

*Харченко В.В.,**к.е.н., доцент,**доцент кафедри інформаційних технологій,
Національний університет біоресурсів
та природокористування України**Нам'ясенко Ю.О.,**магістр спеціалізації «Економічна кібернетика»,
Національний університет біоресурсів
та природокористування України*

МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ АГРАРНОГО ФОРМУВАННЯ

Анотація. У статті досліджено вплив основних чинників, що перешкоджають ефективному впровадженню інформаційних систем та технологій у виробничо-господарську діяльність аграрних формувань. Побудовано діаграму класів та функціональну діаграму інформаційної системи аграрного підприємства. Розроблено економіко-математичну модель, що дала змогу виявити оптимальну кількість згенерованих інформаційних потоків між основними об'єктами структури аграрного формування.

Ключові слова: інформаційне забезпечення, інформаційні потоки, інформаційні системи, агроформування, управління.

Постановка проблеми. Ефективне виробництво та реалізація сільськогосподарської продукції потребують значного потенціалу виробничих потужностей. Нині галузь сільського господарства характеризується наявністю не тільки малих фермерських господарств, але й великих агрохолдингів, які володіють тисячами гектарів землі, мають велику кількість структурних підрозділів, персоналу та техніки, розгалужену систему поставок продукції та закупівлі сировини. Щодня вітчизняні агроформування різних форм власності продукують величезні обсяги масивів даних, які потребують зберігання, передачі, аналізу тощо. Тому в сучасних умовах господарювання ефективне функціонування вітчизняних аграрних підприємств передбачає підвищення рівня його інформаційного забезпечення. В його основі лежать інформатизація управлінської діяльності та розвиток інформаційних систем для організації інформаційних ресурсів. Саме від неї залежить те, наскільки швидко і якісно керівники агроформувань можуть реагувати на будь-які зміни у внутрішньому та зовнішньому середовищі.

Звідси випливає, що ефективне управління сучасними сільськогосподарськими підприємствами вимагає максимального задоволення інформаційних потреб усіх його сфер та учасників виробничо-господарського процесу. Інформаційне забезпечення процесу управління аграрним формуванням має на меті ефективну організацію цілеспрямованих масивів інформації та сукупності різних інформаційних потоків. Власне, воно передбачає збір, зберігання, обробку та передачу інформаційних масивів, що дасть змогу здійснити аналіз отриманих результатів для подальшого обґрунтування та прийняття раціональних управлінських рішень [2].

За таких умов актуальним питанням є визначення оптимальної кількості інформаційних потоків вітчизняних аграр-

них формувань з використанням економіко-математичного моделювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями ефективного впровадження та функціонування інформаційних систем та технологій, визначенням їх раціональної організаційної структури та основних виконуваних функцій присвячені роботи багатьох вітчизняних та закордонних дослідників. Так, В.В. Лаврук у своїй праці «Створення та впровадження управлінських інноваційних інформаційних систем в аграрних підприємствах» [5] доводить те, що удосконалення організаційного, фінансово-економічного та правового забезпечення окремих інноваційних проектів в перспективі стане базовим принципом реалізації державної політики, спрямованої на забезпечення розвитку інноваційної та інтеграційної перебудови в галузі створення і впровадження нових управлінських інформаційних систем. Л.В. Передій у своїй праці «Системне проектування інформаційних систем» розглядав один з можливих методів розробки інформаційних систем, що базується на моделі життєвого циклу «водопад» [6].

Тьяго Морейра де Олівейра у праці «Розробка інформаційної системи, що керує аграрним підприємством» визначає інформаційну систему як одну з основних складових сучасного аграрного підприємства і розкриває перспективи її існування на базі веб-платформи з інтегрованими та централізованими базами даних. Також наголошується на необхідності розробки та впровадження мобільного додатку як частини інформаційної системи, призначеного для геопросторового збору даних з повним та налагоджуваним інтерфейсом [10]. Даніель Енгель та Хі Вонгу у своїй статті розкривають деякі аспекти роботи системи управління ланцюгами поставок аграрної продукції в інформаційній системі цього напрямку, включаючи сезонний характер виробництва та лімітований термін придатності товарів аграрної сфери. Обговорюється можливість впровадження технології «Інтернет речей» на всіх функціональних ланках інформаційної системи [11].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на значну кількість досліджень, варто відзначити, що питання моделювання інформаційних потоків аграрних формувань із залученням економіко-математичного моделювання потребують подальших досліджень.

Мета статті полягає у визначенні оптимальної кількості згенерованих інформаційних потоків між основними об'єктами структури аграрного формування в умовах невизначеності економічного середовища.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вітчизняні аграрні формування мають структуру, яка формується та змінюється під впливом дії її внутрішніх елементів, а також чинників зовнішнього середовища. Для ефективної виробничо-господарської діяльності агроформувань важливою умовою є своєчасне та раціональне функціонування інформаційних потоків [9]. Отже, ефективне управління різними інформаційними ресурсами, що є в наявності у сільськогосподарських підприємств, потребує відповідного управління обробкою та використанням інформації.

Проведеним дослідженням встановлено, що основними чинниками, що перешкоджають ефективній управлінській діяльності вітчизняних аграрних формувань, є їх неналежне матеріальне, технічне (мережеві комунікаційні канали) та інформаційне забезпечення, що перешкоджає ефективному створенню інноваційно-інформаційних систем управління інформаційними ресурсами. Також інформаційні ресурси підприємств досить часто неоптимально розподіляються згідно з їх потребами. Це сповільнює процес прийняття управлінських рішень.

Відзначимо, що через конкурентний характер ринкового середовища не можна говорити про існування єдиної моделі організаційної та функціональної структури інформаційної системи. Кожне вітчизняне аграрне формування намагається створити власну унікальну інформаційну систему, яка найкраще адаптована до роботи з наявними в цьому підприємстві інформаційними потоками даних. В роботі було розглянуто

типову модель інформаційної системи вітчизняного аграрного формування рослинницького напрямку.

Проведеним дослідженням встановлено, що основними складовими інформаційної системи є такі класи, як матеріальні засоби (насіннєвий матеріал, добрива, пестициди), транспортні засоби (трактори, комбайни, вантажні машини), бригада (на базі яких формуються виробничі бригади, що мають в наявності задану кількість матеріальних та технічних засобів), земельні ресурси, які використовуються для виробництва продукції, склад (як місце зберігання готової продукції до моменту її реалізації на ринку). Загальна структура цієї інформаційної системи зображена діаграмою класів (рис. 1).

Між класами формуються процеси, що можуть бути представлені також відповідними класами.

1) Вибір транспортних засобів. Цей клас існує між класами бригада та транспортних засобів, відображає процес формування транспортного парку на поточний виробничий сезон. Відповідно, такий процес в подальшому можна розподілити на декілька під процесів, а саме вибір необхідних комбайнів, тракторів та вантажних машин.

2) Вибір матеріальних засобів. Цей клас відображає процес формування необхідної кількості різних матеріальних засобів на поточний виробничий період і здійснюється між класами бригада та технічних засобів.

3) Обробка поля. Цей клас відображає процес роботи класу бригади на заданих земельних ресурсах.

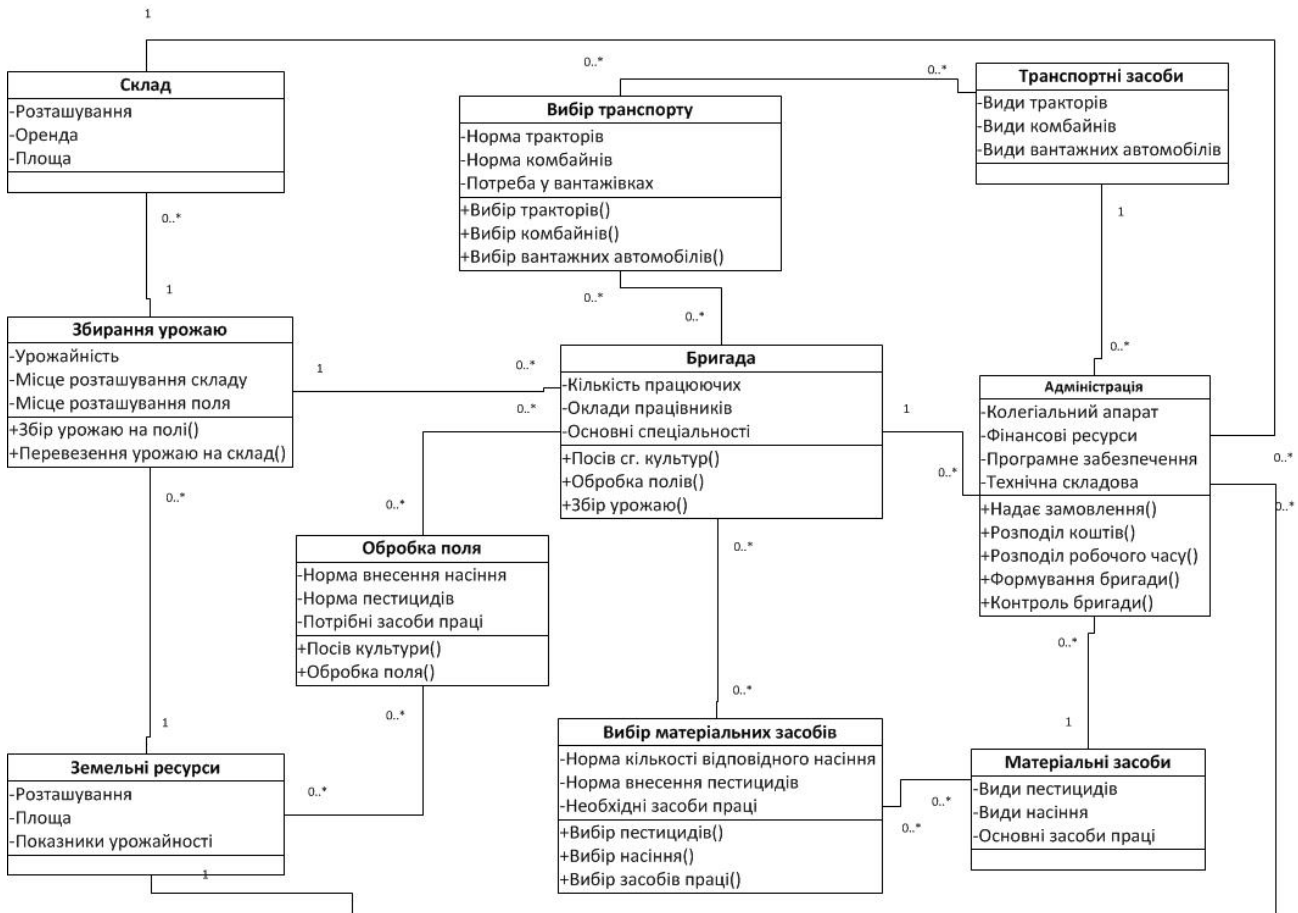


Рис. 1. Діаграма класів інформаційної системи аграрного формування

Джерело: власна розробка

4) Збирання урожаю. Цей клас показує зв'язок між класом земельних ресурсів та складом, а також бригадою.

Потрібно зазначити, що обробка інформації та прийняття управлінських рішень здійснюються адміністративним апаратом, а тому у діаграмі класів присутній відповідний клас – адміністрація, – який здійснює контроль над існуванням та діяльністю всіх інших класів моделі.

Всі класи-процеси інформаційної системи виступають як місце генерування інформації про стан кожної сутності і включають в себе як час безпосереднього отримання інформації від сутності, так і час на передачу цієї інформації до адміністративного класу. У разі незадоволення вихідних умов адміністративний апарат подає новий запит, а відповідний процес повторюється знову, при цьому генерується новий інформаційний потік.

Зауважимо, що структура і будова будь-якого об'єкта відповідає його виконуваним функціям, тому була побудована базова функціональна модель даної інформаційної системи для кращого розуміння всіх процесів, які виконуються в ній (рис. 2).

Враховуючи особливості роботи інформаційної системи сільськогосподарського підприємства, розв'язали оптимізаційну задачу, на основі якої встановлено оптимально допустиму кількість інформаційних потоків (ітерацій) кожного з чотирьох процесів на всьому виробничому періоді підприємства. Для цього було введено такі позначення:

x_i – кількість згенерованих інформаційних потоків (ітерацій) i -го процесу між конкретними елементами;

t_i – час руху інформаційного потоку або час виконання процесу, який затрачається на доставку інформації з центрального серверу до конкретного елемента, процес оброблення даної інформації та зворотній зв'язок;

p_i – ймовірність того, що інформаційний потік буде мати заданий час руху;

T_i – час загальної виробничої діяльності підприємства;

c_i – умовна вартість генерування інформаційного потоку i -го процесу між конкретними елементами;

E – загальна вартість підтримки інформаційної системи.

Відповідно до поставленої умови цільова функція виступає як сума всіх x_i :

$$\sum_{i=0}^n c_i x_i + E \Rightarrow \min . \quad (1)$$

Оскільки основна мета цієї задачі полягає в оптимізації роботи інформаційної системи шляхом зменшення повторного генерування інформаційних потоків (або повторення процесів між елементами), цільова функція буде прямувати на мінімум. Дана оптимізаційна задача має такі обмеження.

Перш за все забезпечення роботи інформаційної системи на всьому проміжку виробничої діяльності підприємства. Реалізується як сума добутків кількості інформаційних потоків i -го процесу, час виконання i -го процесу та ймовірність існування часу виконання i -го процесу. Тобто величина найбільш ймовірного часу роботи системи повинна бути не менше часу виробничої діяльності підприємства.

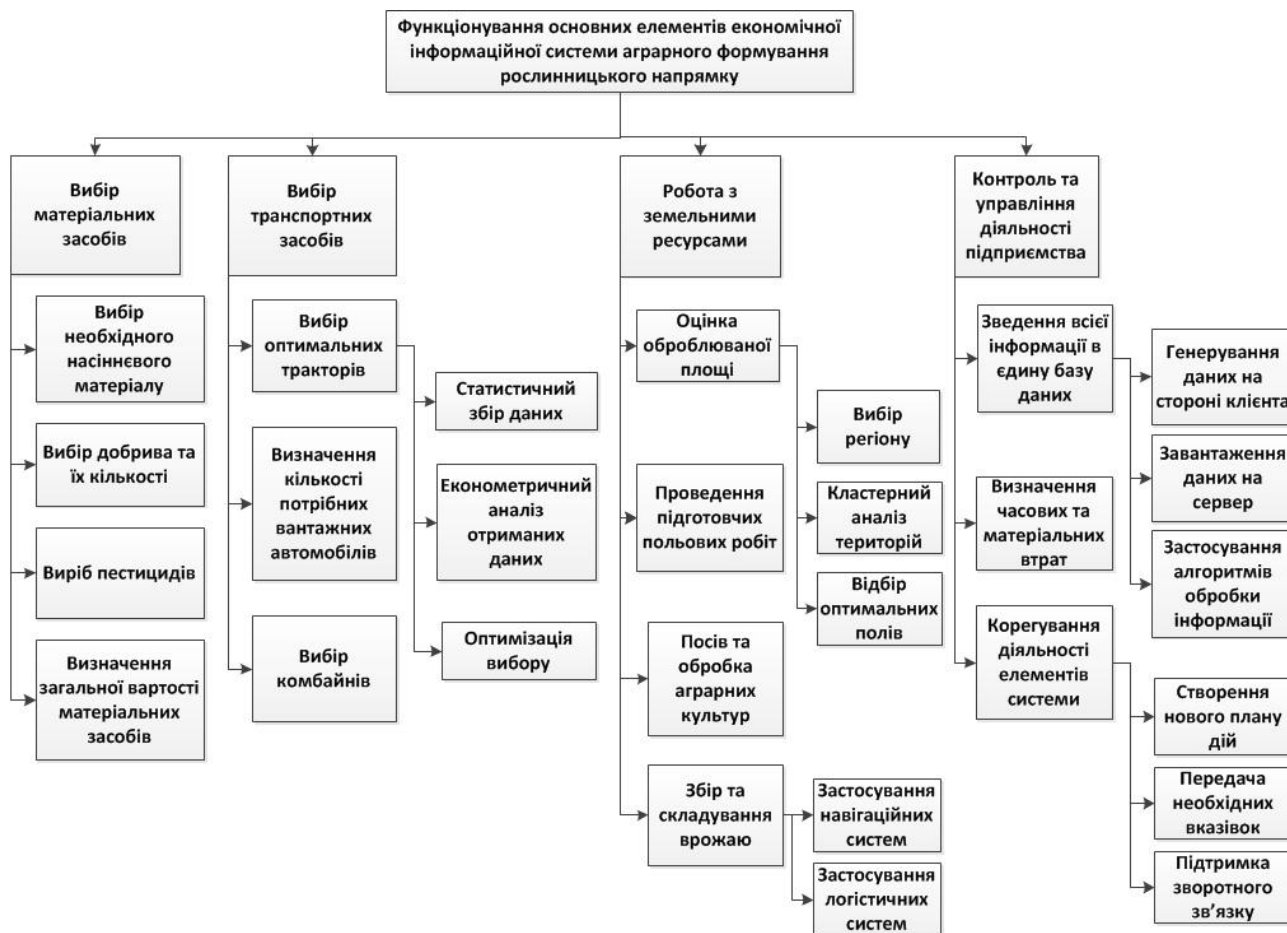


Рис. 2. Функціональна діаграма інформаційної системи аграрного формування

Джерело: власна розробка

$$\sum_{i=0}^n x_i t_i p_i \geq T_i \quad (2)$$

Також, зважаючи на те, що в сучасних умовах аграрного господарювання не можна повністю розраховувати на реалізацію попередньо визначеного плану роботи, введемо обмеження щодо виконання кожного процесу на мінімальному рівні, за якого всі заплановані роботи будуть виконуватись з високим ступенем ймовірності.

$$x_i \geq 10 \quad (3)$$

Задля того, щоб модель не сконцентрувалась на виборі якогось конкретного процесу, введемо обмеження, яке полягає в тому, що кількість інформаційних потоків (ітерацій) кожного процесу повинна бути менша за суму ітерацій всіх інших процесів.

$$\begin{aligned} x_1 &\leq x_2 + x_3 + x_4 \\ x_2 &\leq x_1 + x_3 + x_4 \\ x_3 &\leq x_1 + x_2 + x_4 \\ x_4 &\leq x_1 + x_2 + x_3 \end{aligned} \quad (4)$$

З метою розробки даної моделі було використано метод Монте-Карло, за допомогою якого імітаційним чином визначено тривалість кожного процесу із заданою ймовірністю. Цей метод є чисельним методом щодо розв'язування математичних задач (систем алгебричних, диференціальних, інтегральних рівнянь) і прямого імітаційного моделювання (фізичних, хімічних, біологічних, економічних, соціальних процесів) за допомогою отримання та перетворення випадкових чисел.

При цьому головною особливістю виступає неперервний випадковий процес, який описується різними законами розподілу залежно від властивостей системи та її елементів, умов роботи, характеру відмов тощо. Під час аналізу функціональної придатності елементів систем найчастіше використовують такі закони розподілів випадкових величин, як розподіл Вейбула, експоненціальний розподіл, нормальний розподіл [4].

Загальна схема методу Монте-Карло заснована на центральній граничній теоремі теорії ймовірності, яка стверджує, що випадкова величина дорівнює сумі великої кількості N довільних випадкових величин з однаковими математичними сподіваннями та дисперсіями X_i та σ^2 , завжди розподілена за нормальним законом з математичним сподіванням $N \cdot m$ та дисперсією $N \cdot \sigma^2$:

$$Y = \sum_{i=1}^N X_i \quad (5)$$

Власне, нормальний закон розподілу характеризується щільністю ймовірності [3]:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} \quad (6)$$

де m – математичне сподівання величини X , a ;
 σ^2 – дисперсія величини X .

Основу ж методу Монте-Карло складає генератор випадкових чисел. Генерація довільного випадкового числа складається з двох етапів [1]:

- 1) генерація нормалізованого випадкового числа (рівномірно розподіленого від 0 до 1);
- 2) перетворення випадкового числа на довільний закон розподілу.

Генератор псевдовипадкових чисел – алгоритм, що генерує послідовність, елементи якої майже незалежні один від одного і відповідають заданому закону. На практиці здебільшого застосовують програмні методи генерації. Одним з таких в середовищі “Microsoft VisualStudio” є параметрична функція генерування випадкових чисел – “random”. Зокрема, функція “MVNRND” – функція генерації псевдовипадкових чисел за багатовимірним нормальним розподілом.

Ймовірність настання змодельованого значення тривалості процесу була отримана як частка між загальною кількістю сприятливих значень серед проведених експериментів до загальної кількості проведених експериментів. Саме сприятливе значення тривалості процесу є найбільш ймовірне до реальних ринкових умов значення тривалості того чи іншого процесу серед його граничних показників. Підставивши вихідні дані (табл. 1) у модель, здійснили оптимізацію цих процесів.

В результаті розв'язку поставленої задачі був отриманий оптимальний план кількості інформаційних потоків для кожного з процесів. Так, управління транспортом складає 83 ітерації; управління матеріальними ресурсами має найбільшу кількість ітерацій – 103; а моніторинг обробки земельних площ та моніторинг збору урожаю має 10 ітерацій.

Таким чином, як засвідчили результати проведеного дослідження, найбільше уваги під час функціонування інформаційної системи агроформування рослинницького напрямку має надаватись управлінню транспортними засобами та матеріальними ресурсами.

Отже, впровадження інформаційних систем та технологій в управлінську діяльність вітчизняних агроформувачів дасть змогу ефективно обробляти, аналізувати та зберігати отриману інформацію. Також це дасть можливість оптимізувати управлінську діяльність завдяки швидкому доступу до всіх необхідних інформаційних ресурсів сільськогосподарського підприємства, забезпеченню працівників підприємства релевантною та своєчасною інформацією [7; 8].

Таблиця 1

Імітація тривалості та її ймовірності для кожного процесу

Назва процесу	Мін. значення, годин за 1 ітерацію	Мах. значення, годин за 1 ітерацію	Змодельоване значення, годин за 1 ітерацію	Ймовірність настання змодельованого значення
Управління транспортом (t1)	20	28	24	0,576
Управління матеріальними ресурсами (t2)	30	56	48	0,316
Моніторинг обробки земельних площ (t3)	10	15	12	0,656
Моніторинг збору урожаю (t4)	15	30	24	0,424

Джерело: власні розрахунки

Висновки. Таким чином, в процесі аналізу інформаційної системи аграрного підприємства побудовано функціональну діаграму та діаграму класів, які показують базову структуру інформаційної системи вітчизняного аграрного підприємства, а також її основні виконувані функції, що можуть бути оптимізовані. Відповідно до поставленої мети було побудовано та розв'язано оптимізаційну модель оцінки раціональних інформаційних потоків аграрного формування, яка показала, що найбільше уваги доцільно приділяти процесам управління транспортом та матеріальними ресурсами. Саме оптимізуючи ці процеси, можна в подальшому покращити загальну ефективність роботи інформаційної системи та аграрного підприємства загалом. У подальших дослідженнях передбачається проведення когнітивного моделювання щодо визначення впливу чинників на економічну ефективність функціонування інформаційного забезпечення аграрних формувань.

Література:

1. Генерація випадкових чисел [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://matlab.exponenta.ru/statist/book2/5/mvnrnd.php>.
2. Денисенко М.П. Інформаційне забезпечення ефективного управління підприємством / М.П. Денисенко, І.В. Колос // Економіка та держава. – 2006. – № 7. – С. 19–24.
3. Організація допусків на параметри радіоелектронних кіл на основі допускового еліпсоїдного оцінювання / [М.П. Дивак, І.Я. Співак, Р.П. Шевчук, С.Я. Максимова] // ПНМК «Інформаційні проблеми комп'ютерних систем, юриспруденції, енергетики, економіки, моделювання та управління» –2011. – С. 344–349.
4. Закони розподілу випадкових величин [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.msiu.ru/~belova/comprmod/lect1_0.pdf.
5. Лаврук В.В. Створення та впровадження управлінських інноваційних інформаційних систем в аграрних підприємствах / В.В. Лаврук // Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. – 2011. – № 3 (1). – С. 160–167.
6. Передій Л.В. Системне проектування інформаційних систем / Л.В. Передій [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://nvd.luguniv.edu.ua/archiv/NN6/08plvpis.pdf>.
7. Харченко Г.А. Теоретичні аспекти інноваційно-інвестиційної діяльності сільськогосподарських підприємств / Г.А. Харченко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування. Серія «Економіка, аграрний менеджмент, бізнес». – 2014. – Вип. 200. – Ч. 1 – С. 325–329.
8. Харченко В.В. Інноваційно-інвестиційне забезпечення формування ресурсного потенціалу сільськогосподарських підприємств :

[монографія] / В.В.Харченко, Г.А. Харченко – К. : ЦП «Компринт», 2015. – 268 с.

9. Чернявська І.В. Дослідження ефективності використання інформаційних ресурсів промислового підприємства / В.І. Чернявська // Економічний аналіз. – 2008. – № 2 (18). – С. 397–399.
10. Development of an agricultural management information system based on Open-source solutions [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.science direct.com/science/article/pii/S2212017314003272>
11. Enterprise-oriented Internet of things for agricultural product supply chain management [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://us.sagepub.com/en-us/nam/international-journal-of-distributed-sensor-networks/journal202573>.

Харченко В.В., Намьясенко Ю.О. Моделирование информационных потоков аграрного формирования

Аннотация. В статье исследовано влияние основных факторов, препятствующих эффективному внедрению информационных систем и технологий в производственно-хозяйственную деятельность аграрных формирований. Построены диаграмма классов и функциональная диаграмма информационной системы аграрного предприятия. Разработана экономико-математическая модель, которая позволила выявить оптимальное количество сгенерированных информационных потоков между основными объектами структуры аграрного формирования.

Ключевые слова: информационное обеспечение, информационные потоки, информационные системы, агроформирование, управление.

Kharchenko V.V., Namiassenko Yu.O. Modelling of information flows of the agrarian formation

Summary. The impact of the main interfering factors on the effective implementation of information systems and technologies to the economic activity of agrarian formations is analysed. Functional and class diagrams of agrarian enterprise information system are developed. An economic mathematical model is created, which defines the optimal amount of information flows between the main objects of the agrarian formation structure.

Keywords: information support, information flows, information systems, agrarian formation, management.