим коли науково-дослідні установи будуть напряму співпрацювати з фермерами та використовувати у своїй роботі сучасні технології. Така тенденція співпраці буде мати позитивний вплив у використанні технологічних та технічних ресурсів, зменшуючи витрати на виробництві та збільшуючи дохід підприємцям.

Ключові слова: інноваційні технології, АПК, агропідприємства, трудові ресурси, прибуток

Зважаючи на складну економічну та політичну ситуацію, що утворилась в країні за останній рік, необхідно визначити шляхи вирішення новоутворених загроз, з метою відновлення безпеки нашої національної економіки. Одним з головних національних та економічних факторів розвитку України – це забезпечення стійкого зростання та високої конкурентоспроможності економічних відносин на світовому ринку. Ці прагнення підвищують не лише якість виробленої продукції, а також і рівень життя населення.

Задля відновлення роботи агропромислового комплексу України, необхідна підтримка з боку держави для впровадження у виробництво елементи інноваційних технологій. Це допоможе зменшити витрати фінансових ресурсів на виробничих моментах при виготовленні продукції та замінивши людські ресурси на комп'ютеризовані сучасні технології. Адже складність та трудомісткість агропромислового комплексу та специфічність методів та підходів управління агропідприємствами призводить до утримання великої кількості підлеглих для виконання різного рівня роботи.

За даними Всесвітньої організації ООН станом на 4 лютого 2023 року в Європі зареєструвалися близько 4,8 мільйона біженців з України – у Польщі (1,5 млн), Німеччині (900 тис.) та Чехії (500 тис.), та ще в Україні офіційно зареєстровано 4 867 106 ВПО, а за міжнародними оцінками кількість внутрішніх переселенців налічується понад 7 мільйонів громадян. Такий витік робочої сили, на сьогоднішній день, негативно впливає на всі сфери ринку праці у декупованих регіонах. Та за статистичними даними з різних причин частина тимчасово переміщеного населення не повернеться назад.

Ще одним з впливових факторів низького рівня впровадження інноваційної діяльності у агропромисловий комплекс пов'язано з недосконалістю організаційно-економічного механізму освоєння цих інновацій і як наслідок, посилюється деградація різних галузей комплексу, що призводить до збільшення додаткових витрат та у свою чергу, затримує соціально-економічний розвиток сільської місцевості.

Для вирішення такого роду питань, у переході аграрної економіки на шлях інноваційного розвитку стає на заваді гостра нестача

кваліфікованих кадрів. Зниження фінансування також призводить до великого відтоку молодих учених за кордон. За останні роки, незважаючи на економічні труднощі, сільськогосподарська наука прогресувала, виведенням стійких та більш продуктивних сортів та порід сільськогосподарських культур та тварин. З іншого боку, втілення інноваційних технологій мали слабкі сторони, пов'язані з такими факторами, як законодавча база та впровадження їх у виробництво. Загалом в аграрному секторі на відміну від економічного спаду, спостерігається різке зниження попиту на технологічно та науково значущу продукцію в наслідок чого розвиток інноваційного процесу зазвичай відбувається повільно. Часто виробники змушені вирішувати всі проблеми, пов'язані з ефективним використанням наявних знань – самостійно, без допомоги держави. Аграрний сектор української економіки і раніше знаходився у повній залежності від іноземних виробників та постачальників технічної промисловості, що, без сумніву також знижує рівень продовольчої безпеки нашої країни.

На нашу думку, застосування наступних ідей пов'язані з конкретним напрямком реалізації політики з трансформації агропромислового комплексу для ефективного його функціонування. Постає необхідність у розробці нової методики своєчасного розпізнавання та надання комплексної оцінки кризової ситуації з метою прогнозування змін у структурі аналізованої економічної системи, її проблем і ризиків, що виникають внаслідок цієї кризи. Для підвищення ефективності агропромислових комплексів необхідно використовувати інноваційні методи вирішення проблем розвитку, які дозволяють виявити кризові ситуації за допомогою системного підходу до агропромислового комплексу. Також виникає необхідність розробки моделі прогнозування інноваційної діяльності в агропромисловому комплексі. Отриманий у моделі коефіцієнт інноваційного розвитку дозволяє врахувати позитивну, негативну та безперервну динаміку інноваційного процесу в аграрній галузі. Позитивна та негативна динаміка дає змогу оцінити інноваційну діяльність агропідприємств та переробної промисловості щодо підготовки проєктів модернізації в реальних соціально-економічних умовах, а відтак і ефективність управління інноваційним розвитком.

За допомогою інноваційних технологій українські агровиробники можуть контролювати виробництво та підвищувати його прибутковість. Нові виробничі інструменти дозволять агровиробникам впроваджувати процеси, які дозволяють зменшити щоденні витрати, економити людські ресурси та підвищувати продуктивність, усі перелічені фактори позитивно впливатимуть на ріст чистого прибутку виробництва.

Список використаних джерел:

1. Аверчев О.В., Нікітенко М.П. Перспективний напрямок застосування діджиталізації в сучасному агробізнесі. *Актуальні проблеми економіки, обліку, фінансів та права* : збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції (Полтава, 28 квітня 2021 р.), у 2 ч. Полтава : ЦФЕНД, 2021. Ч. 2. С. 34–36.
2. Averchev O., Nikitenko M. Use of digitalization in agricultural sector in monitoring for weather activity at climate change. *The collection of scientific works of Azerbaijan Scientific-Production Association of Hydraulic Engineering and Amelioration*. 2020. Vol. XLII. Baku, 2021. P. 14–27.
3. Аверчев О.В., Нікітенко М.П. Діджиталізація, як інструмент управління в агрономії. *Trends and prospects of management development in the conditions of global challenges*. 2022. С. 13–15.
4. Корнієнко Т. Аналіз стану економічної безпеки України та пріоритети її зміцнення. *Економіка та суспільство*. 2022. Вип. 38. URL: <http://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1314/1269> (дата звернення 12 квітня 2023 р.)
5. Поліщук С., Пятаченко С. Вплив інноваційних технологій на прибутковість підприємств агропромислового комплексу. *Економіка та суспільство*. 2022. Вип. 38. URL: <http://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1314/1269> (дата звернення 12 квітня 2023 р.)

УДК 52:504:502.3/7

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОВЕДЕННІ МОНІТОРИНГУ ГРУНТОВОГО СЕРЕДОВИЩА

Алмашова В.С.,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
vikadiana1981@gmail.com

Херсонський державний аграрно-економічний університет
м. Херсон, Україна

Анотація

Дані матеріалів висвітлюють питання використання геоінформаційних систем в агропромисловому комплексі при вирощуванні сільськогосподарських культур. Особливу увагу в роботі приділено можливостям ГІС-технологій визначати ступінь еродованості ґрунтового середовища заданої площі, інформація про яку є основою для обробки інформаційних даних. Для подальшого відновлення балансу елементів живлення в сільськогосподарському виробництві також використовують дані технології і з допомогою комп'ютерного зображення отриманих даних візуально можливо визначити якісний та кількісний склад ґрунтового середовища для визначення бонітету тієї чи іншої ділянки.

Ключові слова: ГІС-технології, картографування, камеральна обробка, бонітет ґрунту, геодезичні дані, польові дослідження, аерозйомка

Науковий та технічний прогрес дає змогу сьогодні широко застосовувати в сільському господарстві сучасні технології планування та використання агротехнологій. На разі широко використовуються бортові комп'ютери, GPS-приймачі, методи дистанційного зондування, геоінформаційні системи (ГІС). Вітчизняним сільгоспвиробникам дедалі важче конкурувати із західними аграріями. Особливо таке становище загострилося після вступу України до СОТ. Часто сільськогосподарська продукція привезена за тисячі кілометрів, у вартість якої входять витрати на транспортування, виявляється

дешевшою, ніж вирощена на території України. І так всім ясно, що за умови конкурентної ринкової конкуренції спроможних іноземних інвесторів у сільське господарство брати для органічного землеробства кращі наукові здобутки [2, с. 40–42].

Цивілізація та прогрес примушують сучасні технічні устаткування працювати досконало на системах геоінформаційних технологій не стояти на місці. Наука зупинилася на точних геоінформаційних та картографічних системах, які створили умови для скорішої отримання інформації та поширення досягнень інформатизації на сферу виробництва продукції рослинництва з метою її покращення та скорішої реалізації.

Сьогодні є така ситуація внутрішнього та повноцінного розвитку сільського господарства практично вичерпані. Дані технології вже широко почали використовуватися в Україні. Загальні якісні та кількісні показники збільшення продуктивності рослинництва тепер пов'язують із суворим виконанням рекомендацій науково-обґрунтованої інтенсивної технології щодо вимог за часом, місцем та кількістю витратних матеріалів на проведення операції. Оптимізувати атмосферу утримання позитивних показників по ГІС-технологіям повинне належне інформаційне забезпечення [1, с. 31–34].

Незважаючи на теперішній кризовий стан сільського господарства України, на військовий стан в країні через агресію сусідньої держави, який не мине безслідно для подальшого впровадження сучасних інформаційних технологій актуальне і неминуче. Воно вже почалося у найбільш міцних господарствах, число яких в Україні неупинно зростає [4, с. 12–13]. При застосуванні таких технологій сучасності всім ясно, що дана ситуація потребує економічних рішень, розробок виробництва та отримання певної техніки, але все це цілком під силу науковцям та виробникам України при достатній підтримці з боку держави, а також закордонних інвесторів. Використання такого нестандартного та сучасного підходу до управління надає шанс на базі науково-обґрунтованої технології для обраної культури визначити та впроваджувати в фермерських та державних господарствах науковообґрунтовану технологію формування врожаю, яка пристосована для певних географічних умов.

Таке застосування та реалізація пов'язана із суворим контролем за фактичним ходом агротехнологічного процесу, накопиченням та врахуванням місцевого досвіду.

Принципи, які застосовують при чіткому землеробстві надають нового змісту використанню новітніх інтенсивних технологій, без погіршення якості доквілля, що виникає при природному потенціалу видового, сортового, агробіоценозного, а точніше їх біологічного набуття від еволюції пристосовуватись до умов навколишнього середовища. Аби пристосуватися до незвичайного життя рослин, треба слід застосовувати їх природну активність не лише з метою потенційного отримання сталого врожаю, а й для виносливості протистояння суховіям, посухам, морозам, низьким температурам.

За такими умами зростатиме потенційна продуктивність сорту, агробіоценозу, що розглядається як вирішальний чинник збільшення врожайності. Точне землеробство – це новітні вдосконаленні технології із виробництва сільськогосподарської продукції.

Принципово є повільний перехід для подальшого впровадження науковообґрунтованого землеробства являється викликом тенденції для зростання вибору достовірних сучасних інформаційних технологій в будь-якій сфері життєдіяльності.

Одним із головних шляхів вирішення завдань землеробства є просторово-часова оптимізація умов для рослин. Точне землеробство у сучасному розумінні переважно орієнтоване на просторову оптимізацію.

Для цього потрібно, по-перше, забезпечити рівномірне розміщення рослин у полі, що за рядкової сівби означає – на однаковій відстані. Цим створюють однакові площу й об'єм живлення для рослин. По-друге, добрива, пестициди треба вносити так, щоб забезпечити рівноцінні умови для рослин. Однак, високі точність і рівномірність застосування технологічних матеріалів, внаслідок використання досконалішої техніки, не гарантують створення однакових умов для рослин, оскільки на різних ділянках поля вони можуть опинитися в нерівнозначних умовах, у зв'язку з варіабельністю ґрунтового покриву і властивостей ґрунту, забур'яненості поля і заселеності його шкідниками тощо.

Даний процес призвести до розриву в темпах росту і повноцінного етапу онтогенезу, формування різного за якістю врожаю, неоднорчасності його досягання. Тож, головним процесом у явищі при здійсненні технологічних заходів у сільськогосподарському виробництві, відповідно до потреб рослин та фітосанітарного стану посівів на кожній елементарній ділянці поля, для чого потрібні його детальні картограми з даними про запас елементів живлення, густина бур'янів та стан рослин [6, с. 58–59].

З допомоги спеціального устаткування супутників ведуться спостереження по кольоровій шкалі за щільністю рослинами поверхневого шару ґрунту, за якісними та кількісними властивостями ґрунтів, кольоровою гамою водного середовища, температурним режимом ґрунтів. З космічного простору проводиться чітка зйомка для картографування, радіолокаційне знімання рельєфу та вологості поверхневого шару ґрунту. Знімання ведеться безупинно, незалежно від хмарного покриву, згідно з маршрутом прольоту супутника, а дані постійно передаються на наземні станції.

Найбільш інформативними для вирішення більшості практичних питань є багатозональні показники, що зображають реальність подій в ґрунтового середовищі. Знімки, які отримали в процесі реальних ґрунтових процесів будуть кольоровими та класифікуватись за спектрами (рис. 1).

Багатозональні зображення при синтезі не завжди показують справжні спектри кольорів, тому що спектральні канали не завжди є похідними довжинам хвиль, які входять у кольорову гаму.

Якщо є потреба у спектральному зображенні об'єктів, що мають різкий контраст в порівнянні з довкіллям в одному вузькому діапазоні спектра, то науковці мають можливості застосовувати дані, які отримуються в окремому спектральному інтервалі.

До переваг Геоінформаційних систем у моніторингу ґрунтового середовища та при визначенні якісних показників ґрунту можна віднести:

- просторову точність;
- радіометричну точність;
- просторове охоплення;

- оперативність і повторюваність знімання;
- вартість даних.

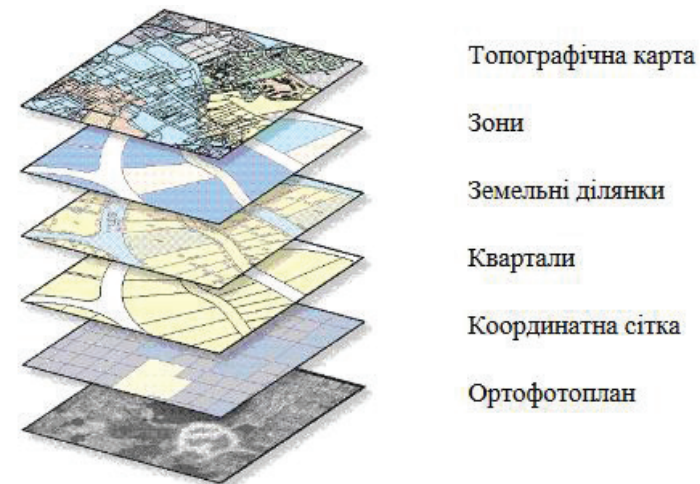


Рис. 1. Вертикальне розшарування об'єктів земної поверхні

У галузі діагностики зондування якості земель останнім часом намітилася тенденція стосовно використання різноманітних показників з різними показниками, яка працює за будь-яких погодних умов.

Паралельно з діагностикою є можливість прямого отримання дистанційного зондування на спеціалізовані приймальні станції. Хоча дані отриманих зйомок не чіткі, вони служать додатком до основних цифрових даних.

Після повної камеральної обробки отримані дані переводять у цифровий вид і такі дані мають бути представлені з певною деталістю та точністю.

Застосування сучасних GPS й електронних тахеометрів дозволяє отримувати високоточні просторово-координатні результати моніторингу у цифровій формі та приймати їх безпосередньо у сфері геоінформаційного середовища, без використання допоміжних матеріалів [5, с. 61–63].

Як показують дослідження при використанні зазначених приладів у досить великих об'ємах робіт дає змогу суттєво зменшити собівартість знімання даних порівнюючі з традиційними технологіями у декілька разів. Крім того, забезпечуються високоякісні дані про місця розташування меж володінь, угідь, будівель, розташування доріг, рік тощо, отриманих у ході польових вишукувань і знімань або імпортуванням з даних інших систем. Дані з використанням ГІС-технологій електронних приладів представляють собою файл із координатами точок знімання.

Однією з найважливіших характеристик ГІС-технологій є одержання точних оцінок потрібних даних, що дозволяє контролювати та корегувати потоки даних. Інформація дає змогу провести повну оцінку місцевості з точки зору можливості оминати перепони на шляху до досліджуваного об'єкту. При отриманні суперечливих даних та недосконалих даних стосовно положень використовуються результати вимірів із карти або використовуються найпростіші прилади. Точність даних, що вимірюються не є високими, але якщо порівнювати із іншими видами моніторингу, то можна впевнитися у їх достовірності. Хоча й існують документи нормоконтролю на виконання моніторингових робіт з ГІС-технологій, але з точки зору інформації теоретичних основ оглядова інформація кількісними показниками не оцінюється. Об'єктну інформацію (інформацію про розташування об'єктів або їх складових на місцевості) отримують у процесі вимірів кутів, ліній і перевищень за допомогою геодезичних приладів.

Список використаних джерел:

1. Іщук О.О., Коржнев М.М., Кошляков О.Є. Просторовий аналіз в ГІС : навч. посіб. / за ред. акад. Д.М. Гродзинського. К. : ВПЦ «Київський університет», 2003. 195 с.
2. Кліменко І.В., Линьов К.О. Технології електронного урядування : навч. посіб. К. : ДУС, 2006. 225 с.
3. Ладичук Д.О., Пічура В.І. Бази геоінформаційних даних. Херсон : ХДУ, 2007. 103 с.
4. Костріков С.В., Черваньов І.Г. Дослідження самоорганізації флювального рельєфу на засадах синергетичної парадигми сучасного природознавства : монографія. Х. : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2010. 144 с.

5. Ушкаренко В.О., Морозов В.В., Морозов О.В. Системи управління базами даних ГІС для моніторингу ґрунтів. Херсон : ХДУ, 2007. 112 с.
6. Ямелинець Т.С. Застосування географічних інформаційних систем у ґрунтознавстві : навч. посіб. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. 196 с.

УДК 001.895:633.18:004

ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК РИСІВНИЦТВА НА ОСНОВІ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Гуторов О.І.,

доктор економічних наук, провідний науковий співробітник
відділу геоінформаційних технологій та економічних досліджень,
gutorov.alexandr@gmail.com,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН,
м. Одеса, Україна

Анотація

У матеріалах розглянуто особливості розвитку цифрової економіки в Україні. З'ясовано, що розвиток цифрової економіки може стати важливим механізмом інноваційної трансформації й впровадження інформаційної системи управління, підвищення конкурентоспроможності та економічного розвитку аграрного сектору. Впровадження технологій цифрової економіки у вітчизняному рисівництві, яке характеризується відносно високою технологічністю господарювання, дозволяє підвищити ефективність галузі. Виокремлено основні проблеми та перешкоди, які обмежують розвиток цифрових технологій в рисівницьких підприємствах.

Ключові слова: цифрова економіка, інноваційний розвиток, рисівництво, ефективність, інформаційні технології, інформаційно-управлінська система

Ефективне і стійке виробництво високоякісного рису має базуватися на використанні інноваційних розробок, нових сортів

з високою врожайністю і якістю рису, більш раціональних технологій збирання і переробки рису-сировини, науково обґрунтованої організації праці і виробництва, раціонального розміщення посівів рису в рисівницьких підприємствах, а також на полях сівозміни. При цьому інновації повинні залишатися ключовим ресурсом для ефективного виробництва рису. Розвинена матеріально-технічна база, забезпеченість фінансовими, людськими та інформаційними ресурсами складають інноваційний потенціал рисівництва і дають можливість для його подальшого вдосконалення. Тому актуальним є поєднання галузевого та територіального підходів до інноваційного розвитку рисівництва на основі цифрових технологій.

Інституційно-правове оформлення розвитку цифрової економіки в Україні розпочалося ще в 2013 році, коли Кабінет Міністрів України видав розпорядження «Про схвалення стратегії розвитку інформаційного суспільства в Україні». У червні 2015 року Україна приєдналася до Декларації першого засідання міністрів «Східного партнерства ЄС» з питань цифрової економіки. Наступним кроком стало розроблення концептуальних засад «Цифрового порядку денного України – 2020», який визначав ключові завдання, першочергові сфери, ініціативи та проєкти «цифровізації» України на найближчі три роки [1].

17 січня 2018 року уряд схвалив Концепцію розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки та затвердив план заходів щодо її реалізації [2]. Головною метою документа стала реалізація ініціатив «Цифрового порядку денного України 2020» (цифрової стратегії) для усунення бар'єрів на шляху цифрової трансформації України у найбільш перспективних сферах. В основу стратегії закладено стимулювання економіки та залучення інвестицій, подолання цифрової нерівності, поглиблення співпраці з ЄС у цифровій сфері та розбудова інноваційної інфраструктури країни і цифрових перетворень [3].

Необхідною умовою ефективного рисівництва в країні є створення інформаційної системи. Формування єдиної трирівневої автоматизованої інформаційно-управлінської системи є необхідною умовою вдосконалення організаційно-економічного механізму

управління виробничими процесами в галузі, впровадження в нього елементів цифрових технологій. Саме в підвищенні ефективності розвитку рисівницьких підприємств роль цифрових технологій повинна бути більш значною. Дана технологія може використовуватися для аналізу історії полів, складу ґрунтів, угод із земельними ділянками, вивчення постачання засобів виробництва для сільськогосподарських товаровиробників, оцінки ґрунтово-кліматичних умов, що впливають на рівень врожайності рису та інших культур. Можливе використання технологій «штучного інтелекту» для формування експертних систем оцінки ґрунтів, застосування добрив та розробки пропозицій щодо застосування хімічних засобів захисту рослин, а також технологій, що відповідають за організацію зберігання та обміну інформацією про проведені технологічні операції.

Впровадження технологій цифрової економіки у вітчизняному рисівництві, яке характеризується відносно високою технологічністю господарювання, дозволить знизити витрати на гектар посіву рису. Крім того, це дасть реальну можливість підвищити врожайність рису, зменшити його втрати при зберіганні і знизити витрати на його реалізацію на зовнішньому і внутрішньому ринках. При цьому частка витрат ІТ в структурі загальних витрат на гектар посіву рису складе не більше 5–8 %, що говорить про високу ефективність їх використання в рисівництві.

Впровадження цифрових технологій у рисівницьких господарствах країни дозволить знизити частку заробітної плати з нарахуваннями в структурі загальних витрат на гектар посіву рису за рахунок підвищення кваліфікації персоналу, а також призведе до зменшення частки витрат на мінеральні добрива і хімічні засоби захисту рослин за рахунок їх раціонального використання. Завдяки вдосконаленню організації галузі частка інших витрат значно скоротиться. При цьому частка витрат на утримання основних фондів і на насіння нових вискоелективних сортів рису буде збільшуватися в структурі загальних витрат, що пов'язано з більш високим рівнем розвитку рисівництва, що багато в чому здатне підвищити врожайність рису, поліпшити його якість в рисівницьких господарствах країни.

Організація науково-інформаційного забезпечення агропромислового комплексу може стати фундаментальною основою у формуванні національної політики щодо інноватизації структур агробізнесу в Україні (рис. 1).

Великі дані (англ. big data)	Специфічні технології розподіленої обробки величезних обсягів даних, які не можуть бути оброблені у вигляді єдиного набору даних звичайними методами.
Система розподіленого реєстру (блокчейн технології)	Полягає в обробці вхідної інформації по блоках і спеціальних процедурах кодування кожного блоку, таким чином, щоб вже закодована і збережена інформація не могла бути замінена і виправлена. У сільському господарстві технології блокчейн можуть використовуватися для ведення розподільчих баз даних про угоди купівлі-продажу та оренди землі та для вирішення багатьох інших проблем.
Нові виробничі технології (НВТ)	Він являє собою комплекс процесів проектування і виготовлення індивідуалізованих товарів різної складності з вартістю товарів масового виробництва. Це в першу чергу технології адитивного друку на 3D-принтерах.
Промисловий Інтернет або Інтернет речей (IoT)	Це технології зв'язку та передачі інформації через Інтернет безпосередньо між речами (обладнанням, пристроями, товарами). IoT вже використовується зараз в агропромисловому комплексі.
Безпілотники, робототехніка і сенсорика	Робототехніка, тобто використання сенсорів і роботизованих комплексів для виконання рутинних операцій і заміни ряду робітничих професій, вже почала впроваджуватися в агропромисловий комплекс. У найближче десятиліття в практику увійдуть системи штучного інтелекту, які виконують функції водіїв, трактористів, комбайнерів і т. д.
Технології безпроводного зв'язку (ZigBee, Blue Tooth, Wi-Fi)	Альтернатива дротової передачі інформації. Для сільського господарства з його територіальною віддаленістю інфраструктури і виробничих потужностей ці технології особливо важливі.
Технології віртуальної та додаткової реальності	Це комп'ютерне моделювання реальності або відтворення ситуації. Доповнена реальність – це технологія, яка накладає комп'ютерно-моделювані шари поліпшень на існуючу реальність. Ці технології можуть використовуватися на виробництві і при підготовці фахівців.

Рис. 1. Цифрові технології для сільського господарства в Україні

В рамках формування цифрового сільського господарства необхідно є підготовка для агропромислового комплексу висококваліфікованих IT-фахівців, створення центрів компетенцій, які дозволять знизити поточний рівень дефіциту висококваліфікованих кадрів, що сприятиме процесам цифровізації рисової галузі.

В рамках програми цифровізації аграрного сектора економіки повинно бути передбачено об'єднання інформаційних систем, таких як: прогнозування потреб ринку, динамічне управління попитом і пропозицією; надання фінансових та інших послуг сільськогосподарським товаровиробникам за участю банків та страхових компаній; «цифрове поле» та «цифрове стадо»; управління машинами; організація експорту продовольчих товарів і сільськогосподарської сировини.

Велику увагу на ринку рису слід приділити інформації про тарифи на автомобільний і залізничний транспорт, а також підвищити роль спеціалізованих транспортних компаній. При цьому ефективність транспортних послуг буде досягнута за рахунок створення системи логістичних центрів. Впровадження цифровізації в рисівницьких підприємствах – є дуже прогресивною та позитивною тенденцією, однак у нашій державі є правові, фінансові та технічні проблеми з її реалізацією. До того ж, не можна не зазначити відсутність підготовки до цифровізації у сільській місцевості. На нашу думку, прийняття відповідних цільових державних програм підтримки розвитку цифрової економіки суттєво пришвидшить процес впровадження цифрових технологій в сільськогосподарських підприємств.

Список використаних джерел:

1. Жекало Г.І. Цифрова економіка України: проблеми та перспективи розвитку. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. Ужгород: Гельветика, 2019. Вип. 26. № 1. С. 56–60.
2. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 рр. та затвердження плану заходів щодо її реалізації». *Урядовий портал*. 17.01.2018. URL: <https://www.kmu.gov.ua/ua/nps/pro-shvalennya-konceptsiyi-rozvitku-cifrovoyi-ekonomiki-ta-suspilstva-ukrayini-na-20182020-roki-ta-zatverdzhennya-planu-zahodiv-shodo-yiyi-realizaciyi>

3. Руденко М.В. Вплив цифрових технологій на аграрне виробництво: методичний аспект. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Економіка і управління*. 2019. Том 30(69). № 6. С. 30–37.

УДК 636.55:528.3

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РОЗРОБКИ ПРОЄКТІВ ЗАКЛАДАННЯ БАГАТОРІЧНИХ НАСАДЖЕНЬ МИГДАЛЮ

Іванов Г.М.,

науковий співробітник відділу геоінформаційних технологій
та економічних досліджень,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН,
засновник ПП «Меридіан 72», інженер-землепорядник,
meridian72@ukr.net

Петренко С.О.,

кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник відділу інтродукції та селекції
малопоширених плодкових, декоративних та ароматичних рослин,
petrenko_s_a_@ukr.net

Валентюк Н.О.,

кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
відділу первинного та елективного насінництва,
naval100@ukr.net,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства,
м. Одеса, Україна

Анотація

У матеріалах висвітлені актуальні питання використання інструментальних засобів пакета послуги мережі перманентних GNSS-станцій компанії System Solution у сфері ГІС-технологій для розробки проєктів закладання багаторічних насаджень мигдалю. Обробка матеріалів,

вирахування площі земельної ділянки, розрахунок схеми посадки багаторічних насаджень, вирахування кількості посадкового матеріалу виконувались автоматичною системою «Digitals». По результатах робіт складено генеральний план земельної ділянки, план перенесення меж земельної ділянки та розбивочні креслення.

Ключові слова: ГІС-технології, топографічна зйомка, закладання багаторічних насаджень, мигдаль

Сьогодні все більше застосовуються способи і методи картографування, які найповніше реалізуються в географічних інформаційних системах (ГІС), або геоінформаційних технологіях «ГІС-технології» (GIS technology). У цілому геоінформатика тісно пов'язана з географічними інформаційними системами (геоінформаційними системами, ГІС – Geographical Information Systems, GIS), оскільки основні теоретичні ідеї геоінформатики як науки реалізуються в сучасних ГІС на технічному і технологічному рівнях. Це дає підставу розглядати геоінформатику як «науку, технологію і виробничу діяльність з наукового обґрунтування, проєктування, створення, експлуатації і використання географічних інформаційних систем».

Особливість використання ГІС-технологій полягає у тому, що первинна обробка даних розподіляється між підсистемою збору та попередньої обробки, а результат отримується за рахунок послідовності операцій вибірки необхідних даних ГІС, побудови та аналізу відповідної моделі або моделей, візуалізації результатів. У цьому випадку картоукладання виконується автоматизовано – як результат побудови та аналізу моделі (тематичної, топографічної та ін.) [1].

В окрему галузь – «геоінженерної інформатики» – останніми роками виділяються геоінформаційні технології інженерного проєктування закладання багаторічних насаджень.

В умовах зміни клімату, що набувають останнім часом все більшого значення, одним із реальних способів диверсифікації сільського господарства є створення промислових інтенсивних мигдальних садів, звичних до сухого, жаркого і безводного літа.

Горіхові насадження є одними з найменш вибагливих до ґрунтових умов культур. Їх доцільно розміщувати на схилах, розчленованих

рами, схилах усіх експозицій, які малоприсадибні для інших плодових культур, без ризику підтоплення ґрунтовими водами. Впорядкування території насаджень мигдалю проводять з урахуванням створення умов для раціонального використання землі, захисту ґрунту від ерозії, підвищення родючості ґрунтів, доцільної організації праці [2].

Для створення проєкту мигдалевого саду на території Арцизької міської ради Болградського району Одеської області на земельній ділянці загальною площею 8,00 га. було розроблено технічний звіт з топографічного знімання земельної ділянки із застосуванням ГІС-технологій.

Для досягнення вказаної мети були поставлені наступні завдання:

- оцінити організацію території проєктуємої ділянки до вимог стандартів (нормативів) згідно рельєфу, дорожніх мереж, і водних джерел;
- розробити комплекс протиерозійних заходів для охорони ґрунтів від ерозії при наявності схилів;
- розробити схеми посадок для закладання мигдалевого саду, які повинні відповідати екологічним умовам ділянки;
- розробити шляхи здійснення реалізації проєкту з закладання мигдалевого саду щодо норм і вимог екологічної безпеки на всіх етапах створення насаджень мигдалю;
- встановити економічну ефективність проєкту з закладання мигдалевого саду в умовах півдня України.

Роботи по складанню технічного звіту з топографічного знімання земельної ділянки проведені в відповідності з наступними інструкціями та нормативними документами [3–5], перелік умовних скорочень, що вживаються при складанні топографічних карт. Топографо-геодезичні роботи виконані GNSS-приймачем ACNOVO GX9 № G9T116094018N з використанням мережі перманентних базових GNSS-станцій.

Для забезпечення якості координатної основи при виконанні топографо-геодезичних робіт було використано послуги мережі перманентних GNSS-станцій компанії System Solution, сертифікованої в установленому порядку.

GNSS-приймачі, розміщені на базових станціях мережі, сертифіковані в установленому порядку і мають метрологічні атестати. Положення базових станцій визначені в системі координат УСК-2000 і мають жорсткі зв'язки з пунктами УПМ ГНСС.

GNSS-приймач ACNOVO GX9 № G9T116094018N, яким виконувались вимірювання, сертифікований в установленому порядку та пройшов метрологічну перевірку в ННЦ «Інститут метрології».

Згідно наказу Міністерства аграрної політики та продовольства України № 509 від 12.06.2012 року «Про затвердження порядку використання Державної геодезичної референційної системи координат при здійсненні робіт із землеустрою (ч. III п. 8) під час використання супутникових геодезичних приймачів ГНСС для визначення точок знімальної основи та зйомки геопросторових об'єктів із застосуванням технологій RTK виконавцями таких робіт перевіряється диференційне поле координатних поправок, які задаються мережами ГНСС.

Усі роботи були проведені у відповідності з «Інструкцією з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 ГКНТА-2.04-02-98» ГУГКК України (рис. 1–4).

При проведенні польових робіт було визначено координати точок зйомочної мережі в системі координат СК63 3 зона.

Обробка матеріалів, вирахування площі, креслення планово-картографічних матеріалів виконувались автоматичною системою «GIS6», «Digitals», які забезпечують автоматизацію геодезичних робіт від обробки польових вимірів до створення обмінних файлів, топографічних планів і технічної документації. Програмне забезпечення дозволяє виконувати значну кількість операцій: обробляти теодолітну і тахеометричну зйомку, створювати топографічні і спеціальні карти і плани, накопичувати кадастрову базу даних, будувати моделі рельєфу і моделювати горизонталі, розраховувати площі і обсяги, переглядати карти в тривимірному вигляді, використовувати супутникові знімки, ортофотоплани і скановані карти, створювати текстову і графічну документацію [6–8]. По результатах робіт складено генеральний план земельної ділянки та каталог координат.



Рис. 1. Генеральний план земельної ділянки мигдалевого саду загальною площею 8,00 га (масштаб 1:500) на території Арцизької міської ради Болградського району Одеської області



Рис. 2. Генеральний план квартал-1 мигдалевого саду (масштаб 1:500) на території Арцизької міської ради Болградського району Одеської області

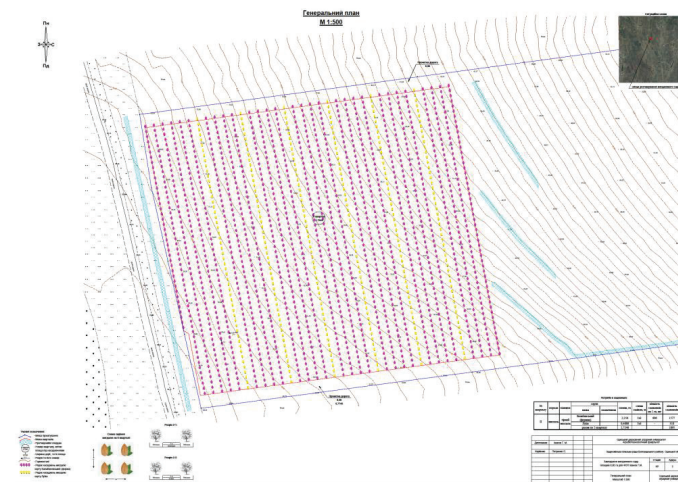


Рис. 3. Генеральний план квартал-2 мигдалевого саду (масштаб 1:500) на території Арцизької міської ради Болградського району Одеської області

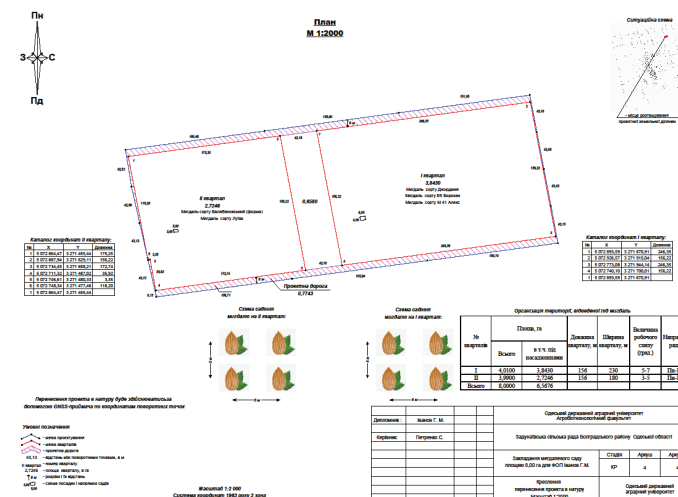


Рис. 4. Креслення перенесення проекту створення мигдалевого саду в натуру на території Арцизької міської ради Болградського району Одеської області загальною площею 8,00 га (масштаб 1:2000)

В результаті виконаних геодезичних робіт одержані наступні матеріали:

- виконано геодезичне встановлення меж земельної ділянки, про що складено каталог координат зовнішніх меж земельної ділянки;
- виготовлений топографічний план земельної ділянки для закладання мигдалевого саду на території Арцизької міської ради Болградського району Одеської обласна загальній площі 8,00 га.

Усі розроблені схеми землеустрою, згідно з чинним законодавством, погоджені з відповідною районною та обласною службами, місцевою радою, районною державною адміністрацією та затверджені рішенням відповідної районної ради.

Оскільки сучасний землеустрій – це, насамперед, інжинірингова діяльність, використання сучасних ГІС-технологій дозволяє оптимізувати розробку схем землеустрою, сформувати територіальні, екологічні та соціально-економічні передумови сталого розвитку регіону [8].

Список використаних джерел:

1. Опара V.M., Buzina I.M., Khainus D.D., Vynohradenko S.O., & Kovalenko L.M. (2020). Теоретичні й методичні основи використання ГІС-технологій та створення електронних карт при проведенні землеустрою. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. № 31. С. 50–59. URL: <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2020-31-06>
2. ДСТУ 4951:2008. Насадження плодови. Проектування. Загальні вимоги. Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України, Держспоживстандарт, 2009. 10 с.
3. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. (Затверджена Наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 09.04.98 № 56, зареєстрована в Міністерстві юстиції України 23.06.98 р. за № 393/2833 (зі змінами і доповненнями, внесеними Головним управлінням геодезії, картографії та кадастру України від 27.07.99 р. № 90 та зареєстрованими в Міністерстві юстиції України від 28.09.99 р. № 653/3946)). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98#Text> (дата звернення 16.04.2023).

4. Класифікатор інформації, яка відображається на топографічних планах масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. (Затверджено наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України №25 від 09.03.2000 р.). URL: <http://www.geoguide.com.ua/basisdoc/basisdoc.php?part=tgo&art=3301> (дата звернення 16.04.2023).
5. Інструкція про порядок контролю і приймання топографо-геодезичних і картографічних робіт. Затверджена наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру України № 19 від 17.02.2000 р. URL: https://gki.com.ua/files/uploads/documents/Norms/Ukrgeodesykart_norms/19.pdf (дата звернення 16.04.2023).
6. Зацерковний В.І., Бурачек В.Г., Железняк О.О., Терещенко А.О. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 237 с.
7. Опара В.М., Бузіна І.М., Хайнус Д.Д. Ландшафтно-екологічні дослідження екосистем сучасними методами. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2019. Вип. 29. С. 55–63.
8. Усі гектари – в одній схемі по-одеськи. URL: <https://propozitsiya.com/ua/usi-gektari-v-odniy-shemi-po-odeski> (дата звернення 17.04.2023).

УДК 631.671:631.559:631.674.4:631.674.6:633

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ СУЧАСНИХ ПРОБЛЕМ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В АГРОВИРОБНИЦТВІ

Каруна В.В.,

бізнес-аналітик

karuna@ukr.net,

ФОП Каруна Валерій Володимирович

Шатковський А.П.,

доктор сільськогосподарських наук, професор, чл.-кор. НААН,

заступник директора з наукової роботи

andriy-1804@ukr.net

Інститут водних проблем і меліорації НААН,

м. Київ, Україна

Анотація

У матеріалах висвітлені актуальні питання використання штучного інтелекту у сучасному землеробстві в умовах змін клімату. Встановлено, що використання ChatGPT в роботі ГІС дозволяє суттєво знизити витрати на її використання для кінцевих споживачів і надавати дані кращої якості, які використовуються в агровиробництві і безпосередньо впливають на показники економічної ефективності сільського господарства.

Ключові слова: геоінформаційні технології, аграрна галузь, ChatGPT

Роль геоінформаційних систем (ГІС) в аграрному бізнесу важко переоцінити. Впровадження практик точного землеробства, застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) в сільському господарстві, вирішення проблем екологічного характеру – все це сьогодні неможливо без повноцінного використання ГІС.

Потреби в нових сервісах і вимоги до якості даних з ГІС перевищують пропозицію – вони змінюються швидше, ніж провідні ГІС світу здатні на них відповісти. В питаннях сьогодення змінюються навіть опис того, що таке ГІС [1].

В запропонованому аналітиком ESRI М. Зейлером: ГІС представляє собою сполучення підготовленого персоналу, просторових й описових даних, 13 аналітичних методів, апаратного й програмного забезпечення, де всі складові організовані для комп'ютеризації, обробки й одержання даних з масиву інформації з використанням географічного подання. [2]. Схематично компоненти ГІС зараз можна представити в такий спосіб (рис. 1).



Рис. 1. Схематичне подання ГІС

Персонал, дані і аналіз є ключовими компонентами сучасної ГІС. Ці компоненти, в свою чергу, породжують низку проблем, з якими стикаються ГІС [4].

Якість даних. Одна з основних проблем ГІС полягає в якості даних, які використовуються для побудови системи. Якщо дані не точні, повні або актуальні, це може призвести до неправильних аналізів та прийняття неправильних рішень.

Вартість. Побудова та підтримка ГІС стає дедалі дорожчим процесом. Вартість обладнання, програмного забезпечення та підготовки фахівців може перешкоджати використанню цієї технології для менших організацій та установ.

Стандартизація даних. Збирання, обробка та збереження даних у стандартизованому форматі є важливим етапом роботи з ГІС.

Однак, багато даних можуть бути недоступні у стандартизованому форматі, що може призвести до складнощів у їх обробці та аналізі.

Конфіденційність даних. У зв'язку з тим, що ГІС містять значну кількість конфіденційної інформації, як, наприклад, місцезнаходження об'єктів, можуть виникати проблеми з приватністю та безпекою даних.

Підтримка та оновлення. Технології ГІС постійно розвиваються, тому необхідно витратити значні зусилля на їх підтримку та оновлення, щоб забезпечити їх ефективну роботу та відповідність сучасним вимогам.

Обробка великих об'ємів даних. Великі об'єми даних є нормою для багатьох ГІС. Обробка таких даних може бути дуже складною, особливо для старіших систем, що може призвести до повільної роботи і складнощів у їх використанні.

Візуалізація даних. Візуалізація даних є важливим етапом в аналізі геоданих. Однак, розробка ефективних інструментів візуалізації є складною задачею, особливо для великих об'ємів даних.

Сучасний підхід до вирішення більшості задач, а саме: якості даних, трансформації інформації в дані, стандартизації даних, збереженню умов конфіденційності даних, обробки великих масивів даних та їх аналізу і візуалізації базується використанні штучного інтелекту.

ChatGPT – чат-бот зі штучним інтелектом (ШІ), розроблений лабораторією OpenAI, доступний з лютого 2023 в Україні, є платформою, що увібрала в себе найкращі сучасні розробки в галузі ШІ і розвивається найшвидше у світі. Це велика статистична модель мови, оптимізована для ведення діалогів та відлагоджена завдяки технікам навчання.

ChatGPT здатен вирішити такі задачі:

1. Перевірка даних на точність (метод контрольних точок).
2. Перевірка даних на повноту (перевірку даних на наявність всього масиву даних).
3. Перевірка даних на актуальність і доступність (перевірка даних на наявність найновішої інформації і її доступність для загального користування).

4. Перевірка даних на унікальність (перевірка, що дані не дублюються).

5. Валідація даних (перевірка даних на відповідність вимогам та стандартам).

6. Візуалізація даних з заданими умовами дизайну, стилю і методу їх відображення.

7. Робота з великими масивами даних.

Використання ChatGPT в роботі ГІС дозволяє суттєво знизити витрати на її використання для кінцевих споживачів і надавати дані кращої якості, які використовуються в агровиробництві і безпосередньо впливають на показники економічної ефективності сільського господарства.

Список використаних джерел:

1. Українське ГІС-ком'юніті «50° North». URL: <http://www.50northspatial.org/>
2. Esri: GIS Mapping Software, Location Intelligence & Spatial. URL: <https://www.esri.com/>
3. Пітак І.В., Негадайлов А.А., Масікевич Ю.Г., Пляцук Л.Д., Шаповров В.П., Моїсєєв В.Ф. Геоінформаційні технології в екології. 2013. С. 13.
4. Дацій О. Формування моделі інноваційно активних підприємств. 2012. С. 174–179.
5. Elite Prosper. From chatbot to cash cow: how ChatGPT can help you become a millionaire: your ultimate guide to ChatGPT millionaire success: building wealth with automation and AI. 2023. P. 37–68.
6. Arsath Natheem S. ChatGPT book for beginners: Getting Started with ChatGPT, The Ultimate Beginner's Guide to Use ChatGPT Effectively. 2023. P. 157–178.
7. Nathan Hunter. The art of prompt engineering with ChatGPT: GPT-4 Update – a hands-on guide for using ChatGPT. 2023. P. 41–49.

УДК 681.518.3:528

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Ковтун Д.М.,

здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
агрономічного факультету,
dksciense@gmail.com

Ревтьо О.Я.,

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри рослинництва та агроінженерії,
Revtyolesya@gmail.com

Херсонський державний аграрно-економічний університет
м. Херсон, Україна

Анотація

Сфери застосування геоінформаційних технологій у сільському господарстві різноманітні і включають науково-дослідні завдання, а також завдання, пов'язані зі зберіганням та обробкою картографічної, атрибутивної, графічної та текстової інформації. Системи управління базами даних використовуються для зберігання, пошуку та видачі інформації за запитом кінцевих користувачів (працівників компанії). Вони можуть містити різноманітну інформацію, таку як дані агрохімічного аналізу ґрунту, аналізу потреби в техніці та обладнанні, моніторингу роботи працівників та аналізу їх ефективності. Геоінформаційні системи дозволяють вирішити і підвищити економічну ефективність підприємства, поліпшити якість і кількість врожаю і спростити ряд завдань для працівників агропромислового виробництва.

Ключові слова: ГІС, геоінформаційні системи, ГІС-технології, сільське господарство, дистанційне зондування Землі

В даний час потік інформації в усіх сферах життя значно збільшується в порівнянні з минулим століттям, необхідно шукати нові способи зберігання, представлення, формалізації та систематизації,

а також автоматичної обробки інформації. Таким чином, зростає інтерес до систем, здатних зберігати та обробляти різного роду інформацію. Такими системами є інформаційні системи, в тому числі ГІС.

ГІС або геоінформаційні системи – це системи для зберігання, аналізу, обробки та редагування просторових даних, тобто даних, що мають географічну прив'язку.

Геоінформаційні системи використовуються в різних сферах людської діяльності: в державному обслуговуванні, в охороні здоров'я, в охороні навколишнього середовища, в транспортному середовищі, в сільському господарстві і т. д.

Застосування ГІС в сільському господарстві обумовлено тим, що в цій сфері діяльності важлива геоприв'язка об'єктів на місцевості.

Сфери застосування геоінформаційних технологій у сільському господарстві різноманітні і включають науково-дослідні завдання, а також завдання, пов'язані зі зберіганням та обробкою картографічної, атрибутивної, графічної та текстової інформації. Системи управління базами даних використовуються для зберігання, пошуку та видачі інформації за запитом кінцевих користувачів (працівників компанії). Вони можуть містити різноманітну інформацію, таку як дані агрохімічного аналізу ґрунту, аналізу потреби в техніці та обладнанні, моніторингу роботи працівників та аналізу їх ефективності. Геоінформаційні системи дозволяють вирішити і підвищити економічну ефективність підприємства, поліпшити якість і кількість врожаю і спростити ряд завдань для працівників агропромислового виробництва [1].

ГІС карти стають наймовірно корисним інструментом з точки зору точного сільського господарства.

Точне землеробство – це комплексна високотехнологічна система управління сільським господарством, яка включає технологію глобального позиціонування (GPS), геоінформаційні системи (GIS), технологію оцінки врожайності (Yield Monitoring Technology), технологію змінної швидкості (Variable Speed Technology) і технології дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

Точне землеробство в основному включає точку зору, що ґрунт на одній частині поля неоднорідний, тому рослини можуть дозрівати

нерівномірно, що призводить до збитків для бізнесу у вигляді повторних процедур (внесення добрива, внесення пестицидів, боротьба зі шкідниками тощо) для певної частини поля.

Точне землеробство поділяється на 4 етапи:

1. Координація даних або створення електронної карти.
2. Опис неоднорідностей – інформація про зміну земель. Вимірювання електропровідності ґрунту в поєднанні з аналізом механічного і хімічного складу ґрунту дозволяє створити точну карту агроекологічних умов.
3. Прийняття рішень – стратегія оптимізації витрат розробляється з використанням відомих даних.
4. Практика роботи з неоднорідностями – застосування обраної стратегії.

Фермери використовують точне землеробство, оскільки це сприяє рівномірному росту та дозріванню рослин, підвищує врожайність та економить на агрохімікатах [2].

Супутникові технології збирають інформацію з землі в реальному часі. Ця інформація може включати мікрохвильову енергію від поверхні Землі, яку можна використовувати для моніторингу виробництва сільськогосподарських культур і прогнозування посух і повеней. Вони також можуть бути індексами рослинності для аналізу рослинності на певній території.

За допомогою квадрокоптерів можна отримати дані про ріст і оцінку чисельності рослин, дані про захворювання рослин, дані про бур'яни та шкідників, а також тривимірні об'ємні дані [3].

Застарілі дані не можуть дати актуальну інформацію про стан ґрунту, і на основі цього неможливо прийняти рішення про те, що садити, наскільки родючий ґрунт та який урожай очікується. Щоб усунути ці застарілі технології з їхніми недоліками, повсюдно впроваджуються нові геоінформаційні системи для бізнесу.

Загалом до таких систем відносяться:

- цифрова модель території, де проводяться агротехнічні роботи;
- відомості про дистанційне зондування Землі;
- відомості про властивості та характеристики ґрунтів;
- карти посівів за роками;

- конкретні дані, необхідні для бізнесу;
- історія обробки полів тощо.

Зараз існує великий вибір програмних продуктів ГІС із кількома інструментами. Найвідомішими з них є ArcGIS, MapInfo, Quantum GIS та ін. До цих геоінформаційних систем можна підключати вузьконаправлені тематичні модулі, які мають різне призначення: від обробки растрових і векторних зображень до створення цифрові моделі та засоби для виконання різноманітних розрахунків.

За допомогою таких картографічних систем аграрії бачать, що росте на ділянці, коли проводився посів, коли останній раз проводився полив і боротьба зі шкідниками, коли ґрунт оброблявся агрохімікатами тощо [4].

Збір інформації для функціонування моніторингу здійснюється за допомогою обладнання, яке приймає сигнал GPS. Для передачі даних використовуються GSM модем і SIM-карта. Передача здійснюється по каналу GPRS через Інтернет. Крім автоматично зібраних даних, система дозволяє імпортувати інформацію із зовнішніх носіїв інформації, або вручну вводити з журналів обліку та реєстрації.

Агропромислове підприємство має в своєму складі велику кількість сільськогосподарської техніки: культиватори, жатки, трактори, плуги, зернозбиральні комбайни, сівалки, катки. Підприємство, яке має такий великий автопарк, намагається так чи інакше контролювати робочий процес і все, що пов'язано з роботою обладнання [5].

Тому, щоб уникнути виснажливої роботи, компанія запроваджує супутниковий моніторинг. Моніторинг дозволяє в режимі реального часу GPS-відстежувати положення сільгосптехніки на карті, контролювати рух, отримувати статистику (витрати палива, всі можливі простоя, фактичні кілометри), а також привчати водіїв до дисципліни, що в сукупності призводить до більш ефективного використання ресурсів компанії.

За допомогою GPS моніторингу можна чіткіше контролювати сільськогосподарську техніку, де б вона не знаходилася. Крім схематичних карт, система моніторингу містить фотографії супутникових карт, які часто є більш ілюстративними [6].

Запроваджений на агропромисловому підприємстві GPS-моніторинг окупиться за кілька місяців завдяки зниженню вартості сільськогосподарської техніки (витрати на паливо та ефективне використання робочого потоку), що дозволяє досягти GPS-моніторингу.

В результаті впровадження системи моніторингу та контролю сільськогосподарської техніки компанія отримує можливість скласти звітність за будь-який період, що цікавить.

Таким чином, перевагами інформаційних технологій є зниження споживання води, поживних речовин та добрив, зниження негативного впливу на навколишню екосистему, зменшення хімічного стоку у місцеві ґрунтові води та річки, підвищення ефективності, зниження цін та багато іншого.

Список використаних джерел:

1. Зацерковний В.І. Застосування геоінформаційних систем у задачах ефективного землекористування. *Наукові праці. Серія: Техногенна безпека*. 2015. Т. 261. № 249.
2. Болтянська Н.І. та ін. Проблеми і перспективи розвитку інформаційних технологій в сільському господарстві. 2020.
3. Павлюк Т., Волонтир Л. Використання сучасних інформаційних технологій в сільському господарстві. *Формування ринкової економіки в Україні*. 2017. Т. 38. С. 122–127.
4. Беспалько Р.І. та ін. Стан використання ГІС для потреб сільського господарства. 2013.
5. Бортнікова О. Інноваційні технології обліку в сільському господарстві. *Формування інформаційного потенціалу бухгалтерського обліку, контроль, аналіз та аудит в умовах глобальних економічних змін*: матеріали. 2013. С. 113.
6. Харченко В.В. Методика ефективного застосування інформаційних технологій в аграрному підприємстві. *Науковий вісник НУБіП України. Серія: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес*. 2014. № 200–1. С. 329–333.

УДК 631.8: 629.7

ПЕРСПЕКТИВНІ ВЕГЕТАЦІЙНІ ІНДЕКСИ НА ОСНОВІ HSL МОДЕЛІ КОЛЬОРОУТВОРЕННЯ

Пасічник Н.А.,

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри агрохімії і якості продукції рослинництва,
n.pasichnyk@nubip.edu.ua

Опришко О.О.,

кандидат технічних наук,
доцент кафедри автоматизації та робототехнічних систем
ozon.kiev@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування
м. Київ, Україна

Анотація

Робота присвячена імплементації традиційних технологій візуального моніторингу рослин в технології точного землеробства, а саме вдосконалення дистанційного моніторингу з допомогою БПЛА. Метою роботи є формування нового підходу до автоматизації візуальної діагностики рослин, котрий базується на адаптації технологій машинного зору до існуючих технологій неконтактної експертної оцінки рослин. Висунуто гіпотезу про можливість створення вегетаційних індексів на основі альтернативної моделі кольороутворення HSL, які мають бути більш стійкими до змін освітлення. Проводились дослідження щодо стійкості до змін освітлення при апаратному коригуванні експозиції знімків а також особливості ідентифікації об'єктів а саме здорового та враженого листя, ґрунту в кольоровому просторі RGB та HSL. Показано, що використання простору HSL забезпечує високу стабільність показників щодо впливу змін освітлення на результати моніторингу при ідентифікації об'єктів. Показано, що кольоровий простір HSL може використовуватись для визначення стану азотного живлення.

Ключові слова: вегетаційні індекси, БПЛА, HSL, зміни освітлення

Технології точного землеробства активно впроваджуються в аграрні практики в індустріально розвинених країнах. Раціональне використання ресурсів, різноділяночний підхід до обстеження й обробітку ґрунту, «адресне» регулювання живлення рослин – актуальні питання прецизійного агровиробництва, навколо чого зосереджуються наукові дослідження. Обов'язковою компонентою в реалізації таких технологій є дистанційний моніторинг, що здійснюється через використання супутників і літальних роботів (БПЛА). Попри значні успіхи щодо визначення загального стану рослинних насаджень, котрі було реалізовано через використання таких вегетаційних індексів, як NDVI, інтерпретація результатів вимірів залишається проблемною. Виникає протиріччя, коли, з одного боку, візуальна діагностика рослин є класичною для агрономів, з іншого, попри стрімкий розвиток пристроїв технічного зору, останнім часом їх застосування в аграрних практиках є вкрай обмеженими. Впровадження БПЛА в практики листової діагностики, на відміну традиційних рішень, дозволить оперативно обстежувати поля в промислових масштабах але потрібні нові підходи щодо інжинірингу даних щодо сприйняття інформації фахівцями та полегшення ідентифікації образів дослідних об'єктів.

Метою роботи є формування нового підходу до автоматизації візуальної діагностики рослин, котрий базується на адаптації технологій машинного зору до існуючих технологій неконтактної експертної оцінки рослин.

На сьогодні технології спектрального моніторингу для управління врожаєм через використання технологій розпізнавання образу об'єктів поділяються на: технології машинного навчання та вегетаційні індекси. Машинне навчання є перспективними напрямом для ідентифікації об'єктів в умовах характерної для біологічних об'єктів невизначеності. Проте машинне навчання потребує великої вибірки даних для навчання системи, як показано в роботі James W. Clohessy (2021) в [1], що складно забезпечити безпосередньо в виробничих умовах господарства.

Попри значний досвід використанням вегетаційних індексів, з 1979 року, тепер вирішують обмежене коло питань – від оцінки

перспектив врожаю до управління азотним живленням, що показано в роботі S. Shvorov (2020) в [2]. Такі технології зручні, коли наявні окремі інформативні канали з високою вибірковістю, на чому і побудовано переважну більшість класичних вегетаційних індексів. Попри широке впровадження спектральне обладнання, що фіксує відбите сонячне випромінювання, потребує атмосферної корекції. Це питання для вегетаційних індексів є критично важливим, для чого, за даними Hongtao Cao (2021) [3] використовуються спеціальні зенітні сенсори, рефлекторні панелі тощо. Такі методичні рішення кардинально ускладнюють систему, а у випадках змінної хмарності вносять до результатів досліджень неприйнятні похибки. З іншого боку, ефективна візуальна діагностика рослин для фахівця-аграрія цілком можлива безпосередньо в польових умовах і не потребує стабілізації освітлення. На думку авторів, поясненням цьому є відмінність обробки інформації у людського ока сенсорів зображення. У систем машинного зору кольорове зображення зазвичай формується шляхом складання трьох базових кольорів, тобто трьох монохромних зображень, зазвичай червоного, зеленого і синього (адитивна модель RGB). Авторами було висунуто гіпотезу про можливість створення вегетаційних індексів на основі альтернативної моделі кольороутворення, котрі будуть більш стійкими до змін освітлення. Такі індекси можуть використовуватись, зокрема, для створення маркерних індексів, заснованих на аномальному забарвленні частин рослин, як показано у роботі M. Dolia (2019) в [4].

Альтернативні простори (HSV, HSL та HSI) використовувались в роботі Rong-Hui Miao (2015) [5] для класифікації сільськогосподарських об'єктів. Автори використовували порогові значення, що виявилось простіше ніж традиційні вегетаційні індекси такі як ExG для ідентифікації рослин показані в роботі Yongcai Zhou (2021) [6]. Автори виявили лише один вегетаційний індекс NSVDI, створений на базі моделі HSL, описаної в роботі Genyun Sun (2019) [7], що призначений для оцінювання ділянки в тіні для супутникових знімків.

Спектральні параметри дослідних об'єктів визначали із використанням фотокамери FC200 – штатного обладнання квадрокоптеру DJI Phantom 2+. Окрім дослідних ділянок пшениці озимої фіксували

ділянки обробленого ґрунту. Використовувались данні 2017 та 2018 року з дослідницького стаціонару щодо систем використання добрив Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП).

Для порівняння *стійкості до змін освітлення* стандартних (RGB) та перспективних маркерних (HSL) вегетаційних індексів було проведено дослідження на посівах пшениці озимої, як найбільш традиційної культури для диференційованого підживлення в нашій країні. Ділянки ріллі були вибрані в якості рефлекторних панелей, оскільки можливість використання штучних панелей для атмосферної корекції за дистанційного оптичного моніторингу в промислових масштабах вкрай обмежена з організаційних та технічних причин. Рівень освітленості оцінювали на основі показників світла (Light Value).

Залежність кількості пікселів від інтенсивності складової кольору за червоним каналом подано на рис. 1.

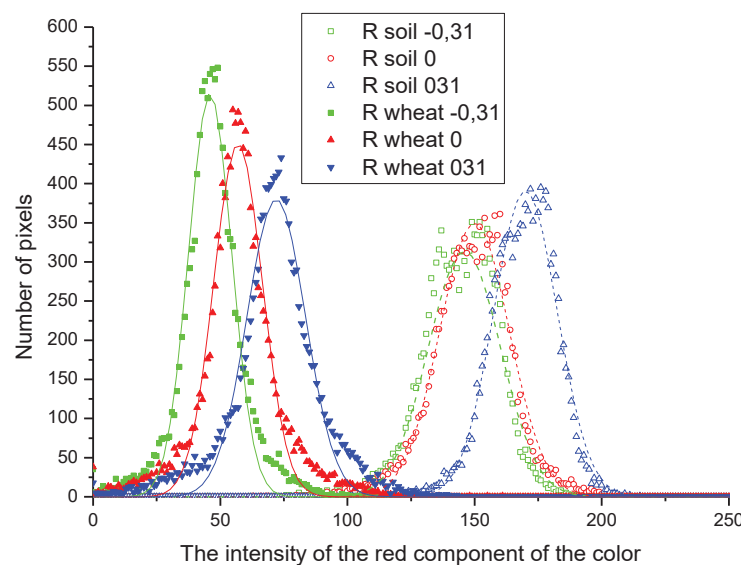


Рис. 1. Залежність кількості пікселів від інтенсивності червоної складової кольору для ріллі та пшениці

Апроксимація залежностей (рис. 1) рівняннями нормального розподілу встановила, що максимуми розподілів за червоною складовою спектру з екпокорекцією $-0,31$, 0 та $0,31$ були рівними для пшениці 46 , 57 , 72 та ріллі 146 , 150 , 170 відповідно.

Якщо для пшениці, за відсутності корекції експозиції, величина інтенсивності складової кольору для максимуму розподілу приблизно відповідає середньому значенню між величинами, отриманими для позитивної та негативної рівнозначної корекції, то для ріллі ситуація інша – максимум змістився. Тобто, використовувати ріллю в якості рефлекторної панелі може бути пов'язано зі значними похибками за атмосферної корекції для традиційних вегетаційних індексів.

На рис. 2 наведено результат обробки тих самих даних для пшениці у колірному просторі HSL.

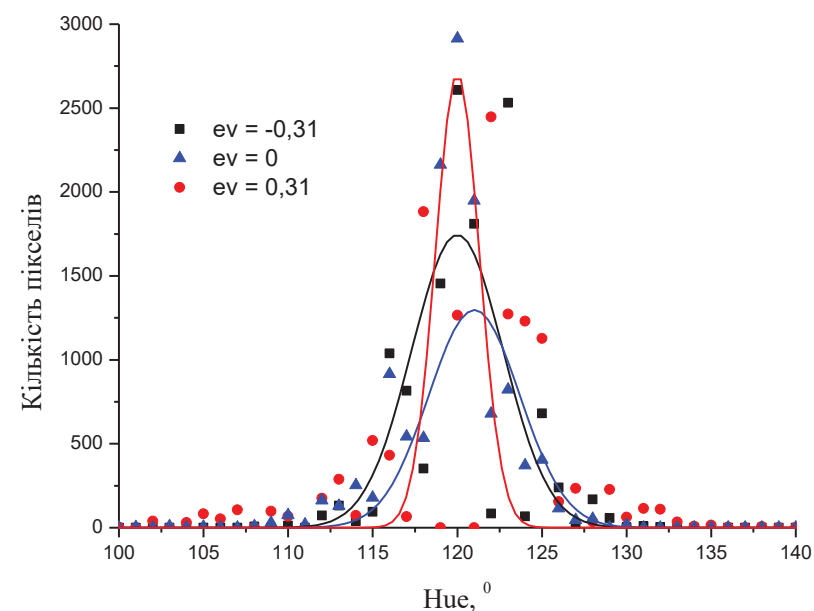


Рис. 2. Залежність кількості пікселів від колірному тону (Hue) для пшениці за різних значень корекції експозиції (EV)

На відміну від кольорової моделі RGB для HSL корекція експозиції практично не вплинула на максимум розподілу колірному тону Hue і становила 120–121°. Тобто стійкість до змін освітлення для індексів, побудованих на альтернативній моделі HSL, є вищою. ФП при дослідженнях 3 травня 2018 року щодо визначення стану азотного живлення було встановлено, що на ділянці де добрива не вносились для сорту пшениці Colonia для кольорової моделі HSL значення Hue становила 118°, а при нормованому внесенні добрив 141° відповідно. Така різниця в показниках є перспективним показником для діагностики стану азотного живлення.

Висновки. Встановлено, що:

- кольоровий простір HSL є придатним для створення вегетативних індексів, зокрема оцінки стану азотного живлення;
- використання для ідентифікації об'єктів простору HSL забезпечує високу стабільність показників щодо впливу змін освітлення на результати моніторингу;
- при використанні ґрунту в якості еталону для оцінки стану освітлення можливі істотні похибки.

Список використаних джерел:

1. James W. Clohessy, et al. Clohessy Development of a high-throughput plant disease symptom severity assessment tool using machine learning image analysis and integrated geolocation. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2021. Vol. 184. 106089. DOI: 10.1016/j.compag.2021.106089
2. Shvorov S., Lysenko V., Pasichnyk N., Lukin V., Martsyfei A. The method of determining the amount of yield based on the results of remote sensing obtained using UAV on the example of wheat, Proceedings. *15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET*. 2020. P. 245–248. 9088648. DOI: 10.1109/TCSET49122.2020.235432
3. Hongtao Cao, Xingfa Gu, Yuan Sun, Hailiang Gao, Zui Tao, Shuaiyi Shi. Comparing, validating and improving the performance of reflectance obtention method for UAV-Remote sensing. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2021. Vol. 102. 102391. DOI: 10.1016/j.jag.2021.102391

4. Dolia M., Lysenko V., Pasichnyk N., Opryshko O., Komarchuk D., Mirosnyk V., Lendiel T., Martsyfei A. Information Technology for Remote Evaluation of After Effects of Residues of Herbicides on Winter Crop Rape. *3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies (AICT)*. 2019. P. 469–473. DOI: 10.1109/AICT.2019.8847850
5. Rong-Hui Miao, Jing-Lei Tang, Xiao-Qian Chen. Classification of farmland images based on color features. *Journal of Visual Communication and Image Representation*. 2015. Vol. 29. P. 138–146. DOI: 10.1016/j.jvcir.2015.02.011
6. Yongcai Zhou et al. Diagnosis of winter-wheat water stress based on UAV-borne multispectral image texture and vegetation indices. *Agricultural Water Management*. 2021. Vol. 256. 107076. DOI: 10.1016/j.agwat.2021.107076
7. Genyun Sun et al. Combinational shadow index for building shadow extraction in urban areas from Sentinel-2A MSI imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2019. Vol. 78. P. 53–65. DOI: 10.1016/j.jag.2019.01.012

УДК 631.67:631.6.03

ОЦІНКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ДОЩУВАЛЬНИХ МАШИН З ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ ДЗЗ

Поліщук В.В.,

кандидат сільськогосподарських наук,
завідувач відділу зрошення,
vitaliypolishchuk@ukr.net

Усатий С.В.,

кандидат технічних наук,
завідувач відділення меліорації,
s_usatiy@ukr.net

Усата Л.Г.,

старший науковий співробітник відділу зрошення,
usata.lg@gmail.com

Салюк А.Ф.,

науковий співробітник відділу інформаційних технологій,
allasaluk@ukr.net
Інститут водних проблем і меліорації НААН
м. Київ, Україна

Анотація

Запропоновано методологічні підходи щодо оцінки працездатності дощувальних машин з використанням даних ДЗЗ, що дозволяють оперативно та успішно виконати обстеження і забезпечити проведення поливу способом дощування згідно технічного регламенту.

Ключові слова: дощувальна машина, оцінка працездатності, ДЗЗ, якість поливу

За умови використання дощування в технологіях вирощування с.-г. культур в більшості випадків виникають питання щодо забезпечення безперебійної та надійної роботи дощувальних машин (ДМ), оперативного моніторингу їх технічного стану протягом експлуатації, особливо тих машин, які не обладнанні сучасними системами керування

та автоматизації. Найбільш актуальними залишаються ці питання для великих зрошуваних масивів, де швидка оцінка якості поливу для декількох одночасно працюючих ДМ відіграє особливе значення у забезпеченні рівномірності поливу по всій зрошувальній площі.

Оцінку технічного стану засобів систем дощування розпочинають з первинного технічного аудиту системи та її складових з метою визначення місць неефективного управління зрошенням (недоплив, перезволоження), де запропонований методологічний підхід найкраще задовольняє умови його проведення.

Оцінку працездатності ДМ виконують у два етапи. На першому етапі визначають працездатність дощувальних машин за даними ДЗЗ, що дозволяють попередньо візуалізувати роботу ДМ у просторі за допомогою показників росту і розвитку рослин (NDVI, OSAVI) або індексів вмісту вологи у ґрунті (чи рослинах) (NDMI) з використанням існуючих безкоштовних програмних продуктів з відкритим кодом (як наприклад, QGIS) (рис. 1).

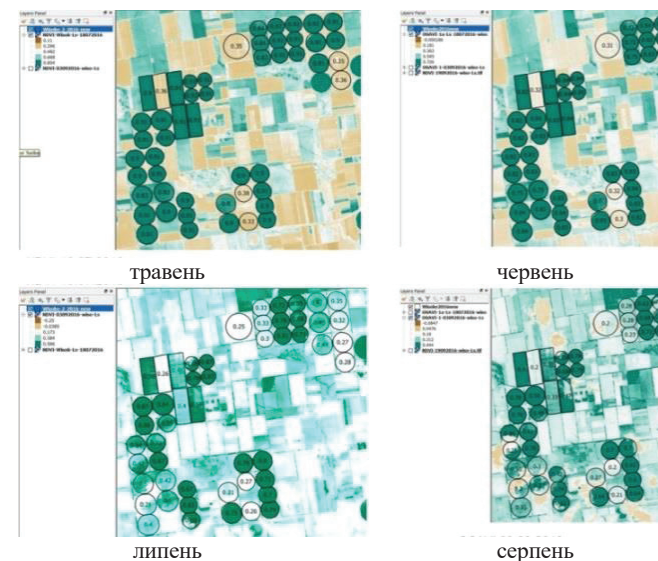


Рис. 1. Приклади визначення вегетаційних індексів (NDVI, OSAVI) на зрошуваних масивах

Аналізування якості стану посівів на полях за величинами вегетаційного індексу NDVI та NDMI дозволяє виокремити поля та зрошувальні машини, на яких спостерігаються проблеми, які виникли в результаті зміни працездатності ДМ, та візуально видима нерівномірність поливу (рис. 2, а) чи незадовільна робота насадок (рис. 2, б).

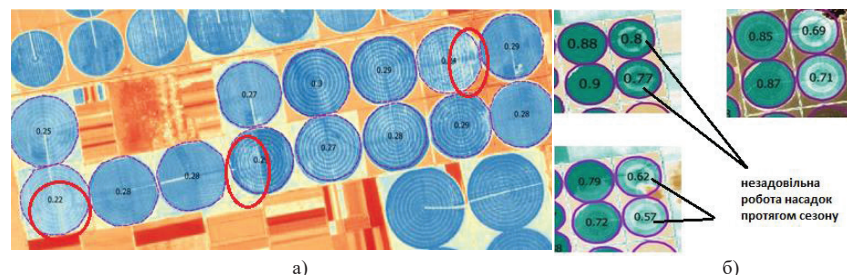


Рис. 2. Оцінка нерівномірності поливу за індексом NDMI (а) і NDVI (б)

Для оцінки працездатності ДМ існують системи дистанційного моніторингу та керування, які вже вмонтовані в сучасні дощувальні машини. Вітчизняний виробник дощувальної техніки – ПрАТ «Завод “Фрегат”» впроваджує систему FregatSmart, керування якою відбувається через контролер за допомогою монітора з екраном «тачскрін». На екран виводяться дані про стан ДМ (норму зрошення, роботу кінцевого дощувального апарату, сектор роботи), інформація про погоду, вологість ґрунту та інша інформація, яка використовується для прийняття рішення щодо керування машиною на смартфон, планшет чи робочої станції. У разі виникнення аварійної ситуації на ДМ проводиться автоматична розсилка sms-повідомлення про аварійну ситуацію. FregatSmart має GPS-приймач для визначення місцезнаходження дощувальних машин та GSM-модем з GPRS передачею даних для зв'язку з сервером оброблення даних. Передача даних реалізована таким чином, що забезпечує захист даних та може здійснюватись навіть за дуже слабким сигналом GSM.

Комплексний аналіз стану рослин та характеру зволоження ґрунту дозволяє визначити пріоритетність оцінки працездатності

ДМ на зрошуваних масивах та оптимізувати точки проведення натурних обстежень на відповідність їхніх технічних характеристик. Поставлені завдання вирішуються у другий етап оцінки, де використовуються експериментальні методи оцінки, виконується безпосередня польова діагностика і лабораторних випробувань технічних засобів систем дощування (мікродощувачі, насадки та ін.) з подальшим статистичним аналізом та моделюванням можливих наслідків.

Випробування дощувальних машин виконують згідно чинної в Україні нормативно-методичної документації. Під час випробувань основними показниками є показники якості дощу: коефіцієнт ефективного поливу, коефіцієнт рівномірності зрошення (коефіцієнт Крістіансена), середня інтенсивність та питома потужність дощу, середній діаметр крапель, за результатами яких розробляються карти розподілу дощу, графіки зміни інтенсивності дощу та встановлюються залежності витрат води від тиску кожної дощувальної насадки. Під час випробувань фіксується діаметр крапель, що утворює насадка, та інтенсивність поливу, що дозволяє встановити діапазони тиску для стабільної роботи складових ДМ.

Аналіз параметрів роботи насадок ДМ дає можливість оцінити їх працездатність з метою забезпечення рівномірності розподілення води в цілому та згідно з паспортними характеристиками, визначити необхідність ремонту чи заміни насадок, регуляторів тиску, визначити діапазони робочих тисків, за яких забезпечується найбільш ефективна робота ДМ.

Комплексне використання даних ДЗЗ, сучасних систем керування ДМ, польових та лабораторних досліджень і випробувань дозволяє успішно оцінити працездатність дощувальних машин, оперативну усунути причини їх незадовільної роботи та забезпечити проведення поливу згідно технічного регламенту.

УДК 004:631.67:504

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ СТАНУ ПОСІВІВ ДЛЯ ОЦІНКИ УМОВ ВЕГЕТАЦІЇ ТА ПРОГНОЗУ ЇХ ПРОДУКТИВНОСТІ

Сайдак Р.В.,

кандидат с.-г. наук,
завідувач відділу використання агроресурсного потенціалу,
saidak_r@ukr.net

Книш В.В.,

аспірант,
головний фахівець відділу використання агроресурсного потенціалу,
iwpim27@gmail.com

Писаренко П.В.,

доктор с.-г. наук, с.н.с.,
головний науковий співробітник відділу зрошення,
pavel_pisarenko74@ukr.net
Інститут водних проблем і меліорації НААН
м. Київ, Україна

Анотація

У матеріалах наведено приклад практичного використання системи *Global Agricultural Monitoring* для моніторингу розвитку рослин в Одеській області. Результати кореляційного аналізу і поліноміальної регресії підтвердили, що *NDVI* можна використовувати як показник для прогнозування урожайності зернових і зернобобових культур у заданих часових інтервалах з досить високою точністю.

Ключові слова: моніторинг, дистанційне зондування, індекс вегетації, прогнозування, залежність, врожайність

Дистанційний моніторинг стану посівів – процес збору та аналізу даних про з використанням сучасних технологій, таких як супутникова зйомка, безпілотні апарати та сенсорні мережі. Зібрані

дані обробляються з метою виявлення можливих проблем, таких як хвороби, шкідники, недостатня вологість, дефіцит поживних речовин та інші.

Нині існують системи дистанційного моніторингу розвитку посівів, які дозволяють відстежувати динаміку та агрометеорологічні умови росту рослин у визначеному регіоні і навіть на конкретному полі. Наприклад платформа *OneSoil* використовує дані дистанційного зондування та штучний інтелект для моніторингу та аналізу умов розвитку рослин на окремих полях господарства. Система прослідковує агрометеорологічні умови вегетаційного періоду та забезпечує оцінку розвитку посівів з високою точністю. Платформа *EOSDA Crop Monitoring* дозволяє здійснювати моніторинг стану посівів та планувати майбутній врожай з використанням супутникових знімків високої роздільної здатності. Проект розроблений в рамках програми *Copernicus* з метою моніторингу земної поверхні в Європі [1] та є безкоштовним для користування, тоді як *OneSoil* є комерційним продуктом. Користувачам доступна динаміка розвитку посівів в режимі реального часу, підтримка та консультації від експертів в сфері аграрного бізнесу. Ресурс <https://ipad.fas.usda.gov> надає доступ до актуальної статистики про виробництво та експорт сільськогосподарських культур. Бази даних оновлюється регулярно. Існує можливість обирати різні параметри для аналізу: країну, продукт, період часу тощо. Дані відкриті для використання дослідниками і надаються у вигляді таблиць, графіків, діаграм та карт.

Переважає більшість систем моніторингу використовує індекси умов вегетації, серед основних: *NDVI* (Normalized Difference Vegetation Index) – індекс нормалізованої різниці вегетації; *EVI* (Enhanced Vegetation Index) – індекс активності фотосинтезу та росту рослин; *LAI* (Leaf Area Index) – індекс площі листової поверхні; *CWSI* (Crop water stress index) – індекс водного стресу, базується на вимірюваннях температури та вологості на поверхні листка для визначення потреби рослин у воді; *TCI* (Temperature Condition Index) – індекс температурних умов, працює шляхом порівнювання фактичної температури повітря з оптимальною для вирощування рослин та багато інших індексів [2, с. 18].

Найбільш поширеним є індекс NDVI, який характеризує щільність рослинності та дає змогу аграріям оцінити схожість, ріст, наявність бур'янів або хвороб, а також спрогнозувати продуктивність полів. Значення індексу пропорційне загальній зеленій фітомасі і зазвичай коливається в межах 0,20–0,80. Якісний стан рослинності за NDVI визначають згідно зі шкалою оцінки, наведеної у табл 1:

Таблиця 1

Якісний стан рослинності за NDVI

Значення NDVI	Стан рослинності
0,71–1,00	дуже добрий
0,56–0,70	добрий
0,41–0,55	задовільний
0,31–0,40	поганий
0,21–0,30	пригнічений

В наших дослідженнях, проведених на прикладі Одеської області, використано можливості системи Global Agricultural Monitoring (GEOGLAM). Ця платформа розроблена та запроваджена спільно Міжнародним союзом з обліку та агропрогнозування (ICRISAT) та Групою з обліку та аналізу даних з супутників (GEO) [2, с. 20; 3, с. 30]. У розробці та підтримці GEOGLAM беруть участь такі міжнародні організації, як Національне управління океанічних та атмосферних досліджень (NOAA) США, Європейське космічне агентство (ESA) та інші національні та міжнародні партнери. Система дозволяє оцінювати стан і динаміку розвитку рослин на основі супутникового моніторингу (знімки Terra або Agua MODIS).

Кореляційний аналіз засвідчив тісний зв'язок між урожайністю зернових і зернобобових культур і NDVI впродовж квітня, травня і червня, який становить 0,78, 0,94 і 0,95 відповідно. Залежність урожайності зазначеної групи культур від NDVI досить точно описується поліномом першого порядку (рис. 1).

Похибка прогнозу урожайності станом на кінець червня становить в середньому ± 2 ц/га, або до 8% (рис. 2).

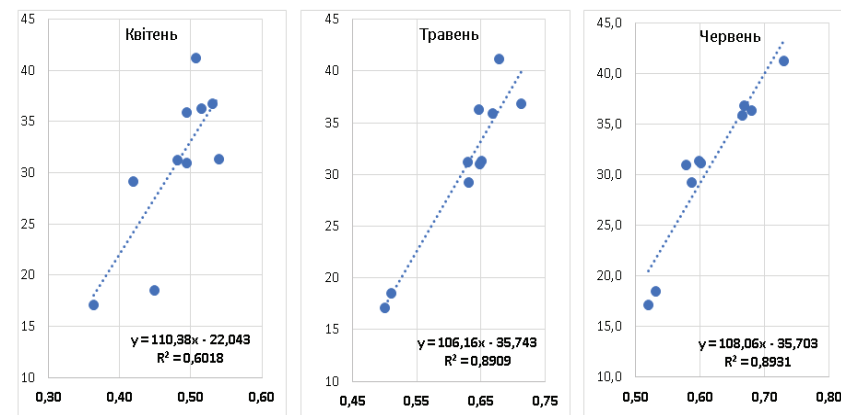


Рис. 1. Залежність врожайності зернових і зернобобових культур від NDVI за 2012–2021 рр. (Одеська область)

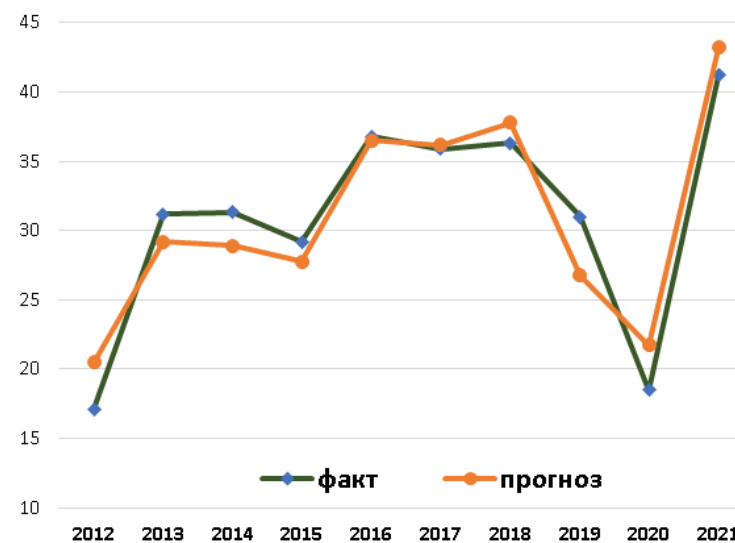
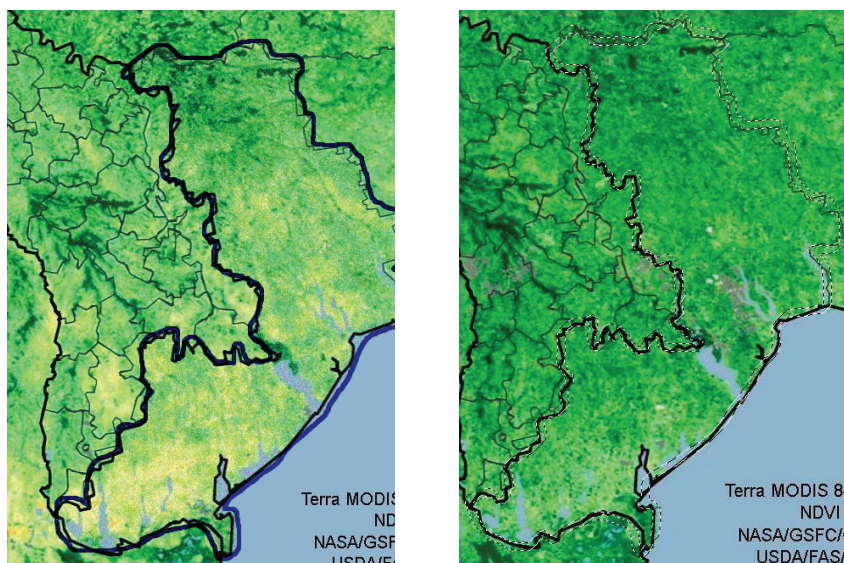


Рис. 2. Фактична та розрахункова врожайність зернових і зернобобових культур в цілому по Одеській області за 2012–2021 рр.

Окрім кількісних значень NDVI, система GEOGLAM дозволяє проводити візуалізацію стану рослинного покриву у заданих часових інтервалах (рис. 3). Так, наприклад, на кінець червня у 2020 та 2021 роках в Одеській області, візуально видно, що в 2020 році на тлі екстремальної посухи спостерігалось значне пригнічення стану рослинного покриву, в той час як у 2021 році – помірно вологі умови забезпечили гарний стан рослин, і як наслідок, значно більшу врожайність зернових і зернобобових культур.



2020 р. NDVI – 0,53;
Урожайність 18,5 ц/га

2021 р. NDVI – 0,73;
Урожайність 41,2 ц/га

Рис. 3. Візуалізація стану рослинного покриву станом на кінець червня в екстремально сухий (2020) і вологий (2021) роки

Отже, практичне використання сучасних інформаційних систем дистанційного моніторингу стану посівів не лише дозволяють оцінювати динаміку розвитку рослин впродовж вегетаційного періоду, але й дають можливість розрахувати достатньо точний прогноз рівня врожайності польових культур з різною завчасністю.

Список використаних джерел:

1. За українським землеробством почали спостерігати з космосу. *Економічна правда*. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2019/01/11/644220/>
2. Тараріко О.Г., Сиротенко О.В., Ільєнко Т.В., Кучма Т.Л. та ін. *Агроекологічний супутниковий моніторинг* : монографія. Київ : Аграрна наука, 2019. 204 с.
3. Данкевич В.Є., Данкевич Є.М. Моніторинг сільськогосподарських угідь із застосуванням систем дистанційного зондування земель. *Економіка АПК*. 2019. № 8. С. 27–33.

РОЛЬ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПОВОЄННОМУ ВІДНОВЛЕННІ УКРАЇНИ

УДК 004.75

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙНУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЗМІН КЛІМАТУ

Антощук С.Г.,
доктор технічних наук, директор,
asg@op.edu.ua,
Інститут комп'ютерних систем

Соловійова Д.В.,
бакалавр комп'ютерних наук,
dianochkasolo1@gmail.com,
Національний університет «Одеська політехніка» НУОП,
м. Одеса, Україна

Анотація

Запропоновано використання технології блокчейн для вдосконалення систем моніторингу та пом'якшення зміни клімату та його впливу на здоров'я людини. Проаналізовано геопросторові методи та дані, що є необхідними у технологіях реагування на зміни погодних умов, підвищення рівня моря та зростання ризиків для благополуччя суспільства. Показано, що гарантувати конфіденційність, цілісність і безпеку геопросторових даних під час обміну даними та керування ними дуже складно. На Україні цій проблеми, на жаль, не приділяється достатньо уваги. Показана доцільність застосування технології блокчейну, яка є ефективною у вирішенні різноманітних проблем безпеки та конфіденційності, при зберіганні геопросторових даних, що значно покращить якість моніторингу та аналізу даних.

Ключові слова: технологія блокчейну, геопросторові дані, відкрита ГІС, збереження конфіденційності та цілісності даних, зміни клімату, моніторинг змін клімату

Протягом останніх декількох десятиліть людство стикається зі зростаючою кількістю непередбачуваних природних катаклізмів. Однією з найгостріших екологічних проблем, які стоять перед людством, є глобальна зміна клімату. Згідно прогнозів провідних міжнародних наукових центрів з дослідження клімату, протягом наступного століття температура підвищиться на 2–5 градусів за Цельсієм. Такі темпи глобального потепління спричиняють серйозні кліматичні зміни і різні екосистеми опиняться під загрозою зникнення [1].

В умовах України виділяють декілька найуразливіших до зміни клімату сфер. Серед основних загроз на території України, викликаних змінами клімату в галузі сільського господарства та виробництва харчових продуктів, можна виділити втрати врожаю через збільшення частоти повеней, необхідність інтенсивнішого зрошення влітку, поширення процесів опустелювання, виникнення несезонних заморозків та збільшення амплітудних коливань температури, зміни режимів дозрівання сільськогосподарських культур та підвищення їх вразливості до ураження шкідниками [2].

Для адаптації до змін клімату, їхнього моніторингу та пом'якшення у геоінформаційній науці застосовуються геопросторові дані та технології. Інформативні візуалізації показують ці події у способі, зрозумілому як науковцям, так і неспеціалістам. У свою чергу органи місцевого самоврядування, некомерційні та інші організації застосовують те, що вони дізналися з географічних моделей, щоб розробити стратегію та прийняти обґрунтовані рішення. Наприклад, дослідження для Департаменту транспорту Пенсільванії, підготовлене Майклом Бейкером [3], мало на меті вивчити історію повеней у штаті, побудувати основу для врахування впливу клімату на майбутні шторми та передбачити проблеми, які можуть виникнути через екстремальну погоду. Дослідницька група використовувала геопросторові дані та методи для аналізу відповідної інформації, такої як історичні дані про опади та показники оцінки ризику для доріг і мостів, а також для створення візуалізацій. Карти небезпек на основі даних дистанційного зондування та супутникових зображень інформують урядовців про поточні умови та про те, які території потребують найбільшої уваги. Групи реагування надають оновлену

інформацію та фотографії з місця, що веде до ефективного та ефективного управління кризою.

Таким чином, геопросторові дані, необхідні для моніторингу змін клімату, генеруються з дуже високою швидкістю, і обсяг даних стає все більшим. Крім того останніми роками зростає потреба в обміні та безпечному використанні надійної просторової інформації, яка може не тільки стимулювати інновації в технологіях і промисловості, але й руйнувати бар'єри даних між різними секторами, тим самим створюючи величезну економічну цінність для країни. Незважаючи на те, що різні типи геопросторових даних здатні давати корисний зворотній зв'язок і надавати цінну інформацію залученим користувачам і службам, важливо й необхідно мати можливість захистити конфіденційність відповідних даних перед тим, як надавати певний доступ (наприклад, анонімність, шифрування тощо). Цілісність і якість геопросторових даних також є критичним питанням створення та підтримки просторової бази даних для зберігання геопросторових даних. Існує сім компонентів якості просторових даних, включаючи походження, позиційну точність, точність атрибутів, повноту, логічну, семантичну точність і часову інформацію. Ці компоненти є важливими аспектами, які слід враховувати, зберігаючи цілісність геопросторових даних.

Існують різні підходи для забезпечення цілісності, конфіденційності та безпеки геопросторових даних та одним з найсучасніших підходів є використання технології блокчейну. Останнім часом технологія блокчейну поступово використовується для різних аспектів геопросторових даних, включаючи збереження конфіденційності геопросторових даних, обмін геопросторовими даними та інші. В Україні наразі ця технологія з метою поліпшення методів моніторингу змін клімату та його впливу на здоров'я людини шляхом впровадження в процес маніпулювання геопросторовими даними не використовується.

Технологія розподіленого реєстру, яка є прозорою і безпечною технологією зберігання та передачі даних, яка працює без будь-якої централізованої довіреної третьої сторони, привернула значну увагу науковців у різних сферах, зокрема у геоінформаційних технологіях.

Блокчейн як технологія розподіленого реєстру має низку характеристик, таких як децентралізація, прозорість, відсутність підробок, консенсус і безпека тощо. Ці характеристики блокчейну є корисними для полегшення обміну та керування геопросторовими даними, і, отже, сприяння розвитку відкритих ГІС. Стандартний блокчейн – це однорангова мережа, яка складається з кількох вузлів, з'єднаних один з одним для збереження копії даних. Дані в блокчейні зберігаються у формі блоків, які об'єднані разом у спосіб «лише додавання». Кожен блок складається з хеш-покажчика, який вказує на попередній блок, мітки часу та даних щодо деталей транзакції. Як показано на рис. 1, кожен блок має цифровий підпис хеш-значенням, яке обчислюється хеш-функцією на основі даних транзакції, мітки часу, одноразового номера та хешу попереднього блоку.

Це гарантує, що блокчейн не піддається підробці. Процес обчислювального консенсусу, а саме підтвердження роботи (PoW), реалізується для визначення того, який вузол може додати новий блок до блокчейну. Будь-яке оновлення або зміна даних у блокчейні має переглядатися та підтверджуватися більшістю вузлів у процесі консенсусу. Після того, як дані записані в блокчейн, неможливо підробити дані, не змінивши всі наступні блоки. Таким чином, технологія блокчейну створює відкрите, прозоре та підзвітне обчислювальне середовище.

Що стосується збереження конфіденційності геопросторових даних, технологія блокчейну в основному використовується в сферах послуг на основі місцезнаходження. Наприклад, у відповідь на проблему витоку конфіденційності користувачів під час перевірки їхньої географічної інформації в службах на основі місцезнаходження, в дослідженні Аморетті (2018) [4, с. 146] запропонували нову децентралізовану, незалежну від інфраструктури схему підтвердження місцезнаходження на основі технології блокчейну. Результати оцінки демонструють, що запропонована схема здатна гарантувати як достовірність розташування, так і збереження конфіденційності користувача.

Оскільки блокчейн побудований на концепції розподіленого володіння інфраструктурою вузлів, він підходить для обміну та обробки геопросторових даних більш прямо та прозоро Чжан (2019)

запропонував модель обміну даними дистанційного зондування на основі блокчейну для вирішення проблем безпеки обміну даними установ дистанційного зондування, враховуючи проблему власності при обміні даними дистанційного зондування [5, с. 59]. Також запропоновано систему на основі блокчейну для обміну та отримання даних без необхідності наявності центрального органу, який може надавати надійні дані для програм дистанційного зондування та гарантувати цілісність даних.

Тому шляхом прив'язки технології блокчейну до просторових координат українських станцій моніторингу погодних явищ та джерел даних вирішується проблема конфіденційності, цілісності та захисту геопросторових даних.

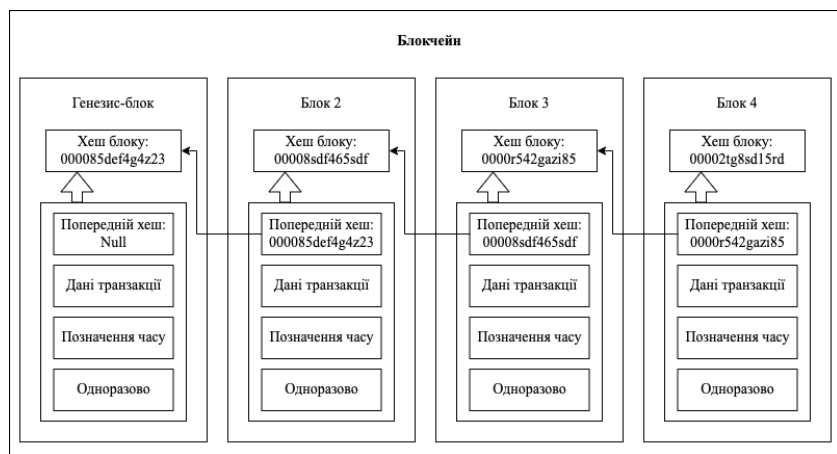


Рис. 1. Приклад блокчейну

Отже, геопросторові методи та інструменти є необхідними для вимірювань, аналізу і моделювання змін клімату та його впливу на здоров'я та благополуччя суспільства. Вони є незамінними для більш точних оцінок і прогнозів, а також для розробки більш оптимізованих планів адаптації до зміни клімату та пом'якшення наслідків.

Використання технології блокчейну в процесі маніпулювання геопросторовими даними у задачі моніторингу змін клімату

підвищить ефективність вирішення різноманітних проблем їх безпеки та конфіденційності, значно покращить точність та достовірність оцінок та прогнозів, що допоможе передбачити наслідки та заздалегідь прийняти необхідні міри для запобігання екологічних катастроф.

Список використаних джерел:

1. Національний екологічний центр України. Зміни клімату. 2020. URL: <https://necu.org.ua/climate/>
2. Національний інститут стратегічних досліджень. «Адаптація до змін клімату в Україні: проблеми і перспективи». Аналітична записка. 2016.
3. Майкл Бейкер Інтернешнл. Фаза 1 дослідження вразливості до екстремальних погодних умов PENNDOT. Департамент транспорту Пенсильванії, 2017.
4. Аморетті М., Брамбілла Г., Медіолі Ф., і Занічеллі Ф. Підтвердження розташування на основі блокчейну. *Міжнародна конференція з якості, надійності та безпеки програмного забезпечення IEEE (QRS-C)*. 2018. С. 146–153.
5. Чжань Л., Гао У., Чен Дж., Ванг Х., Хуанг З. Дослідження моделі обміну даними дистанційного зондування на основі технології блокчейн. *2-га Міжнародна конференція з технології та додатків блокчейн*. 2019. С. 59–63.

УДК 504:528.94:355.4

ВПЛИВ ВІЙНИ НА УКРАЇНСЬКІ ҐРУНТИ: МЕТОДИЧНИЙ АСПЕКТ (НА ПРИКЛАДІ КИЇНСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ)

Бончковський О.С.,
доктор філософії,

голова природничого відділу ГО «Товариство дослідників України»,
geobos2013@gmail.com

Остапенко П.О.,

кандидат географічних наук,
голова ГО «Товариство дослідників України»
ostapenkopavlo@gmail.com

Швайко В.М.,

аспірант,
Volodimirshvayko@gmail.com
Інститут географії НАН України

Бончковський А.С.,

аспірант, молодший науковий співробітник,
andriybonch19@gmail.com
Український гідрометеорологічний інститут

Анотація

У матеріалах висвітлено попередні результати дослідження деградації та забруднення ґрунтового покриву внаслідок бойових дій у Київській територіальній громаді Чернігівської області. Запропоновано методику ідентифікації порушених і забруднених земель з використанням даних дистанційного зондування Землі та їх обробкою в ГІС середовищі. На основі отриманих результатів розраховано фінансовий еквівалент шкоди від забруднення ґрунтів орних земель досліджуваної територіальної громади.

Ключові слова: російсько-українська війна, геоінформаційні системи, дистанційне зондування Землі, забруднення ґрунтів, бомбтурбація, важкі метали

Метою роботи стала якісна та кількісна оцінка завданої шкоди ґрунтовому покриву та оцінка можливих ризиків забруднення ґрунтів Київської територіальної громади, довілля якої зазнало відчутного впливу кампанії воєнного екоциду, організованого росією.

Проаналізовано орні землі станом на березень 2022 року, коли після невдалої спроби захопити Чернігів війська російської федерації завдали масованих артилерійських та авіаційних ударів по території громади. Наслідки цих ударів було дешифровано на космічних знімках високої просторової роздільної здатності від компанії «Махаг» за такою методикою. На основі ліцензії «NextView» для використання супутникових знімків компанії «Махаг» проаналізовано базу даних вебкаталогу «G-EGD» [13] та завантажено серію мозаїк супутникових знімків для території дослідження.

Проведено обробку завантажених мозаїк та підготовлено три зображення супутникових знімків. Здійснено їх геометричну та спектральну корекцію. Сформовані знімки території дослідження охоплюють два періоди: ведення активних бойових дій (22–23 березня 2022 року) та період відновлення господарської діяльності (1 вересня 2022 року). Для виявлення територій орних земель та дешифрування пошкоджень ґрунтового покриву, використано 2 зображення супутникових знімків: WorldView 3 роздільною здатністю 31 см, спектральна комбінація – природні кольори та WorldView 1 роздільною здатністю 31 см, спектральна комбінація – панхроматичний канал. Для виявлення сучасного господарського використання уражених орних земель, використано зображення WorldView 3 роздільною здатністю 31 см, спектральна комбінація – природні кольори.

Найпоширенішим процесом впливу бойових дій на ґрунт є утворення воронки або бомбтурбація [12]. На території Київської територіальної громади дешифровано 4914 воронки, з них 2912 воронки у межах орних земель (рис. 1). Діаметр вивірв коливається у межах 0,5–13,8 м. Воронки, діаметром менше 0,5 м не дешифровано через роздільну здатність космічних знімків. Виходячи із залежності діаметру воронки від калібру зброї, викладеної у [2], визначено вірогідний тип боєприпасів та об'єм переміщеного ґрунту, який склав 3136 м³.

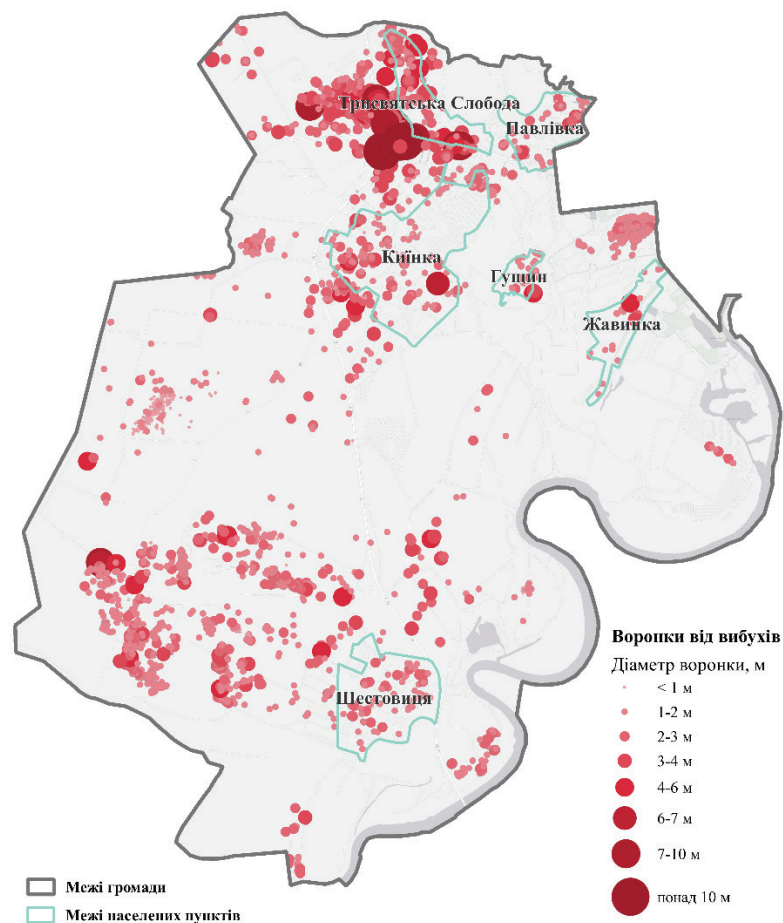


Рис. 1. Воронки, ідентифіковані на орних землях
Київської тергромади

Пропонуємо навколо кожної воронки виділяти зону бомбтурбації та зону забруднення, які принципово різняться між собою за особливостями впливу на ґрунт. Зона бомбтурбації – це ділянка навколо воронки, ґрунти в межах якої зазнали безпосереднього ураження в процесі вибуху – перевідкладення, переміщення, ущільнення,

деформації, максимального забруднення. Зона бомбтурбації відображена на космічних знімках як площа розльоту ґрунту від вибуху. Зона забруднення – це ділянка більшої площі навколо воронки, в межах якої ґрунт переважно не зазнав механічних пошкоджень, однак був забруднений вибуховими речовинами і уламками снарядів. Ступінь забруднення цієї ділянки менший, ніж зони бомбтурбації, проте, на нашу думку, достатній для віднесення таких земель до забруднених. Зону забруднення визначено, виходячи із радіусу розльоту осколків від зброї різного калібру відповідно до [5], враховуючи залежність між діаметром воронки та зони бомбтурбації. У межах орних земель Київської тергромади площа зон бомбтурбації складає 443 365,1 м², тоді як площа зон забруднення досягає 3 869 409,7 м².

Рух військової гусеничної та колісної техніки, вага якої нерідко досягає десятків тон, обумовлює помітне ущільнення ґрунтів. Найбільший ефект ущільнення існує у місцях розвороту гусеничної техніки [11] і в період зволоження ґрунту [8]. Погодні умови у березні 2022 року сприяли зростанню вологості ґрунтів, що могло сприяти їх ущільненню в місцях руху військової техніки. При цьому, супіщаний гранулометричний склад ґрунтів досліджуваної території, які вважаються більш схильними до ущільнення під важкою технікою [9], вірогідно, сприяв ущільненню ґрунту у верхніх генетичних горизонтах.

За даними дешифрування космічних знімків на досліджуваній території виявлено місця руху важкої військової техніки. Найпомітніше ущільнення ґрунту має місце у південній частині громади, на околиці села Шестовиця, де існують численні сліди руху техніки, які утворюють смуги шириною 30–120 м. Інша територія з ознаками помітного ущільнення ґрунту виявлена на захід від с. Трисвятська Слобода, де ідентифікуються численні борозни, утворені у місцях розвороту військової техніки. За оцінками у Київській тергромаді 9 076 193 м² орних земель несуть ознаки ущільнення або переущільнення.

Численні дослідження показують, що в результаті вибуху снаряду або бомби ґрунт зазнає забруднення важкими металами та металоїдами [6; 7; 10; 15]. Однак, тільки частина з них найчастіше досягає

або перевищує гранично допустимі концентрації, зокрема Cd, Pb, Ni, Cu, і Zn [6; 7; 15]. За даними [14], навіть десятиліттями після бойових дій забруднення важкими металами має локалізований характер і не набуває суцільного поширення.

У Київській тергромаді виділено п'ять типів орних земель за ступенем забруднення важкими металами: 1) повністю забруднені, 2) більш, ніж 50% площі забруднені, 3) 10–50% площі забруднені, 4) 1–10% площі забруднені, 5) менше 1% площі забруднені. Ці типи можна позначити як повністю непридатні, переважно непридатні, відносно придатні, придатні та повністю придатні відповідно.

Території, забруднені важкими металами, ймовірно обмежені зонами забруднення, однак з часом внаслідок латеральної і вертикальної міграції важких металів вони стають розмитими. Таким чином, з'являються території вторинного забруднення. Тому в межах Київської тергромади виділено території з геохімічним ризиком забруднення важкими металами: 1) території з високим ризиком одночасної інфільтрації та акумуляції внаслідок чергування окисно-відновних умов важких металів, 2) території з помірним ризиком адсорбції важких металів і 3) території засолення ґрунтів.

Враховуючи морфометричні параметри воронок, а також особливості ґрунтів і материнських порід, визначено місця вірогідної активізації несприятливих геоморфологічних процесів, які матимуть місце передусім на схилах і в днищах воронок. За набором несприятливих геоморфологічних процесів виділено 5 типів ділянок, кожен із яких потребує специфічного підходу до рекультивациі земель.

Розмір шкоди від забруднення ґрунтів на території Київської тергромади розраховано відповідно до Наказу Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 04.04.2022 року № 167 [4]. Для розрахунку прийнято середню нормативну грошову оцінку землі для Чернігівської області станом на 01.01.2022 року, яка складає 24 065,00 грн/га [1]. Коефіцієнти небезпечності забруднюючих речовин визначено відповідно до Додатку 1 «Методики визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства» [3].

Виходячи із високої частотності у забруднених бойовими діями ґрунтах [6; 10; 15] та тривалого часу утримання в ґрунтах [14], лише Cd, Pb, Cu і Zn були враховані при обрахунку розміру шкоди від забруднення ґрунтів. Оскільки в межах орних земель Київської тергромади немає природоохоронних територій, а водозахисні прибережні смуги водних об'єктів практично не перетинаються із зонами забруднення, тому відповідні коефіцієнти не враховувалися. Коефіцієнт складності, необхідний для розрахунку вартості рекультивациі земель, встановлено на основі аналізу SRTM DEM 30 m. Отже, розмір шкоди від забруднення ґрунтів лише орних земель Київської тергромади складає 192 210 855,1 грн.

Виконане дослідження представлено на дашборді, який включає картографічний та статистичний компоненти. Дашборд доступний за посиланням: <https://land.loss.eng.tdukr.com/>. Карта включає 10 тематичних шарів і несе інформацію про фінансові збитки в межах кожної земельної ділянки.

Список використаних джерел:

1. Головне управління ДПС в Чернігівській області. Щодо середньої вартості ріллі по Чернігівській області станом на 01.01.2022 року. URL: <https://ch.tax.gov.ua/media-ark/news-ark/556343.html> (дата звернення: 12.12.2022).
2. Методика комплексного дослідження вибухових пристроїв, вибухових речовин і слідів вибуху / Г.В. Прохоров-Лукін та ін. Київ, 2007. 218 с.
3. Про затвердження Методики визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства : Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від 27.10.1997 р. № 171. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0285-98#n97>
4. Про затвердження Методики визначення розміру шкоди, завданої землі, ґрунтам внаслідок надзвичайних ситуацій та/або збройної агресії та бойових дій під час дії воєнного стану : Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 04.04.2022 р. № 167. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0406-22#Text>

5. Сидоренко В.Л., Азаров С.І. Методика розрахунку небезпечних відстаней при осколковій дії вибуху. *Система озброєння і військова техніка*. 2007. Вип. 4. № 12. С. 30–32.
6. Солоха М.О., Смірнова К.Б., Винокурова Н.В., Семенцова К.О. Варіабельність геохімічного та гранулометричного складу ґрунтів лісостепу України під впливом бойових дій. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С. 109–116. DOI: 10.32848/agrar.innov.2022.14.16
7. Сплодитель А., Голубцов О., Чумаченко С., Сококіна Л. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Київ : ГО «Центр екологічних ініціатив “Екодія”», 2023. 154 с.
8. Althoff P.S., Thien S.J., Todd T.C. Primary and Residual Effects of Abrams Tank Traffic on Prairie Soil Properties. *Soil Science Society of America Journal*. 2010. Vol. 74. No 6. P. 2151–2161. DOI: 10.2136/sssaj2009.0091
9. Braunack M.V. The residual effects of tracked vehicles on soil surface properties. *Journal of Terramechanics*. 1986. Vol. 23. No 1. P. 37–50. DOI: 10.1016/0022-4898(86)90030-3
10. Certini G., Scalenghe R., Woods W.I. The impact of warfare on the soil environment. *Earth-Science Reviews*. 2013. Vol. 127. P. 1–15. DOI: 10.1016/j.earscirev.2013.08.009
11. Halvorson J.J., McCool D.K., King L.G., Gatto L.W. Soil compaction and over-winter changes to tracked-vehicle ruts, Yakima Training Center, Washington. *Journal of Terramechanics*. 2001. Vol. 38. No 3. P. 133–151. DOI: 10.1016/S0022-4898(00)00017-3
12. Hupy J.P., Schaetzl R.J. Introducing «bombturbation», a singular type of soil disturbance and mixing. *Soil Science*. 2006. Vol. 171. No. 11. P. 823–836.
13. Maxar. Global enhanced GEOINT delivery. URL: <https://evwhs.digitalglobe.com/myDigitalGlobe/login>
14. Meerschman E., Cockx L., Islam M.M., Meeuws F., Van Meirvenne M. Geostatistical assessment of the impact of World War I on the spatial occurrence of soil heavy metals. *Ambio*. 2011. Vol. 40. No 4. P. 417–424. DOI: 10.1007/s13280-010-0104-6
15. Tešan Tomić N., Smiljanić S., Jović M., Gligorić M., Povrenović D., Došić A. Examining the Effects of the Destroying Ammunition, Mines, and Explosive Devices on the Presence of Heavy Metals in Soil of Open Detonation Pit: Part 1-Pseudo-total Concentration. *Water, Air, & Soil Pollution*. 2018. Vol. 229. No 9. P. 301. DOI: 10.1007/s11270-018-3957-0

УДК 528.8:504.453

ВИКОРИСТАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ РОЗМІНУВАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗЕМЕЛЬ ТА ВІДНОВЛЕННІ ПОСТТРАЖДАЛИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

Бульба І.О.,

кандидат сільськогосподарських наук,
старший викладач кафедри землеробства, геодезії та землеустрою,
bulba.ihor@gmail.com
Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв, Україна

Анотація

У матеріалах висвітленні актуальні питання використання ГІС-технологій при розмінуванні сільськогосподарських земель та відновленні постраждалих регіонів на прикладі Фермерського господарства «Славутич» Баштанського району Миколаївської області.

Ключові слова: геоінформаційна система, відновлення земель, розмінування, деокупація, вибухонебезпечні предмети

Геоінформаційна система (ГІС) – інформаційна система, призначена для збору, зберігання, аналізу та візуалізації (виведення) просторових даних. Наукова та промислова діяльність, пов’язана з науковою перевіркою, проєктуванням, створенням, експлуатацією та використанням інформаційних систем, називається геоінформатикою [1].

Спеціалізовані ГІС вирішують лише завдання конкретної галузі. Вони мають спеціалізований набір інструментів, який краще підходить для користувачів, яким потрібно вирішити конкретне обмежене коло завдань. Цей тип ГІС створюється на загальній ГІС-платформі або як окрема система [2].

Перспективні технології в сільському господарстві семимильними кроками йдуть у майбутнє. Вони надають велику допомогу

фермерам у їхніх зусиллях оптимізувати витрати, спростити управління фермою та підвищити продуктивність. Збільшення продуктивності та зниження витрат на обслуговування сприяють підвищенню прибутковості [3].

Лютий 2022 року назавжди змінив наше життя, але не зважаючи на бойові дії, фермери продовжують працювати та піклуватись про земельні ресурси та продовольчу безпеку нашої країни.

Фермерське господарство «Славутич» по суті є відокремленою фермерською садибою сімейного типу, виробнича база якого розташована в невеличкому селищі Ясна Поляна Баштанського району (колишній Снігурівський район) Миколаївської області. В цьому населеному пункті проживає 8 мешканців, в основному члени фермерського господарства. Фермерське господарство «Славутич» займається вирощуванням горіху волоського та фундука. Станом на 24 лютого 2022 року господарством висаджено горіху волоського 3,42 га, а фундуку – 19,6 га. Основна площа горіху волоського зайнята сортом Чандлер, а фундуку – Барселонський, Каталонський та Косфорд.

2019 році побудовано крапельну зрошувальну систему, яка розрахована для зрошення 100 гектарів саду. Водозабір здійснюється з річки Інгулець (6 кілометрів нижче за течією за Головною насосною станцією Інгулецької зрошувальної системи). Було заплановано висадку саджанців фундука на площі 90 гектарів до 2025 року.

З 19 березня по 10 листопада 2022 року селище Ясна Поляна перебувало під тимчасовою окупацією збройних сил російської федерації. На виробничій базі Господарства розміщалися російські військові та їхня техніка.

Після деокупації населеного пункту при поверненні до господарства виявлено злочини вчинені окупаційними військами:

- розграбована насосна станція (викрадено насоси);
- викрадено обладнання на фільтростанції та понад 5 тисяч метрів крапельної трубки, інструменти та сільськогосподарський інвентар;
- пошкоджені та розібрані господарські споруди.

У зв'язку з тим, що не проводився полив саду, загинули рослини, висаджені восени 2021 року: 4 тис. 100 кущів фундука та 400 саджанців горіху волоського сорту Чандлер.

Станом на тепер проводяться наступні роботи:

- технічне обслуговування вцілілої техніки;
- обрізка фундука на площі 10,6 гектарів, рослин 6-річного віку;
- висадка саджанців горіха волоського взамін знищених;
- відновлення крапельного зрошення.

Одна із головних проблем, яка стала перепоною відновлення господарської діяльності фермерського господарства – це заміновані території.

На карті нанесено червоним кольором місця, де знайдено вибухонебезпечні предмети або були підриви мін (рис. 1).

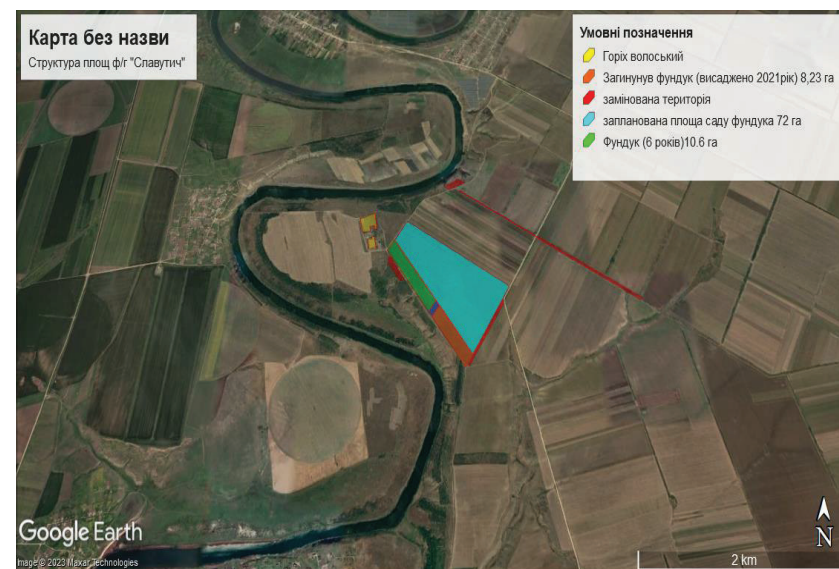


Рис. 1. Земельні ділянки, на яких виявлені міни

Залучено саперів для перевірки на наявність вибухонебезпечних предметів та мін у саду, але всі спеціалісти задіяні на об'єктах критичної інфраструктури. Тому перевірку, розмінування та знешкодження мін робив місцевий мешканець, який набув досвід під час проходження військової служби.

Тобто, розмінування проведене власними силами: знешкоджено дві міни шляхом підризу, три міни знешкоджені військовими. В лісосмугах підризаються тварини (лиси, зайці, навіть фазани).

Станом на тепер відновлюється робота фермерського господарства, але гарантій щодо розмінування територій немає, відомості про самостійне розмінування ніяким органам місцевої і державної влади не надавались.

На лінії зіткнення, де відбувалися бойові дії, велика площа земель, в тому числі сільськогосподарських, забруднена вибухонебезпечними предметами. Для розмінування задіяно багато різних бригад по розмінуванню (ДСНС, гуманітарне розмінування, різні іноземні організації). Великі агрохолдинги та підприємства залучають саперів приватно.

На прикладі Снігурівської міської ради власники і користувачі земельних ділянок разом з працівниками міської ради готують графічні матеріали в ДСНС для подальшої координації розмінування за допомогою геоінформаційного сервісу ГУГЛ Планета Земля. Іноді виникали ситуації надання не коректних координат саперам та необхідності уточнення вихідних даних. Дані надаються про земельні ділянки невеликих фермерських господарств та громадян, які обробляють земельні ділянки одноосібно.

На графічних матеріалах зазначені земельні ділянки, які необхідно перевірити на наявність вибухонебезпечних предметів, станом на 10.04.2023 року, загальна площа складає 2712 гектарів (рис. 2).

Великі господарства, які приватно проводять розмінування невідомо як і куди надають інформацію.

На жаль, інформація про розмінування несистематизована, а саме головне, ведеться різними геоінформаційними системами без залучення спеціалістів з геодезії та землеустрою.

Кадастр (англ., фр. Cadastre; нім. Kataster) – упорядкована геоінформаційна система про правове, природне, господарське, економічне та просторове положення об'єктів, що підлягають обліку в системі відповідного рівня управління. У визначенні головне це просторове положення об'єктів. Кадастр є різновидом інформаційних систем, які повинні використовуватися в процесі здійснення

державного управління, а також тісно взаємозв'язаний з процесом обліку та оцінки природних та земельних ресурсів, об'єктів побутового, соціально-економічного і промислового призначення.



Рис. 2. Земельні ділянки, які необхідно перевірити на вибухонебезпечні предмети

На рівні держави необхідно створити Державний кадастр замінених, забруднених вибухонебезпечними предметами земель та пошкодженої інфраструктури або Кадастр відновлення території, який буде вестися з метою обліку кількісних, якісних та інших характеристик порушених та відновлених земель, пошкодженої інфраструктури та нерухомого майна.

Ведення «кадастру Відновлення територій» повинен здійснювати спеціально уповноважений орган у сфері земельних ресурсів (Держгеокадастр України) із залученням інших зацікавлених органів (ДСНС, поліції тощо) з урахуванням даних державного земельного кадастру на державному рівні, на рівні Автономної Республіки Крим, обласному та районному рівнях, рівні обласних центрів та міст обласного (республіканського Автономної Республіки Крим) значення.

Залучити до роботи сертифікованих інженерів-землепорядників та інженерів-геодезистів та використовувати дані, що містяться в кадастровій документації, розробленій раніше.

Такий облік необхідний насамперед для забезпечення організації та прийняття управлінських рішень, визначення їх ефективності, стратегії відновлення територій, забезпечення необхідною інформацією органів державної виконавчої влади й органів місцевого самоврядування, інших зацікавлених суб'єктів, для визначення кращих напрямків для державних і приватних інвестицій на територіях, які зазнали руйнування внаслідок агресії російської федерації.

З метою відновлення невеликих господарств, постраждалих внаслідок російської агресії, на прикладі фермерського господарства «Славутич», є доцільним вжиття таких заходів:

1. Визначення та реєстрація в державному реєстрі шкоди та збитків, завданих господарствам, для отримання в майбутньому репарацій.

2. Відновлення знищених та пошкоджених меліоративних систем за допомогою коштів міжнародних організацій. Наприклад, є програма, розроблена Інститутом водних проблем і меліорації Національної Академії аграрних наук України, яка фінансується Світовим Банком.

3. Надання допомоги на придбання якісного насінневого матеріалу, саджанців, племінної худоби тощо, в залежності від спеціалізації господарства.

4. Проведення гуманітарного розмінування сільськогосподарських угідь, з використанням спеціального обладнання та залученням кваліфікованих саперів.

5. Розроблення дієвої програми відновлення матеріальної бази малих господарств та одноосібників, які зазнали збитків внаслідок війни, за рахунок Донатів держав, які гарантували відновлення Миколаївської області.

6. Створення сприятливих умов з метою повернення наших громадян, які виїхали за межі області та країни.

7. Розроблення Комплексних планів просторового розвитку територій територіальної громади, з урахуванням подолання

наслідків війни. При необхідності, розроблення робочих проєктів для здійснення заходів з рекультивації порушених земель, поліпшення сільськогосподарських угідь.

Одним із головних пріоритетів нашої держави, я вважаю, повинно бути збереження українського сільського колориту, адже ми аграрна країна і ми повинні пам'ятати наше коріння.

Список використаних джерел:

1. Використання ГІС та ДЗЗ у землекористуванні. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 14-16 лист. 2012 р. Миколаїв : КП «Миколаївська обласна друкарня», 2012. 96 с.
2. Зацерковний В.І. ГІС та бази даних. URL: <https://www.google.com/search?q/>
3. Позняк Е.В. Правові засади здійснення моніторингу об'єктів підвищеної небезпеки. *Актуальні проблеми становлення і розвитку права екологічної безпеки в Україні* : матеріали наук.-практ. круглого столу, 28 березня 2014 р. Київ : Київський нац. ун-т ім. Т. Шевченка, 2014. С. 65-68.

ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ГІС ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ НАСЛІДКІВ ВИДОБУТКУ БУРШТИНУ НА ДОВКІЛЛЯ

Бутенко О.Г.,

доцент, кандидат технічних наук,
директор Інституту дистанційної та заочної освіти,
butenko@op.edu.ua

Карамушко А.В.,

кандидат технічних наук,
ст. викладач каф. екологічної безпеки та гідравліки,
karamushko@op.edu.ua

Любомська О.М.,

магістр каф. інформаційних систем,
olyalyubomska@gmail.com

Булгаков Є.С.,

бакалавр каф. інформаційних систем,
JeffreyChristus@gmail.com,
Національний університет «Одеська політехніка»
м. Одеса, Україна

Анотація

У даній статті описується використання хмарних геоінформаційних систем (ГІС) для виявлення наслідків видобутку бурштину на довкілля. Автори досліджували вплив видобутку бурштину на зниження біорізноманіття, вирубка лісів та забруднення водних ресурсів. Вони використовували дані з різних джерел, таких як супутникові знімки, аерофотознімки та геопросторові дані, для створення детальної картографічної інформації про ділянки з видобутком бурштину. Далі, вони провели аналіз даних, щоб виявити можливі наслідки видобутку бурштину на довкілля, включаючи зміни в лісовому покриві, забруднення водних ресурсів та втрату біорізноманіття. В результаті дослідження, автори рекомендують вживати заходів для регулювання видобутку бурштину та забезпечення сталого використання лісових ресурсів з метою зменшення негативного впливу на довкілля. Використання хмарних ГІС дозволило створити більш точну

та детальну картографічну інформацію про наслідки видобутку бурштину на довкілля та допомогло у прийнятті ефективних заходів для зменшення його негативного впливу.

Ключові слова: геоінформаційні системи, лісові пожежі, моніторинг, GEE, супутникові зображення, дистанційне зондування Землі

Видобуток бурштину може мати негативний вплив на лісогосподарські угіддя, особливо якщо він здійснюється без належної уваги до природи та навколишнього середовища.

Найбільш очевидним впливом видобутку бурштину на ліси є вирубка лісу, необхідного для отримання доступу до бурштинових родовищ. Це може призвести до втрати біорізноманіття, ерозії ґрунту та погіршення якості ґрунту через зниження його стійкості та родючості.

Крім того, видобуток бурштину може викликати забруднення ґрунту та водойм. При видобутку використовуються хімічні речовини, які можуть проникати в ґрунт та підземні води, що призводить до забруднення водних екосистем та втрати їх біорізноманіття.

Також, видобуток бурштину може вплинути на здоров'я дерев та рослинних угруповань, які знаходяться в непрямому контакті з родовищами. Це може призвести до зниження продуктивності лісів, а також до поширення шкідників та хвороб [1, с. 107].

Узагалі, вплив видобутку бурштину на ліси та інші природні екосистеми може бути досить значним. Тому, перед розпочатком будь-яких видобувкових робіт необхідно провести оцінку впливу на довкілля та розробити план заходів щодо мінімізації негативного впливу на природу та навколишнє середовище.

За допомогою Google Earth Engine (GEE), яка є хмарною платформою для обробки та аналізу великих об'ємів геопросторових даних, ми зможемо точно визначити ділянки (рис. 1), де проводиться видобуток бурштину, та виявити площі, які зазнали пошкоджень. GEE є потужним інструментом, який надає безкоштовний доступ до великих об'ємів супутникових знімків, карт та інших геопросторових даних, що дозволяє швидко та ефективно аналізувати зміни на земній поверхні в різних масштабах – від окремих ділянок до всієї

планети. Це забезпечує нам можливість вивчення змін на землі та розробки ефективних стратегій для збереження нашого середовища.



Рис. 1. Деградація лісового покриву після видобутку бурштину

За допомогою розрахунку Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) – це індекс, що використовується для визначення здоров'я рослин, можна виявити зміни в рослинному покриві, такі як зміна використання землі, деградація лісів, ріст та розвиток рослинних культур, виявлення засух та інших екологічних проблем. Він є важливим інструментом для моніторингу довкілля та ведення аграрної діяльності.

Також використовувався ретроспективний аналіз, який базується на використанні інформації, що зібрана в минулому, і дозволяє розуміти, які фактори впливали на певну ситуацію, та як можна було б краще взаємодіяти з нею. Цей метод може бути корисним при вивченні історичних подій, дослідженні економічних та соціальних процесів, оцінці впливу на довкілля та багато іншого.

Після застосування цих методів були побудовані карти змін лісового покриву (рис. 2). Карти дозволяють визначити області

з високим ступенем вирубки та деградації лісів, що дозволяє вжити заходів для збереження лісових ресурсів та екосистем. Крім того, ці карти можуть бути використані для вивчення та прогнозування змін в рослинному покриві та довкіллі в цілому.

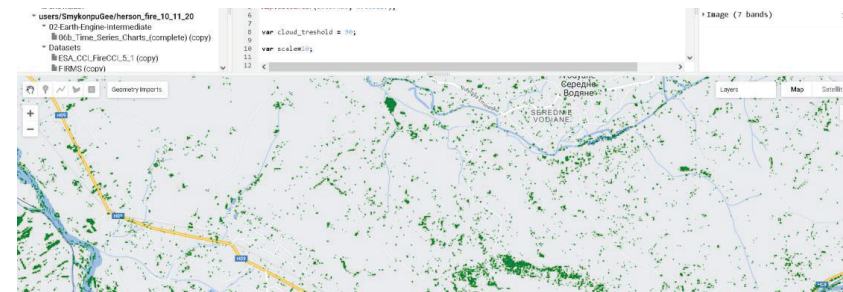


Рис. 2. Різниця між до та після початку видобутку бурштину

Видобуток бурштину може мати негативний вплив на лісові угіддя через вирубку лісів, забруднення водних ресурсів і зменшення біорізноманіття. Щоб знизити цей вплив на довкілля, необхідно вжити заходів щодо регулювання видобутку та відновлення зруйнованих територій.

З ростом попиту на бурштин, існує ризик збільшення тиску на лісові ресурси і забруднення довкілля. Тому рекомендується вживати заходів для регулювання видобутку та забезпечення сталого використання лісових ресурсів.

Для цього необхідно забезпечити строгий контроль над видобутком бурштину та відновленням зруйнованих територій, розвивати альтернативні джерела доходів для місцевих жителів, проводити моніторинг водних ресурсів і забезпечувати їх захист від забруднення, вживати заходів щодо збереження біорізноманіття та екосистем лісових угідь.

Також, необхідно проводити інформаційну роботу щодо впливу видобутку бурштину на довкілля та пропагувати сталий підхід до використання лісових ресурсів. Ці заходи допоможуть знизити негативний вплив видобутку бурштину на лісові угіддя та довкілля в цілому.

Список використаних джерел:

1. Krasovskiy H.Y., Shumeiko V.O., Klochko T.O., Sementsova N.I. Information technologies for monitoring the environmental consequences of amber production in Ukraine. *Ecological Safety and Balanced Use of Resources*. 2018. V. 2(18). P. 107–117. DOI: 10.31471/2415-3184-2018-2(18)-107-117
2. Гнатушенко В.В., Мозговий Д.К., Васильєв В.В., Кавац О.О. Супутниковий моніторинг наслідків незаконного видобутку бурштину в Україні. *Науковий вісник НГУ*. 2017. № 2. С. 99–105.
3. Creating Monthly NDVI Composites (Sentinel-2) on Google Earth Engine. <https://www.geo.fu-berlin.de/en/v/geo-it/gee/2-monitoring-ndvi-nbr/2-2-calculating-indices/ndvi-s2/index.html> (дата звернення 14.02.2023).

УДК 681.518.3:528

РОЛЬ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПОВОЄННОМУ ВІДНОВЛЕННІ УКРАЇНИ

Гаркуша В.О.,
студент,

vitalya.garkusha.ksau@ukr.net

Зубенко В.О.,

кандидат технічних наук, доцент

Zub_valya@ukr.net

Херсонський державний аграрно-економічний університет,

м. Херсон, Україна

Анотація

Розглянута роль геоінформаційних технологій у відновленні України. Показані основні напрями використання геоінформаційних технологій у різних галузях. Наведено конкретні приклади використання геоінформаційних технологій у відбудові. Також надана інформація про те, що потрібно для того щоб використовувати геоінформаційні технології.

Ключові слова: геоінформаційні технології (ГІТ), відбудова, розумне містобудування, захист території, економічний розвиток, моніторинг

довкілля, управління кризовими ситуаціями, вивчення природних ресурсів, вивчення кліматичних змін

Відновлення після військових дій важлива та складна задача для будь-якої країни. Україна не стала винятком, оскільки зазнала дуже серйозних пошкоджень цивільних об'єктів та критичної інфраструктури. Оскільки війна в Україні ще триває і несе багато руйнувань державі, то після завершення воєнних дій країна зіштовхнеться з серйозними проблемами відновлення своєї інфраструктури, економіки та соціальної сфери. Але є засоби які можуть допомогти полегшити процес відбудови та стануть важливою частиною успішного її відновлення.

Одним із таких засобів є геоінформаційні технології, які давно набули поширення і отримали статус інфраструктурної технології, через зручне та не складне використання. Такі технології можуть допомагати у картографуванні, моніторингу довкілля, плануванні відновлення, економічному розвитку та розробці розумного містобудування. Тому дослідження сучасних геоінформаційних, які можуть допомогти полегшати процес відбудови є актуальною темою.

Отже, метою даної роботи є дослідження принципу роботи та функцій геоінформаційних технологій, для корисного та найбільш ефективного використання у повоєнному відновленні України.

Наразі багато міст треба відбудовувати майже з самого початку, це ідеальна можливість для застосування геоінформаційних технологій. Розглянемо більш детально принцип роботи ГІТ. Загалом, відомо, що робота ГІТ базується на зборі, обробці та аналізі геопросторових даних, які зберігаються у цифровому форматі. Ці дані отримуються за допомогою аерофотознімків, супутникових знімків, картографічних матеріалів, даних GPS та інших джерел.

Робота ГІТ починається зі збору інформації про об'єкти на земній поверхні, які потім відображаються на цифровій карті. Ці дані зберігаються в базі даних та потім, якщо знадобиться, можуть бути використані для аналітичних задач. Тобто з зібраної інформації можна створити карти та з їх допомогою проводити різні аналітичні операції. Наприклад на основі даних про топографію та ландшафт можна

визначити оптимальні місця для будівництва вітро- та сонячних електростанцій, а також для прокладання трубопроводів та ліній електропередач.

Отже, визначимо, чим геоінформаційні технології можуть допомогти у відбудові територіальних громад.

По-перше, вони можуть допомогти у плануванні розумного містобудування. Перш за все, ГІТ можуть допомогти в розробці та реалізації планів відновлення. Завдяки геоінформаційним даним можна аналізувати стан території, виявляти найбільш пошкоджені райони та визначати пріоритетні напрямки відновлення. Наприклад, можна визначити, які дороги потребують негайного ремонту, де потрібно збудувати нові будівлі, а де – провести дослідження землі. Тобто вони будуть збирати дані про використання та стан землі, доріг, водних ресурсів та інші фактори які впливають на планування відновлення. За допомогою цього, можна буде розробляти декілька проектів відбудови та обирати найкращий.

По-друге, ГІТ можна використати для забезпечення захисту території. Шляхом створення цифрової картографії та моніторингу території з метою виявлення незаконних забудов та інших порушень. Крім того, ці технології можуть бути використані для моніторингу кордонів та контролю нелегальної міграції.

По-третє, геоінформаційні технології можуть бути важливим інструментом та помічником, і це головне, для економічного розвитку після війни. ГІТ можна використати для розробки нових інфраструктурних проектів та приваблення інвесторів.

Ці три функції ГІТ є найважливішими на початку відбудови.

Після виконання цих трьох процесів можна впроваджувати інші корисні функції геоінформаційних технологій, такі як:

Моніторинг довкілля. ГІТ можна використовувати для моніторингу довкілля та контролювати забруднення. Це дуже важливо після війни, тому що багато промислових об'єктів пошкоджено або зруйновано. Завдяки геоінформаційним технологіям можна точно визначити місця забруднення та вивести карту зон, які потребують найбільшої уваги. Збором та аналізом геоданих можна відслідкувати забруднення повітря, води та ґрунту. За допомогою ГІТ можна

побудувати карту ризиків екологічних порушень та вчасно вживати заходи для їх уникнення. Це може бути важливою частиною у відновленні після війни, так як допоможе керувати кризовими ситуаціями, які можуть виникнути та запобігати екологічним катастрофам. Крім того, їх можна використовувати для збору та аналізу інформації про стихійні лиха, техногенні катастрофи та інші надзвичайні ситуації. Ця інформація буде корисною для влади та рятувальних служб щоб ефективніше керувати кризовими ситуаціями та зменшити їх наслідки.

Вивчення природних ресурсів. ГІТ можна використовувати для вивчення природних ресурсів України. Вони можуть допомогти в зборі та аналізі даних про мінеральні ресурси, ліси, водні ресурси та інші природні ресурси. Така інформація може бути використана для розробки стратегій найефективнішого використання цих ресурсів та допомогти зберегти природні середовища.

Вивчення кліматичних змін. Ці технології можна використовувати для вивчення кліматичних змін та їх впливу на навколишнє середовище. Вони можуть бути використані для аналізу та збору інформації про кліматичні умови та природні катастрофи, що пов'язані зі зміною клімату. Такі дані можуть бути використані для створення стратегій щодо адаптації до зміни клімату та зменшення впливу людської діяльності на навколишнє середовище.

Висновок. Використання геоінформаційних технологій можуть бути для України серйозною підтримкою у відновленні країни на різних етапах. За допомогою цих технологій можна буде прискорити процес відбудови та зробити якнайменше помилок, бо з багатьох варіантів буде обиратися найкращий в кожній галузі та кожному проекті.

Проте важливо розуміти те, що для використання подібних технологій повинні бути гарно підготовлені фахівці, які будуть володіти добре знаннями та мати професійні навички. Також, треба забезпечити відповідні умови для розвитку цієї галузі. Тобто рівень технічної оснащеності та інфраструктури для збору та обробки геоданих.

З усього вищезгаданого, можна сказати, що Україна має великий потенціал в галузі геоінформатики. Але до цього кроку треба щільно готуватись.

Список використаних джерел:

1. Бондаренко Е.Л. Геоінформаційне еколого-географічне картографування. К. : Фітосоціоцентр, 2007. 272 с.
2. Барладин А.В., Городецкий Е.М., Даценко Л.Н. Прикладные ГИС для науки и практики. *Геоінформаційні системи і муніципальне управління* : збірник наукових праць до міжнародної науково-практичної конференції. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2000. С. 130–136.
3. Сергиенко Д. Особенности применения ГИС в электроэнергетике. *Connect. Мир связи*. 2012. № 3.
4. Лисогор В.М., Лисогор Ю.А. Моделі систем електропостачання гірничих підприємств на основі сучасних географічних інформаційних технологій. *Сучасні проблеми мікроелектроніки, радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування (СПМРТП-2006)* : матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції. Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. С. 23–24.

УДК 631.417.2: 528.88

ЗАСТОСУВАННЯ NDVI У ДИСТАНЦІЙНОМУ МОНІТОРИНГУ ВМІСТУ ГУМУСУ В ҐРУНТАХ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Лиховид П.В.,

кандидат сільськогосподарських наук, докторант,
старший науковий співробітник

відділу зрошувального землеробства та декарбонізації агроєкосистем,
pavel.likhovid@gmail.com

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН,
м. Одеса, Україна

Анотація

Вивчення зв'язку між величиною NDVI вільного від рослинності ґрунту та вмістом у ньому гумусу проводили для періоду 2022–2023 рр. на вхідному наборі з 1478 пар даних. Відношення між вищезгаданими показниками встановлювали у штучній нейронній мережі за різної архітектури та темпу навчання моделі. У результаті найкращу точність

прогнозування вмісту гумусу в ґрунті за даними NDVI отримано в мережі з п'ятьма нейронами в прихованому шарі при коефіцієнті темпу навчання (підсилення) 0,8 – середня абсолютна похибка склала 12,28 %.

Ключові слова: геоінформаційні системи, ґрунтові зйомки, нормалізований диференційний вегетаційний індекс, OneSoil, Sentinel

Повоєнне відновлення агропромислового сектору економіки України вимагатиме обов'язкового проведення обстежень ґрунтів територій, які зазнали негативного техногенного впливу під час бойових дій з приводу їх еколого-меліоративних властивостей, рівня забруднення та родючості. Для цього можуть використовуватися як традиційні методи виконання ґрунтових зйомок і польових обстежень, так і сучасні засоби, доступні в геоінформаційних системах.

Сучасні геоінформаційні системи створюють нові можливості для виконання оперативного моніторингу стану довкілля на територіях будь-якого рівня та масштабу, забезпечуючи заощадження часу, трудових і матеріальних ресурсів. При цьому якість одержаної інформації часто не поступається останній, отриманій внаслідок виконання тривалих і ресурсоємних робіт безпосередньо на дослідних об'єктах. Одним із перспективних напрямків застосування геоінформаційних технологій у комбінації з даними дистанційного зондування Землі є моніторинг стану ґрунтів, який можна здійснювати як із використанням специфічних індексів, так і за допомогою поширених вегетаційних індексів, наприклад, нормалізованого диференційного вегетаційного індексу (NDVI). Втім, для цього потрібно мати відповідне науково-методичне забезпечення [1].

Метою даної роботи є вивчення взаємозв'язку між величиною NDVI, зафіксованою на вільному від рослинності полі (чорний пар), та середнім вмістом гумусу в орному шарі на даному полі (дослідній ділянці). Роботу виконували для ґрунтів Херсонської області, в основному, зосереджених у Херсонському районі (дослідні поля та ділянки Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН).

Вивчення виконували для періоду 2022–2023 рр. із використанням штучної нейронної мережі (алгоритм роботи – зворотне

поширення помилки) із кількістю нейронів у прихованому шарі від одного до п'яти, темп навчання – 0,8–1,0 [2, 3]. У роботі застосовували вільні від хмар та інших спотворень знімки полів та їх ділянок з платформи OneSoil AI (надає комбіновані знімки з сателітів Sentinel-1 та Sentinel-2). Загалом було оброблено та включено у вхідний масив даних 1478 дослідних пар. Вміст гумусу в ґрунті по досліджуваним полям і ділянкам взято із результатів останніх зйомок ґрунтів Херсонської області, а також за результатами аналізів зразків ґрунту за останні 10 років, виконаних в агрохімічній лабораторії Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН. Точність прогнозу оцінки вмісту гумусу за результатами роботи штучної нейронної мережі після її навчання та тестування встановлювали за величиною середньої абсолютної похибки у відсотках (MAPE) відповідно до загально визначених градацій [4].

Як видно із результатів оцінки моделювання вмісту гумусу в ґрунті за показниками NDVI, найкращу ефективність і точність прогнозу забезпечила штучна нейронна мережа з п'ятьма нейронами та темпом навчання (коефіцієнтом підсилення) 0,8 (табл. 1). Нейронні мережі з іншою архітектурою та вищим темпом навчання мали суттєво нижчу адекватність вхідному набору даних і дещо нижчу точність (вищу помилку). В цілому, точність прогнозу можна оцінити як гарну (MAPE в межах 10–20 %).

Таблиця 1

Оцінка моделі, розробленої в штучній нейронній мережі,
для прогнозування вмісту гумусу в ґрунтах Херсонської області
за величиною NDVI

Параметри штучної нейронної мережі	R	R ²	MAPE
5 нейронів; коефіцієнт підсилення 1,0	0,45	0,20	13,27 %
1 нейрон; коефіцієнт підсилення 1,0	0,48	0,23	12,45 %
1 нейрон; коефіцієнт підсилення 0,8	0,48	0,23	14,24 %
5 нейронів; коефіцієнт підсилення 0,8	0,54	0,29	12,28 %

Таким чином, результати пілотного дослідження дозволяють стверджувати про можливість дистанційного моніторингу

родючості ґрунтів Херсонської області за показниками нормалізованого диференційного вегетаційного індексу. В подальшому дослідження буде розширено деталізованими даними щодо вмісту гумусу в ґрунтах регіону, а також встановлено взаємозв'язок між даними супутникового моніторингу та іншими властивостями ґрунтів.

Список використаних джерел:

1. Lykhovyd P.V. The use of spatial normalized difference vegetation index for determination of humus content in the soils of Southern Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023. Vol. 24. No. 4. P. 223–228.
2. Murphy K.P. Machine learning: A probabilistic perspective. Cambridge : MIT Press, 2012. 247 p.
3. Rumelhart D.E., Williams R.J. Learning internal representations by error propagation. *Parallel Distributed Processing*. 1986. No. 1. P. 318–362.
4. Blasco B.C., Moreno J.J.M., Pol A.P., Abad A.S. Using the R-MAPE index as a resistant measure of forecast accuracy. *Psicothema*. 2013. Vol. 25. No. 4. P. 500–506.

UDC 631.95:615.849: 528.8.04

COMPLEX RADIOECOLOGICAL-LANDSCAPE MAPPING AS AN ELEMENT OF POST-WAR RECOVERY OF POLISSIA OF UKRAINE

Raichuk L.A.,

PhD in Agricultural Sciences, Senior Researcher,
Head of the Department of Radioecology and Remote Sensing of Landscapes
edelvice@ukr.net

Kuchma T.L.,

PhD in Agricultural Sciences, Senior Researcher,
Laboratory of Aerospace Sensing of Agrosphere
tanyakuchma@gmail.com

Institute of Agroecology and Environmental Management of the NAAS,
Kyiv, Ukraine

Abstract

A method of radioecological zoning of agrolandscapes (complex radioecological-landscape mapping) has been developed to improve the radioecological and socio-economic situation through planning and/or optimizing countermeasures implementation in the Ukrainian Polissia region affected by the Chernobyl accident, based on the features of radionuclide migration from agrolandscapes, as well as to determine the priorities for the development of agricultural production on the radioactive contaminated territory.

Keywords: radionuclides, remote sensing, radioecological-landscape mapping, zoning, integral indicator

A series of recent studies suggests that radioactive contamination of the territory of Ukraine due to the Chernobyl disaster is becoming an increasingly complex issue, encompassing not only the radiation aspect but also social, economic, and general ecological aspects. Addressing these complex issues requires the application of integrated interdisciplinary approaches, and therefore, the working hypothesis of this study is the possibility of using geoinformation methods for the systematic investigation of such complex problems as the radioecological situation in the Ukrainian Polissia region

in the remote period after the Chernobyl disaster and obtaining an adequate integrated assessment of this situation. This requires the availability of generalized complex data on significant territories. The cartographic representation of existing data on the radioecological situation is fragmentary in terms of volume, themes, novelty, localization, and disconnected from the impact recipients (population and environment). The experimental-practical development of zoning both the entire territory of the Ukrainian Polissia and administrative districts separately according to the classification of landscapes based on the degree of radionuclide removal is relevant not only for practical aspects of cartographic modeling of the radiation-contaminated territory but also for constructing a typical cartographic model-sample for generalizing radioecological information [1]. This will facilitate the decision-making process for the management of returning the agricultural lands of Polissia in Ukraine to operation and contribute to minimizing the manifestation of the food crisis.

The aim of this research is to develop radioecological-landscape mapping both to improve the radioecological and socio-economic situation by planning and/or optimizing the implementation of countermeasures in the region, based on the peculiarities of the radionuclide transfer from agricultural landscapes, and to identify priorities for the development of agricultural production on the radioactive contaminated territory of Ukrainian Polissia. This includes ensuring the implementation of the points provided for by the European Green Deal by our state, as well as minimizing the food crisis caused by Russian military aggression.

The developed method of radioecological zoning of agrolandscapes (integrated radioecological-landscape mapping) involves a landscape approach with integration of data from a number of thematic maps using a grid-based approach (radioecological factors are presented in the cells of a regular grid depending on the chosen spatial scale). Information on the relevant characteristics of the territories is presented as cartographic data from open sources of information.

When creating the radioecological-landscape map, nine stages were implemented:

1. Determination of hydrographic conditions of the territory (using the OpenStreetMap database of publicly available cartographic data [2]).

2. Determination of the morphology of the relief of the territory (using SRTM data – Shuttle Radar Topography Mission [3]).

3. Creation of a map of the intensity of runoff accumulation (using the «saga wetness index» tool with corresponding parameters).

4. Determination of the predominant soil cover (based on research results presented in the Public Cadastral Map of Ukraine [4]).

5. Estimation of the contamination levels of the territory with ¹³⁷Cs (based on publicly available data from the National Atlas of Ukraine [5]).

6. Determination of the land cover type (from The Copernicus Global Land Service – CGLS portal [6]).

7. Obtaining a layer of the ¹³⁷Cs contamination level of landscapes (according to developed coefficients).

8. Determination of the dose load on the population (using WBC-surveys or publicly available data from the General Dosimetric Survey of populated areas in Ukraine [7]).

9. Determination of the level of radioecological criticality of the territory (using a complex indicator).

All actions to achieve the goal are carried out in the open-source software QGIS. The validation of the radioecological-landscape mapping was conducted for the village of Rozsohivske, Narodytskyi district, Zhytomyr region, Ukraine, with coordinates 51°07'15.2"N29°00'49.6"E.

The evaluation of the level of radioecological criticality of the territory is carried out using a complex integral indicator (1), which represents the combined effect of the environmental characteristics presented in the thematic maps used:

$$R_c = R_d \times S_t \times R_a \times S_o \times S_c + P_t \times P_c \times D_y \times D, \quad (1)$$

where: R_c – level of radioecological criticality of the territory; R_d – coefficient of hydrographic conditions (distance from water bodies); S_t – coefficient of terrain morphology (slope steepness); R_a – coefficient of runoff accumulation intensity; S_o – coefficient of predominant soil cover; S_c – coefficient of territory contamination by ¹³⁷Cs; P_t – coefficient of surface cover of the territory; P_c – coefficient of landscape pollution level; D_y – dose load on the population; D – coefficient of dose load level.

Whereby, the agrolandscape is considered as a single entity, i. e., a system of natural ecosystems and agroecosystems that are interrelated and influence each other.

To illustrate the radiological-landscape mapping, the village of Rozsohivske, Narodytsky district, Zhytomyr region was selected. As a result of mapping, a map of levels of radioecological criticality of the territory was obtained (Fig. 1).

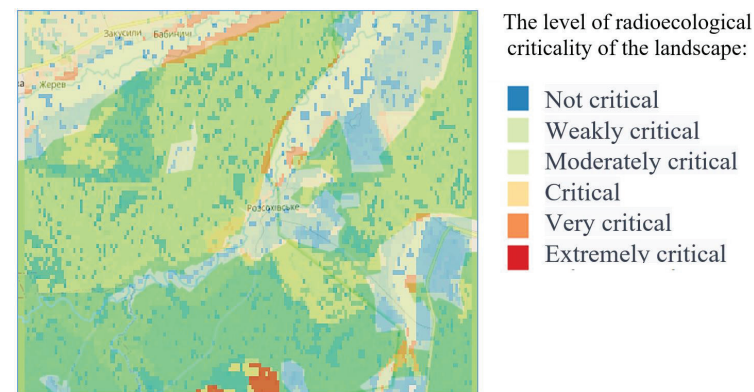


Fig. 1. Map of radioecological criticality levels near the village of Rozsohivske

Thus, radioecological-landscape mapping will enable the assessment of the suitability of radioactively contaminated lands in the region for agricultural production, with a reduction in the time and cost required for monitoring to compensate for the temporary loss of agricultural lands in the south of Ukraine and to minimize food crises. The radioecological-landscape mapping method significantly expands the possibilities and results of scientific research on the state of radioecological contamination of agrolandscapes and their suitability for agricultural production. It is intended, in particular, to take into account the levels of risks arising from the contamination of agricultural lands with radionuclides at the stage of production planning and to provide information support for the solution of environmental rehabilitation problems in the context of radiation

contamination, to ensure conditions conducive to human life and economic rehabilitation of the radionuclide-contaminated region.

References:

1. Lev T.D., Prister B.S., Vynogradskaya V.D., et al. Basinovo-landshaftnyi pryntsyyp v otsiniuvanni stupenia radioekolohichnoi krytychnosti terytorii Ukrainy – [Basin-landscape principle in assessing the degree of radioecological criticality of the territory of Ukraine]. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal – Ukr. geogr. j.* 2018. V. 4(104). P. 49–58. DOI: 10.15407/ugz2018.04.049 [in Ukrainian]
2. OpenStreetMap. URL: <https://www.openstreetmap.org/export#map> [in English]
3. Shuttle Radar Topography Mission. URL: <http://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/> [in English]
4. Publichna kadastrova karta Ukrainy – [Public Cadastral Map of Ukraine]. URL: https://map.land.gov.ua/?cc=3461340.1719504707,6177585.367221659&z=6.5&l=kadastr&bl=ortho10k_all [in Ukrainian]
5. Natsionalnyi atlas Ukrainy – [National Atlas of Ukraine]. URL: <http://wdc.org.ua/atlas/7030100.html> [in Ukrainian]
6. The Copernicus Global Land Service. URL: <https://lcviewer.vito.be/2015> [in English]
7. Likharyov I.A., Kovgan L.M., Vasilenko V.V. et al. Zahalnodozimetrychna pasportyzatsiya ta rezultaty LVL-monitorynhu v naselenykh punktakh Ukrayiny, yaki zaznaly radiiaktivnoho zabrudnennya pislya Chornobylskoyi katastrofy. Dani za 2011 r. Zbirka 14. – [General dosimetric passportization and results of WBC-monitoring in settlements of Ukraine affected by radioactive contamination after the Chernobyl accident. Data for 2011. Collection 14]. Kyiv [n.d.], 2012. [in Ukrainian].

УДК 004:631.4: 631.421:631.471¹

**МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ
СМАРТ-КОМУНІКАЦІЙ ТА ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ
ПРИ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ ҐРУНТОВОГО
ПОКРИВУ ДЛЯ ОБ'ЄКТИВІЗАЦІЇ ДАНИХ**

Соловей В.Б.,

кандидат сільськогосподарських наук,
завідувач відділу ґрунтових ресурсів,
gruntpokrov@ukr.net

Залавський Ю.В.,

кандидат біологічних наук,
старший науковий співробітник відділу ґрунтових ресурсів,
yurazzz84@ukr.net

Лебедь В.В.,

кандидат біологічних наук,
старший науковий співробітник відділу ґрунтових ресурсів,
swdiscover@gmail.com

Національний науковий центр

«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»,
м. Харків, Україна

Анотація

Розглянуто актуальні питання методики польового обстеження ґрунтів з використанням смарт-комунікацій та ГІС-технологій. Показано необхідність створення ГІС-адаптованої віртуальної карти-версії ґрунтового покриття, перспективи використання смартфона або планшета в якості смарт-комунікаційних засобів для зменшення трудомісткості та витрат часу у польових умовах. Розроблено оглядові карти різного рівня для оцінювання впливу бойових дій на ґрунти.

Ключові слова: смарт-комунікаційні технології, ГІС, дослідження ґрунтового покриття, ґрунти, методичні основи, військова аграрія рф

Вступ. Згідно із Законом України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» генетичні типи ґрунтів, їх гранулометричний склад входять до набору геопросторових даних, необхідних для прийняття ефективних управлінських рішень. Дуже важливим з точки зору отримання об'єктивних даних є польовий етап ґрунтового обстеження. Традиційно багато часу витрачається на опис профілю ґрунту, зокрема місця закладення розрізу, індексів генетичних горизонтів, органолептичних ознак кольору, вологості, щільності, гранулометричного складу, включень тощо. Особливо це важливо для ґрунтів, зруйнованих під час військової агресії рф [1, с. 2–4]. Кожна хвилина часу у польових умовах буквально на вагу золота, тим більше за вірогідності обстрілів. Через це виникає потреба, відповідно експериментальних даних минулих років, застосовувати сучасні ГІС та смарт-комунікаційні технології для зменшення витрат часу та підвищення об'єктивності даних.

На сьогодні існують розрізнені дані щодо застосування смарт-комунікаційних технологій у польових умовах при обстеженні ґрунтів. Тому необхідно узагальнити існуючі експериментальні дані та певний досвід, не тільки на камеральному, а й у польовому етапі досліджень.

Мета роботи – розробити методичні основи застосування смарт-комунікаційних технологій при польових дослідженнях ґрунтового покриву для об'єктивізації даних.

Об'єкт досліджень – польове дослідження ґрунтів із застосуванням ГІС та смарт-комунікаційних технологій.

Предмет досліджень – властивості ґрунтів, які забезпечують їх об'єктивну ідентифікацію особливостей генезису.

Методи досліджень – морфолого-генетичний, профільно-аналітичний, порівняльно-географічний, експедиційний, геоінформаційний.

Результати досліджень. Для аналізу можливостей застосування оптичних космічних знімків для визначення стану ґрунтів, було досліджено територію Оскільської та Барвінківської громад Ізюмського району Харківської області, де поблизу населених пунктів Дібрівне та Довгеньке бої точилися протягом п'яти місяців [5].

Удосконалено методичні підходи до створення карт-версій ґрунтового покриву. Карта версія ґрунтового покриву створюється у підготовчий період шляхом синтезу реальних особливостей, контурів ґрунтів з карт минулого обстеження, віртуальних виділів згідно з даними дистанційного зондування тощо. В якості картографічної основи можуть використовуватися космічні знімки достатньо високої якості, власне картографічні основи відповідного масштабу (як правило 1:10 000). Досвід роботи з картосхемами агровиробничих груп в якості картографічної основи або основного джерела ґрунтової інформації в основному негативний через їх низьку якість і труднощі з прив'язкою у системі географічних координат. Проте в якості допоміжного матеріалу використання можливе. Точки відбирання проб, ґрунтові розрізи плануються заздалегідь, повинні бути на карті-версії.

Встановлено необхідність попереднього орієнтовного оконтурювання гіпотетичних виділів ксероморфно-еродованих ґрунтів схилів [6, с. 96–101]. Подібно до методу пластики рельєфу, передбачаються можливі межі ґрунтових виділів за лініями перегину рельєфу. За прямої форми схилів, яка дуже рідка зустрічається, орієнтовно на схилах «теплої» експозиції слабксероморфні ґрунти зустрічаються при крутизні понад 1,5–2,0°, середньоксероморфні – понад 3°. Сильноксероморфні можуть бути лише на опуклих частинах цих схилів. Ґрунтове обстеження рівнинних територій, рельєф яких ускладнений западинами, має методичні особливості у вигляді системи маршрутних ходів згідно полігонального розміщення цих мікрорельєфних утворень.

Як космічні зйомка, так і результати аерофотозйомки з безпілотної не забезпечують виділення 100 % западин, тому на карті-версії слід передбачати маршрутний хід згідно виявленої симетрії у розміщенні, щоб мати можливість візуально помітити решту.

Карта-версія адаптована зі смартфоном або планшетом в якості смарт-комунікаційних засобів, дозволяє пришвидшити процес ґрунтової зйомки. Основний недолік – труднощі у роботі за сонячної погоди, особливо для осіб з певними вадами зору. Крім того, є певні незручності при необхідності роботи в умовах дощової погоди.

Визначено перспективні можливості використання мобільного гаджету для польового дослідження ґрунтів. Смартфон як атрибут ґрунтознавця використовується в якості комунікаційного гаджету [3, с. 84–86]. При польовому дослідженні ґрунтового покриву його використання різнопланове:

- для фотографування профіля ґрунту;
- для безпосереднього обстеження з використанням карти-версії;
- для польового опису морфології профілю ґрунту;
- для якості певного замітника приладу GPS.

Узагальнено досвід безпосереднього використання даного гаджету для морфологічного описування профілю ґрунту. Досліджено різні варіанти – від заповнення трафаретних таблиць описування до передачі даних та індексів горизонтів безпосередньо ґрунтознавцю, що знаходиться у приміщенні [2, с. 5–6].

Встановлено, що з метою економії часу найбільш перспективним є використання для описування профілю ґрунту диктофону, особливо коли обмаль часу через наближення негоди або сутінок. Досвід описування профілю традиційним методом до польового журналу показує недоліки через можливі проблеми з олівцем, ручкою або навіть через контакт журналу з розчином соляної кислоти, крім того дощова погода, нерозбірливий почерк тощо.

Встановлено, що використання диктофону смартфона в 2–3 рази зменшує витрати часу в польових умовах. У камеральних умовах голос чітко розпізнається, можливо без зусиль заповнити журнал, навіть іншому співробітнику. Головне – витримати порядок описування.

Розроблено методичні основи застосування смарт-комунікаційних технологій при польових дослідженнях ґрунтового покриву. Врахування технічних можливостей мобільних гаджетів дозволяє зменшити трудомісткість ґрунтових обстежень у польовий період та зекономити час на перебування у полі, що має особливе значення у військовий час.

Розроблено методологічні підходи до польового обстеження ґрунтового покриву, постраждалого під час військової агресії рф. Це необхідність інформації, отриманої дистанційним шляхом, щодо локалізації та особливостей порушення ґрунтового покриву,

обов'язковість дотримання техніки безпеки у польових умовах стосовно вибухонебезпечних предметів.

Визначено можливості використання безкоштовних джерел супутникових даних для дистанційного дослідження стану ґрунтів, постраждалих від ведення бойових дій. Встановлено, що найбільш перспективним є використання космічних знімків супутників Sentinel-2 [4, с. 94–96]. Їх можна ефективно використовувати для ідентифікації слідів авіаударів, поодиноких вирв від снарядів великого калібру та скупчень вирв від снарядів малого калібру (рис. 1). Така інформація значно покращує результативність досліджень стану ґрунтового покриву, постраждалого від бойових дій.



Рис. 1. Приклад використання космічних знімків супутників Sentinel-2

Удосконалено елементи польового опису ґрунтів, що знаходилися у зоні бойових дій. При описуванні загальних умов місцевості вказується вид порушення ґрунтового покриву, характер поверхні ґрунту, нетиповий її колір, особливості ботанічного складу рослин тощо. При описуванні безпосередньо морфологічної будови профілю необхідно звертати увагу на характер переходу генетичних горизонтів ґрунту, нетиповість їх співвідношень за глибиною, наявність видимих порушень за кольором, структурою та присутністю артефактів

військового походження. Генетичні горизонти, для яких властиві порушення військового походження, слід індексувати латинською літерою «W». Пропонується замінити літеру «Z» для зоогенних горизонтів на більш змістовну комбінацію «ZOO».

Розроблено набір оглядових карт регіонального рівня впливу військових дій на ґрунти: Харківської області (рис. 2, а) та Харківського району (рис. 2, б).

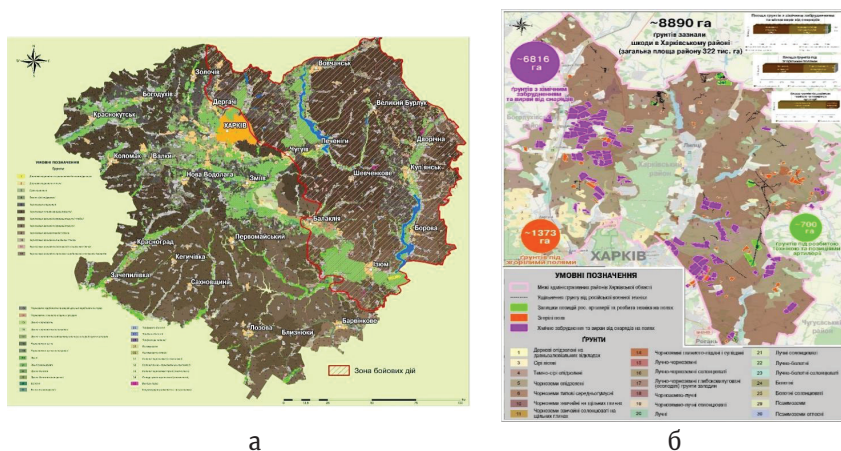


Рис. 2. Оглядова карта ґрунтових ресурсів Харківської області (а) та Харківського району зони воєнних дій (б)

Висновки. Розроблено методичні основи застосування мобільних гаджетів на польовому етапі обстеження ґрунтового покриву для зменшення його трудомісткості, втрат часу та підвищення точності.

Удосконалено методичні підходи до створення карт-версій ґрунтового покриву у підготовчий період. Визначено особливості попереднього оконтурювання ареалів ксероморфно-еродованих ґрунтів схилів відповідно пластики рельєфу та запропоновано оригінальний підхід до складання маршрутних ходів на територіях із западинами.

Визначено перспективні можливості смартфонів при польовому обстеженні, це економія часу та зменшення трудомісткості досліджень.

Розроблено методологічні підходи до польового обстеження ґрунтового покриву, постраждалого під час бойових дій.

Особливого значення набуває використання супутникових даних Sentinel-2 для локалізації вивів від авіабомб та снарядів, а також застосування удосконалених елементів описування профілю ґрунтів.

Список використаних джерел:

1. Балюк С.А., Кучер А.В., Солоха М.О., Соловей В.Б., Смірнова К.Б., Момот Г.Ф., Левін А.Я. Вплив збройної агресії та воєнних дій на сучасний стан ґрунтового покриву, оцінка шкоди та збитків, заходи з відновлення : наук. доп. Харків : ФОРМ Бровін О.В., 2022. 102 с.
2. Залавський Ю.В. Інформаційно-комунікаційні технології як засіб збору даних про ґрунтовий покрив в польових умовах для потреб картографування ґрунтів. *Теорія і практика інноваційних розробок молодих вчених у ґрунтово-агрохімічній науці* : Всеукр. наук.-пр. кр. стіл для молодих вчених, 18-19 травня 2017 р. Харків, 2017. С. 5-6.
3. Лебедь В.В., Залавський Ю.В. Сучасні методи дослідження ґрунтового покриву з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 3. С. 84-86.
4. Лебедь В.В. Можливості використання безкоштовних джерел супутникових даних (космічних знімків) для дистанційного дослідження стану ґрунтів, постраждалих від ведення бойових дій. *Сучасний стан ґрунтового покриву України в умовах збройної агресії російської федерації* : збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції, 20 жовтня 2022 р. Харків : ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», 2022. 174 с.
5. Мапа війни в Україні. URL: <https://deepstatemap.live/#6/48.727/32.278>
6. Полупан М.І., Величко В.В., Соловей В.Б. Розвиток українського агрономічного ґрунтознавства: генетичні та виробничі аспекти : монографія / за ред. доктора с.-г. наук М.І. Полупана. Київ : Аграрна наука, 2015. 400 с.

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНА ЧАСТИНА

<i>Вожегова Р.А.</i> Використання ГІС-технологій у сучасному землеробстві в умовах змін клімату	4
<i>Заришняк А.С.</i> Перспективи розвитку геоінформаційних технологій в умовах змін клімату	7
<i>Антощук С.Г., Смик С.Ю., Олійник В.М.</i> Визначення площ лісових пожеж за допомогою хмарних геоінформаційних систем	10
ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ СТАНУ АГРОЛАНДШАФТІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТЕНДЕНЦІЙ ТА ХАРАКТЕРУ ЗМІН КЛІМАТУ	
<i>Вовк В.М.</i> Онлайн візуалізація і аналіз багаторічних супутникових кліматичних даних центральної України з використанням вебплатформи GIOVANNI – NASA	16
<i>Іванов О.В., Арсірій О.О., Беляєв К.О.</i> Аналіз аварійних ситуацій на АЗС та їх екологічних наслідків в геоінформаційних системах	23
<i>Сластін С.О., Глуган Ф.В., Кривошея Є.А., Пасічник Н.А.</i> Геоінформаційний моніторинг природних та антропогенних явищ засобами НЦУВКЗ	30
<i>Тараріко О.Г., Ільєнко Т.В., Кучма Т.Л.</i> Сучасні методи оцінювання та прогнозування впливу змін клімату на ландшафти та продуктивність агроекосистем з використанням ДЗЗ/ГІС	34

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

<i>Бояркіна Л.В., Шарій В.О.</i> Перспективи використання ГІС-технологій у зрошуваному землеробстві в умовах змін клімату	41
<i>Власов В.В., Ляшенко Г.В., Бузовська М.Б., Булаєва Ю.Ю., Мельник Е.Б., Попова Г.К.</i> Використання геоінформаційних технологій для ампелоекологічного картографування територій	46
<i>Волошин М.М.</i> Організація водокористування на основі застосування геоінформаційних технологій в умовах проведення земельної реформи та змін клімату	50
<i>Діденко Н.О., Коломієць С.С., Сардак А.С.</i> Оцінка впливу технологій обробки ґрунту та способів зрошення на продуктивність кукурудзи (за поєднання ГІС та ДЗЗ)	56
<i>Світличний О.О., П'яткова А.В., Буяновський А.О., Цуркан О.І.</i> Використання ГІС-технологій в оцінці ерозійних втрат ґрунту у правобережному Лісостепу та Степу України	63
<i>Скрипниченко Д.А., Зубенко В.О.</i> Аналіз застосування геоінформаційних технологій у кліматично орієнтованому землеробстві	70
<i>Шевченко А.М., Даниленко Ю.Ю., Богаєнко В.О., Боженко Р.П., Лютницький С.М.</i> Методика просторового оцінювання забезпеченості територій атмосферними опадами	76
ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ І ПРОГРАМНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ В АГРОВИРОБНИЦТВІ	
<i>Аверчев О.В., Нікітенко М.П.</i> Перспективність впровадження інноваційних технологій у АПК України	83

Алмашова В.С. Застосування геоінформаційних систем і технологій у проведенні моніторингу ґрунтового середовища	87
Гуторов О.І. Інноваційний розвиток рисівництва на основі цифрових технологій	93
Іванов Г.М., Петренко С.О., Валентюк Н.О. Досвід використання геоінформаційних технологій для розробки проєктів закладання багаторічних насаджень мигдалю	98
Каруна В.В., Шатковський А.П. Використання штучного інтелекту для вирішення сучасних проблем геоінформаційних систем в агровиробництві	106
Ковтун Д.М., Ревтьо О.Я. Застосування геоінформаційних систем у сільському господарстві	110
Пасічник Н.А., Опришко О.О. Перспективні вегетаційні індекси на основі HSL моделі кольороутворення	115
Полицук В.В., Усатий С.В., Усата Л.Г., Салюк А.Ф. Оцінка працездатності дощувальних машин з використанням даних ДЗЗ	122
Сайдак Р.В., Книш В.В., Писаренко П.В. Використання геоінформаційних систем дистанційного моніторингу стану посівів для оцінки умов вегетації та прогнозу їх продуктивності	126

РОЛЬ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПОВОЄННОМУ ВІДНОВЛЕННІ УКРАЇНИ

Антощук С.Г., Соловійова Д.В. Використання технології блокчейну для моніторингу змін клімату	132
---	-----

Бончковський О.С., Остапенко П.О., Швайко В.М., Бончковський А.С. Вплив війни на українські ґрунти: методичний аспект (на прикладі Київської територіальної громади)	138
Бульба І.О. Використання ГІС-технологій при розмінуванні сільськогосподарських земель та відновленні постраждалих регіонів України	145
Бутенко О.Г., Карамушко А.В., Любомська О.М., Булгаков Є.С. Використання хмарних ГІС для виявлення наслідків видобутку бурштину на докільля	152
Гаркуша В.О., Зубенко В.О. Роль геоінформаційних технологій у повоєнному відновленні України	156
Лиховид П.В. Застосування NDVI у дистанційному моніторингу вмісту гумусу в ґрунтах Херсонської області	160
Raichuk L.A., Kuchma T.L. Complex radioecological-landscape mapping as an element of post-war recovery of Polissia of Ukraine	164
Соловей В.Б., Залавський Ю.В., Лебедь В.В. Методичні основи застосування смарт-комунікацій та ГІС-технологій при польових дослідженнях ґрунтового покриття для об'єктивізації даних	169

Наукове видання

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

Збірник матеріалів
Міжнародної науково-практичної конференції

20 квітня 2023 року,
м. Одеса

Обкладинка – В. Савельєва
Верстка – І. Стратій



Підписано до друку 21.04.2023 р.
Формат 60x84/16. Папір офсетний.
Цифровий друк. Гарнітура Merriweather.
Ум. друк. арк. 10,46.
Наклад 300. Замовлення № 0523-031.

Видавництво та друк: Олді+
65101, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1,
тел.: +38 (095) 559-45-45, e-mail: office@oldiplus.ua
Свідоцтво ДК № 7642 від 29.07.2022 р.
Замовлення книг:
тел.: +38 (050) 915-34-54, +38 (068) 517-50-33
e-mail: book@oldiplus.ua

