

УДК 651.3:518.33

Н. СТУПЕНЬ¹, З. РИЖОК²

¹ Національний університет “Львівська політехніка”, вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна, тел. +380673706682, e-mail: nazstupen@gmail.com

² Львівський національний аграрний університет, вул. В. Великого, 1, Дубляни, Львівська область, 30831, Україна, тел. +380939432302, e-mail: zoryana.rizhock@gmail.com

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ

За мету поставлено розкрити методологію побудови геоінформаційної моделі сільськогосподарського землекористування у вигляді послідовності виконання взаємозв'язаних функцій від початку збирання даних до керування ними, а також необхідних для їх підтримки баз геоданих. Встановлено, що геоінформаційна модель допоможе користувачу виконувати управління процесом геооброблення з метою наочного відображення усіх процесів і взаємозв'язків між ними, динамічного оновлення, внесення значень для параметрів кожного інструмента моделі, редагування її структури, зміну взаємозв'язків між ними, а також зміни значень, визначених для інструментів параметрів для того, щоб мати можливість експериментувати з вихідними даними. Обґрунтовано основні структурні компоненти геоінформаційної моделі на порталі геоданих GIS Data. Для цього застосовано методику використання геоінформаційних систем із відкритим доступом на основі даних дистанційного зондування Землі. За інформацією із супутникових знімків високої роздільної здатності можна виявити нецільове використання земель, вести моніторинг за станом посівів, оцінювати стан угідь, спостерігати за розширенням площ сільськогосподарських земель, зокрема їх розораності, використанням земель, не внесених у систему Державного земельного кадастру. Одержані результати запропоновано застосовувати для управління та оцінювання стану сільськогосподарського землекористування. Наукова новизна дослідження відображає суть геоінформаційного моделювання за допомогою порівняння сучасного стану сільськогосподарського землекористування з оптимальними моделями, побудованими в результаті оцінювання придатності земель за допомогою геоінформаційних систем на базі порталу геоданих GIS Data. У статті висвітлено практичне застосування геоінформаційних платформ OneSoil, GFW MAPBUILDER, Worldview, Sentinel Hub Playground та SoilGrids для оцінювання ефективності землекористування. Вони надають можливість ідентифікувати та вести облік площ посівів, прогнозувати урожайність та оцінити стан вирощування культур, визначати площу посівів, встановлювати межі ділянок, що потребують внесення добрив, вести контроль за здійсненням сівозмін та якістю проведення агротехнічних заходів.

Ключові слова: модель; геоінформаційне моделювання; геоінформаційне картографування; геопортал; геодани; сільськогосподарське землекористування.

Завдання ефективного використання землі належно не виконується через відсутність достовірної інформації про її стан і використання. В сучасних умовах прогресивно зростає антропогенне навантаження на земельні ресурси, а зміни у структурі землекористування потребують створення, негайного упровадження системи спостереження і контролю за використанням, станом земель із метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, недопущення й усунення наслідків негативних процесів, що відбуваються в країні [Зацерковний В. І., 2014]. Отримати таку інформацію можна у разі створення і функціонування геоінформаційної моделі сільськогосподарського землекористування за допомогою геообробки даних.

Через потребу в забезпеченні інформаційної підтримки для прийняття рішень щодо аналізу та прогнозування стану земель сільськогосподарського землекористування постає завдання – створення інформаційної структури, що повинна сприяти здійсненню оперативного моніторингу земель, формуванню наборів комплексних цифрових тематичних карт та геоінформаційних моделей для відображення їх актуального стану. Важливу роль у створенні такої інформаційної структури відіграє підхід геоінформаційного картографування, застосування якого передбачає розроблення відповідних моделей баз геопросторових даних.

У середовищі Open Source сучасні ГІС-платформи синтезують геомоделі, здатні реалізовувати різномані-

тні завдання для того, щоб [Довгий С. О., Красовський Г. Я., Радчук В. В., Трофимчук О. М., 2018]:

- отримати об'єктивні оцінки розораності визначених ділянок територій суб'єктів адміністративно-територіального устрою держави;
- одержати оцінки показників родючості ґрунтів;
- відстежити динаміку процесів вітрової та водної ерозії ґрунтів;
- обґрунтувати оптимальний або ефективний склад заходів щодо поліпшення родючості ґрунтів у межах визначених земельних масивів;
- визначити сезонну або багаторічну динаміку вмісту гумусу в ґрунті;
- здійснювати інвентаризацію та контроль сівозмін;
- виконувати інвентаризацію топографічних параметрів визначених земельних масивів;
- отримувати оцінки стану сільськогосподарських культур у періоди несприятливих метеорологічних умов;
- забезпечити функції дієвого сезонного моніторингу сільськогосподарських земель.

Проблеми моніторингу сільськогосподарських земель та ґрунтів із застосуванням геоінформаційного моделювання відображено в роботах С. Ю. Булигіна [2012], В. Є. Данкевича [2019], С. О. Довгого [2018], О. О. Железняк [2015], В. І. Зацерковного [2011; 204], І. З. Колба [2013], С. С. Кохан [2015], Н. Лазоренко-Гевель [2014], І. М. Шелковської [2014] та інших фахівців.

І. М. Шелковська [2014] розглядає питання щодо розроблення структурно-функціональної моделі ГІС для моніторингу земель адміністративних територій на прикладі території сільської ради. Ця модель складається із цифрових, растрових даних, даних дистанційного зондування Землі та баз геопросторових даних. Сучасний стан запровадження технологій дистанційного зондування земель для моніторингу сільськогосподарських угідь розглядали В. Є. Данкевич та С. М. Данкевич [2019] на рівні підприємства та держави. О. О. Железняк та Л. В. Гебрин [2015] у своєму дослідженні запропонували заходи з усунення недоліків сучасного землекористування на території Закарпатської області на основі застосування аерокосмічних методів знімання та геоінформаційних технологій для підвищення ефективності використання земельних ресурсів. Практику використання геоінформаційних та геостатистичних методів для аналізу даних агроекологічного моніторингу ґрунтів Київської області описує Н. Лазоренко-Гевель [2014] і робить висновок про те, що якість ґрунтів Київської області змінюється від задовільної (на півночі) до кризової (на півдні та південному сході).

Однак у працях цих науковців не розкрито питання перетворення даних з метою послідовного вибору інформації, її перетворення для аналізу та прийняття рішень, виведення та уніфікації подання результатів аналізу, формалізації географічних та картографічних даних на основі застосування геопросторових моделей. Перед нами поставлено завдання, що полягає в уніфікації, структуруванні, модифікації набору даних у геоінформаційній моделі для забезпечення системи моніторингу якості земель сільськогосподарського землекористування, ефективного їх формування у геоінформаційному середовищі. Недостатня визначеність підходів до формування геоінформаційної моделі сільськогосподарського землекористування, складу та структури картографічної бази даних для забезпечення її функціонування у системі моніторингу, дистанційного зондування Землі зумовили потребу в проведенні досліджень у цьому напрямку, що пов'язано з можливістю підвищення ефективності використання земель за рахунок інтеграції ГІС технологій.

Мета дослідження полягає в обґрунтуванні основних структурних компонентів геоінформаційної моделі на порталі геоданих GIS Data для моніторингу за станом використання земель сільськогосподарського землекористування.

В умовах сучасного динамічного розвитку суспільства, ускладнення технічної та соціальної інфраструктури інформація стає стратегічним ресурсом, що визначає ефективне землекористування. На цій інформації ґрунтуються всі продуктивні управлінські рішення й дії. Сучасні інформаційні технології, зокрема геоінформаційні, системи GPS і дистанційного зондування Землі, стали важливим чинником, засобом підвищення ефективності землекористування [Зацерковний В. І., 2014].

Сьогодні ГІС – незамінний засіб дослідження питань, пов'язаних із просторово розподіленою інформацією, зокрема введення і збереження вихідної інформації, ефективного оброблення та аналізу просторових даних [Шелковська І. М., 2014]. Завдання ефективного землекористування потребують застосування сучасних методів та інформаційних технологій з підтримки прийняття рішень. Такі системи ґрунтуються на ефективному використанні ГІС для аналізу і подання просторових даних, а також методів з підтримки прийняття рішень, зокрема інструментів моделювання.

Геоінформаційне моделювання – це технологія, яка інтегрує різні методи проектування, створення, використання й аналізу геоінформаційних моделей для дослідження об'єктів навколишнього природного середовища на основі впорядкування і трансформування даних про об'єкти за рахунок взаємодії із

об'єктами бази геопросторових даних [Кохан С. С., Москаленко А. А., 2015].

Модель – це опис завдання геооброблення у формі блок-схеми, складної команди, скрипта чи командного файлу. Створення такої моделі є одним із найпростіших способів авторизації й автоматизації технологічного процесу, відстеження завдань геооброблення. Вона дає змогу послідовно виконувати кроки технологічного процесу, вносити в нього зміни чи повторювати його знову й знову.

Побудова моделі геооброблення допомагає ефективно керувати технологічним процесом та автоматизувати його. Варто врахувати, що моделі можуть бути доволі складними і містити низку взаємопов'язаних, розгалужених процесів. Перевагою геоінформаційної моделі є те, що у будь-який час можна додати до моделі нові процеси або видалити вже наявні, змінити зв'язки між ними чи значення параметрів, а також врахувати альтернативні сценарії.

Геоінформаційна модель допоможе користувачеві виконувати управління процесом геооброблення з метою:

- наочного відображення усіх процесів й взаємозв'язків між ними;
- динамічного оновлення моделі у разі внесення будь-яких змін;
- внесення значень для параметрів кожного інструмента для полегшення відтворення результатів;
- редагування структури моделі через додавання або видалення процесів, зміну взаємозв'язків між ними;
- зміни значень, визначених для інструментів параметрів, що дає можливість експериментувати з альтернативними підсумковими даними [Колб І. З., 2013].

Картографічна модель – це набір впорядкованих операцій з картами (наборами геоданих), які взаємодіють, що використовують, приймаючи рішення для просторових об'єктів.

Сутність геоінформаційного картографування – інформаційно-картографічне моделювання геосистем. Картографічні зображення одержують на основі використання різних засобів моделювання, зокрема операцій накладання шарів, запитів до бази даних, методів класифікації і перекласифікації числових показників [Кохан С. С., Москаленко А. А., 2015].

Створювана база геоданих дасть змогу забезпечити можливість просторового оверлея тематичних шарів (їх прив'язки у вибраній системі координат), вивчати особливості вертикальної структури ґрунтів, оцінювати вплив різних чинників на ґрунтоутворення, поширеність тих або інших ґрунтів у ландшафтах, врахувати вплив окремих геокомпонентів на господарську діяльність під час прийняття конкретних

управлінських рішень у системі сільськогосподарського землекористування.

Ефективне використання земель стає можливим за умови порівняння сучасного стану сільськогосподарського землекористування з оптимальними моделями, побудованими в результаті оцінювання придатності земель за допомогою геоінформаційних систем.

Геоінформаційні технології за допомогою дистанційного зондування Земель являють собою ефективний інструмент для контролю сільськогосподарських угідь на локальному рівні землекористування. В Україні з метою забезпечення інформацією про ґрунти власників землі та землекористувачів, вирощування сільськогосподарських культур функціонує портал відкритих геоданих GIS Data [2020]. На основі знімків високої та середньої роздільної здатності з безпілотних літальних апаратів або супутників Phantom 4 PRO, Landsat, Sentinel можна виявити нецільове використання земель, проводити моніторинг за станом посівів, оцінювати стан угідь, спостерігати за розширенням площ сільськогосподарських земель, зокрема їх розораності, використанням земель, що не внесені в систему Державного земельного кадастру [Публічна кадастрова карта України, 2020].

З метою забезпечення ефективної державної політики у сфері управління земельними ресурсами в Україні потрібно використовувати відкриті дані геопорталу GIS Data на основі даних дистанційного зондування Землі для моніторингу за станом земельних ресурсів. Застосовуючи GIS-шар “Земля” для території сільськогосподарського землекористування, можна: ідентифікувати та вести облік площ посівів, прогнозувати урожайність та давати оцінку стану вирощування культур, визначати площу посівів, встановлювати межі ділянок, що потребують внесення добрив, вести контроль за здійсненням сівозмін та якістю проведення агротехнічних заходів тощо. Інформацію, що надають геопросторові шари на базі геопорталу картографічних даних для ефективного управління сільськогосподарським землекористуванням, відображено у таблиці.

На онлайн-платформі OneSoil (рис. 1) [2020] можна контролювати стан сходів сільськогосподарських культур, стежити за погодою, розраховувати азотні, фосфорні та калійні добрива. На основі супутникового знімка землекористування виділяють три зони з різним вегетаційним індексом NDVI, за допомогою якого визначають норму азотних добрив для кожної ділянки. Для розрахунку фосфорних та калійних добрив вказують культуру, яку вирощували у попередні три роки, та задають її плановану врожайність. У результаті виділяють зони різної урожайності, що дає змогу автоматично розрахувати норму внесення добрив.

GFW MAPBUILDER (рис. 2) за допомогою інструменту збирання даних поєднує десятки шарів, доступних через ArcGIS Online, використовує потужні інструменти геопросторового аналізу GFW, зокрема втрати покривів дерев, склад наземного покриву та аналізу попередження GLAD. MapBuilder інтегрується

як із організаційними, так і з безкоштовними публічними обліковими записами ArcGIS Online. Її можна застосовувати як окремий вебсайт, а також вбудовувати або спільно використовувати за допомогою інтегрованих інструментів геоінформаційних платформ [GFW MAPBUILDER, 2020].

Структура GIS-шару “Земля” на геопорталі GIS Data

Тематичний шар	Прикладні задачі	Джерело гео-даних
Оцінка полів	надає інформацію про контури полів, склад сільськогосподарських культур на полях за останні роки, відображає динаміку сівозмін з можливістю розрахунку внесення добрив на конкретній земельній ділянці	OneSoil
Аналіз типів наземного покриву	дає змогу стежити за трансформацією типів наземного покриву, їхньою динамікою	GFW MAPBUILDER
Перегляд космічних знімків у динаміці	допомагає слідкувати за трансформацією типів наземного покриву, їхньою динамікою	Worldview
“Слідкуй за громадою з космосу”	забезпечує доступ до архівів знімків Sentinel та інструментів їх швидкого оброблення, щоб розраховувати агропотенціал території, стан атмосфери, індекс зволоження, дає змогу завантажувати додаткові шари для аналізу, зокрема рельєфу, типу ґрунтів, а також порівнювати стан вегетації на різні дати, накладати маски обчислення біомаси, урбанізації та ґрунтових характеристик	Sentinel Hub Playground
Адміністративний поділ України	організовує доступ до інформації про адміністративні межі, кадастровий поділ тощо	Публічна кадастрова карта України
Аналіз вмісту складових елементів ґрунтових горизонтів	містить інформацію про складові хімічні елементи у кожному ґрунтовому горизонті на окремій території	SoilGrids

Супутникові знімки Worldview отримують зі спектра радіометрів помірної роздільної здатності MODIS супутників Aqua і Terra у результаті вимірювання інфрачервоних спектрів VIIRS. Worldview – це інструмент для створення знімків із набору популярних шарів супутникових зображень NASA [Worldview, 2020]. Користувачі можуть переглядати та завантажувати зображення в різних комбінаціях діапазонів та додавати шари на геореференційні супутникові знімки того самого району щодня (рис. 3).

На платформі Worldview відображають геоінформаційний шар індексу рослинності, що використовується для моніторингу її стану та може бути використано для ідентифікації ділянок, земельний покрив яких зазнає змін. Ці дані можуть слугувати вхідними для моделювання глобальних біогеохімічних та гідрологічних процесів, враховуючи зміни глобального та регіонального клімату в часі. Їх застосовують для характеристики біофізичних властивостей, процесів наземної поверхні, враховуючи первинне виробництво та зміни в аграрній галузі. Індекси рослинності також надають інформацію про стан вирощування сільськогосподарських культур та можуть допомогти землеко-

ристувачам контролювати стан та розвиток культур, полів протягом їх вегетаційного періоду.

Sentinel Hub Playground використовує дослідження за результатами супутникових зображень Sentinel-1, Sentinel-2, Landsat 8, DEM та MODIS. Це графічний інтерфейс для щоденного оновлення архіву супутникових знімків для ведення спостережень на земній поверхні [Sentinel Hub Playground, 2020].

Дані супутника Sentinel-2 забезпечують нові можливості для регіонального, а також глобального сільськогосподарського моніторингу за допомогою геоінформаційного шару “Agriculture” (рис. 4), даючи змогу переглядати земельні ресурси в 12 спектральних смугах із просторовою роздільною здатністю 10–20 м, з глобальним покриттям і 5-денною частотою перегляду.

Моніторинг стану властивостей ґрунтів та умов посівів, поряд із картографічною діяльністю щодо обробітку ґрунту, допомагає землекористувачам оцінити стан землекористування, прогнозувати урожайність, стежити за сезонними змінами та реалізувати політику сталого розвитку. Дані супутника Sentinel можна також використовувати для моніторингу змін сільськогосподарського виробництва та продуктивності пасовищ, зниження про-

дуктивності землі та деградації ґрунтів через надмірний обробіток або неправильне зрошення.

SoilGrids – це геоінформаційна система цифрового картографування ґрунтів, основана на глобальній компіляції даних про ґрунтовий профіль та екологічні шари (рис. 5). Моделі прогнозування SoilGrids функціонують із використанням понад 230 000 спостережень за ґрунтовим профілем із бази даних WoSIS та низки екологічних коваріатів, відібраних із пулу понад 400 шарів ґрунту, іншої екологічної інформації, урахуваючи клімат, земельні ресурси й морфологію рельєфу. Результатом є карти за величиною шістьох стандартних інтервалів глибини ґрунту (5, 15, 30, 50, 60, 100 та 200 см) за такими властивостями, як рН, вміст органічного вуглецю, грубих осколків, піску, мулу, глини, насипна щільність, ємність обміну катіонів (СЕС), наявність азоту, а також щільність органічного вуглецю та його запас.

Геоінформаційна платформа SoilGrids забезпечує [2020]:

- широкий вибір спостережень за ґрунтом, а саме проведення ширших спостережень за профілем, підвищення якості, покращення та послідовну стандартизацію різних точкових наборів даних для окремої ділянки;
- прогнозування вмісту поживних елементів у ґрунті на рівні пікселів за допомогою Quantile Random Forest;
- удосконалення калібрування та перехресної перевірки для того, щоб краще врахувати нерівномірний просторовий розподіл даних про властивості ґрунту на всій земній поверхні;
- вибір коваріатів та налаштування параметрів моделі. Це пов'язано з тим, що текстурні фракції моделюють та відображають незалежно одну від одної.

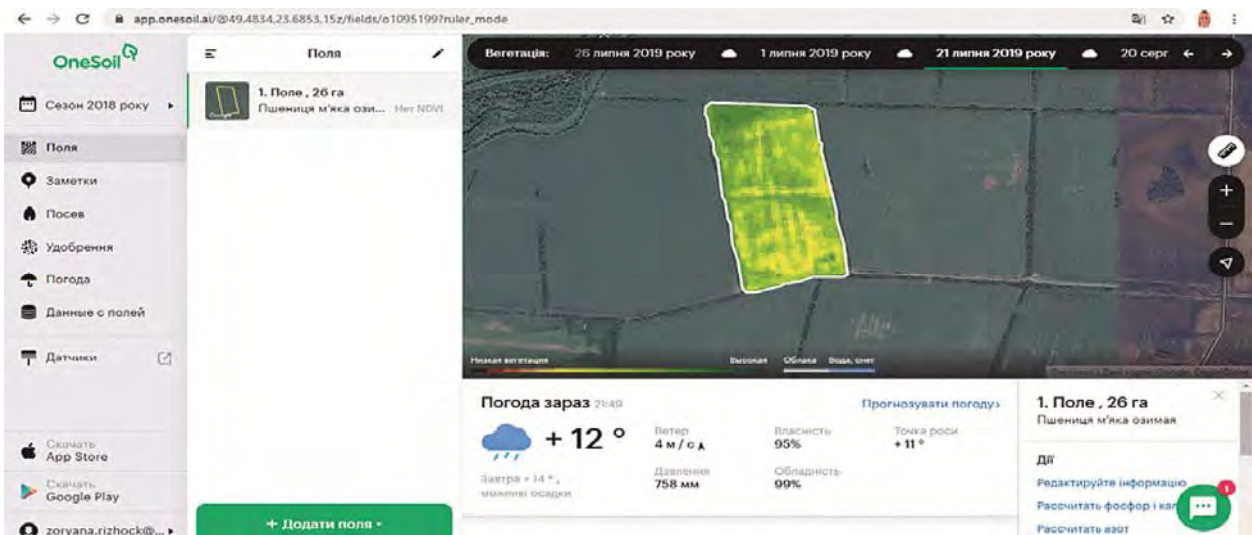


Рис. 1. Геоінформаційна платформа OneSoil для оцінки ефективності землекористування



Рис. 2. Геоінформаційна платформа GFW MAPBUILDER для оцінки ефективності землекористування

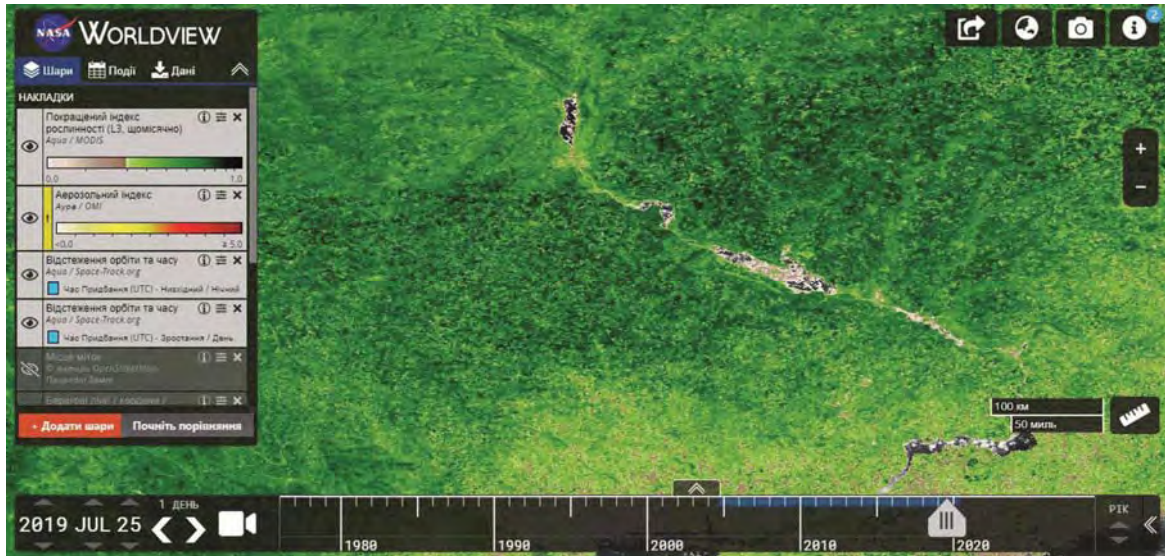


Рис. 3. Геоінформаційна платформа Worldview для оцінки ефективності землекористування

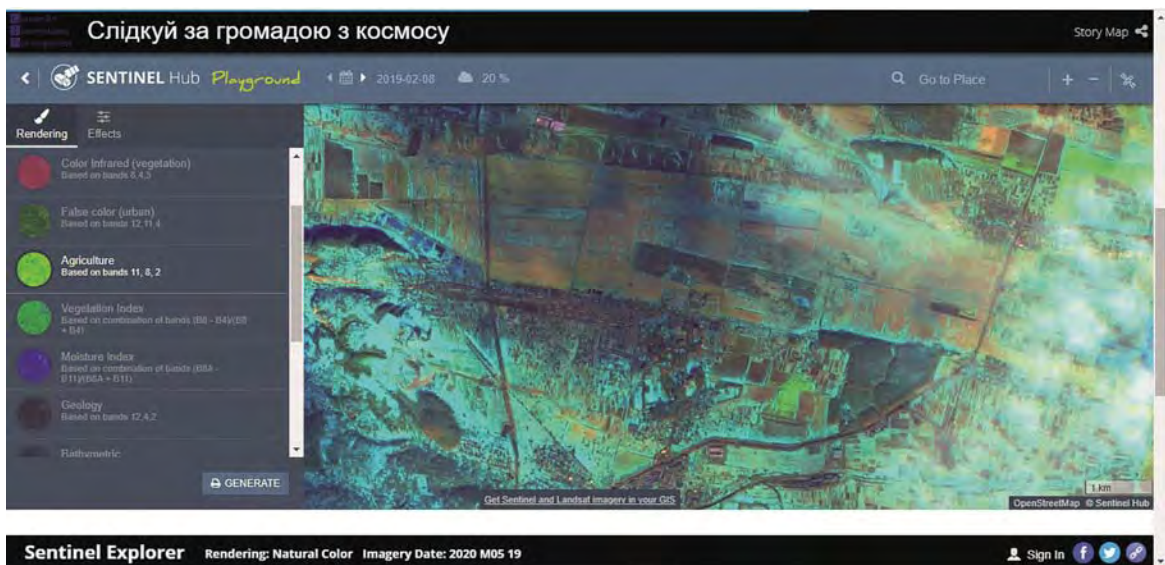


Рис. 4. Геоінформаційна платформа Sentinel Hub Playground для оцінки ефективності землекористування

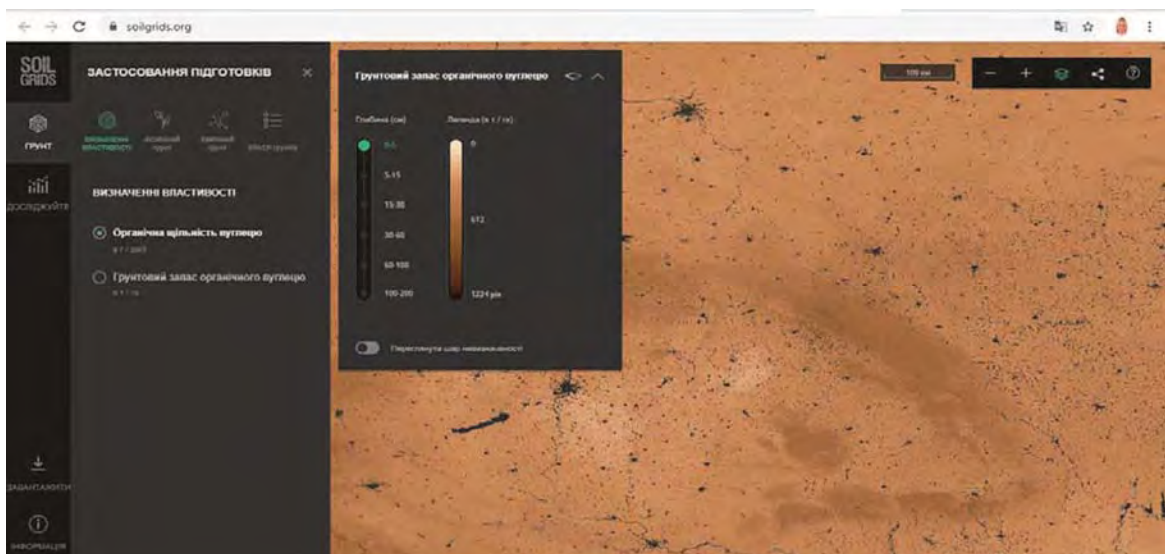


Рис. 5. Геоінформаційна платформа SoilGrids для оцінки ефективності землекористування

Впровадивши аналітичні online-рішення, більшість з яких побудовано на базі порталу відкритих геоданих для землекористувачів GIS Data, отримують інструменти, з якими можна ефективно управляти земельними ресурсами, вирішувати екологічні проблеми, моніторити навколишнє природне середовище, прогнозувати розвиток таких несприятливих явищ, як ерозія, зсуви, підтоплення, а також досліджувати мережу соціальної інфраструктури тощо [Данкевич В. Є., Данкевич Є. М., 2019].

Геоінформаційна модель сільськогосподарського землекористування відображає процес моніторингу земель у вигляді послідовності взаємозв'язаних функцій – від збирання даних до керування ними та необхідних для їх підтримки баз геоданих за результатами космічних знімків, матеріалів дистанційного зондування Землі у вигляді системи оброблення та класифікації, формування тематичних шарів.

Розвиток геоінформаційних технологій для моніторингу ефективності землекористування забезпечують дані відкритого геопорталу GIS Data за результатами супутникового моніторингу використання сільськогосподарських земель. На основі даних космічного моніторингу створено геоінформаційні шари, що уможливають аналіз рослинного покриву та земної поверхні.

Література

- Булігін С. Ю., Ачасов А. Б. (2012). Використання геоінформаційних технологій для ґрунтового картографування. *Вісник аграрної науки*. № 10. С. 52–56.
- Данкевич В. Є., Данкевич Є. М. (2019). Моніторинг сільськогосподарських угідь із застосуванням систем дистанційного зондування земель. *Економіка АПК*, № 8, С. 27–36.
- Довгий С. О., Красовський Г. Я., Радчук В. В., Трофимчук О. М. (2018). Геомоделі в завданнях еколого-економічних оцінок земель: монографія. Київ: Юстон, 256 с.
- Железняк О. О., Гебрин Л. В. (2015). Застосування аерокосмічних методів для визначення ефективності використання земельних ресурсів Закарпаття. *Наукоємні технології*, № 1, С. 63–67.
- Зацерковний В. І. (2014). Геоінформаційні системи і системи дистанційного зондування Землі в задачах ефективного землекористування. *Математичне моделювання в економіці*, № 1, С. 40–48.
- Зацерковний В. І., Кривоберець С. В. (2011). Аналіз можливості застосування геоінформаційних технологій у моніторингу орних земель. *Чернігівський науковий часопис: техніка і природа*, № 2 (2), С. 88–94.
- Колб І. З. (2013). Геоінформаційний аналіз: конспект лекцій для студентів магістерського рівня підготовки спеціальності “Геоінформаційні системи і технології”. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 116 с.
- Кохан С. С., Москаленко А. А. (2015). Розроблення структури бази знань системи геоінформаційного моніторингу для оцінювання якісного стану земель сільськогосподарського призначення. *Восточно-Европейський журнал передових технологій*, № 5 (2), С. 32–37.
- Лазоренко-Гевель Н. (2014). Геостатистичне моделювання результатів агроекологічного моніторингу ґрунтів Київської області. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: збірник наукових праць Західного геодезичного товариства УТГК*. Львів: Видавництво Львівської політехніки, № 1 (27), С. 98–102.
- Публічна кадастрова карта України. (2020). GIS Data. URL: https://map.land.gov.ua/?cc=3461340.1719504707,6177585.367221659&z=6.5&l=kadastr&bl=ortho10k_all.
- Шелковська І. М. (2014). Структурно-функціональна модель геоінформаційного моніторингу земель адміністративних територій. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*, № 6(1), С. 171–177.
- GFW MAPBUILDER. (2020). GIS Data. URL: <http://my.gfw-mapbuilder.org/v1.latest/>.
- GIS Data. (2020) Портал каталогізованих джерел геоданих. URL: <https://cid.center/gisdata/>.
- OneSoil. (2020). GIS Data. URL: <https://map.onesoil.ai/2018#3.6/51.16/12.95>.
- Sentinel Hub Playground. (2020). GIS Data. URL: <https://wdc-ukraine.maps.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=126a4ba10d404a3c9108433855290321>.
- SoilGrids. (2020). GIS Data. URL: <https://soilgrids.org/>.
- Worldview. (2020). GIS Data. URL: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>.

N. STUPEN¹, Z. RYZHOK²

¹ Lviv Polytechnic National University, 12, S. Bandery str., Lviv, 79013, Ukraine, tel. +380673706682, e-mail: nazstupen@gmail.com

² Lviv National Agrarian University, 1, V. Velykoho str., Dublyany, Lviv region, 30831, Ukraine, tel. +380939432302, e-mail: zoryana.rizhock@gmail.com

METHODOLOGICAL BASES OF THE FORMATION OF GEOINFORMATION MODEL OF AGRICULTURAL LAND USE

The aim is to reveal the methodology of building a geographic information model of agricultural land use in the form of a sequence of interrelated functions from the beginning of data collection to their management, as well as

necessary to maintain their geodatabase. It is established that the geoinformation model will help the user to control the geoprocessing process in order to visually display all processes and relationships between them, dynamic update, entering values for parameters of each model tool, editing its structure, changing relationships between them, and changing values, which are defined for the parameter tools in order to be able to experiment with the original data. The main structural components of the geoinformation model on the GIS Data geodata portal are substantiated. For this purpose, the technique of application of geoinformation systems with open access on the basis of data of remote sensing of the Earth is applied. According to the information from high-resolution satellite images, it is possible to detect improper land use, monitor the condition of crops, assess the condition of lands, observe the expansion of agricultural land, including their plowing, land use not included in the State Land Cadastre. The results suggested use for the management and assessment of agricultural land. The scientific novelty of the study reflects the essence of geoinformation modeling by comparing the current state of agricultural land use with the optimal models built as a result of assessing the suitability of land using geographic information systems based on the geodata portal GIS Data. The article presents the practical application of geographic information platforms OneSoil, GFW MAPBUILDER, Worldview, Sentinel Hub Playground and SoilGrids to assess the effectiveness of land use. They provide an opportunity to identify and keep records of crop areas, forecast yields and assess the state of crop cultivation, determine the area of crops, set boundaries for areas that require fertilizer, monitor the establishment of crop rotations and the quality of agricultural activities.

Key words: model; geoinformation modeling; geoinformation mapping; geoportal; geodata; agricultural land use.

References

- Bulyhin S. Yu., Achasov A. B. (2012). Vykorystannia heoinformatsiinykh tekhnolohii dlia hruntovoho kartohrafuvannia. *Visnyk ahrarnoi nauky*, No. 10, S. 52–56.
- Dankevych V. Ye., Dankevych Ye. M. (2019). Monitorynh silskohospodarskykh uhid iz zastosuvanniam system dystantsiinoho zonduvannia zemel. *Ekonomika APK*, No. 8, S. 27–36.
- Dovhyi S. O., Krasovskiy H. Ya., Radchuk V. V., Trofymchuk O. M. (2018). Heomodeli v zavdanniakh ekoloho-ekonomichnykh otsinok zemel: monohrafiia. Kyiv: Yuston, 256 s.
- Zhelezniak O. O., Hebryn L. V. (2015). Zastosuvannia aerokosmichnykh metodiv dlia vyznachennia efektyvnosti vykorystannia zemelnykh resursiv Zakarpattia. *Naukoiemni tekhnolohii*, No. 1, S. 63–67.
- Zatserkovnyi V. I. (2014). Heoinformatsiini systemy i systemy dystantsiinoho zonduvannia Zemli v zadachakh efektyvnoho zemlekorystuvannia. *Matematychni modeliuvannia v ekonomitsi*, No. 1, S. 40–48.
- Zatserkovnyi V. I., Kryvoberets S. V. (2011). Analiz mozhlyvosti zastosuvannia heoinformatsiinykh tekhnolohii u monitorynhu ornykh zemel. *Chernihivskiyi naukovyi chasopys: tekhnika i pryroda*, No. 2 (2), S. 88–94.
- Kolb I. Z. (2013). Heoinformatsiinyi analiz: konspekt leksi dlia studentiv mahisterskoho rivnia pidhotovky spetsialnosti “Heoinformatsiini systemy i tekhnolohii”. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki, 116 s.
- Kokhan S. S., Moskalenko A. A. (2015). Rozroblennia struktury bazy znan systemy heoinformatsiinoho monitorynhu dlia otsiniuvannia yakisnoho stanu zemel silskohospodarskoho pryznachennia. *Vostochno-Evropeiskiyi zhurnal peredovykh tekhnolohiy*, No. 5 (2), S. 32–37.
- Lazorenko-Hevel N. (2014). Heostatystychni modeliuvannia rezultativ ahroekolohichnoho monitorynhu gruntiv Kyivskoi oblasti. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva: zbirnyk naukovykh prats Zakhidnoho heodezychnoho tovarystva UTHK*. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki, No. 1 (27), S. 98–102.
- Publichna kadastrova karta Ukrainy. (2020). GIS Data. URL: https://map.land.gov.ua/?cc=3461340.1719504707,6177585.367221659&z=6.5&l=kadastr&bl=ortho10k_all.
- Shelkovska I. M. (2014). Strukturno-funktsionalna model heoinformatsiinoho monitorynhu zemel administratyvnykh terytorii. *Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho*, No. 6(1), S. 171–177.
- GFW MAPBUILDER. (2020). GIS Data. URL: <http://my.gfw-mapbuilder.org/v1.latest/>.
- GIS Data. (2020). Portal katalohizovanykh dzherel heodanykh. URL: <https://cid.center/gisdata/>.
- OneSoil. (2020). GIS Data. URL: <https://map.onesoil.ai/2018#3.6/51.16/12.95>.
- Sentinel Hub Playground. (2020). GIS Data. URL: <https://wdc-ukraine.maps.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=126a4ba10d404a3c9108433855290321>.
- SoilGrids. (2020). GIS Data. URL: <https://soilgrids.org/>.
- Worldview. (2020). GIS Data. URL: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>.