

УДК 681.518.3

Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці

Касьянова Н.В.

д.е.н., професор,

Яцко К.С.

Долинний Д.М.

Національний авіаційний університет

АДАПТИВНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПІДПРИЄМСТВА

В роботі розглянута актуальна проблема адаптації інформаційної системи підприємства до середовища, яке постійно змінюється. Мета роботи передбачає розробку методології формування адаптивної корпоративної інформаційної системи великого підприємства. Під адаптивністю системи розуміється здатність виявляти зміни в навколишньому середовищі та швидко реагувати на них. Доведено, що структура інформаційної системи підприємства визначається поєднанням чотирьох взаємодіючих узгоджених компонентів: завдання, актори, технології та структура. Операційними параметрами є час, необхідний для реакції на зміни; вартість змін; якість, що розуміється як стійкість процесу змін; і обсяг змін, які система в змозі виконати. Інформаційна система підприємства впроваджується для підтримки різних груп бізнес-процесів та призначена для скорочення витрат на їх виконання.

Ключові слова: інформаційна система підприємства, адаптивність, архітектура підприємства, витрати, модель інформаційної системи.

В работе рассмотрена актуальная проблема адаптации информационной системы предприятия к постоянным изменениям среды. Цель работы предполагает разработку методологии формирования адаптивной корпоративной информационной системы крупного предприятия. Под адаптивностью системы понимается способность выявлять изменения в окружающей среде и быстро реагировать на них. Доказано, что структура

информационной системы предприятия определяется сочетанием четырех взаимодействующих согласованных компонент: задачи, актеры, технологии и структура. Операционными параметрами является время, необходимое для реакции на изменения; стоимость изменений; качество, понимаемая как устойчивость процесса изменений; и объем изменений, которые система в состоянии выполнить. Информационная система предприятия внедряется для поддержки различных групп бизнес-процессов и предназначена для сокращения расходов на их выполнение.

Ключевые слова: информационная система предприятия, адаптивность, архитектура предприятия, расходы, модель информационной системы.

Постановка проблеми. В умовах загальної інформатизації локальну інформаційну мережу підприємства вже не можна розглядати як особисту власність – це також мережа партнерів компанії, споживачів і клієнтів, а також конкурентів. Сьогодні на зміну замкнутим інформаційним просторам окремих організацій прийшло безліч взаємодіючих відкритих інформаційних систем.

Межі приватного та громадського розмиваються настільки, що зусиллями людини, що знаходиться всередині компанії, неможливо контролювати ті зміни мережного середовища, які постійно відбуваються на кордоні своєї мережі та решти світу. В зв'язку з цим, перед світовою науковою думкою стоїть завдання адаптації окремих інформаційних систем до всього іншого інформаційного світу з його непередбачуваними інформаційними потоками і запитами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми інформаційного забезпечення в управлінні підприємствами досліджувалась Я.Г. Берсуцьким, В.М. Глушковим, Р.А. Калюжним, М.М. Лепою, В.М. Порохнею, В.Ф. Ситником, М.І. Татарчуком. Теоретичним фундаментом для побудови методів адаптивного управління складними системами стали дослідження вітчизняних економістів Т.С. Клебанової, В.М. Геєця, Н.А. Кізима [1] та закордонних авторів В.В. Давниса, Н.В. Климовича, Р. Калмана,

В.Г. Сраговіча, Дж. Саридіса й інших [2]. Більшість авторів визначали лише сфери і методи можливого застосування адаптивних моделей в основному для рішення загальних кібернетичних або економічних завдань, а також назначали можливість їхнього використання для визначення пріоритетних напрямів розвитку інноваційно-орієнтованих систем. Що стосується адаптації інформаційних систем до середовища, яке постійно змінюється, то дана проблема в економічній літературі широко не розглядалася.

Мета роботи полягає в розробці методології формування адаптивної корпоративної інформаційної системи великого підприємства.

Виклад основного матеріалу дослідження. Інформаційні технології (ІТ) є найважливішим інструментом підтримки всієї аналітичної діяльності підприємства. У той же час ІТ дозволяють принципово змінити процеси створення продуктів і послуг: проектування, виробництво, післяпродажне обслуговування, що веде до скорочення витрат часу, матеріальних і фінансових ресурсів, а в підсумку до підвищення внутрішньої ефективності підприємства [3].

В цілому ринок ІТ перетворився в один з найбільш динамічних і ємких секторів світового господарства, що призвело до посилення міжнародної конкуренції в цій області та спонукало багато країн до збільшення витрат на НДДКР, інновації та просування продукції для забезпечення лідерства в глобальній індустрії ІТ. Спираючись на безперервний потік інновацій, ринок ІТ до теперішнього часу виріс в найбільший сегмент світового господарства: його продукція становить 6,0 % світового ВВП (€ 3,5 трлн.), Зайнятість – 6-8 % загальної чисельності активного населення, інвестиції – 14-20 % вартості продукції, рентабельність виробництва варіюється в окремих сегментах від 16 до 45 %.

У січні 2018 року відповідно звіту аналітичної компанії Gartner стало відомо, що світові витрати на інформаційні технології в 2017 році збільшилися на 3,8 % [4]. Зростання світових ІТ-витрат в 2017 році спостерігалось по всіх напрямках, але найбільше збільшення експерти зареєстрували в категорії

корпоративне програмне забезпечення, де витрати збільшилися на 8,9 %, досягнувши \$ 355 млрд.

Своїм зростанням галузь зобов'язана двом основним чинникам:

- розширення загального проникнення ІТ-технологій в бізнес-процеси організацій, механізми державного управління та повсякденне життя людей;
- тенденції до передачі стороннім спеціалізованим організаціям частини внутрішніх функцій, пов'язаних з використанням ІТ-інфраструктури (ІТ-аутсорсинг).

Максимальне зростання витрат на ІТ демонструють фінансові, комунікаційні компанії, компанії сфери медіа і сервісів, а також виробничі підприємства (табл.).

Таблиця

Світові витрати на інформаційні технології у 2013-2018 рр. (млн. дол.)

Назва	2013	2014	2015	2016	2017	2018 прогноз
Комп'ютерні пристрої	660	689	653	634	667	704
Дата-центри	140	143	170	171	178	179
Корпоративне ПО	299	320	310	332	355	389
ІТ-сервіси	922	964	912	897	933	985
Телеком-сервіси	1633	1655	1472	1 380	1393	1427
Витрати на ІТ, разом	3654	3771	3517	3414	3527	3683

Джерело: Gartner [4]

Традиційно, найбільшою ІТ-категорією з точки зору витрат виявилися комунікаційні сервіси, на які у 2017 році припало близько \$ 1,39 трлн. Другим за значимістю напрямком були ІТ-сервіси (\$ 933 млрд), а найскромніші витрати зареєстровані в сегменті обладнання для дата-центрів (\$ 178 млрд)

Аналітики відзначають, що сьогодні слабким місцем ІТ-ринку є значне уповільнення зростання продажів мобільних пристроїв: смартфонів і планшетів. З одного боку це пов'язано зі зниженням цін, а з іншого – зі сильним насиченням ринку. У 2017 р. на покупку комп'ютерів, смартфонів та інших девайсів було витрачено \$ 667 млрд, що лише на 5,7 % більше в

порівнянні з 2016 р. Традиційно мобільний сегмент вносив значний внесок в зростання ІТ-ринку. Слід зазначити, що на підприємствах накопичено попит, пов'язаний з необхідністю оновлення: серверів, систем зберігання та мережевого устаткування.

В свою чергу, великі масиви даних, які обробляються інформаційними системами, поступово створюють нову галузь економіки – «економіку даних», яка присвячена отримання прибутків із інформації. Незабаром це може призвести до посиленого зростання світової економіки та створенні певної кількості нових робочих місць. Кожна вакансія, пов'язана з обробкою великих даних, призводить до необхідності створення ще трьох вакансії поза ІТ-сферою. Що може привести до збільшення загальної кількості нових робочих місць лише в США майже до 6 млн. протягом наступних декількох років. Зі збільшенням використання великих даних, а також соціальних і мобільних технологій збільшується значення і хмарних технологій, які поступово стають основним середовищем для обробки та зберігання інформації.

В той же час, впровадження нових корпоративних інформаційних систем (ІС), спрямоване на вдосконалення операційних процесів, не повинно перешкоджати подальшому розвитку підприємства. Однак, на практиці, з розвитком інформаційної системи підвищується її функціональність, складність, цінність для бізнесу, але знижується адаптивність. Тому дуже важливо мати таку ІС, яка дозволяє легко змінювати процеси компанії. В ідеальному випадку це повинно відбуватися за рахунок переконфігурації інформаційної системи, або, в крайньому випадку, за допомогою часткової заміни деяких старих модулів на нові. Необхідно уникати ситуації, коли потрібно повна заміна інформаційної системи через її несумісність з новими принципами роботи, оскільки це веде до значних витрат підприємства.

Для вирішення поставленого завдання необхідно створити адаптивну інформаційну систему. Згідно роботі [5] характеристики будь-якої системи можна розбити на структурні та операційні. Структурні властивості визначаються архітектурою системи та технологіями, які використовуються.

Вони закладаються на стадії проектування, що не залежать від зовнішніх умов та їх вкрай складно змінити. Операційні характеристики залежать не тільки від внутрішніх параметрів, але й від зовнішніх умов, які можуть бути змінені за короткий час.

Для того щоб виділити структурні параметри адаптивної ІС необхідно досліджувати процес її зміни, модель якого була запропонована в статті [6]. Відповідно до цієї роботи, структура інформаційної системи підприємства, як і будь-якої складної системи, визначається поєднанням чотирьох взаємодіючих узгоджених компонентів: завдання, актори, технології та структура.

Оскільки структурні властивості, що визначають адаптивні здібності інформаційної системи, закладаються на стадії її проектування, постійний контроль непогіршення адаптивних якостей повинен бути частиною поведінкового патерну, що визначає реакцію на нові ініціативи та запити на зміни в області КІТ. Стратегія забезпечення адаптивності повинна бути частиною загальної ІТ-стратегії, незалежно від того в якому вигляді остання реалізована на підприємстві – як план або як принцип поведінки. З точки зору скорочення витрат на зміни необхідно проектувати компоненти інформаційної системи та їх зв'язки так, що б якомога більшу кількість зовнішніх подій компенсувалося відповідними змінами.

Спираючись на результати робіт [5, 6, 7] можна запропонувати модель адаптивної інформаційної системи підприємства (рис. 1). Відповідно до сучасних уявлень будь-яке підприємство може розглядатися як відкрита система, що еволюціонує разом із зовнішнім середовищем. Вона є цілеспрямованою системою, входить як частина в одну або більше цілеспрямованих систем верхнього рівня, її частини маю власні цілі [5]. При цьому межі між підприємством і зовнішнім середовищем стають все більш умовними [8]. Саме підприємство має багатовимірну організаційну структуру, в якій на кожному рівні є структурні одиниці трьох різних видів:

функції (продукція цих одиниць споживається переважно всередині підприємства),
 продукція (споживається переважно на зовнішньому ринку)
 користувачі (ринки, обумовлені типом або місцезнаходженням покупців).



Рис. 1. Модель адаптивної інформаційної системи підприємства

Згідно моделі під впливом потоку зовнішніх подій інформаційна система більшу частину часу розвивається еволюційно, при цьому змінюються її компоненти. Тривалі періоди еволюційного розвитку підприємства перериваються революційними змінами, коли система радикально змінює за короткий проміжок часу свою структуру і взаємозв'язки компонентів. В цілому поведінка системи є хаотичною.

Адаптивна інформаційна система базується на інформаційній моделі підприємства, яка представлена на рис. 2. В структурі інформаційної моделі підприємства пропонується виділити такі структурні складові: стратегічний керуючий центр M , підрозділи, відповідальні за виробництво продуктів і послуг, які споживаються на зовнішньому ринку P_i , $i \in [1, \dots, n]$, підрозділи, відповідальні за надання послуг всередині підприємства S_j , $j \in [1, \dots, q]$ та

підрозділи, що відповідають за роботу на ринку C_k , $k \in [1, \dots, l]$, де n , q та i – кількість відповідних підрозділів.

Запропонована інформаційна модель, розроблена на основі теорії активних систем [9]. Відповідно до якої процес прийняття рішень стратегічного центру описується кортежем

$$\Psi_0 = \{U_A, U_V, U_I, A_0, \Theta, w, v_0, I_0\},$$

відповідний кортеж підрозділу (агенте) має вигляд

$$\Psi = \{A, R, \Theta, w, v, I\},$$

де A – множина дій агенту, R – множина результатів дій, Θ – множина можливих значень обставин (під обставинами мається на увазі взаємодія не тільки з зовнішнім середовищем, а й усіма елементами підприємства як економічної системи), I – інформація, якою володіє агент на момент прийняття рішення.

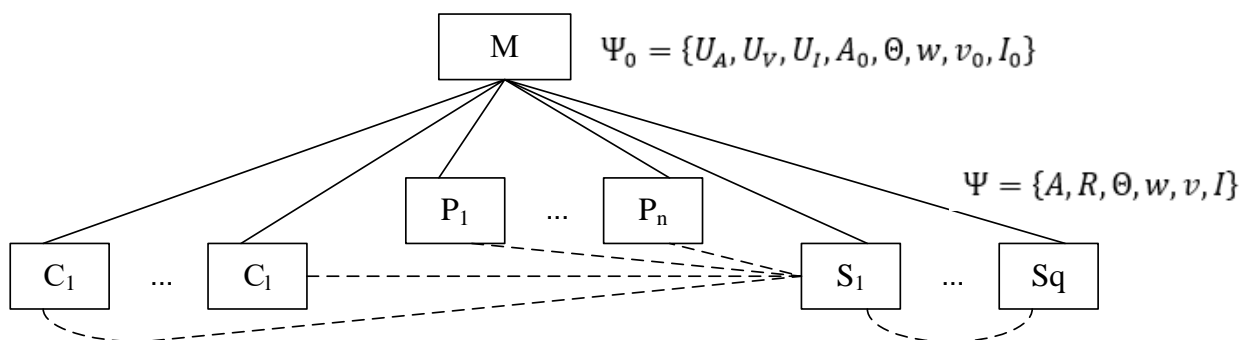


Рис. 2. Інформаційна модель підприємства

Уподобання агентом3 безлічі можливих результатів діяльності задані його функцією корисності, а результат діяльності залежить від дії та обставин $w = A * \Theta \rightarrow R$. Відповідні змінні з нижнім індексом «0» описують стратегічний керуючий центр. Завданням центру є формування вектору управління $U = \{U_A, U_V, U_I\}$, який включає інституційне, мотиваційне та інформаційний управління, задає агенту відповідну допустиму множину дій, функцію корисності та доступну інформацію.

Розглянута модель не передбачає самостійного формування цілей агентом, вважається, що його функція корисності v повністю визначається мотиваційним управлінням з боку центру. Насправді це суперечить реальному стану справ, коли частини складної системи, якою є підприємство, можуть мати власні цілі, що не збігаються з загальними цілями [5]. Необхідність обліку розбіжності цілей інших підрозділів є додатковим фактором при побудові інформаційної моделі підприємства. В зв'язку з цим, потрібно передбачити деякі цільові, які описують мету і дозволяють оцінювати ступінь наближення до неї, можуть відрізнятися від бажаних значень. Тому для цілей аналізу модель адаптивної інформаційної системи повинна бути розширена.

Крім того, слід зазначити, що на практиці всередині корпорації існують зв'язки не тільки між підрозділами та стратегічним центром, а й між підрозділами теж (на рис. 2 вони показані пунктирними лініями). Підрозділ підприємства отримує запити на реалізацію тих чи інших послуг не тільки від керівництва підприємства, але і від інших підрозділів також у вигляді векторів управління, аналогічних за структурою. Це означає, що допустима безліч дій A , функція корисності v , доступна інформація I та стратегічні цілі формуються не стільки центром управління, скільки всередині самого підрозділу на підставі агрегування всіх векторів управління. Очевидно, що режим співпраці між підрозділами споживачами внутрішніх ІТ-послуг можливий вкрай рідко (для цього має виконуватися умови узгодження інтересів всіх підрозділів і достатності ресурсів ІТ підрозділу). Ця узгодженість і є метою формування адаптивної інформаційної системи підприємства. Ключовими питаннями при цьому є вибір способу агрегування векторів, що надходять від усіх підрозділів підприємства, завдання цільових станів і вибір відповідного набору проектів по їх досягненню.

Інформаційна система підприємства впроваджується для підтримки різних груп бізнес-процесів та призначена для скорочення витрат на їх виконання. З іншого боку, впроваджені інформаційні системи часто перешкоджають зміни цих практик управління, оскільки зміна самої ІС також

вимагає значних витрат. Тому виникає проблема вибору такого набору систем, які одночасно забезпечували б і скорочення витрат на виконання поточної моделі бізнес-процесів і простий невитратний перехід до нових моделей.

Висновки. Таким чином, побудована модель адаптивної інформаційної системи, як її структурних властивостей, що визначають рівень адаптивності, виділені, відповідно до положень теорії активних систем, структура, технологія, завдання та актори. Операційними параметрами (зовнішніми вимірюваними характеристиками адаптивності) є час, необхідний для реакції на зміни; вартість змін; якість, що розуміється як стійкість процесу змін; і обсяг змін, які система в змозі виконати.

На підставі запропонованої моделі доцільно виділити різні способи підтримання адаптивності інформаційної системи: використання гнучких методів розробки на корпоративному рівні, орієнтація на технологічну платформу, використання сервісної моделі, що і є метою подальшого дослідження.

Список використаних джерел:

1. Кизим Н.А. Адаптивные модели в системах принятия решений: монография / под ред. Кизима Н.А., Т.С. Клебановой. – Харьков.: ИНЖЕК, 2007. – 368 с.
2. Давнис В.В. Адаптивные модели: анализ и прогноз в экономических системах: монография / В.В. Давнис, В.И. Тинякова.– Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2006. – 380 с.
3. Смерічевський С.Ф. Business model canvas як універсальна концепція управління бізнесом компанії / С.Ф. Смерічевський, О.І. Клімова // Інвестиції: практика та досвід. – 2017. – № 9. – С. 11-14
4. Gartner Analysts [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.gartner.com>
5. Giachetti R.E. Analysis of the structural measures of flexibility and agility using a measurement theoretical framework / R.E. Giachetti, L.D. Martinez,

O.A. Saenz, S.-C. Chen // International Journal of Production Economics. – 2003. – V.86. – P. 47-62.

6. Lyytinen K. Explaining information systems change: a punctuated sociotechnical change model. / K. Lyytinen, M. Newman // European Journal of Information Systems. – 2008. – № 17. – P. 589-613.

7. Dove R. Response ability. The language, structure, and culture of the agile enterprise. / R. Dove. – New York: Wiley, 2001. – 368 p.

8. Реус А.Г. Знания в управлении и управление знаниями. Опыт интеграции высокотехнологичных отраслей. / А.Г. Реус. – М.: Дело АНХ, 2010. – 140 с.

9. Бурков В.Н. Теория активных систем: состояние и перспективы / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. – М.: Синтег, 1999. – 128 с.

10. Гараедаги Д. Системное мышление. Как управлять хаосом и сложными процессами. Платформа для моделирования архитектуры бизнеса / Д. Гараедаги. – Минск: Гревцов Паблицер, 2007. – 480 с.

Kasyanova N.

Yatsko K.

Dolynnyi D.

ADAPTIVE INFORMATION SYSTEM OF THE ENTERPRISE

Interacting open-source information systems replace closed information spaces of individual organizations. In this regard, the task to adapt individual information systems to the rest of the information world with its unpredictable information flows and requests is became actual. The purpose of the work is to develop a methodology for the formation of an adaptive enterprise information system.

With the development of the information system, its functionality, complexity, value for business increases, but adaptability decreases. Therefore, it is important to have an IS that allows you to easily change the processes of the company. In accordance with this work, the structure of the information system of

the enterprise is determined by a combination of four interacting agreed components: tasks, actors, technology and structure.

In the work, the model of the adaptive information system of the enterprise is proposed, according to which, under the influence of the flow of external events, the information system develops most of the time evolutionarily, with its components changing. Long periods of evolutionary development of an enterprise are interrupted by revolutionary changes when the system radically changes its structure and interconnection of components in a short period of time.

The adaptive information system is based on the information model of the enterprise, the structure of which proposes to distinguish the following structural components: strategic management center, units responsible for the production of products and services that are consumed in the foreign market, units responsible for providing services within the enterprise and units responsible for work in the market.

Based on the proposed model it is expedient to highlight different ways to maintain the adaptability of the information system: the use of flexible development methods at the corporate level, the orientation on the technological platform, the use of the service model.

Key words: enterprise information system, adaptability, enterprise architecture, costs, model of information system.