

УДК 004.65.528.913

ЗНАННЯ-ОРІЄНТОВАНА МОДЕЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ЯДРА ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПРЕЦИЗІЙНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Васюхін М.І., Смолій В.В., Долинний В.В., Шелестовський В.Г.

KNOWLEDGE - ORIENTED MODEL FOR INTELLECTUAL CORE OF POINT AGRICULTURE GIS

Vasiukhin M.I., Smolii V.V., Dolyynnyi V.V., Shelestovskii V.G.

Стаття присвячена аналізу та формуванню задач вирішення науково-прикладної проблеми побудови, зберігання та використання ряду крупномасштабних тематичних карт, які створені на основі нових моделей, методів та технологічних засобів і які забезпечують вимоги навігаційної ГІС прецизійного землеробства. Запропонована знання-орієнтована модель для представлення бази знань, методи та засоби, які дозволяють створити базу картографічних даних.

Ключеві слова: знання-орієнтована модель, прецизійне землеробство, інтелектуальне ядро, геоінформаційна система

Вступ. Сьогодні, ГІС пройшовши шлях від «настільних» систем до хмарних сервісів, вже є невід'ємною частиною глобальної економіки та базою для її подальшого розвитку у напрямку інтелектуалізації процесів обробки просторових даних – SMART-міста, SMART-будівлі, виробництва та таке інше. Окремо виділяють гуманітарну спрямованість – соціалізацію отриманих геопросторових даних за рахунок вільного доступу та широкого розповсюдження, створення спеціалізованих сервісів для полегшення розв'язання людиною повсякденних задач – пошук безпечного шляху для людей з обмеженими можливостями, планування маршруту на роботу та з неї, формування соціальних запитів до державних органів та органів самоврядування громад.

Структура сфер діяльності, де використовують ГІС поки що є досить статичною і в ній переважають сфери, де ГІС використовують як базу систем моніторингу, локації з невеликою розподільчою здатністю, але є сфери безпосередньо наближені до проблемної області. У першу чергу це транспорт та галузі, пов'язані з використанням земельних ресурсів – аграрне та лісове господарство.

Актуальність дослідження. Сьогодні у нашій країні особливої актуальності набуває проблема підвищення рівня ефективності управління агропромисловим комплексом – головним гарантом продовольчої безпеки держави.

У таких країнах як США, Канада, Німеччина, Велика Британія, Бразилія ця проблема успішно вирішується залученням технології точного або прецизійного землеробства (ПЗ), а точніше - point agriculture, інтелектуальним ядром якого є навігаційна геоінформаційна система реального часу.

З огляду на бурхливий розвиток комп'ютерних засобів в усіх сферах людської діяльності, ПЗ є технологією оптимального менеджменту, яка включає інформаційні технології з використанням даних, що надходить з різних джерел, а також є стратегією прийняття оптимальних рішень при управлінні угіддями.

Застосування такої технології дає вражаючий позитивний результат у всіх підприємствах АПК, які розташовані у сільській місцевості, яка, в більшості, є найбільш відсталою й депресивною. Залучення такої технології надає можливість мати точні розміри площ посівів, прогноз й аналіз врожайності, карти сівозмін, на базі тематичного картографічного матеріалу, що раніше здійснювалось на гроші держави, а на сьогодні практично припинилось.

Рослинництво є однією з головних галузей агропромислового комплексу України, тому одним із найважливіших напрямків інновацій у цій сфері є розробка та впровадження систем точного землеробства.

В сучасному рослинництві неможливо без еколого-агрохімічної оцінки, яка передбачає детальний облік функціональних відмінностей просторових даних ґрунтової поверхні. Просторова неоднорідність родючості ґрунту в межах кожного поля має свої особливості залежно від ґрунтово-

кліматичних умов, рельєфу, типу ґрунту, гранулометричного складу, рослинних залишків, мікроклімату, технології вирощування культур у попередні роки, тобто сівозмін, та інших факторів.

Технологія ПЗ в поєднанні з досягненнями ГІС – технологій (бази картографічних даних – БКД, тематичні бази картографічних даних - ТБКД) та з можливостями систем глобального позиціонування (Global positioning systems - GPS) дозволяють забезпечити контроль за проведеними сільськогосподарськими операціями і відслідковувати зміну ситуації в часі в кожній точці поля з високою точністю, провести оперативний порівняльний аналіз обстановки за весь цикл сівозміни.

2. Аналіз поточного стану за публікаціями. У прецизійному землеробстві неможливо без урахування даних просторової неоднорідності родючості ґрунту, особливостей кліматичних умов, рельєфу, типу ґрунту, гранулометричного складу, рослинних залишків, мікроклімату, технології вирощування культур в попередні роки та ін. [3-8].

Така технологія вимагає посиленого контролю за проведеними операціями, постійне відстежування змін в часі в точках посадки рослин, тобто вимагає просторової прив'язки здійснюваної геоінформаційною системою, що має значну навігаційну складову і, отже, повинна містити розвинені бази картографічних даних (БКД) і тематичні бази знань (ТБЗ), останні з яких повинні містити тематичні карти [4-8, 12-14].

Аналіз доступних публікацій в сфері побудови й функціонування ГІС ПЗ дає підстави стверджувати, що в даний час немає відкритих для вітчизняних розробників методів і засобів побудови баз картографічних даних і, відповідно, технологічних засобів побудови крупномасштабного ряду тематичних карт, які б дозволяли управляти агротехнічними операціями з високою точністю, вести оперативний контроль за станом посівів [9-11].

Аналіз проведено в рамках найбільш складної задачі – побудови навігаційної ГІС точкового землеробства, яка потребує досконалих методів і засобів точного визначення місцеположення будь-якої точки на полі і перенесення її координат на крупномасштабну тематичну карту.

В результаті аналізу та узагальнення результатів досліджень методів та технологічних засобів побудови БКД в ПЗ знайдено аналоги та обрано прототипи таких систем, виявлено їх суттєві недоліки, серед яких основними є такі:

– представлення стану посівів виконано у вигляді картограм полів, а не електронних карт, що значно зменшує інформативність при аналізі даних і прийнятті рішень;

– існуючі технології створення тематичних карт зав'язані на використанні закордонного програмного забезпечення, яке має високу вартість і недоступні до вітчизняного споживача;

– відсутнє програмно-технічне середовище, яке забезпечує побудову баз картографічних даних геоінформаційних систем прецизійного землеробства;

– тематичні умовні знаки в силу деяких історичних причин не достатньо інформативні для вітчизняного споживача, що значно ускладнює їх об'єктивний аналіз і процес прийняття рішень;

– відсутні ефективні моделі і методи формування динамічних сценаріїв в системі прецизійного землеробства.

Мета і задачі дослідження.

Загальною метою роботи цілком є необхідність вирішення науково-прикладної проблеми, побудови, зберігання та використання ряду крупномасштабних тематичних карт, які створені на основі нових моделей, методів та технологічних засобів і які забезпечують вимоги навігаційної ГІС прецизійного землеробства. Для досягнення вказаної мети необхідно розв'язати наступні взаємопов'язані задачі:

– провести аналіз існуючих моделей, методів та технологічних засобів, які дозволяють створити крупномасштабний ряд тематичних карт;

– побудувати знання-орієнтовану модель інтелектуального ядра навігаційної геоінформаційної системи прецизійного землеробства;

– створити теоретичні основи визначення базових параметрів процесу аерофотознімання при створенні крупномасштабного ряду тематичних карт;

– запропонувати архітектурно-структурні рішення, алгоритми та програмно-апаратні засоби формування та відображення складених символів об'єктів;

– запропонувати технологічні засоби створення крупномасштабного ряду тематичних карт;

– створити програмно-технічне середовище формування динамічних сценаріїв в ГІС реального часу.

Вирішення цих задач дає змогу створити основу для побудови ГІС реального часу прецизійного землеробства. Але при створенні таких спеціалізованих систем повинні враховуватись особливості прикладної задачі, тобто всебічно відображено інформацію аграрної складової, що представлено моделлю, орієнтованою на використання у комп'ютерних системах.

Суть запропонованої роботи полягає у вирішенні задачі вибору теоретичної основи і створенні предметної моделі, яка лежить у основі розроблюваної ГІС ПЗ.

3. Матеріали та результати роботи.

Тематична база знань повинна включати безліч даних: специфічну агрохімічну інформацію, що включає типи ґрунтів, їх ґрунтові відмінності, схеми відбору проб ґрунту і ін. і які представляються тематичними цифровими картами. Очевидно, що БКД і ТБЗ містять колосальні обсяги інформації використання яких залежить від цілей і завдань системи управління, а в разі використання в

технології прецизійного землеробства вимагає ще і режиму реального часу. Тому при виборці даних потрібен точний запит і швидка відповідь.

На сьогодні найкращим відомим інструментом і в той же час середовищем для роботи з подібними об'ємними ТБЗ є знання-орієнтовані моделі інтелектуального ядра таких систем, побудовані на основі онтологій, які найбільшою мірою забезпечують особливості архітектурно-структурної організації і проектування знання-орієнтованих комп'ютерних систем, проблемам формування, подання, вилучення та придбання знань [1, 2].

Академік О.В. Палагін з деяких з численних проблем, що відносяться до області штучного інтелекту (ШІ) [1], пропонує виділити лише найбільш важливі аспекти цих проблем, які в даний час представляються актуальними, за якими намітилися певні шляхи вирішення і існують цілком конкретні результати. Для цього, перш за все, він фіксує увагу на найбільш значущих для ШІ основних понять і визначень.

Знання (згідно енциклопедичного словника) - це "перевірений практикою результат пізнання дійсності, вірне її відображення в мисленні людини".

Людина, пізнаючи навколишній світ, будує моделі явищ, процесів, предметів і т.п. - Об'єктів реального світу. Модель є інформаційним еквівалентом частини реального світу (предметної області) і лежить в основі процесу пізнання. В інженерній практиці часто моделі асоціюються зі знанням. Однак, знання (на відміну від моделей) включають в себе не тільки ті чи інші відомості про об'єкти реального світу, а й інформацію про механізми виведення нових знань на підставі наявних.

Як впливає з аналізу проблем ШІ вельми складним теоретичним і практичним завданням є отримання знання з інформації великого обсягу, яка оточує нас, і створення моделі штучної свідомості. Весь цикл виявлення знань в даних включає безліч етапів і операцій, починаючи від підбору і переробки даних і закінчуючи інтерпретацією і оформленням результатів. Важливим фрагментом представлення і отримання знань є моделі та методи, що використовують уявлення системи зв'язків і залежностей у вигляді графів і мереж.

Комп'ютерні системи побудовані на основі онтологій - комп'ютерної онтології (КО), включаючи форми зберігання онтологічних ТБЗ з можливістю комп'ютерної обробки повинні мати можливість не тільки декларативного опису об'єктів (посівів), але і відображати сценарії дій над цими об'єктами, включаючи особливості управління технічними засобами ПЗ, причому, крім опису об'єктів, додаються деякі моделі простору і часу, в рамках яких існують і функціонують ці технічні засоби.

Ефект від використання КО повинен досягатися за рахунок того, що при використанні мінімально можливого набору складових - понять, відносин, аксіом досягається адекватне

моделювання в необхідних цілях з необхідною точністю і швидкістю.

Повний обсяг знань, на яких побудований навігаційний процес, як онтологічний базис управління, являє сукупність різнорідних баз знань, що описують стан і відслідковує динаміку змін, що відбуваються в системі управління.

Онтологічний підхід в досліджуваній проблематиці може бути використаний як мінімум в двох завданнях:

1. Розробка і застосування онтологічної ТБЗ, що включає необхідні картографічні дані, відомості про технологічні операції і різну агрохімічну інформацію.

2. Розробка і застосування КО описує сценарії дій над об'єктами, набір операцій для точки посадки кожної рослини, команди управління технічними засобами ПЗ, непередбачені ситуації (НС) та сценарії виходу з НС.

Для побудови навігаційної ГІС ПЗ, найбільш важливі параметри - координати. Очевидно, онтологічні ТБЗ для навігаційних ГІС ПЗ потребують великих КО. У прецизійному рослинництві повинні враховуватися координати кожного посаженого рослини, наприклад, для кукурудзи, з точністю до 10 см. Для кожної рослини необхідно враховувати координати, параметри ґрунту, деталі технології обробки рослини (кількість добрива, кількість пестицидів ...) і їх зв'язку, тобто агрономічні знання з прив'язкою до об'єктів. Наприклад, для поля 100 на 200м., при посадці кожної рослини в метрі один від одного (кількість рослин буде дорівнювати 20 000 штук), тільки на координати посадки вимагає зберігання 40 000 чисел у форматі з плаваючою комою і ця залежність є квадратичною від лінійних розмірів та шагу висадки рослин.

Пропонується знання-орієнтована модель інтелектуального ядра ГІС ПЗ (рис. 1), яка ілюструє складність необхідних онтологічних ТБЗ.

Модель включає основні складові технології ПЗ: технічні засоби, перелік агрокультур, картографічні дані, типи ґрунтів, геоморфологічні умови, сівозміну, а також стадії (рівні) процесу вирощування практично в кожній точці поля.

Запропонована комп'ютерна онтологія, яка визначається комплексом концептів (КК) "Агрокультура", приклад опису яких представлено у табл.

Відповідно, до визначеної моделі (рис. 1), нотація концепту формується на основі рівня, якому належить концепт та його положенню на цьому рівні. Така модель подання даних є універсальною, оскільки дозволяє поєднувати на одному рівні різнорідні групи інформації, але не заважає встановлювати між ними зв'язки.

Так, наприклад, у наведеному онтографі поєднуються просторові (картографічні), технологічні, якісні, кількісні, геодезичні та агрономічні показники.

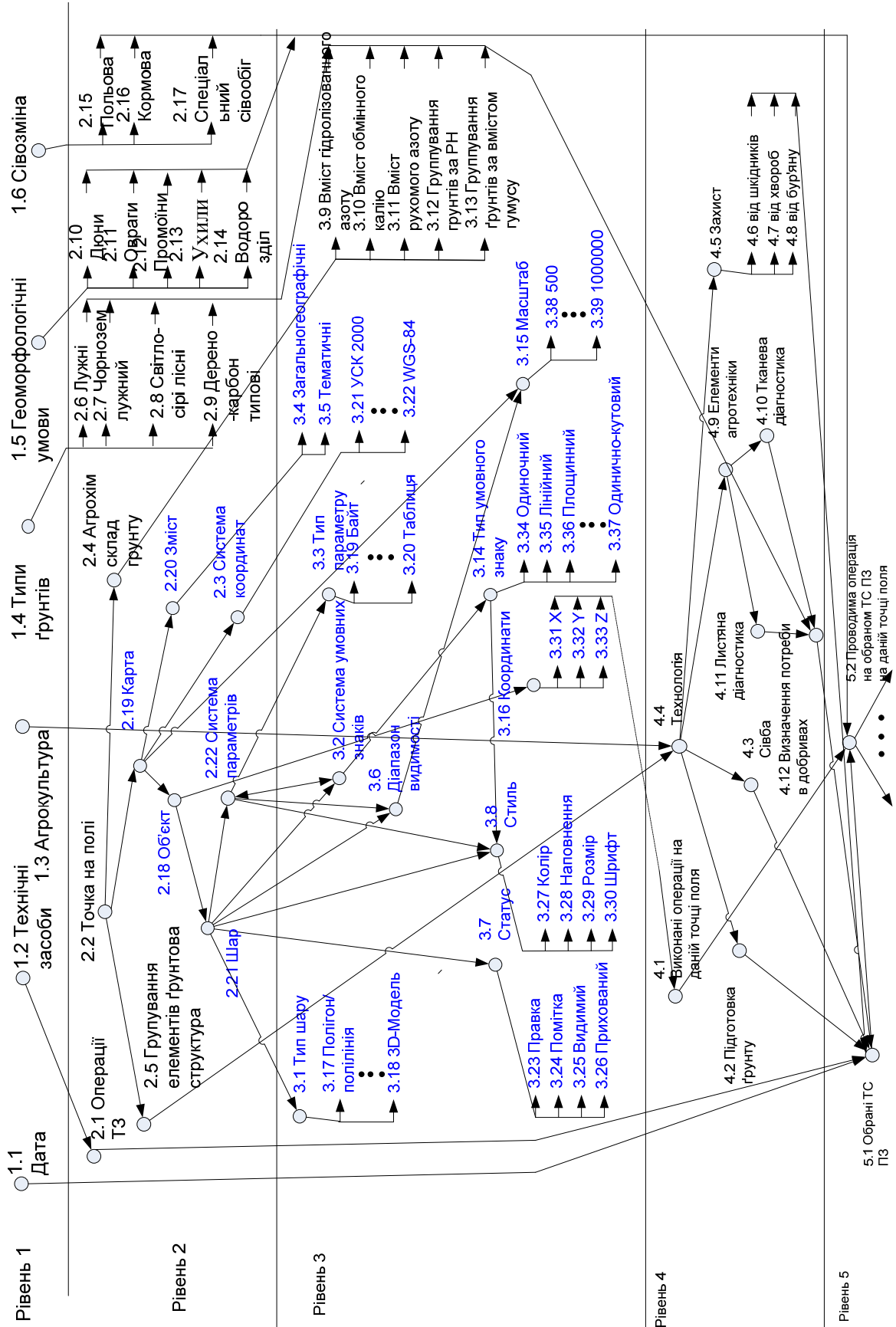


Рис. 1. Онтограф знання-орієнтованої моделі ГІС прецизійного землеробства

Таблиця

Приклад опису комплексу концептів "Агрокультура"

N	нотація	концепт	опис концептів
1	1.1	Дата	Запис, що включає в себе число місяця, місяць і рік, іноді день тижня, номер тижня в році і систему літочислення.
2	1.2	Технічні засоби	Це технічні засоби, які є в наявності у аграрія.
3	1.3	Агрокультура	Сукупність деяких культурних рослин.
5	1.4	Типи ґрунтів	Характеристика ґрунтів.
...
8	2.1	Операції ТС ТЗ	Операції, які можуть проводитися технічним засобом для вирішення завдань точного землеробства.
9	2.2	Точка на полі	Локалізація місця посадки однієї рослини агрокультури в ТЗ. Характеризується координатами, властивостями ґрунту, необхідними операціями для даної культури.
...
30	3.1	Тип шару	Приналежність шару тому чи іншому шару
31	3.2	Система умовних знаків	Система художньо-графічних позначень, які, зазвичай, використовуються на картах (планах).
32	3.3	Тип параметру	Приналежність параметру тому чи іншому типу.
33	3.4	Загальногеографічні	Карти які відображають географічні явища, в тому числі рельєф, гідрографію, населені пункти, господарські об'єкти, комунікації тощо.
34	3.5	Тематичні	Карти які відображають розташування, взаємозв'язок та динаміку природних явищ, населення, економіки, соціальну сферу.
35	3.6	Діапазон видимості	Інтервал значень масштабу в межах якого проводиться відображення.
...
69	4.1	Операції в даній точці на полі	Комплекс заходів, які проводяться в даній точці згідно з технологічною картою.
70	4.2	Підготовка ґрунту	Комплекс заходів спрямований на надання ґрунту певних характеристик.
...

Комплекс концептів "Агрокультура", з огляду на сувору геометрію та регулярність посіву, є регулярним в тому сенсі, що наприклад, кожна гілка її онтографу після концепту 2.2. "точка на полі", буде мати однакову структуру - номер рослини, координати, параметри ґрунту в цих координатах, виконані агрозаходи на цю рослину, список технологічних операцій, які необхідно ще виконати на цій рослині в цілому і при цьому проході поля, онтологічні картографічні дані, що в кінцевому підсумку прискорить роботу розрахункових навігаційних алгоритмів.

З іншого боку, наявність чіткого опису знань про організацію та реалізацію процесу в усіх його аспектах і їх впливу один на іншого, забезпечує вирішення задачі управління з необхідною точністю і швидкістю. На рис. 2 наведено алгоритм функціонування навігаційної підсистеми ГІС ПЗ який враховує усю сукупність розроблених концептів, характерних для аграрної задачі. Для реалізації цього алгоритму, одначе, комплекс концептів повинен бути розширений і також містити:

- знання про роботу окремих бортових систем технічних засобів прецизійного землеробства (ТС ПЗ);
- знання про реакції у нештатних ситуаціях (НС);
- інструкції і методики з роботи окремих бортових систем ТС ПЗ;

- інструкції і методики з розв'язання НС технічних засобів бортових систем.

Висновки. У роботі вирішено наступні задачі:

1. Проведено аналіз організації процесів обробки даних у задачі побудови та функціонування навігаційної ГІС точкового землеробства, яка потребує досконалих методів і засобів точного визначення місцеположення будь-якої точки поля і перенесення її координат на крупномасштабну тематичну карту, знайдено закордонні аналоги та обрано прототипи таких систем, виявлено їх суттєві недоліки.
2. Запропонована знання-орієнтована модель для представлення бази знань, методи та засоби, які дозволяють створити базу картографічних даних заданого крупномасштабного ряду карт і відображати крім загально картографічних даних також і тематичне наповнення прикладної частини зорового образу.
3. Запропонована знання-орієнтована модель ГІС прецизійного землеробства, що включає технічні засоби, перелік агрокультур, картографічні дані, типи ґрунтів, геоморфологічні умови, сівозміну, а також стадії (рівні) процесу вирощування практично в кожній точці поля.
4. Запропонована комп'ютерна онтологія, яка представлена комплексом концептів, котра має однакову регулярну структуру, що в кінцевому підсумку прискорює роботу навігаційних алгоритмів.

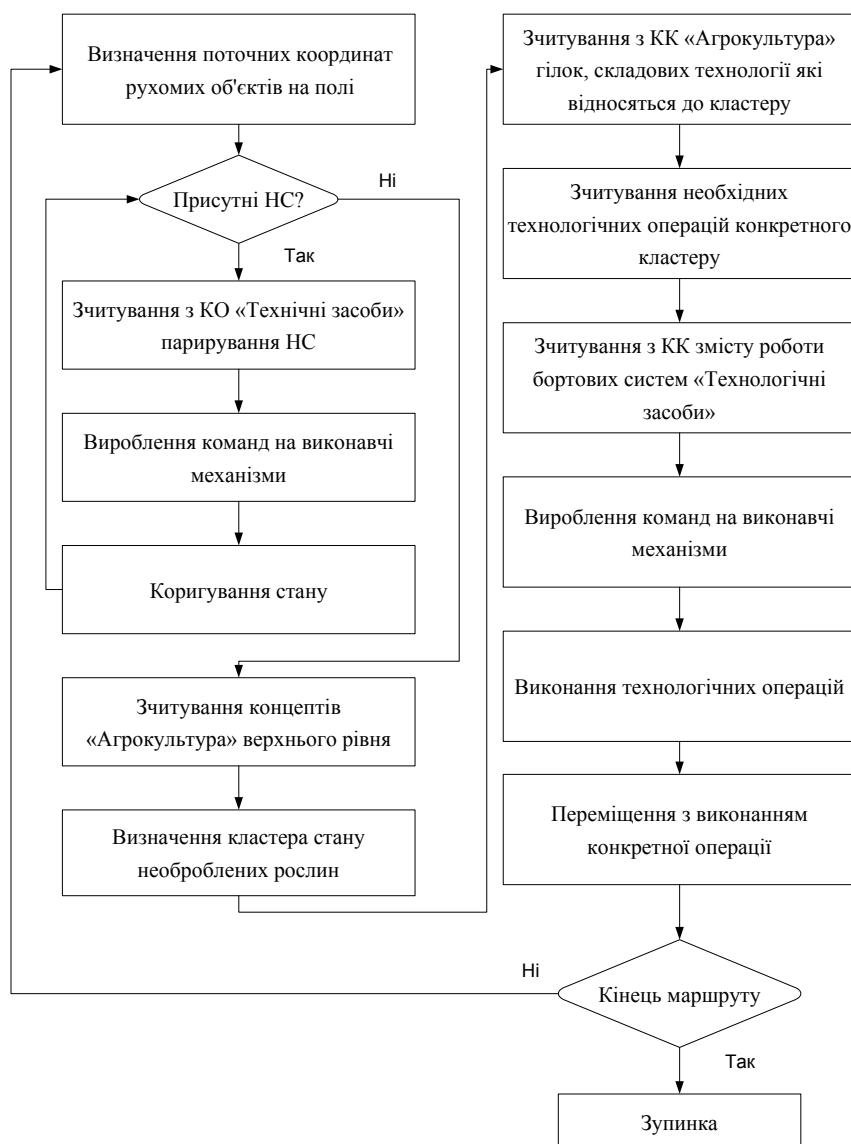


Рис. 2. Алгоритм циклу роботи навігаційної ГІС ПЗ з використанням онтологічної ТБЗ

Література

1. Палагин А.В. Системная интеграция средств компьютерной техники: Монография / А.В. Паладин, Ю.С. Яковлев. – Винница: «УНІВЕРСУМ-Вінниця», 2005. – 680 с.
2. Палагин А.В. Онтологические методы и средства обработки предметных знаний: монография / А.В. Палагин, С.Л. Кривый, Н.Г. Петренко. – Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2012. – 324 с.
3. Кравчук В.І. Концептуальні основи побудови системи точного землеробства України / В.І.Кравчук, Г.Л.Баранов // Техніка АПК. – 2000. – № 9. – С. 4–8.
4. Войтюк Д.Г. Методи реалізації системи точного землеробства / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, Г.Р.Гаврилук, М.С.Волянський // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 1998. – № 9. – С.67–69.
5. Гарам В.П. Сучасне управління агротехнологічним процесом у рослинництві / В.П. Гарам, А.О. Пашко // Наука та інновації. – 2005. – Т.1. – № 2. – С. 110–116.
6. Ткаченко О.М. Інформаційно-аналітична система підтримки прийняття рішень у рослинництві як складова системи електронного дорадництва / О.М. Ткаченко // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2012. – №10. – С.189–198.
7. Tkacheno O. Building of eXtension System on a Base of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine/ O.Tkacheno, M.Shvydenko// EARTH Bioresources and Life Quality. – 2013. – Vol.4. – 8 p.
8. Системи підтримки прийняття рішень: Навч. посіб. / В.Ф. Ситник. – К.: КНЕУ, 2004. – 614 с.
9. Якушев В.П. и др. Точное земледелие: состояние исследований и задачи агрофизики/ В.П. Якушев и др. // Агрофизические и экологические проблемы сельского хозяйства в 21 веке. – СПб. АФИ, 2002. № 3.
10. Белавцева Т.М. Технологии точного земледелия, их перспективы и возможности использования на мелиорированных землях: Научно-технический обзор. – Федеральное государственное научное учреждение

- (ФГНУ ЦНТИ "Мелиоводинформ"). – Москва: 2009. – с. 8 – 15.
11. Гайдай С. Использование информационных и энергосберегающих технологий в растениеводстве / Гайдай С. // Материалы доклада на международном консилиуме "Системный подход в современном агропроизводстве". – ВАРВА, июль 2011.
 12. Сергеев С. Ф. Введение в инженерную психологию и эргономику иммерсивных сред / С. Ф. Сергеев. – Санкт-Петербург, 2011. – 258 с. – (СБпГУ ИТМО).
 13. Берлянт А. М., Ушакова Л. А. Картографические анимации. — М.: Научный мир, 2000. — 99 с.
 14. Thrower N.J. W. Animated cartography// The Professional Cartographer, 1959. - Vol. 11. - N. 6. - P. 9-12.

References

1. Palagin O.V. Sistemnaja integracija sredstv kompjuterno tehniki: Monographija/ O.V.Palagin J.S. Jakovlev. – Vinnica: «UNIVERSUM-Vinnica», 2005. – 680 с.
2. O.V. Palagin Ontologicheskie metodi s sredstva obrabotki predmetnih znaniy: monographija/ O.V. Palagin, S.L. Kriviy, N.G. Petrenko. – Lugansk: iz-vo VNU im/ V/ Dahlia, 2012. – 324 с.
3. Kravchuk V.I. Konceptualni osnovi pobudovi system tochnogo zemlerobstva Ukraini/ V.I. Kravchuk, G.L. Baranov // Tehnika APK. – 2000. – № 9. – С. 4–8.
4. Voituk D.G. Metodi realizaciji system tochnogo zemlerobstva / D.G. Voituk, L.V. Aniskevich, G.R. Gavriiliuk? M.S. Volianskiy // Naukovi Visnik Nacionalnogo agrarnogo Universitetu. – 1998. – № 9. – С.67–69.
5. Garam V.P. Suchasne upravlinnia agrotehnologichnim procesom u roslinnictvi / V.P. Garam, A.O. Pashko // Nauka ta inovacii. – 2005. – Т.1. – № 2. – С. 110–116.
6. Tkachenko O.M. Informacijno-analitichna systema pidtrimki prijnatiia rishen u roslinnictvi iak skladova systemy elektronogo doradnictva / O.M. Tkachenko // Komputerno-integrovanii tehnologii: osvita, nauka, virobnicтво. – 2012. – №10. – С.189–198.
7. Tkacheno O. Building of eXtension System on a Base of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine/ O.Tkacheno, M.Shvydenko// EARTH Bioresources and Life Quality. – 2013. – Vol.4. – 8 p.
8. Systemi gidtrimki ghijnjatiia rishen: navch. posibnik / V.F. Sitnik. – К.: KNEU, 2004. – 614 с.
9. Jakushev i dr. Tochnoe zemledelije: sostoianiye issledovaniy i zadachi agrophiziki / V.P. Jakushev i dr. // Agrophizicheskie i ekologicheskie problemi selskogo hoziaistva v 21 veke. – SPb. AFI, 2002. № 3.
10. Belavceva T.M. Tehnologii tochnogo zemledelia, ih perspektivi I vozmozhnosti ispolzovania na meliorirovanih zemliah: Nauchno-tehnicheskii obzor. – Federalnoie gosudarstvennoie nauchnoie ucherezhdzenie (FGNU CNTI "Meliiovodinform"). – Moskva: 2009. – с. 8 – 15.
11. Gaidai S. Ispolzovanie informacionnih I energosberegajushih tehnologiy v rastenievodstve/ Gaidai S.// Materiali doclada na mezhdunarodnom konsiliume "Systemiy podhod v sovremennom agroproizvodstve". – VARVA, July 2011.
12. Sergeev S.F. Vvedenie v inzhenernuu psihologiu I ergonomiku imersivnih sred / S.F. Sergeev. – Sanct-Peterburg, 2011. – 258 с. – (SPbGU ITMO).

13. Berliant A.M.? Ushakova L.A. Kartographicheskie animacii. — М.: Nauchny mir, 2000. — 99 с.
14. Thrower N.J. W. Animated cartography// The Professional Cartographer, 1959. - Vol. 11. - N. 6. - P. 9-12.

Васюхин М.И., Смолий В.В., Долынный В.В., Шелестовский В.Г. Знание-ориентированная модель интеллектуального ядра геoinформационной системы прецизионного земледелия

Статья посвящена анализу и формулировке задач решения научно-прикладной проблемы построения, хранения и использования ряда крупномасштабных тематических карт, которые созданы на основе новых моделей, методов и технологических средств и которые удовлетворяют требованиям навигационной ГИС прецизионного земледелия. Предложена знание-ориентированная модель для представления базы знаний, методы и средства, позволяющие создать базу картографических данных.

Ключевые слова: *знание-ориентированная модель, прецизионное земледелие, интеллектуальное ядро, геoinформационная система*

Vasiukhin M.I., Smolii V.V., Dolynnyi V.V., Shelestovskii V.G. Knowledge - oriented model for intellectual core of point agriculture gis

In paper analyzed and formed tasks to solve science and applied problems of creation, store and use of a set of large-scale thematic maps, that based on new models, methods and technological tools and ensures claims of navigation-GIS for precision agriculture. The knowledge-based model, methods and tools are proposed that allow to create database of large-scale maps. They make possible control and operation of this database in real-time mode also.

Keywords: *knowledge-oriented model, point agriculture, intellectual core, geoinformation system*

Васюхин Михайло Іванович – д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерних систем і мереж, Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ). vasgeovideo@i.ua

Смолий Віктор Вікторович – к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних систем і мереж, Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ). dr.v.smolii@gmail.com

Долынный Василь Владимирович – інженер з комп'ютерних систем ДНВП «Геосистема» (м. Вінниця). dolunnuj1506@gmail.com

Шелестовський Віталій Григорович – аспірант кафедри комп'ютерних систем і мереж, Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ). shelestovskiyvit@mail.ru

Рецензент: д.х.н., професор **Галстян Г. А.**

Стаття подана 23.06.2016