

Запропоновано удосконалення оперативного управління сільськогосподарським виробництвом шляхом використання інформаційно-аналітичних панелей як аналітичного інструментарію для прийняття рішень. Здійснена розробка інформаційно-аналітичних панелей для: розв'язання задачі вибору агрегату за експлуатаційними показниками; побудови «Операційно-технологічної карти на виконання технологічної операції». Оцінено економічний ефект від їх використання в оперативному управлінні у сільськогосподарському підприємстві

Ключові слова: оперативне управління, інформаційні технології, інформаційно-аналітична панель, MS Excel, рослинництво, вибір машинно-тракторного агрегату, операційно-технологічна карта, економічний ефект

Предложено усовершенствование оперативного управления сельскохозяйственным производством путем использования информационно-аналитических панелей как аналитического инструментария для принятия решений. Разработаны информационно-аналитические панели: решения задачи выбора агрегата по эксплуатационным показателям; построения «Операционно-технологической карты на выполнение технологической операции». Оценен экономический эффект от их использования в оперативном управлении на сельскохозяйственном предприятии

Ключевые слова: оперативное управление, информационные технологии, информационно-аналитическая панель, MS Excel, растениеводство, выбор машинно-тракторного агрегата, операционно-технологическая карта, экономический эффект

УДК 338.4:658.51

DOI: 10.15587/1729-4061.2015.65476

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ СІЛЬСЬКО- ГОСПОДАРСЬКИМ ВИРОБНИЦТВОМ

О. В. Гринчак

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: aleksandr.grinchak@list.ru

О. Х. Давлетханова

Кандидат економічних наук*

E-mail: kaf_ekis@mail.ru

Я. Л. Миколайчук*

E-mail: Ya.Mykolaichuk@udau.edu.ua

*Кафедра економічної кібернетики

та інформаційних систем

Уманський національний

університет садівництва

вул. Інституська, 1, м. Умань, Україна, 20305

1. Вступ

Одним із важливих факторів ефективного виробництва є правильно організована система оперативного управління із застосуванням сучасних технологій. Особливо це стосується сільського господарства, де функції оперативного управління вирізняються своєю специфічністю через його властивості, а саме: біологічні активи виробництва; залежність від природно-кліматичних умов; істотна залежність від погодних умов; жорстка обмеженість виконання робіт у часі, територіальна розосередженість сільськогосподарського виробництва тощо.

Характерною ознакою сучасного менеджменту є значне і неухильне зростання ролі інформаційно-аналітичного забезпечення. Новим інформаційним продуктом, що набуває поширення, є дашборди (панелі індикаторів) – інтерактивні динамічні аналітичні панелі [1–3], які дозволяють користувачеві виконувати найрізноманітніші операції, пов'язані з виробничим процесом, а саме: управління процесом та окремими його операціями, контроль за виконанням, підбір па-

раметрів процесу, отримання потрібної інформації про перебіг операцій, аналіз отриманих даних тощо.

Основними взаємопов'язаними процесами виробництва сільськогосподарської продукції є планування робіт, матеріально-технічне забезпечення виробництва і безпосередньо виробництво та реалізація агропродукції, що являють собою складні, динамічні, багатофакторні та багатокритеріальні задачі. Перевагами використання дашбордів в системі інформаційного забезпечення оперативного управління сільськогосподарським виробництвом є можливість:

– відображення великої кількості даних різного типу на одній сторінці за допомогою різних способів подання інформації із виділенням найбільш вагомих показників та супроводжувального опису;

– порівняння показників для різних альтернативних рішень, що дає більш точне і швидке уявлення про ефект та наслідки після виконання цих рішень;

– налаштування дашборду і вибору різних допустимих варіантів рішення навіть непрофесійними менеджерами сільськогосподарського виробництва для прийняття на їх основі оптимального варіанту.

Таким чином, оперативне управління сільськогосподарським виробництвом є тією сферою діяльності, де застосування дашбордів є особливо актуальним.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Досягнення в галузі інформаційних технологій значною мірою змінюють інструментарій управління, полегшуючи збір, обробку, передачу і, головне, представлення інформації, забезпечуючи інформаційно-аналітичну підтримку процесів прийняття рішень в реальному часі. Все більше набувають популярності технології візуальної бізнес-аналітики. Дослідження використання відповідних інформаційних технологій управління свідчать про істотне розширення кола розв'язуваних ними прикладних задач управління (інформаційне забезпечення управління фінансовими інвестиціями, матеріальними потоками, відносинами з клієнтами і споживачами, інвестиційним портфелем, а також прогнозування розвитку підприємства і стратегічного аналізу), що обумовлено значним зростанням попиту на рішення IT-розробників серед управлінського персоналу різного рівня (керівників, фахівців, технічних виконавців) [4]. Це, в свою чергу, пояснюється проблемами, з якими стикаються управлінці через великі обсяги даних, що обробляються, їх динамічність, різномірність, а також складність алгоритмів їх перетворення [5]. Особливо це стосується управлінської діяльності у малих і середніх підприємствах, оскільки вони є більш чутливими до змін умов ведення бізнесу, ніж великі конкуренти [6].

Широкого розповсюдження застосування інструментів візуальної аналітики набуло у фінансах, управлінні продуктивним портфелем підприємства [7–9], що на думку авторів обумовлено її властивостями поєднувати переваги графічної візуалізації та потужність аналітичних висновків [7], можливістю простого представлення комплексних даних [8] і використання інтерактивних інтерфейсів як засобу динамічного управління [9].

Доцільність використання інтерактивних динамічних інформаційно-аналітичних панелей в оперативному управлінні сільськогосподарським виробництвом підтверджується низьким рівнем ефективності існуючої системи управління в українських сільськогосподарських підприємствах [10] та її істотною залежністю від рівня застосування сучасних інформаційних технологій [11].

Позитивний досвід використання динамічних інформаційно-аналітичних панелей засвідчено в оперативному управлінні збором молока, де за їх допомогою вирішувалися складні задачі логістики: планування маршрутів збору молока на основі інтеграції автоматичного збору даних і системи управління базами даних для забезпечення ефективного управління в реальному часі [12].

Водночас, аналіз рішень візуальної бізнес-аналітики для оперативного управління сільськогосподарським виробництвом свідчить про увагу розробників до створення інформаційних технологій, орієнтованих в більшості на моніторинг процесів виробництва і реалізації продукції, а також перевірку достатності рівня його забезпеченості ресурсами, не приділяючи при

цьому належної уваги аналізу актуальної інформації під різними кутами і з різним рівнем деталізації на всіх етапах діяльності: підготовка виробництва, виробничі процеси і т. д. Як правило, ці технології дозволяють відслідковувати динаміку основних показників (зазвичай фінансових), що цікавлять в більшості управлінців підприємства вищої і середньої ланки, в той час, коли особливо важливим для сільськогосподарського виробництва є їх використання управлінцями нижньої ланки та безпосередньо виконавцями технологічних операцій.

Недостатня увага до розробок і використання візуальних аналітичних систем в оперативному управлінні сільськогосподарським виробництвом, особливо в рослинництві, обумовлює необхідність проведення досліджень в цьому напрямі.

3. Ціль та задачі дослідження

Проведені дослідження ставили за мету обґрунтування і реалізацію підходу щодо удосконалення оперативного управління сільськогосподарським виробництвом у частині його інформаційного забезпечення шляхом застосування динамічних інтерактивних інформаційно-аналітичних панелей як інструменту інформаційно-аналітичної підтримки при виборі оптимального рішення самим виконавцем робіт в режимі реального часу.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися задачі:

- розробити інформаційну технологію оперативного управління сільськогосподарським виробництвом;
- оцінити економічний ефект від її використання у сільськогосподарському підприємстві.

4. Матеріали розробки інформаційно-аналітичних технологій та методи оцінки економічного ефекту від їх використання

4. 1. Матеріали розробки інформаційно-аналітичної технології оперативного управління сільськогосподарським виробництвом

Існує велика кількість спеціальних програмних продуктів створення динамічних інтерактивних інформаційно-аналітичних панелей. Пропонується реалізація дашбордів в середовищі MS Excel, оскільки цей додаток Microsoft Office доступний багатьом користувачам ПК, він є досить простий у користуванні і містить достатній спектр інструментів для їх створення (засоби аналізу і візуалізації даних, фільтрування та сортування, побудови зведених таблиць, роботи з великими масивами даних та з динамічними масивами, надбудови інтелектуального аналізу та обміну результатами тощо).

Застосування інтерактивних динамічних панелей, створених в середовищі MS Excel, можливе на всіх етапах управління сільськогосподарським виробництвом. Особлива доцільність їх використання при виробничо-оперативному плануванні та коригуванні планів під час виконання робіт в рослинництві.

Однією з таких задач є задача вибору раціонального агрегату та режиму його роботи при проведенні польових робіт, що забезпечувало б, поряд із високою продуктивністю і низькою собівартістю, оптимальні

умови для виконання подальших технологічних операцій, що, в свою чергу, є важливим резервом підвищення валових зборів сільськогосподарських культур та зниження втрат продукції, забезпечуючи «комфортні умови» для росту і розвитку рослин.

Визначальними факторами таких умов, що забезпечує сільськогосподарська машина, є якість дискування, що оцінюється глибиною, вирівнюванням поверхні, ступенем закладення поживних залишків, бур'янів і добрив, відсутністю огріхів, якістю дискування поворотних смуг та країв тощо. В свою чергу, якість виконуваних польових робіт залежить від конструктивних особливостей сільськогосподарської машини, її відповідності технологічній операції, регулювання параметрів і технічного стану машини, а також від умов роботи (фізико-механічних властивостей ґрунту, рельєфу місцевості, густоти стояння рослин тощо) [13].

Таким чином, на етапі побудови робочих планів на періоди робіт в рослинництві постає задача вибору агрегату за експлуатаційними показниками роботи з метою забезпечення максимальної якості останньої, високою продуктивності та мінімальної собівартості.

Множина альтернативних агрегатів для виконання конкретної роботи є інформацією для опрацювання операційно-технологічних карт – операційних технологій за окремими видами робіт з урахуванням конкретних умов виробництва, які розробляються з метою чіткої регламентації послідовності та порядку виконання механізованої технологічної операції у господарстві.

Операційно-технологічна карта, як правило, містить вісім розділів, три з яких («Обґрунтування складу і режимів роботи агрегату», «Підготовка поля і робота агрегатів в загілці» і «Техніко-економічні показники роботи агрегату») реалізуються на основі досить складного математичного апарату та з використанням великої кількості довідкової інформації [14].

4. 2. Методика оцінки економічного ефекту від використання інформаційно-аналітичних технологій

Економічний ефект від використання інформаційно-аналітичних технологій управління характеризується їхнім вкладом в економічний результат прийняття рішень під час планування та виконання конкретних технологічних операцій і є доданками в сумі ефектів від прийняття рішень в управлінні підприємством в цілому:

$$E = G \cdot D \cdot \frac{W + \varepsilon}{C},$$

де E – економічний ефект від використання прикладного програмного забезпечення; G – оператор розподілу економічного результату між учасниками прийняття рішень; D – оператор розподілу економічного результату між бізнес-процесами (актами прийняття рішення); W – прибуток від діяльності; ε – втрати від неоптимальної організації діяльності; C – значення прямих і непрямих витрат на інформаційно-аналітичну технологію.

Оператор розподілу економічного ефекту між учасниками прийняття рішення (особою, що приймає рішення, інформаційно-аналітичною технологією та іншими учасниками) – G – являє собою операцію справедливого розподілу, що визначає вклад інформаційно-аналітичної технології під час кожного акту прийняття рішення (вклад технології завжди мен-

ший загального економічного ефекту акту прийняття рішення, оскільки технологія не може приймати рішення без особи, що приймає рішення, а особа, що приймає рішення, без інформаційно-аналітичної технології може, можливо з меншою результативністю; для актів прийняття рішення, в яких технологія не використовується, вклад інформаційно-аналітичної технології дорівнює нулю), а оператор розподілу економічного ефекту між бізнес-процесами (актами прийняття рішень) – D – операцію справедливого розподілу результатів сумісної діяльності. При цьому результатом застосування операторів є вектори розподілу g і d , розмірність яких визначається кількістю етапів у бізнес-процесах (актів прийняття рішення).

Таким чином, оцінка економічного ефекту інформаційно-аналітичної технології передбачає дві операції справедливого розподілу, які являють собою розподіл результату сумісної діяльності. Розподіл проводиться на основі як кількісних, так і якісних характеристик вкладу учасників у загальний результат, а також з врахуванням можливої нерівноправності учасників у питанні можливості досягнення будь-якого результату.

Задача розподілу задається сукупністю (U, P, p, v, S) , де U – множина учасників; S – загальний прибуток; P – множина допустимих значень параметрів, що характеризують вклад учасників в загальний прибуток; p – значення параметрів для кожного учасника або групи учасників ($p \in P$); v – значимість кожного з параметрів для отримання прибутку. Розв'язком задачі справедливого розподілу сумісного результату є вектор x , що визначає справедливу частку кожного учасника в загальному економічному результаті S .

Для забезпечення справедливого розподілу сумісного результату відповідно принципу «пропорційної рівності», що передбачає адекватність цінності учасника в отриманні результату та його частки у прибутку, формулюються такі вимоги до розв'язку задачі:

- ефективності – весь прибуток розподіляється між всіма учасниками;
- симетричності – під час розподілу прибутку усі учасники рівноправні, незалежно від їхньої нумерації або послідовності;
- невід'ємності – в умовах невід'ємного прибутку частка учасника не може бути від'ємною;
- монотонності – при зміні загального прибутку і незмінності характеристик учасників частка кожного учасника не може змінюватися у протилежному напрямі.

Оскільки у багатьох випадках вклад учасників у сумісний результат задається не лише на рівні окремих учасників, а й на рівні підмножин учасників, справедливий розподіл сумісного результату слід визначати на основі комбінованого методу за вкладом у вигляді потенційного результату можливих коаліцій. До того ж у багатьох випадках вкладу учасників і підгруп учасників для досягнення результату не рівні між собою. Наприклад, у випадку, коли прибуток можливо отримати лише при умові участі будь-якого одного учасника або будь-якої пари учасників, а участь інших пар і коаліцій не така суттєва. У такому разі характеристики вкладу учасника доцільно задавати у вигляді потенційного результату, якого він може досягнути самостійно або об'єднавшись у коаліцію.

Застосування комбінованого методу в такому випадку при наявності множини характеристик вкладу

окремого учасника дозволяє виконати операції злиття для незначимих учасників, а отримання рішення відповідатиме вимогам до справедливого розподілу прибутку.

Використання апарату кооперативних ігор передбачає визначення пар (U, w) , де $U = \{u_i\}$ – скінченна множина учасників («велика коаліція»), розмірністю $|U|$, $w(C)$ – характеристична числова функція, що визначає вигреш (потенційний результат) коаліції C .

Розв'язком кооперативної гри (U, w) є вектор $x = (x_i)_{i \in U}$: $\sum_{i \in U} x_i = S$.

Найбільш вдалими і поширеними інструментами для розрахунку такого розподілу є вектор Шеплі – розподіл, в якому вигреш кожного учасника дорівнює його середньому вкладу в загальний результат тотальної коаліції при певному механізмі її організації, – що задовольняє зазначеним вимогам ефективності, симетричності, невід'ємності та монотонності.

Оскільки у досліджуваному випадку характеристики вкладу учасників у сумісний результат частково являють собою якісні параметри, доцільним є використання експертних методів визначення пріоритету при прийнятті рішень в умовах взаємозв'язків альтернатив і зовнішніх обмежень. У межах комбінованого методу найбільш раціональним в такому випадку є використання поєднання лінійного алгоритму і методу аналізу ієрархій на основі експертної оцінки.

Для використання методу аналізу ієрархій необхідно визначити сукупність (A, K, q) , де $A = \{a_i\}$ – скінченна множина альтернатив; $K = \{k_j\}$ – множина критеріїв/факторів кожної альтернативи (кожен критерій певним чином характеризує конкретну альтернативу з боку оцінки її пріоритетності по відношенню до інших альтернатив; k_j можуть задаватися у різних шкалах); $q = (q_{ij})_{i \in A, j \in K}$ – матриця, що визначає для кожної альтернативи і значення її критерію j (кожний рядок матриці відповідає одній альтернативі, кожний стовпчик – одному критерію).

Розв'язком задачі визначення пріоритету (A, K, q) є вектор пріоритетів $y = (y_i)_{i \in A}$: $\sum_{i \in A} y_i = 1$. Вектор містить відносні пріоритети («відносна значимість») альтернатив.

Матриця попарних порівнянь альтернатив визначається експертами окремо для кожного критерію. Кожен елемент матриці порівнянь є експертною оцінкою рівня переваги однієї альтернативи над іншою у загальному економічному результаті відповідно конкретного критерія за дев'ятибальною шкалою (ранжування за методом парних порівнянь за Т. Сааті [15]). В такому разі для визначення пріоритетності альтернатив за певним критерієм необхідно розрахувати власні значення λ^k та відповідно L_1 -нормований власний вектор u^k – вектор пріоритетності.

Аналогічно визначається важливість критеріїв відносно один одного щодо вкладу в економічний результат на основі матриці порівнянь критеріїв.

5. Результати розробки інформаційно-аналітичної технології та оцінки економічного ефекту від її використання

5.1. Результати розробки інформаційно-аналітичної технології оперативного управління сільськогосподарським виробництвом

Постановка задачі вибору агрегату за експлуатаційними показниками роботи полягає у компонуванні тягово-привідного агрегату для виконання сільськогосподарської роботи з оптимальним поєднанням продуктивності, економічності та з врахуванням заданих техніко-економічних параметрів.

Дашборд, розроблений у середовищі табличного процесора MS Excel для розв'язування цієї виробничої задачі в інтерактивному режимі (рис. 1), умовно розділений на два модулі:

- модуль вибору машино-тракторних агрегатів до списку порівняння (блоки «Вибір роботи», «Вибір МТА» і «Список МТА»);

- модуль порівняння обраних агрегатів за витратами робочого часу на одиницю роботи і величиною приведених витрат (блок «Результат»), за допомогою якого порівнюють економічну ефективність альтернативних рішень і приймають остаточне рішення щодо вибору агрегату для виконання конкретної роботи.

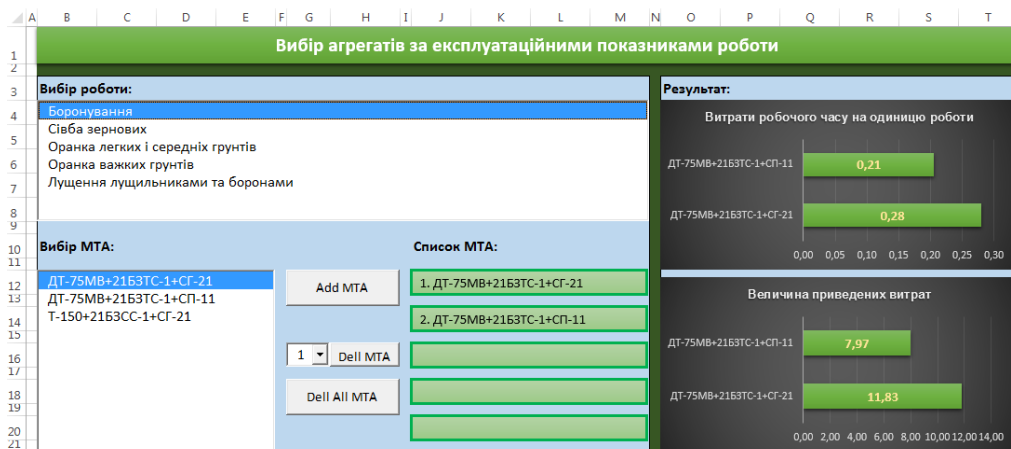


Рис. 1. Дашборд вибору машинно-тракторного агрегату за експлуатаційними показниками

Для організації інформації першого модуля дашборда, де зі списку машинно-тракторних агрегатів для виконання конкретної сільськогосподарської роботи формується їх перелік для порівняння, розроблено додатковий дашборд (рис. 2), в якому реалізовано наповнення бази даних відомостями про можливі машинно-тракторні агрегати для виконання конкретної роботи з урахуванням їхніх експлуатаційних показників шляхом підбору трактора та однієї або кількох сільськогосподарських машин.

З дашбордом вибору машинно-тракторного агрегату за експлуатаційними показниками (рис. 1) працюватимуть головний агроном при розробці деталізованої виробничої програми з рослинництва, а також агрономи, механіки та бригадири під час розробки робочих планів на періоди робіт і розробки та коригуванні календарних графіків робіт.

Дашборд «Операційно-технологічна карта» (рис. 3) доцільно візуально поділити на кілька модулів:

- модулі введення вихідних даних задачі (блоки «Умови роботи», «Агротехнічні вимоги» та норми витрат часу на неосновну роботу);

- модуль підбору агрегату в залежності від виду виконуваної роботи, технології та з урахуванням досягнення найбільш раціонального завантаження машин – блок «Підбір і розрахунок складу агрегату»;

- модуль виведення показників роботи агрегату в загинці – блок «Робота агрегату в загинці».

Дані про умови роботи та агротехнічні вимоги для першого модуля готуються у першому та другому розділах операційно-технологічної карти (відповідно «Призначення технологічної операції та характеристика умов її проведення» та «Агротехнічні вимоги до технологічної операції»), де характеризується агрофон, вказуються розміри поля, тип ґрунту, кут нахилу місцевості, показники якості рослин (урожайність, висота рослин, солоність тощо), технологічні параметри та характеристики якості роботи (глибина обробки, висота зрізання, ступінь розпушеності ґрунту тощо), показники, що визначають норми витрат матеріалів та їх допустимі відхилення (насіння, добрив, засобів захисту рослин тощо). У нижній частині першого модуля вводять дані для розрахунку погектарних витрат палива (тип поворотів та норми часу на неосновну роботу). Інформація цих блоків має право змінювати лише головний агроном, для решти учасників усі поля цих блоків є доступними лише для перегляду.

Другий модуль дашборда призначений для обґрунтування підбору складу агрегату в залежності від виду виконуваної роботи, наявної техніки і робочих машин, раціональності складу у відповідності з рекомендованою системою машин для комплексної механізації рослинництва і формується на основі інформації дашборду вибору машинно-тракторного агрегату за експлуатаційними показниками (рис. 1).

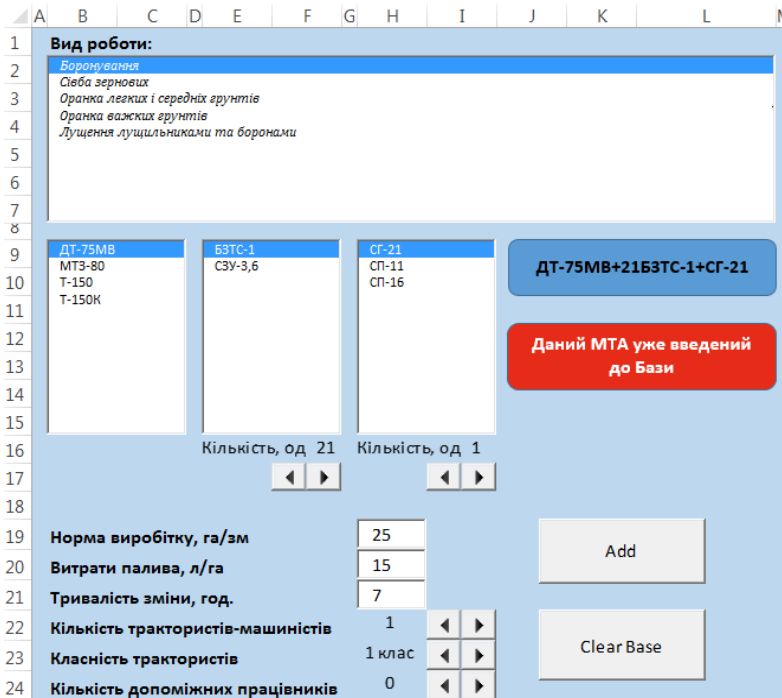


Рис. 2. Дашборд формування Бази даних машинно-тракторних агрегатів

Третій модуль дашборда містить інформацію щодо підготовки поля та роботи агрегату в загинці. При формуванні цієї інформації враховуються вимоги агротехніки, особливості конструкції та використання машин, а також мінімізуються витрати часу на холостий рух агрегату, додаткові витрати часу і коштів на розбивку поля на загинки, позначення та обробіток поворотних смуг, виконання прокосів і розвантажувальних магістралей.

Результативна інформація другого і третього модулів представлена на дашборді у більшості в графічному вигляді (графіки типу «спідометр» та «термометр»).

Інформація цих блоків доступна всім учасникам виробничого процесу. Під час розробки «Операційно-технологічної карти» агрегат вибирається головним агрономом. Виконавці при цьому керуються встановленою технічною інформацією агрегату (основна робоча передача, швидкість трактора, число корпусів тощо) та нормами роботи агрегату в загинці (оптимальну ширину загинки, їх кількість, виробіток за зміну тощо – інформація третього модуля дашборду). Під час коригування планів через, наприклад, поломку техніки або несприятливі погодні умови, інформацію про підбір агрегату може змінювати й сам виконавець, вибираючи склад агрегату із списку, встановленого головним агрономом, та підбираючи оптимальну основну робочу передачу, враховуючи ступінь завантаження трактора та його двигуна, витрати палива на одиницю площі і, головне, кількість змін, необхідних для виконання роботи.

Використання запропонованих дашбордів значно скоротить витрати часу для проведення необхідних розрахунків, підвищить їх якість, що позитивно вплине на ефективність оперативного управління виробничими процесами у підприємстві.

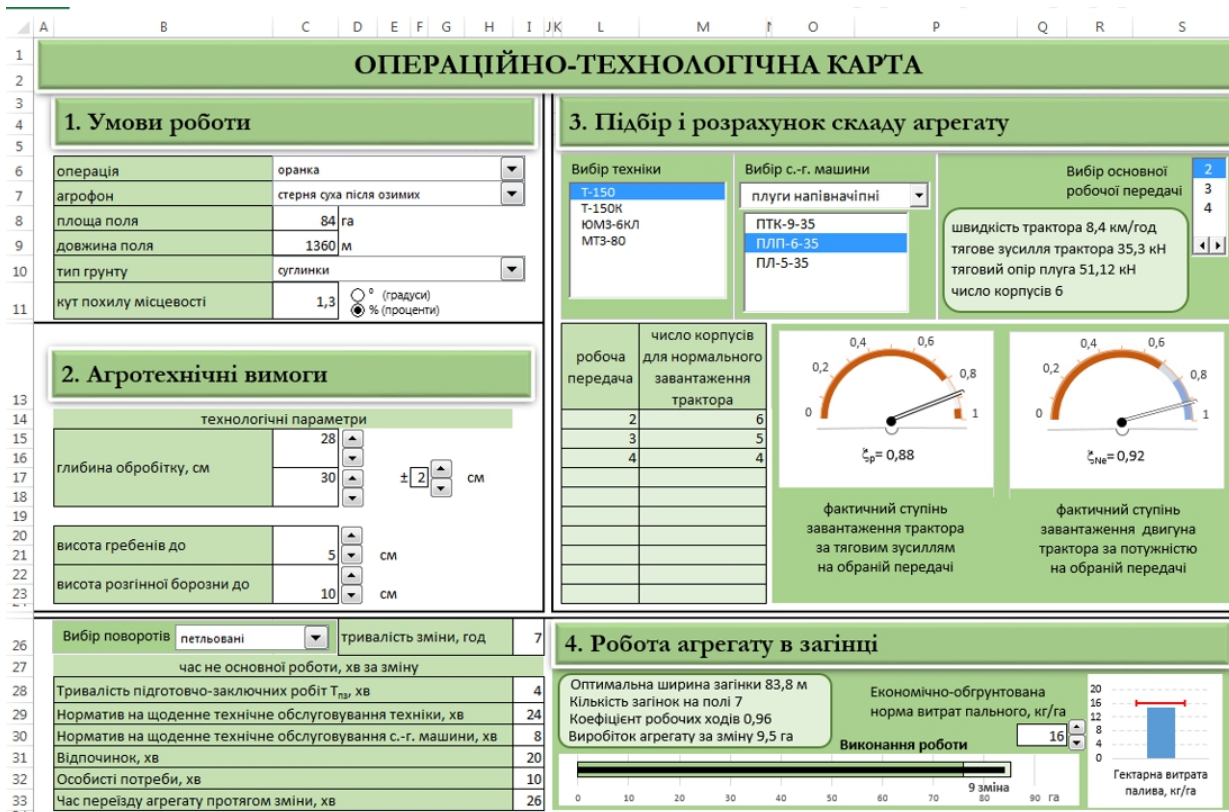


Рис. 3. Дашборд «Операційно-технологічної карти на виконання технологічної операції»

Головною перевагою застосування описаного підходу є можливість оперативного отримання достовірних альтернативних рішень самим виконавцем робіт (незважаючи на досить складний математичний апарат, що застосовується під час їх розв'язання) для необхідного коригування планів в реальному часі, який, поряд із безпосередньо самим рішенням, представленим оптимально деталізовано, бачить ефект та наслідки після їх виконання.

5. 2. Результати оцінки економічного ефекту від використання запропонованої інформаційно-аналітичної технології у сільськогосподарському підприємстві

Економічний ефект від використання цієї інформаційної технології як аналітичного інструментарію для прийняття рішень в оперативному управлінні сільськогосподарським виробництвом передбачає її оцінку на основі фінансових показників як окремо виділену ізольовану інформаційно-аналітичну систему з інформаційного забезпечення управління підприємством з врахуванням зазвичай «невідчутних» вигід (економія часу, поліпшення виробничо-оперативного планування та якості прийняття рішень, підвищення якості даних і, як наслідок, бізнес-процесів тощо), що суттєво ускладнює процес такого оцінювання. Складність оцінки зумовлена й тим, що призначення запропонованої інформаційної технології полягає у підтримці прийняття рішення особою, що вибирає один із варіантів із множини альтернатив в умовах невизначеності. Тобто, ключовою характеристикою такої технології є здатність перетворення даних в інформацію для отримання її особою, що приймає рішення.

При розрахунку ефективності до витратної частини відносять витрати на впровадження і поточну підтримку технології. Складність виникатиме лише у випадках, коли кілька інформаційно-аналітичних технологій використовують загальні ресурси, або навпаки, коли одна й та сама інформаційно-аналітична технологія використовується для кількох бізнес-процесів. У такому випадку достатньо визначити частку ресурсів, що забезпечує систему і бізнес-процес, на основі частки у загальній кількості підключень до системи, або частки активних користувачів системи тощо. Проте задача оцінки вигід від використання на сьогодні не має універсального розв'язку. Під потенціальним економічним результатом використання запропонованої інформаційної технології пропонуємо розуміти дійсний економічний результат виробничої діяльності, збільшений на величину втрат («втрачена вигода») від недостатньої ефективності бізнес-процесів, де використовується інформаційно-аналітична технологія. При цьому величину втрат від недостатньої ефективності бізнес-процесів пропонуємо розрахувати як різницю між економічним результатом при оптимальній організації бізнес-процесів і фактичним економічним результатом.

Перевіримо ефективність запропонованої інформаційно-аналітичної технології під час її використання при виробництві продукції рослинництва.

Технологічний процес виробництва продукції рослинництва включає в себе чотири акти прийняття рішень, що відповідають етапам (1) підготовка ґрунту, (2) посівні роботи, (3) догляд за рослинами і (4) збір врожаю.

Означимо припущення, дані та методи для оцінки ефективності запропонованої інформаційно-аналітичної технології:

– для оцінки розподілу економічного результату між актами прийняття рішень – дані про ймовірність успішного виконання робіт (з мінімальним відхиленням від планових показників). Для таких даних в межах комбінованого методу розподілу використовується алгоритм на основі кооперативної гри (цінність кожного акту визначається розподілом, що описується вектором Шеплі);

– ознаки для виділення вкладу інформаційно-аналітичної технології при прийнятті рішення – частка інформації у прийнятті рішення; залежність від конкретного учасника-виконавця; суб'єктивність інформації для прийняття рішення. Для такої вихідної інформації комбінований метод передбачає застосування методу аналізу ієрархій на основі експертної оцінки, метою якого є вибір найбільш впливового елемента на прийняття рішення (інформаційно-аналітична технологія або експерт);

– знехтуємо відмінністю між потенційною і фактичною ефективністю, а також балансовим та економічним прибутком;

– порогове значення ефективності приймемо на рівні 13,5 %.

Для реалізації описаного вище підходу необхідно побудувати характеристичну функцію, що передбачає збір інформації про величини потенційного економічного результату для кожної коаліції.

Ефективність використання запропонованої інформаційної технології досліджувалася на шести сільськогосподарських підприємствах різних форм власності і господарювання (фермерське господарство, приватне сільськогосподарське підприємство, сільськогосподарське приватно-орендне підприємство, сільськогосподарське акціонерне товариство і два сільськогосподарських товариства з обмеженою відповідальністю), які займаються виробництвом продукції рослинництва і тваринництва. Для експерименту впровадження були обрані господарства з різним розміром сільськогосподарських угідь, кількістю працівників, задіяних в рослинництві, та різним рівнем ефективності управління виробництвом. За даними їх обстеження характеристична функція в кооперативній гри має вигляд:

$$w(\text{ПГ})=0,2; w(\text{ПР})=0,6;$$

$$w(\text{ДР})=0,4; w(\text{ЗВ})=0,1;$$

$$w(\text{ПГ, ПР})=0,7; w(\text{ПГ, ДР})=0,6;$$

$$w(\text{ПГ, ЗВ})=0,3; w(\text{ПР, ДР})=0,8;$$

$$w(\text{ПР, ЗВ})=0,6; w(\text{ДР, ЗВ})=0,4;$$

$$w(\text{ПГ, ПР, ДР})=0,9;$$

$$w(\text{ПГ, ПР, ЗВ})=0,8;$$

$$w(\text{ПГ, ДР, ЗВ})=0,6;$$

$$w(\text{ПР, ДР, ЗВ})=0,8;$$

$$w(\text{ПГ, ПР, ДР, ЗВ})=1,$$

де ПГ – оцінка етапу підготовка ґрунту; ПР – оцінка етапу посівні роботи; ДР – оцінка етапу догляд за рослинами; ЗВ – оцінка етапу збір врожаю.

У такому випадку характеристична функція має властивість субадитивності.

Вектор Шеплі має вигляд:

$$x=(0,183; 0,467; 0,067; 0,283).$$

Відповідно найбільш пріоритетним (що характеризується «найбільшим вкладом» у загальний результат) є акт прийняття рішень «Посівні роботи» – 46,7 %.

Характеристиками вкладу учасників при прийнятті рішень під час виробництва продукції рослинництва були прийняті: корисність учасника для прийняття рішень; частка рішень, які приймаються з врахуванням інформації, джерелом якої є учасник; частка інформації для прийняття рішень, яку поставляє учасник; незамінність учасника, можливість прийняття рішення без нього; унікальність інформації у даного учасника прийняття рішення. Усі характеристики були згруповані у ієрархічну структуру типів характеристик з метою поліпшення точності оцінки.

За результатами експертної оцінки (експертами виступали працівники управлінського складу зазначених вище господарств, задіяні в оперативному управлінні виробництвом) найвищий рейтинг мають характеристики групи «Частка інформації у прийнятті рішень»:

$$(\min(\sum_{i=1}^3 A_{ij}))=\min(1,5; 4,5; 8)=1,5 - \text{група } A_1).$$

Кінцевий вектор вкладу інформаційно-аналітичної технології у загальний економічний результат ($x_{\text{ІАС}}$), розрахований за лінійним методом, має вигляд:

$$x_{\text{ІАС}}=0,125 \times 0,648 + 0,667 \times 0,230 + 0,750 \times 0,122 = 0,32.$$

Тобто, вклад запропонованої інформаційно-аналітичної технології у загальний економічний результат становить 32 %. Відповідно економічна ефективність використання інформаційно-аналітичної технології характеризується досить високим показником – 77,2 %, що значно перевищує порогове значення (13,5 %).

Ієрархічна структура оцінки економічного ефекту від використання дашбордів як інструменту для прийняття рішень в оперативному управлінні сільськогосподарським виробництвом з врахуванням пріоритетів (рис. 4) свідчить про доцільність впровадження запропонованої інформаційно-аналітичної технології в управління у сільськогосподарському підприємстві на оперативному рівні.

Можливість побудови дашбордів засобами MS Excel, яким користуються фактично у всіх сільськогосподарських підприємствах, дозволяє створювати їх власними силами та змінювати вигляд у разі потреби вже створених панелей, а простота і зручність їх функціоналу, презентабельність і доступність виведеної на них інформації сприяє підвищенню якісного рівня розв'язку задач диспетчерування та оперативного планування на виробничому рівні.

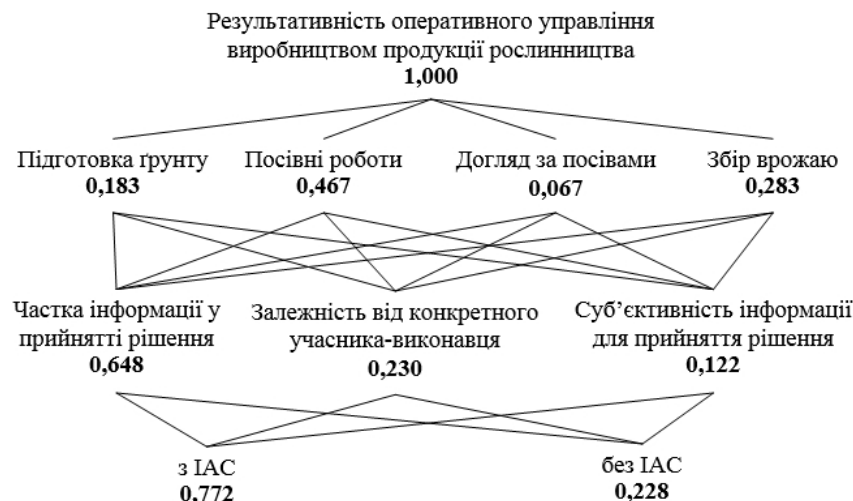


Рис. 4. Ієрархія з пріоритетами результативності управління виробництвом продукції рослинництва

6. Обговорення результатів розробки інформаційно-аналітичної технології оперативного управління сільськогосподарським виробництвом

Практична значимість дослідження полягає у доведенні його до рівня конкретної розробки щодо удосконалення оперативного управління сільськогосподарським виробництвом на основі використання сучасних інформаційних технологій і можливості уже сьогодні впровадження на діючих сільськогосподарських підприємствах, що підтверджується даними впровадження розробки у шести господарствах, в яких проводилося дослідження.

Використання запропонованих інтерактивних динамічних інформаційно-аналітичних панелей в оперативному управлінні сільськогосподарським виробництвом забезпечує оперативне перепланування технологічних робіт самим виконавцем в режимі реального часу, значно скорочуючи витрати часу на необхідні розрахунки та підвищуючи їх якість, що позитивно впливає на ефективність управління виробничими процесами у підприємстві.

Інформація побудованих дашбордів є вихідною інформацією для побудови оперативного календарних планів, які також можна організувати у вигляді дашбордів, побудованих в середовищі MS Excel, або у вигляді проектів, побудованих в середовищі MS Pro-

ject, який припускає імпортування даних із табличного процесору MS Excel, що може бути предметом подальших досліджень.

7. Висновки

В результаті проведених досліджень:

1. Розроблено інформаційно-аналітичну панель вибору машинно-тракторного агрегату за експлуатаційними показниками та режиму його роботи при проведенні польових робіт. Використання побудованої панелі дозволяє порівнювати обрані агрегати за витратами робочого часу на одиницю роботи і величиною приведених витрат, за допомогою яких порівнюють економічну ефективність альтернативних рішень щодо вибору того чи іншого агрегату для виконання конкретної роботи.

2. Розроблено динамічну інтерактивну інформаційно-аналітичну панель побудови «Операційно-технологічної карти на виконання технологічної операції». Головною перевагою використання побудованої панелі є можливість оперативного отримання достовірних альтернативних рішень самим виконавцем робіт для необхідного коригування планів в реальному часі (незважаючи на досить складний математичний апарат, що застосовується під час розв'язання відповідних задач). Під час роботи з панеллю виконавець, поряд із безпосередньо самим рішенням, представленим оптимально деталізовано, бачить ефект та наслідки після його виконання.

3. Оцінено економічний ефект від використання запропонованої інформаційно-аналітичної технології в оперативному управлінні виробництвом у сільськогосподарському підприємстві, який характеризується 32% рівнем її вкладу в загальний економічний результат і економічною ефективністю використання на рівні 77,2%, що значно перевищує порогове значення (13,5%). Отримані результати свідчать про доцільність впровадження запропонованої інформаційно-аналітичної технології в управління у сільськогосподарському підприємстві на оперативному рівні.

Література

- Alexander, M. Excel Dashboards and Reports [Text] / M. Alexander, J. Walkenbach. – Hoboken: Wiley Publishing Inc., 2013. – 434 p.
- AuCoin, M. Microsoft Dynamics CRM 2011: Dashboards Cookbook [Text] / M. AuCoin. – Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2012. – 248 p.
- Polino, M. Building Dashboards with Microsoft Dynamics GP 2013 and Excel 2013 [Text] / M. Polino. – Birmingham: Packt Publishing, 2013. – 268 p.
- Zhang, L. Visual analytics for the big data era – A comparative review of state-of-the-art commercial systems [Text] / L. Zhang, A. Stoffel, M. Behrlich, S. Mittelstadt, T. Schreck, R. Pompl et al. // 2012 IEEE Conference on Visual Analytics Science and Technology (VAST), 2012. – P. 173–182. doi: 10.1109/vast.2012.6400554
- Nourry, M. Measuring sustainable development: Some empirical evidence for France from eight alternative indicators [Text] / M. Nourry // Ecological Economics. – 2008. – V. 67. – P. 441–456.
- Tutunea, M. Business Intelligence Solutions for SME's [Text] / M. Tutunea, R. Rus // Procedia Economics and Finance. – 2012. – Vol. 3. – P. 865–870. doi: 10.1016/s2212-5671(12)00242-0

7. Flood, M. The Application of Visual Analytics to Financial Stability Monitoring [Text] / M. Flood, V. Lemieux, M. Varga, W. Wong // Journal of Financial Stability. – 2016. – P. 50. doi: 10.2139/ssrn.2438194
8. Sarli, P. Macroprudential oversight, risk communication and visualization [Text] / P. Sarli // Journal of Financial Stability, 2016. – P. 40. doi: 10.1016/j.jfs.2015.12.005
9. Tolonen, A. Product portfolio management – Targets and key performance indicators for product portfolio renewal over life cycle [Text] / A. Tolonen, M. Shahmarichatghieh, J. Harkonen, H. Naapasalo // International Journal of Production Economics. – 2015. – Vol. 170. – P. 468–477. doi: 10.1016/j.ijpe.2015.05.034
10. Давлетханова, О. Х. Економічний аналіз ефективності системи управління сільськогосподарськими підприємствами [Текст] / О. Х. Давлетханова, Я. Л. Миколайчук // Науковий огляд. – 2014. – Т. 9, № 10. – С. 5–12.
11. Гринчак, О. В. Теоретико-методологічні аспекти інформаційного забезпечення оперативного управління сільськогосподарським виробництвом [Текст]: зб. наук. пр. / О. В. Гринчак, Я. Л. Миколайчук // Економічний аналіз. – 2012. – Вип. 11, Ч. 4. – С. 223–227.
12. Butler, M. Integrating information technology and operational research in the management of milk collection [Text] / M. Butler, P. Herlihy, P. Keenan // Journal of Food Engineering. – 2005. – Vol. 70, Issue 3. – P. 341–349. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2004.02.046
13. Зубко, В. М. Технологічна та техніко-економічна оцінка машинних агрегатів при виконанні основного обробітку ґрунту [Текст] / М. В. Зубко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. – 2013. – Вип. 135. – С. 32–39.
14. Ільченко, В. Ю. Практикум з використання машин у рослинництві [Текст] / В. Ю. Ільченко, А. С. Кобець, В. П. Мельник, П. І. Карасьов, П. М. Кухаренко, А. В. Ільченко. – Дніпропетровськ: Дніпропетровський державний аграрний університет, 2002. – 212 с.
15. Saaty, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process [Text] / T. L. Saaty // Int. J. Services Sciences. – 2008. – Vol. 1, Issue 1. – P. 83–89.

Розглянуті питання автоматизації процесів керування технологічним обладнанням для механічної обробки матеріалів. Представлена математична модель обладнання з гідроприводом обертової дії як об'єкту автоматичного керування. Виконано синтез системи автоматичного керування технологічним обладнанням, що враховує стохастичне збурення та шум спостереження. Проведено аналіз якості регулювання системи автоматичного керування

Ключові слова: технологічне обладнання, гідропривід, передатна функція, стохастичне збурення, система автоматичного керування

Рассмотрены вопросы автоматизации процессов управления технологическим оборудованием для механической обработки материалов. Представлена математическая модель оборудования с гидроприводом вращательного движения как объекта автоматического управления. Выполнен синтез системы автоматического управления технологическим оборудованием, учитывающей стохастическое возмущение и шум наблюдения. Проведен анализ качества регулирования

Ключевые слова: технологическое оборудование, гидропривод, передаточная функция, стохастическое возмущение, система автоматического управления

УДК 621.646:62-83
DOI: 10.15587/1729-4061.2016.63711

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ОБЛАДНАННЯМ З ГІДРОПРИВОДОМ ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ

В. І. Соколов

Доктор технічних наук, професор*

E-mail: sokolov.snu.edu@gmail.com

Ю. Б. Рассказова

Аспірант*

E-mail: urass.snu.edu@gmail.com

*Кафедра машинобудування,
верстатів та інструментів

Східноукраїнський національний університет
пр. Радянський, 59а,
м. Сєвєродонецьк, Україна, 93400

1. Вступ

Сучасні технології машинобудування та матеріалобробки пред'являють всезростаючі вимоги до тех-

нічних та функціональних характеристик технологічного обладнання для механічної обробки матеріалів (металорізальні верстати та системи, обладнання інструментального виробництва, машини для обробки