

DOI: [10.32702/2307-2105-2019.4.60](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.4.60)

УДК 659.2

В. Г. Балан,
кандидат фізико-математичних наук,
доцент, доцент кафедри менеджменту інноваційної та інвестиційної діяльності,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ,
ORCID: 0000-0002-1577-0636
Л. В. Харитонова,
кандидат фізико-математичних наук,
доцент, доцент кафедри інформаційних систем і технологій,
Національний транспортний університет, м. Київ
ORCID: 0000-0002-0108-6702

СТОХАСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИБОРУ ТА ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НА ПІДПРИЄМСТВІ

V. G. Balan,
candidate of Physical and Mathematical Sciences, associate professor,
associate professor of Department of management of innovation and investment,
Kyiv Taras Shevchenko National University, Kyiv,
L. V. Kharitonova,
candidate of Physical and Mathematical Sciences, associate professor,
associate professor of Department of information systems and technologies,
National Transport University, Kyiv,

STOCHASTIC MODELING OF THE PROCESS OF THE MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM SELECTION AND IMPLEMENTATION ON ENTERPRISE

У статті розглядається процес вибору та імплементації інформаційної системи в систему управління підприємством. Оскільки даний проект є багатоетапним, досить складним і потребує постійних зусиль, спрямованих на подолання впливу ендогенних та екзогенних факторів, на врахування високого рівня невизначеності на кожному з його етапів, то для підвищення ефективності реалізації цього проекту розроблена стохастична модель на основі W -функцій та теорії замкнутих потокових графів. Даний інструмент дає змогу: у вигляді GERT-сіток наочно й достатньо повно представити всі етапи проекту інтеграції управлінської інформаційної системи в систему менеджменту підприємства; врахувати стохастичну природу як самого процесу впровадження (за рахунок використання ймовірнісних міркувань щодо часу здійснення кожної операції та вірогідності її виконання), так і впливу різноманітних факторів; завчасно визначити можливі проблемні та «вузькі місця» даного процесу, досліджуючи впливи на різні складові процесу впровадження системи ключових факторів успіху та ключових факторів провалу; визначити основні ризики, пов'язані з реалізацією усього проекту та окремих його етапів; завчасно підготувати організаційні зміни (в менеджменті та в організації бізнес-процесів) у зв'язку з

упровадження системи й більш ефективно збалансувати діяльність підрозділів та відповідальних осіб у процесі реалізації проекту; оцінити тривалості етапів впровадження управлінської інформаційної системи (УІС) та всього проекту загалом; визначити ймовірності завершення окремих етапів та отримання результатів у процесі реалізації проекту впровадження УІС; забезпечити оптимальне планування потреби в різноманітних ресурсах на всіх етапах проекту; підвищити рівень та ефективність проектних управлінських рішень як з точки зору їх обґрунтованості, так і з погляду майбутньої реалізації; отримати інформацію про можливості для подальшого вдосконалення усіх підсистем підприємства.

The article deals with the process of selection and implementation of the information system in the enterprise management system. Since this project is multi-stage and complex, it requires constant efforts to overcome the impact of endogenous and exogenous factors, taking into account the high level of uncertainty at each of its stages, then a stochastic model based on W-functions and closed flood graphs theory has been developed to improve the effectiveness of this project. This tool makes it possible: to fully represent all stages of the project of integration of the management information system into the management system of the enterprise in the form of GERT-nets obviously and sufficiently; to take into account the stochastic nature as the implementation process itself (due to the use of probabilistic considerations regarding the time of each transaction and the probability of its implementation) and the impact of various factors; to identify in advance the possible problem and «bottlenecks» of this process, examining the impact on the various components of the process of a system implementation of key success factors and key failure factors; to identify the main risks associated with the implementation of the whole project and its individual stages; to prepare organizational changes (changes in management and organization of business processes) in advance in connection with the system introduction and to balance the activities of units and responsible persons in the process of project implementation more effectively; to estimate the stages length of implementation of the management information system (MIS) and the all project as a whole; to determine the probability of completion of individual stages and obtaining results in the realization process of the MIS implementation project; to provide optimal planning of the needs for diverse resources at all stages of the project; to increase the level and efficiency of project management decisions both in terms of their validity and in terms of future implementation; to get information about the possibilities for further improvement of all subsystems of the enterprise.

Ключові слова: управлінська інформаційна система; ERP-система; стохастична модель; GERT-сітка; W-функція; теорія замкнутих поточкових графів; рівняння Мейсона.

Keywords: management information system; ERP-system; stochastic model; GERT-net; W-function; closed flow graphs theory; Mason's equation.

Постановка проблеми. Управління підприємством в умовах динамічної та турбулентної нестабільності оточення, підвищення рівня технологічності внутрішніх бізнес-процесів, необхідності посилення координації між окремими функціональними підрозділами та напрямками діяльності вимагає застосування сучасних інструментів підтримки прийняття рішень на основі ERP-систем. Практика господарської діяльності різних підприємств показує, що сучасний менеджер не в змозі вручну обробляти різноманітні інформаційні потоки, ефективно управляти підконтрольними йому процесами й підтримувати бізнес-комунікації без відповідних ІТ-інструментів. А за статистикою ІТ-системи для бізнесу підвищують продуктивність різних ділянок роботи від 10 до 95 % і є незамінними при організації роботи матричних команд, необхідності отримання розширеної аналітики і в процесі прийняття рішень.

За даними світових консалтингових компаній на більшості підприємств, в яких були впроваджені системи такого класу, складські запаси зменшилися в середньому на 11%, операційні витрати скоротилися на 12%, адміністративні витрати – на 10%, своєчасність поставок поліпшилась на 13%, дотримання виробничих планів – на 12%; виробничий цикл скоротився на 14% [4].

Дійсно, застосування сучасних інформаційних технологій управління бізнесом дає змогу:

- прискорити, оптимізувати та здешевити виконання типових виробничих процесів та операцій;
- зробити більш доступною корпоративну інформацію, покращити її якість та значимість;

- посилити ключові компетенції підприємства;
- підвищити продуктивність праці й використання персоналу;
- скоротити витрати на процеси, зв'язані з інформаційним обміном;
- підвищити рівень інформаційної безпеки;
- покращити якість та обґрунтованість рішень, що приймаються;
- удосконалити реалізацію задач оперативного та стратегічного контролінгу на підприємстві;
- знизити час реагування на зміни в зовнішньому оточенні та внутрішньому середовищі підприємства;
- покращити прозорість роботи організації в цілому;
- підвищити ефективність управління на всіх рівнях ієрархії.

Незважаючи на очевидні переваги використання управлінських інформаційних систем (УІС), згідно з тими ж аналітичними звітами консалтингових організацій 27% опитуваних керівників підприємств констатують, що не повернули інвестиції в інформаційні системи, і стільки ж не можуть оцінити отримані ефекти. Лише 35% компаній впроваджують інтегровані інформаційні системи без перевищення бюджету і лише третина таких проектів завершується відповідно до календарного плану. У результаті багато підприємств не отримують тих преференцій, на які очікували: в середньому лише 8% з них впроваджують від 80 до 100% запланованих функцій [4].

Зокрема дану тезу підтверджують і дані звіту Boston Consulting Group, яка досліджувала проблему задоволеності підприємств результатами впровадження у них ERP-систем. На думку аналітиків BCG вони є життєво необхідними для підприємств, проте успіх упровадження залежить від того, чи вдалося адаптувати їх відповідно до намічених цілей максимально близько до суті виробничого процесу. У ході дослідження було опитано топ менеджерів та працівників, що відповідають за впровадження корпоративних інформаційних систем на підприємствах різних видів діяльності з чисельністю працівників, що перевищує 5000 осіб. Результати опитування свідчать, що лише кожне третє підприємство задоволене результатами впровадження УІС при оцінюванні за критеріями ціноутворення, ціновій ефективності, реальної фінансової дії і досягнення поставлених цілей.

За даними іншої провідної світової дослідницької і консалтингової компанії у сфері інформаційних технологій «Gartner», відповідність проектів упровадження плановим показникам оцінюється для ERP систем в 60% (із них «дострокові» впровадження – приблизно 3%), а проекти, що повністю провалилися – у 10% [2].

Аналіз основних досліджень та публікацій. Враховуючи наявність значної кількості невдалих впроваджень інформаційних систем управління як в Україні, так і за кордоном, актуальності набуває дослідження особливостей впровадження інформаційних систем управління підприємствами-споживачами сучасного програмного забезпечення для автоматизації управління, виявлення проблем впровадження та пошук шляхів їх подолання. Питанням вибору, впровадження та використання інформаційних систем управління присвячені праці таких вітчизняних і зарубіжних вчених: О. Адамика, О. Бакаса, А. Богачевського, М. Верескуна, В. Василенка, Л. Вінарика, В. Гужви, О. Дорохова, С. Ілляшенка, О. Кармінського, В. Касьяненка, Е. Климовича, К. Скрипкіна, О. Оліфірова, Дж. Палміуса, Т. Писаревської, В. Плескача, Н. Полуєктової, В. Попова, М. Румянцева, В. Ситника, Г. Титаренка, І. Черноволенка, М. Хеллгрена, Дж. Ходжсона, Дж. У. Росса та інших.

У зарубіжних та вітчизняних джерелах опублікована достатньо велика кількість результатів наукових досліджень у сфері розробки методичних підходів і моделей оцінювання, вибору та впровадження інформаційних систем для автоматизації управління й підвищення ефективності інформаційних потоків на рівні організації. Зокрема у роботі [6] досліджено досвід впровадження інформаційної системи управління матеріально-технічними ресурсами в систему управління ХК «Автокраз», а в роботах [7, 8, 15] розглянуто практичні аспекти впровадження інформаційних систем управління на вітчизняних підприємствах і проаналізовано проблеми їх впровадження та ефективності у процесі управління.

У роботі Полуєктової Н.Р. [5] розглянуто проблеми, які супроводжують проекти впровадження корпоративних інформаційних систем класу ERP, досліджено підходи, які використовуються для виявлення та оцінювання ризиків, а також запропоновано комплексний підхід до виявлення та оцінювання ризику проектів впровадження складних управлінських інформаційних систем, який базується на врахуванні стратегічних цілей впровадження системи, що дає змогу обирати більш адекватні ключові показники успішності, а для подолання проблеми нестачі даних і врахування високої невизначеності – використовуються методи теорії нечітких множин.

У роботі Фрайлінга М. [13] побудована системно-динамічна модель, яка дає змогу імітувати показники виконання часових та фінансових характеристик впровадження ERP-системи, що на думку автора має підвищити рівень успіху імплементації системи та майбутню її ефективність.

Автором [4] розроблена системно-динамічна модель оцінювання та аналізу впливу найбільш суттєвих критичних факторів успіху (CSF – Critical Success Factors) (технологічних, організаційних, навчальних, комунікаційних, факторів зовнішнього середовища) на процес впровадження інформаційних систем. Дана модель базується на визначенні взаємно-зворотних зв'язків, які виникають у процесі впровадження функцій ERP-системи з урахуванням комплементарних нематеріальних активів. Автором запропонована також модель управління поведінкою учасників проектів впровадження УІС, де відповідну задачу розв'язано за допомогою моделі стимулювання учасників проекту впровадження, а також, моделі визначення умов кооперації груп учасників.

У [15] авторами акцентована увага на необхідності точного планування та контролю на всіх фазах проекту імплементації та підтримки ERP-системи та побудована модель прогнозування можливих переваг такої системи.

Невирішені раніше частини загальної проблеми.

Аналізуючи нинішній стан дослідження даної проблеми, можна зробити висновок, що більшість публікацій за даною тематикою характеризуються прив'язкою до реляційного простору діяльності конкретних підприємств і не враховують стохастичний характер процесів впровадження УІС. Тому, незважаючи на існуючі здобутки в області використання інструментів аналізу та моделювання процесів вибору та впровадження інформаційних систем управління на підприємстві, існує нагальна потреба у застосуванні підходів, які давали б змогу більш повно обґрунтувати вибір УІС, наочно представити етапи проекту імплементації, врахувати їх стохастичність та сконцентруватися на ключових факторах успіху, мінімізуючи вплив несприятливих чинників.

Таким чином, **метою статті** є подальше дослідження проблем вибору та впровадження управлінської інформаційної системи в систему менеджменту підприємства, а також застосування нових підходів на основі інструментів стохастичного аналізу (теорії замкнутих поточкових графів) для моделювання процесу розробки та імплементації УІС.

Виклад основного матеріалу. На сучасному підприємстві, що функціонує в жорстких турбулентних умовах конкурентного середовища й невизначеності для прийняття ефективних управлінських рішень повинна діяти сучасна управлінська інформаційна система, яка має інтегрувати в собі максимально можливий комплекс функцій для управління всіма бізнес-процесами підприємства: управління маркетингом і продажами, управління постачанням, управління фінансами, управління життєвим циклом виробу від конструкторських розробок до масового виробництва і сервісного обслуговування тощо.

Реалізація проекту вибору та впровадження управлінської інформаційної системи (УІС) на підприємстві є багатоетапним та досить складним процесом, який потребує постійних зусиль, спрямованих на подолання впливу різноманітних факторів ендогенного й екзогенного характеру. Як і будь-який інший проект його необхідно комплексно оцінити як з погляду витрат, так і з погляду позитивних ефектів, які будуть отримані в результаті. Критично важливими для впровадження є наступні фактори: наявність чітко сформульованих цілей проекту й вимог до УІС; наявність стратегії впровадження й використання УІС; проведення передпроектного обстеження підприємства й побудови моделей «як є» і «як буде»; планування робіт, ресурсів і контроль виконання плану впровадження; участь вищого керівництва у впровадженні системи; здійснення робіт із впровадження УІС фахівцями з інтегрування систем спільно з фахівцями підприємства; регулярний моніторинг якості виконуваних робіт; швидке одержання позитивних результатів хоча б у частині впроваджених модулів УІС або в процесі її дослідної експлуатації [4].

Для підвищення ефективності реалізації такого проекту є доцільним застосування стохастичного моделювання на основі *W*-функцій та теорії замкнутих поточкових графів [9], які дають змогу:

1) у вигляді GERT-сіток наочно й достатньо повно представити всі етапи проекту вибору та інтеграції управлінської інформаційної системи в систему управління підприємством;

2) врахувати стохастичну природу як самого процесу впровадження (за рахунок використання ймовірнісних міркувань щодо часу здійснення кожної операції та вірогідності її виконання), так і впливу різноманітних факторів;

3) завчасно визначити можливі проблемні та «вузькі місця» даного процесу, досліджуючи впливи на різні складові процесу впровадження системи ключових факторів успіху та ключових факторів провалу;

4) визначити основні ризики, пов'язані з реалізацією усього проекту та окремих його етапів;

5) завчасно підготувати організаційні зміни (в менеджменті та в організації бізнес-процесів) у зв'язку з впровадженням системи й більш ефективно збалансувати діяльність підрозділів та відповідальних осіб в процесі реалізації проекту;

6) оцінити тривалості етапів впровадження управлінської інформаційної системи та всього проекту загалом;

7) визначити ймовірності завершення окремих етапів та отримання результатів у процесі реалізації проекту впровадження УІС;

8) забезпечити оптимальне планування потреби в різноманітних ресурсах на всіх етапах проекту;

9) підвищити рівень та ефективність проектних управлінських рішень як з точки зору їх обґрунтованості, так і з погляду майбутньої реалізації;

10) отримати інформацію про можливості для подальшого вдосконалення усіх підсистем підприємства на основі інформаційно-аналітичної підтримки, яку надає УІС.

Зазначимо, що в GERT-сітках для врахування стохастичної природи аналізованих процесів використовують два типи вузлів: з детермінованою (рис. 1) та ймовірнісною (рис. 2) вихідними функціями [9] з відповідними позначеннями.



Рис. 1. GERT-вузол з детермінованим виходом



Рис. 2. GERT-вузол з ймовірнісним виходом

Слід зазначити, що кожна k -та операція стохастичної моделі характеризується певною ймовірністю p_k та часом виконання t_k (з використанням певного розподілу), які можуть бути трансформовані в один параметр – W -функцію ($W_k = p_k \cdot M_k$, де M_k – умовна твірна функція моментів випадкової величини t_k , яка враховує тип її ймовірнісного розподілу (нормальний, експоненційний, ..., вироджений [9]). Зрозуміло, що час виконання кожної операції буде залежати від конкретного підприємства, обсягів запланованих робіт та інших чинників, які визначають стохастичний характер та невизначеність в його діяльності.

Характерною рисою GERT-сітки є те, що оскільки вона складається з паралельних і (або) послідовних ланцюжків, і (або) петель, то за допомогою правил їх редукції [9] вона може бути перетворена в еквівалентну сітку, що складається з одної-єдиної дуги. Насправді, даний результат узагальнюється на будь-яку GERT-сітку, оскільки можна комбінувати базисні перетворення (редукцію послідовних, паралельних дуг та петель).

На рис. 3 представлена стохастична модель вибору та впровадження управлінської інформаційної системи ERP-класу. Дана модель містить два основні блоки: 1) блок вибору конкретної УІС для впровадження і 2) блок безпосередньо імплементації цієї системи в систему управління підприємством.

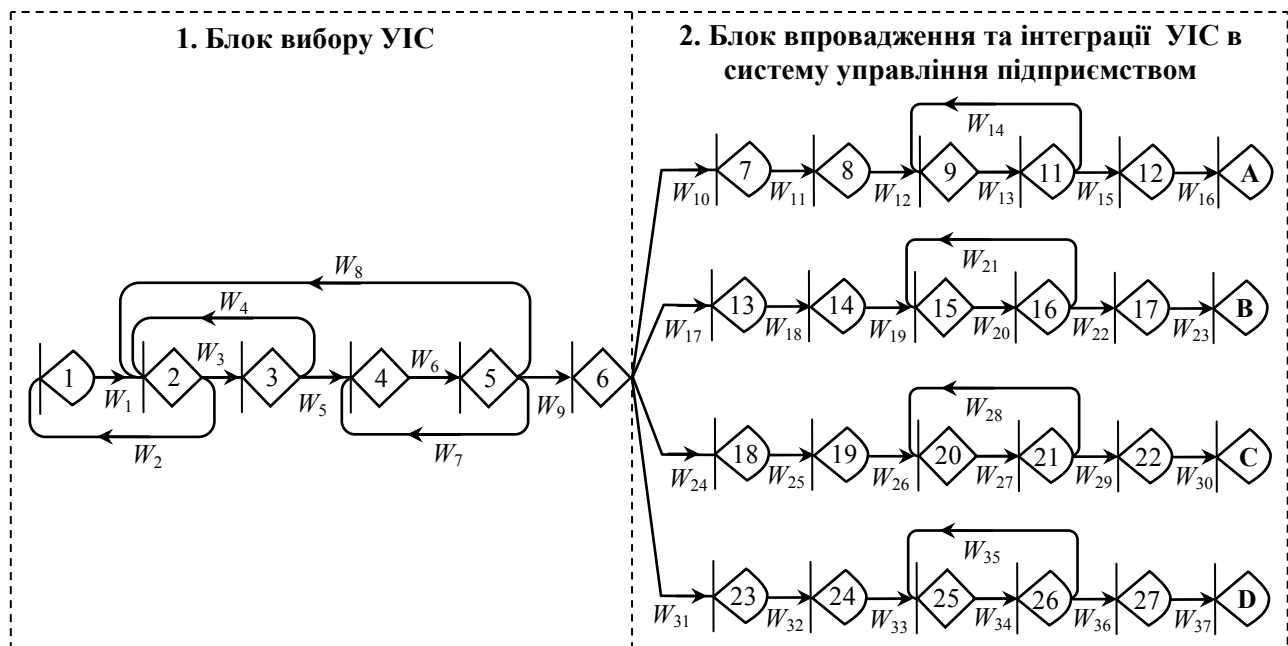


Рис. 3. Стохастична модель вибору та впровадження управлінської інформаційної системи ERP-класу*

*Джерело: авторська розробка

Розглянемо детальніше характерні особливості кожного блоку.

1. У блоці вибору розглядаються питання, пов'язані з проведенням діагностики конкретного підприємства, потреб його автоматизації та безпосередньо вибору управлінської інформаційної системи. Зазначимо, що проблемам вибору УІС у вітчизняних та іноземних виданнях приділяється значна увага. Зокрема, автори в [11] у своїй методиці ув'язують етапи методології вибору інформаційної системи з відповідною стратегією, організаційними й ІТ-інфраструктурними даними та даними від ERP-вендорів, не акцентуючи уваги на інструментах та методах самого вибору. У роботі [3] Полукетової Н.Р. розроблена комплексна методика вибору інформаційної системи управління ресурсами підприємства ERP-класу, яка передбачає виконання послідовних етапів (формування системи цілей впровадження системи; формування дерева критеріїв оцінювання альтернативних варіантів; формування набору альтернатив; оцінювання та вибір альтернатив на основі модифікованого методу аналізу ієрархій) для побудови складної ієрархії: цілі – підцілі – групи критеріїв – критерії – альтернативи та використання модифікованого методу аналізу ієрархій з нечіткими експертними оцінками. У роботі [2] запропоновано методичний підхід до обґрунтування та вибору рішень про впровадження інформаційних систем в практику роботи промислових підприємств, який містить три етапи з використанням методів багатокритерійного аналізу, статистичних та експертних методів. Причому на першому етапі за допомогою інтерактивного методу зміщеного ідеалу з усієї множини варіантів обираються два найбільш прийнятних. На другому етапі, за допомогою компіляції статистичних та експертних методів, проводиться кількісне оцінювання ризику за кожним із проектів та обирається проект з мінімальним ризиком. На третьому етапі здійснюється перевірка можливостей підприємства щодо можливостей прийняття відповідного рівня ризику та приймається остаточне рішення щодо впровадження певного варіанту інформаційної системи.

У блоці вибору УІС розробленої авторами моделі прийнято такі позначення W -функцій для відповідних операцій:

W_1 – формування й підготовка координаційної робочої групи проекту; W_2 – доукомплектування та коригування складу робочої групи проекту; W_3 – початкове обстеження підприємства та ідентифікація вимог підприємства; W_4 – отримання нової інформації про потреби в автоматизації його діяльності. Результатом має бути не простий опис «як є», але й формулювання рекомендацій «як має бути». Зазначимо, що у випадку залучення експертів по конкретній УІС від зовнішньої компанії-консультанта (розробника) або ж у випадку реалізації проекту повною мірою «під ключ» силами зовнішньої компанії-консультанта (розробника), які мають досвід численних впроваджень систем різного класу на різних підприємствах дають змогу не тільки рекомендувати можливі шляхи вирішення відомих проблем, але й виявляти «непомічені» проблемні питання.

W_5 – формування множини критеріїв оцінювання УІС та визначення їх вагових коефіцієнтів. Відзначимо, що дана проблема також широко обговорюється в публікаціях західних, так і вітчизняних вчених. Зокрема, в [3] висунута низка вимог до УІС, а саме: реалізація у вигляді конструктора; наявність графічних засобів проектування моделей транзакцій і бізнес-процесів; мінімальна вартість ліцензії; мінімальна вартість володіння; багатофункціональність; можливість реалізації основних задач автоматизації управління підприємством, включаючи автоматизацію виробничого процесу; простота реалізації; простота впровадження, супроводу й навчання; наявність засобів ефективного моніторингу поточних значень показників діяльності підприємства; незалежність прикладних функцій системи одна від іншої; можливість поступового нарощування функціональності; можливість часткової й поетапної реалізації системи; відкритість; мінімальні зміни вихідного коду при налаштуванні й впровадженні системи; використання стандартних засобів розробки; великий термін ефективного використання системи; розвинені засоби адміністрування й ін. У [10] наведений наступний перелік критеріїв, які на думку автора є важливими при виборі інформаційної системи інтегрованого управління ресурсами підприємства: можливість налаштування для конкретного підприємства; легкість налаштування та оновлення; здатність працювати в реальному часі; зручність та зрозумілість інтерфейсів; вартість; вимоги до обладнання; необхідність зовнішнього супроводу; необхідність навчання персоналу; стійкість системи даних до загроз безпеки; репутація та досвід вендора; легкість взаємодії з іншими інформаційними системами підприємства; Інтернет-інтегрованість (можливості вбудовування модулів E-commerce). Найбільш повний перелік критеріїв для дослідження й вибору для впровадження інформаційних систем на підприємстві представлено у роботі Дж. Палміуса [14], який, проаналізувавши актуальні дослідження за даною тематикою, сформував ієрархічну систему критеріїв оцінювання УІС, яка на думку автора дає змогу виважено та всеохоплююче підійти до оцінювання управлінських інформаційних систем.

У даному дослідженні автори пропонують адаптувати дану систему критеріїв, наведену в [14], з урахуванням особливостей функціонування конкретного підприємства та потреб автоматизації його діяльності.

W_5 – формування початкового переліку альтернативних УІС та побудова матриці «рішень» із використанням інформації про УІС за критеріями оцінювання; W_6 – визначення обмежень за кожним критерієм оцінювання, «відсівання» альтернативних варіантів ІСУП, які їх не задовольняють встановленим критерійним обмеженням та застосування методів багатокритерійного аналізу для оцінювання «переважності» виділених УІС; W_7 – виявлення необхідності в коригуванні результатів рейтингування шляхом використання інших методів багатокритерійного оцінювання; W_8 – перегляд концепції автоматизації підприємства; W_9 – прийняття рішення про впровадження обраної УІС і модернізація комп'ютерної техніки та мережевого обладнання відповідно до вимог даної УІС.

2. Розглянемо тепер більш детально блок впровадження та інтеграції УІС у систему управління підприємством. У цій частині моделі авторами наведені міркування щодо використання УІС BS Integrator ERP консалтингової компанії Бізнес Сервіс [12] і, які можуть бути узагальнені на будь-яку ERP-систему. Основними особливостями BSI ERP є те, що система, розроблена в Україні з розумінням потреб і специфіки роботи вітчизняних підприємств та врахуванням світового досвіду створення й експлуатації великих систем управління; при конкуруючій із західними продуктами функціональності, вартість BSI у декілька раз нижча; BSI належить до класу «бізнес-конструкторів», його можна налаштувати під будь-яку сферу діяльності й, у тому числі, впроваджувати на диверсифікованих підприємствах, у корпораціях і холдингах, що поєднують різні види бізнесу; у BSI використовується процесний підхід до управління підприємством; система універсальна, у ній реалізовані легко налаштовувані майстри бізнес-процесів, уведень, запитів, аналізу, звітів [12]. Зазначимо також, що на думку розробників BS Integrator ERP дана система дає змогу здійснювати оперативний контроль над проходженням усіх бізнес-процесів, допомагає вчасно ухвалювати оптимальні рішення й веде до збільшення доходів підприємства; підвищує керованість бізнесом за рахунок своєчасного забезпечення реалістичною інформацією для прийняття рішень; функціональність BSI дає змогу підприємствам різного профілю інтегрувати рішення поглибленого планування, управління активами, спільного ведення бізнесу підприємств у рамках холдингу й корпорації, управління взаєминами з клієнтами, управління фінансами, закупками і проектами.

Можливі наступні варіанти впровадження цієї системи:

- 1) здійснення проекту повністю власними силами;
- 2) реалізація проекту повною мірою «під ключ» силами зовнішньої компанії-консультанта (розробника);
- 3) залучення керівника проекту від зовнішньої компанії-консультанта (розробника);

4) залучення експертів по конкретній УІС від зовнішньої компанії-консультанта (розробника).

Розглянемо переваги та недоліки перших двох (основних) варіантів. Основними позитивними моментами впровадження реалізації проекту власними силами є менші фінансові витрати, знання бізнес-процесів, незалежність на етапі експлуатації. До недоліків можна віднести потребу у фахівцях з ґрунтовним знанням програмного продукту та програмістах, потрібна також розробка методології управління проектом і чітке проходження його етапів; може існувати необхідність вирішення питання зайнятості співробітників, виділених (або найнятих) для реалізації проекту; можливі також проблемні моменти з перевантаженням зайнятих у проекті штатних фахівців. При реалізації проекту (або його етапів) «під ключ» силами зовнішньої компанії-консультанта чи розробника успішність впровадження може бути певною мірою гарантована досвідом управління подібними проектами і, зокрема, досвідом впровадження відповідної системи на підприємствах та надання послуг в області оптимізації системи управління за рахунок: знання програмного продукту, штату досвідчених програмістів, володіння сучасними методами побудови систем управління та розробленої та «напрацьованої» методології імплементації. Окрім цього компанія-консультант (розробник) може дати «новий погляд» на завдання, цілі та можливості підприємства. Недоліками даного підходу є більші фінансові витрати, незнання сторонніми консультантами особливостей конкретного підприємства (отже, потрібен час на дослідження і вивчення). Окрім цього існують ризики неякісної підтримки системи на етапі експлуатації.

Відповідно до вищезазначених варіантів впровадження УІС уведемо такі позначення: W_{10} – узагальнення результатів попереднього обстеження підприємства та вибір варіанту здійснення проекту повністю власними силами; W_{17} – узагальнення результатів попереднього обстеження підприємства та вибір варіанту реалізації проекту повною мірою «під ключ» силами зовнішньої компанії-консультанта (розробника); W_{24} – узагальнення результатів попереднього обстеження підприємства та вибір варіанту залучення керівника проекту від зовнішньої компанії-консультанта (розробника); W_{31} – узагальнення результатів попереднього обстеження підприємства та вибір варіанту залучення експертів по конкретній УІС від зовнішньої компанії-консультанта (розробника).

Зазначимо, що кожна «гілка» блоку імплементації системи має однаковий перелік операцій, які можуть характеризуватися різними значеннями параметрів (імовірностей та тривалостей). Тому уведені наступні позначення: W_{11} , W_{18} , W_{25} , W_{32} – складання й затвердження проектного завдання; W_{12} , W_{19} , W_{26} , W_{33} – виконання чорнових конфігурацій системи (дані операції можуть бути деталізовані шляхом декомпозиції на такі роботи: автоматизація процесів продажів, кадрового обліку і заробітної плати; автоматизація виробничого і фінансового обліку, управління запасами; автоматизація управлінського обліку та бюджетування; автоматизація оперативного управління виробництвом тощо); W_{13} , W_{20} , W_{27} , W_{34} – тестування налаштувань; W_{14} , W_{21} , W_{28} , W_{35} – виявлення необхідності в коригуванні та виправленні налаштувань; W_{15} , W_{22} , W_{29} , W_{36} – остаточне налаштування системи та навчання користувачів; W_{16} , W_{23} , W_{30} , W_{37} – документування налаштувань та здача системи в експлуатацію.

Для застосування теорії замкнутих поточкових графів сітки, для кожного з вузлів закінчення необхідно ввести додаткову дугу з фіктивною W -функцією ($W_A(s)$, $W_B(s)$, $W_C(s)$ та $W_D(s)$), що з'єднують початковий вузол із кінцевими A , B , C та D відповідно (рис. 4) і після цього для кожного замкнутого стохастичного графа записати топологічне рівняння (рівняння Мейсона), яке у загальному випадку має такий вигляд [9]: $1 - \sum_i W(L_i(1)) + \sum_j W(L_j(2)) + \dots + (-1)^m \sum_p W(L_p(m)) = 0$, де $\sum_i W(L_i(k))$ – сума W -функцій всіх петель k -порядку в замкнутому графові.

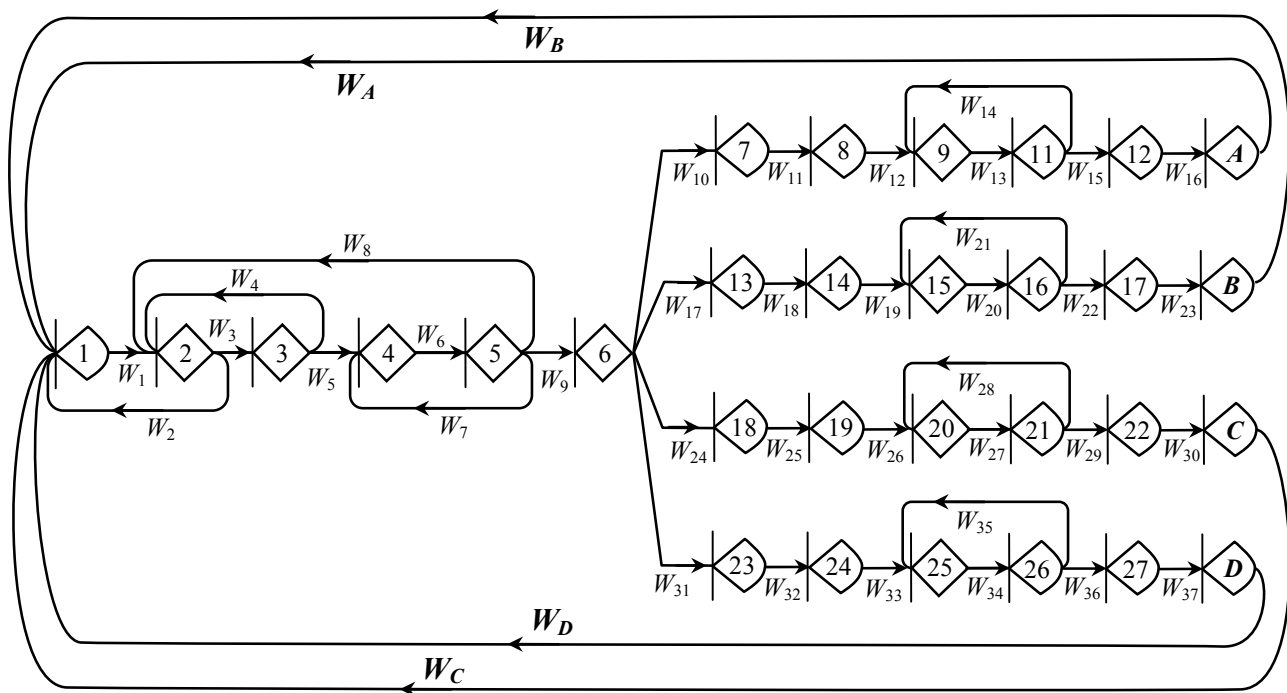


Рис. 4. Замкнутий потоковий граф стохастичної моделі вибору та впровадження управлінської інформаційної системи ERP-класу*

**Джерело: авторська розробка*

За допомогою рівняння Мейсона можна обчислити імовірності виконання її кожного кінцевого вузла, а також математичне сподівання та дисперсію часу виконання сітки. Окрім цього важливим результатом, який можна одержати з аналізу цього рівняння, є значення середньоквадратичного відхилення очікуваного часу завершення кожного з кінцевих вузлів стохастичної моделі, що дає змогу визначити відповідний рівень ризику.

Висновки та перспективи подальших досліджень. У статті розроблена стохастична модель вибору та впровадження управлінської інформаційної системи ERP-класу (BS Integrator) на підприємстві, яка дає змогу на основі W -функцій та теорії замкнутих потокових графів у вигляді GERT-сіток наочно й достатньо повно представити всі етапи проекту інтеграції управлінської інформаційної системи в систему менеджменту підприємства, врахувати стохастичну природу як самого процесу впровадження (за рахунок використання ймовірнісних міркувань щодо часу здійснення кожної операції та вірогідності її виконання), так і впливу різноманітних факторів, а також завчасно визначити можливі проблемні та «вузькі місця» даного процесу. Це, в свою чергу, підвищує шанси не тільки успішного впровадження інформаційної системи управління, а й ефективність її подальшого застосування.

За допомогою розрахункової схеми, реалізованої в системі «Mathematica», окрім обчислення необхідних параметрів сіткової моделі можна провести дослідження чутливості результатів залежно від можливої зміни вхідних параметрів системи (ймовірнісних міркувань щодо часу здійснення операцій).

Подальші дослідження за темою даної статті можуть бути спрямовані на вдосконалення двох складових запропонованої моделі, а саме

- 1) частини проекту, що стосується вибору управлінської інформаційної системи, тобто:
 - формування системи вимог до управлінських інформаційних систем та адаптацію критеріїв їх оцінювання відповідно до специфіки діяльності підприємства і потреб його автоматизації;
 - використання інструментів багатокритерійного аналізу альтернативних варіантів із урахуванням нечіткості даних (у вигляді інтервалів чи вербальної інформації), зокрема методів, так званої, fuzzy logic;
- 2) безпосередньо етапу впровадження управлінської інформаційної системи шляхом:
 - оптимізації відповідних заходів і зусиль на кожному з етапів проекту з урахуванням особливостей та специфіки діяльності підприємства (розмірів, галузевої належності тощо);
 - пошуку можливих інструментів зниження ризиків окремих процесів проекту.

Список використаних джерел.

1. Адамик О.В. Інформаційні системи управління підприємством: вибір базових технологій та програмного забезпечення / О.В. Адамик, С.В. Сисюк // Глобальні та національні проблеми економіки, Випуск 14. 2016. С. 891–895.
2. Верескун М.В. Обґрунтування і вибір рішень щодо впровадження інформаційних систем на промислових підприємствах / М.В. Верескун // Вісник Приазовського Державного Технічного Університету. Серія: Економічні науки. Випуск 29, 2015. С. 396–402.

3. Подоляка О.И. Корпоративный менеджмент. Строим народную КИС. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.cfin.ru/itm/kis/wolks_kis.shtml
4. Полукетова Н.Р. Моделювання механізмів розвитку інформаційних систем управління ресурсами підприємств [Текст] : автореферат дис. ... д-ра екон. наук / Н.Р. Полукетова ; 08.00.11 – мат. методи, моделі та інформ. технології в економіці. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. 36 с.
5. Полуэктова Н.Р. Риски проектов внедрения ERP-систем: проблемы и решения / Н.Р. Полуэктова // Бизнес Информ, № 6, 2014. С. 118–124.
6. Різніченко Л.В. Досвід упровадження корпоративних інформаційних систем управління на вітчизняних підприємствах / Л.В. Різніченко, Н.В. Ткаченко // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. Випуск 4/2009 (57). Частина 2. С. 184–189.
7. Святненко В.Ю. Практичні аспекти впровадження інформаційних систем управління на вітчизняних підприємствах / В.Ю. Святненко, І.О. Нетреба // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка. 2012. Вип. 137. С. 26–30.
8. Філіна С.В. Корпоративні інформаційні системи: проблеми впровадження та аналіз ефективності у процесі управління / С.В. Філіна // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. № 2 (47). 2011.
9. Черваньов Д.М. Сіткові моделі у менеджменті / Д.М. Черваньов, В.Г. Балан. К.: Нічлава, 2003. 160 с.
10. Alanbay O. ERP selection using expert choice software is AHP [Electronic resource] / O. Alanbay. Honolulu, Hawaii, 8–10 July 2005. Available at: http://ecdeptofbusiness.info/www/files/files_chairman/AlanbayO_ERP_Selection.pdf
11. Bakas O. Holistic ERP selection methodology [Electronic resource] / O. Bakas, A. Romsdal, E. Alfnes // In Proceedings of the 14th International Eur OMA Conference «Managing Operations in an Expanding Europe. 2007. Available at: \www/URL: <http://www.sintef-group.com/project/SMARTLOG/Publikasjoner/2007/HOLISTIC%20ERP%20SELECTION%20METHODOLOGY.pdf>
12. BSI ERP-система для комплексной автоматизации управления предприятием URL: <http://www.bsi-erp.com/> (дата звернення: 11.04.2019).
13. Fryling M. The dynamics of ERP success / M. Fryling // Ph. D. Student Information Science and Policy University at Albany State University of New York, 2010. 196 p.
14. Palmius J. Criteria for measuring and comparing information systems [Electronic resource] / Proceedings of the 30th Information Systems Research Seminar in Scandinavia IRIS 2007 // J.Palmius. – Mode of access: <http://palmius.com/joel/text/IRIS-30-final.pdf>
15. Peslak A. The phases of ERP software implementation and maintenance: A model for predicting preferred ERP use / A. Peslak, G. Subramanian, G. Clayton // Journal of Computer Information Systems. 2008. No 48(2). P. 25–33.

References.

1. Adamyk, O.V. and Sysiuk, S.V. (2016), “Enterprise Information Systems: Choice of Basic Technologies and Software”, *Hlobal'ni ta natsional'ni problemy ekonomiky*, vol. 14., pp. 891–895.
2. Vereskun, M.V. (2015), “Rationale and choice of solutions for implementation of information systems at industrial enterprises”, *Visnyk Pryazov's'koho Derzhavnoho Tekhnichnoho Universytetu*, vol. 29, pp. 396–402.
3. Podoliaka, O.I. Corporate management (2003), “Building a national EIC”, available at: https://www.cfin.ru/itm/kis/wolks_kis.shtml (Accessed 15 April 2019).
4. Poluektova, N.R. (2016), “Modeling of the mechanisms of development of information systems of enterprise resource management”, Ph.D. Thesis, Kharkiv National University of Economics, Kharkiv, Ukraine.
5. Poluektova, N.R. (2014), “Risks of ERP Implementation Projects: Problems and Solutions”, *Biznes Inform*, vol. 6, pp. 118–124.
6. Riznichenko, L.V. and Tkachenko, N.V. (2009), ‘Experience in introducing corporate information management systems at domestic enterprises’, *Visnyk KDPU imeni Mykhajla Ostrohrads'koho*, vol. 4, part 2, pp. 184–189.
7. Sviatnenko, V.Yu. and Netreba, I.O. (2012), “Practical aspects of implementation of information management systems at domestic enterprises”, *Visnyk Kyivs'koho natsional'noho universytetu imeni Tarasa Shevchenka*, vol. 137, pp. 26–30.
8. Filina, S.V. (2011), “Corporate Information Systems: Problems of Implementation and Analysis of Efficiency in the Process of Management”, *Naukovyj visnyk Poltav's'koho universytetu ekonomiky i torhivli*, vol. 2, p. 47.
9. Chervan'ov, D.M. and Balan, V.H. (2003), *Sitkovi modeli u menedzhmenti* [Net models in management], K.: Nichlava, p. 160.
10. Alanbay, O. (2005), “ERP selection using expert choice software is AHP”, [Online] vol. 8–10, available at: http://ecdeptofbusiness.info/www/files/files_chairman/AlanbayO_ERP_Selection.pdf (Accessed 10 April 2019).
11. Bakas, O., Romsdal, A. and Alfnes, E. (2007), “Holistic ERP selection methodology”, Managing Operations in an Expanding Europe in proceedings of the 14th International Eur OMA Conference, [Online], available at: <http://www.sintef-group.com/project/SMARTLOG/Publikasjoner/2007/HOLISTIC%20ERP%20SELECTION%20METHODOLOGY.pdf> (Accessed 15 April 2019).

12. BSI (2019), "ERP system for integrated automation of enterprise management", available at: <http://bsi-erp.com/> (Accessed 10 April 2019).
13. Fryling, M. (2010), "The dynamics of ERP success", Ph. D. Student Information Science and Policy University at Albany State University of New York, p. 196.
14. Palmius, J. (2007), "Criteria for measuring and comparing information systems", *Proceedings of the 30th Information Systems Research Seminar in Scandinavia IRIS*, [Online], available at: <http://www.palmius.com/joel/text/IRIS-30-final.pdf> (Accessed 11 April 2019).
15. Peslak, A., Subramanian G. and Clayton, G. (2008), "The phases of ERP software implementation and maintenance: A model for predicting preferred ERP use", *Journal of Computer Information Systems*, no. 48(2), pp. 25–33.

Стаття надійшла до редакції 20.04.2019 р.