

УДК 330.47+65.011

## ОПТИМІЗАЦІЯ ДИНАМІКИ РЕІНЖІНІРИНГУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Бізянов Є.Є.

*У статті розглянуто процес реінжинірингу інформаційної системи підприємства (фірми) у динаміці. Запропоновано динамічну модель реінжинірингу, яка враховує основні етапи проведення змін: аналіз, прийняття рішень, реалізацію та впровадження. Доведено, що для забезпечення оптимальності динамічних процесів реінжинірингу треба виконати три умови: забезпечити стійкість системи, мінімізувати лаги та максимізувати результативність виконання операцій.*

**Ключові слова:** інформаційна система, лаг, модель, постійна часу, стійкість.

Процеси змін у інформаційних системах (ІС) відбуваються постійно. Це зумовлено як розвитком інформаційних технологій, так і трансформацією потреб бізнесу, як головного споживача послуг ІС: виникають нові задачі, змінюються або з'являються нові бізнес-процеси і т.п.

При проведенні реінжинірингу ІС усі необхідні зміни бажано провести з мінімальними витратами та за найкоротший час. Для забезпечення вказаних вимог є необхідною чітка синхронізація роботи усіх підрозділів, які задіяно у реінжинірингу. При розбіжності й незлагодженості динамічних і статичних показників у системі можуть виникнути коливання, які призведуть до виникнення додаткових витрат та збільшення часу на реінжиніринг. Саме тому актуальним є узгодження параметрів ланок системи для забезпечення оптимальної динаміки процесів реінжинірингу. Як зазначено у [1], реінжиніринг систем управління, який розглядався менеджерами наприкінці ХХ сторіччя, як «модна течія», зараз переживає ренесанс. Найчастіше для проведення реінжинірингу використовують моделі, що відображають бізнес-процеси у системі: IDEF0 та IDEF3 [2], DFD [3], ARIS [4].

Андрієнко В.М. для реінжинірингу систем управління пропонує використовувати об'єктно-орієнтований підхід, та представляти предметну область об'єктами, прецедентами, інфологічними й іншими моделями [5].

Ахтирченко К.В. й Сорокваша Т.П. [6] бачать не менше, ніж сім видів реінжинірингу ІС: прямий реінжиніринг, редокументування, рефакторинг, реструктуризацію, переорієнтацію, зворотний реінжиніринг, супроводження програмних продуктів, трансляції вихідного коду та інші. Вони пропонують розділяти методи реінжинірингу за об'єктами використання та по видам діяльності, приділяючи при цьому однакову увагу технічним, економічним та організаційним аспектам.

Більшість моделей, що використовуються у реінжинірингу систем управління, оцінюють або статистику роботи системи [1-3], або оцінюють динамічні показники роботи у сталому режимі [4, 5], в основному через час на виконання операцій. Відзначимо, що показники часу виконання - це зазвичай кінцеві результати, які отримано після обробки експериментальних даних, тобто вони відображають усереднені значення реальних часових інтервалів. Але у реальному житті ми можемо спостерігати значний розбіг модельних та експериментальних даних. Саме тому є необхідним дослідити умови оптимізації динаміки системи реінжинірингу при зміні параметрів процесу у певному діапазоні.

Ціллю статті є розробка динамічної моделі реінжинірингу інформаційної системи, а також формулювання й дослідження умов оптимізації вказаної моделі. При проведенні реінжинірингу важливим є не тільки зменшення часу на виконання та підвищення ефективності, але й забезпечення стійкої (врівноваженої) роботи.

Розглянемо динаміку процесів реінжинірингу в інформаційній системі (рис.1).

Запити на зміни поступають до інформаційної служби підприємства у довільні моменти часу (рис. 1, а). Спочатку вони аналізуються, причому результати аналізу виникають не миттєво, а з лагом  $\Delta t_A$  (рис. 1, б). Після того, як проблему проаналізовано, приймається рішення щодо її вирішення: виділяються необхідні ресурси, видаються відповідні розпорядження і т.д. Рішення також відокремлені у часі від результатів аналізу лагом  $\Delta t_P$  (рис. 1, в). Далі ці рішення підлягають реалізації – в залежності від виду запиту: проводиться закупівля обладнання або його ремонт, модерни-

зуються модулі програмного забезпечення, створюються нові програми і т.д. На реалізацію витрачається деякий час  $\Delta t_{PL}$  (рис. 1, г). Після реалізації йде етап впровадження, який також потребує певного часу  $\Delta t_B$  (рис. 1, д). Таким чином, результати виконання з'являються тільки у момент часу

$$t_3 = t_0 + \Delta t_A + \Delta t_P + \Delta t_{PL} + \Delta t_B.$$

На рисунку 1, б наведено три графіки: результати аналізу (стовпчики), накопичені результати аналізу (сходінки), та усереднені результати аналізу. Систему обслуговування процесів реінжинірингу представимо у вигляді структури, що наведена на рисунку 2. Тут  $\Pi_1 - \Pi_N$  – підрозділи підприємства, що ініціюють запити на зміни. Система реінжинірингу складається з чотирьох ланок: аналізу, прийняття рішень, реалізації та впровадження.

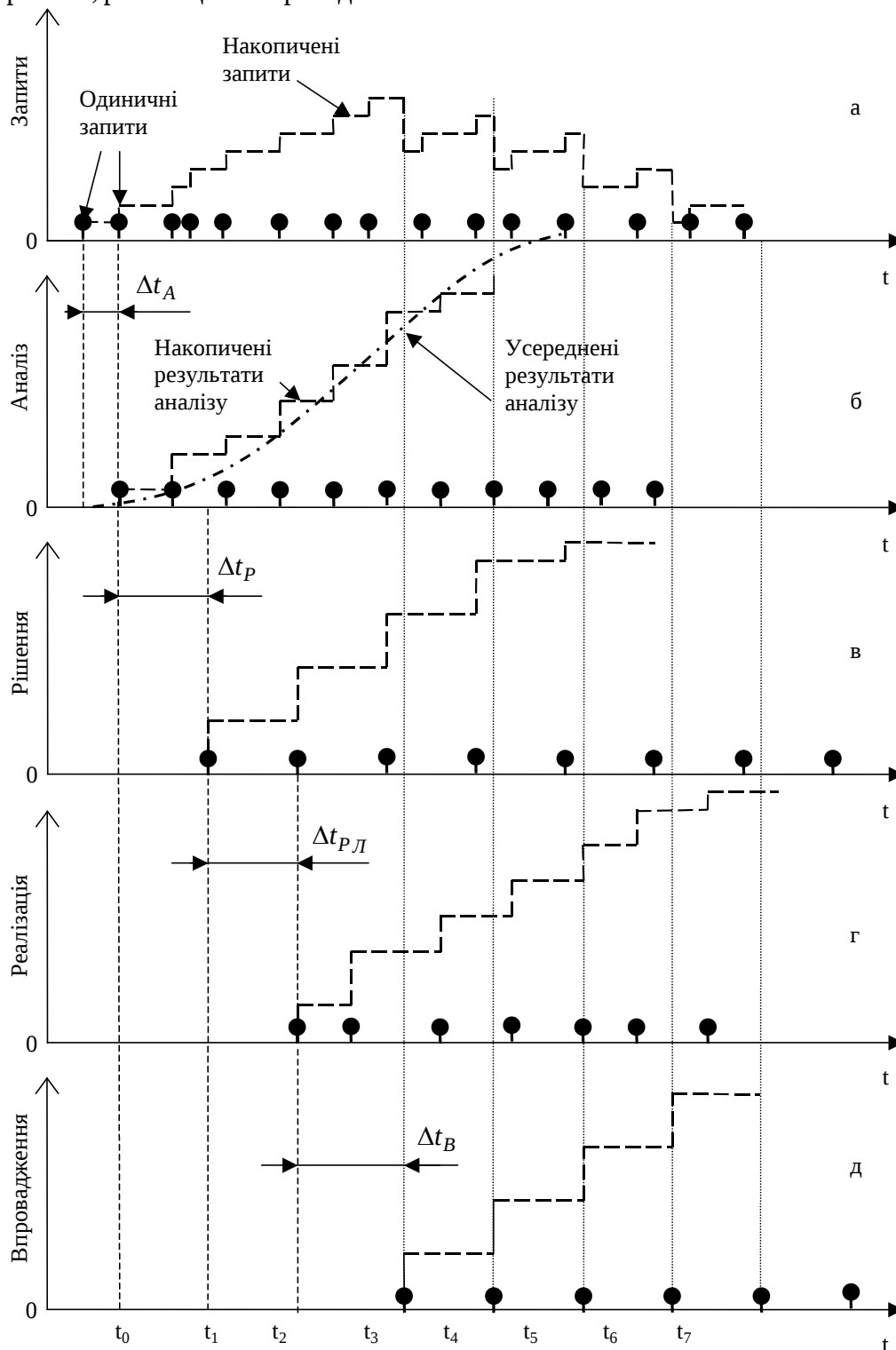


Рис. 1. Динаміка процесів реінжинірингу в інформаційній системі

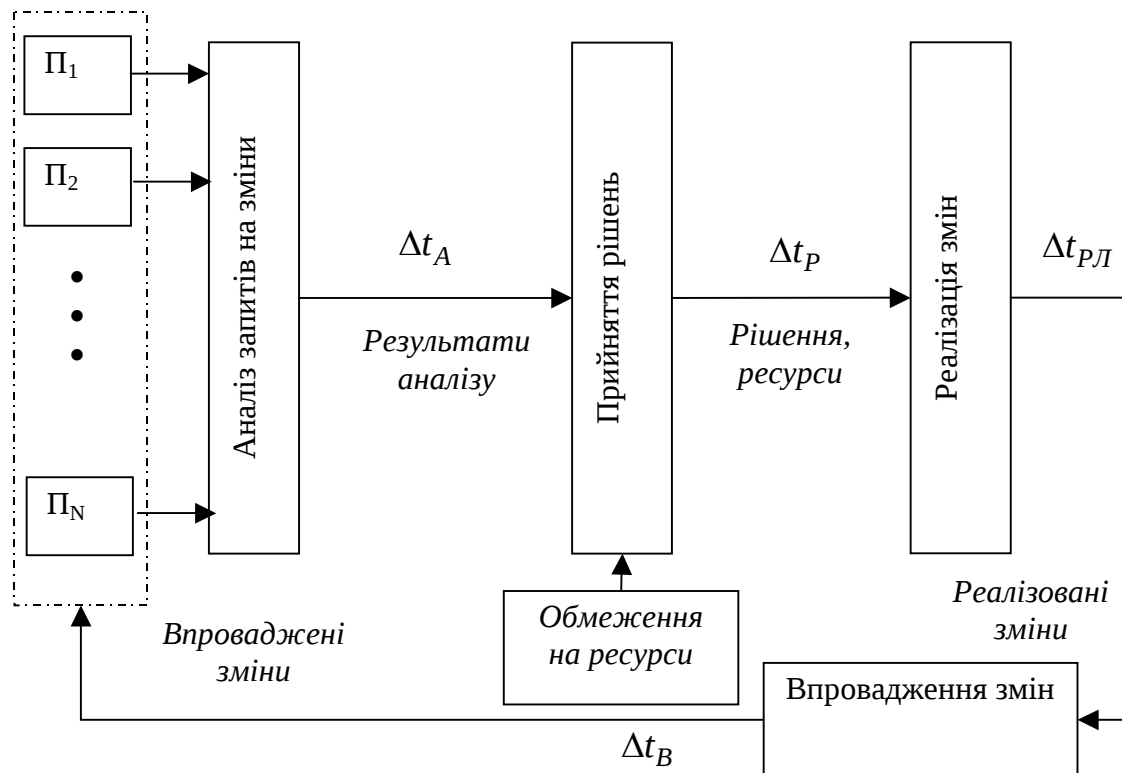


Рис. 2. Схема процесу реінжинірингу в ІС

Прийmemo, що лаг є розподілений [7]:

$$X_{ВИХ} = k \int_{\infty}^t e^{-k(t-\tau)} X_{ВХ} d\tau, \quad (1)$$

де  $X_{ВИХ}$ ,  $X_{ВХ}$  - відповідно величина на виході та вході ланки системи;  
 $k$  - показник росту;  $\tau$  - величина лагу.

Згідно зі схемою процесу реінжинірингу рисунок 2 та з урахуванням прийнятих припущень модель процесу реінжинірингу можна подати у вигляді динамічної системи, представленої на рисунку 3.

На рисунку 3 прийнято наступні позначення:

$K_A, K_P, K_{PL}, K_B$  - статичні позитивні коефіцієнти результативності підсистем аналізу, прийняття рішень, реалізації та впровадження відповідно;

$\tau_A, \tau_P, \tau_{PL}, \tau_B$  - постійні часу, які відображують лаг у підсистемах аналізу, прийняття рішень, реалізації та впровадження відповідно;

$X_3$  - запити на зміни, що надходять від підрозділів підприємства;

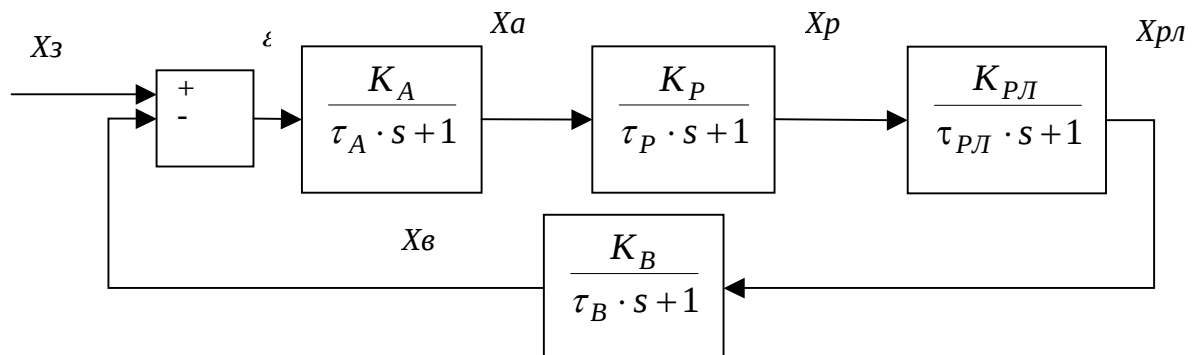


Рис. 3. Подання моделі у вигляді динамічної системи

$X_A$  - результати аналізу;

$X_P$  - прийняті рішення щодо реалізації змін;

$X_{PL}$  - реалізовані рішення щодо змін;

$X_B$  – результати впровадження;

$\varepsilon$  – помилка, яка розраховується як різниця між запитами, що надійшли до системи реінжинірингу, та результатами впровадження (реалізованими змінами), причому  $\varepsilon \geq 0$ .

Характеристичне рівняння системи має вигляд:

$$\tau_1^4 \lambda^4 + \tau_2^3 \lambda^3 + \tau_3^2 \lambda^2 + \tau_4 \lambda + 1 + K_A K_P K_{PL} K_B = 0, \quad (2)$$

де постійні часу  $\tau_1 - \tau_4$  розраховуються за формулами:

$$\begin{aligned} \tau_1^4 &= \tau_A \cdot \tau_P \cdot \tau_{PL} \cdot \tau_B, \\ \tau_2^3 &= (\tau_A + \tau_P) \cdot \tau_{PL} \cdot \tau_B + (\tau_{PL} + \tau_P) \cdot \tau_P \cdot \tau_A, \\ \tau_3^2 &= \tau_{PL} \cdot \tau_B + (\tau_A + \tau_P) \cdot (\tau_{PL} + \tau_B) + \tau_A \cdot \tau_P, \\ \tau_4 &= \tau_A + \tau_P + \tau_{PL} + \tau_B. \end{aligned} \quad (3)$$

Зробивши у (2) заміну  $\lambda = i \cdot \omega$ , де  $i = \sqrt{-1}$  (уявна одиниця), отримаємо дійсну  $X(\omega)$  та уявну  $Y(\omega)$  частини характеристичного рівняння (2):

$$X(\omega) = \tau_1^4 \omega^4 - \tau_3^2 \omega^2 + 1 + K_A K_P K_{PL} K_B = 0, \quad (4)$$

$$Y(\omega) = \omega(\tau_4 - \tau_2^3 \omega^2) = 0. \quad (5)$$

З рівняння (5) отримуємо частоту автоколивань у системі:

$$\omega_K = \sqrt{\frac{\tau_4}{\tau_2^3}} = \sqrt{\frac{\tau_A + \tau_P + \tau_{PL} + \tau_B}{(\tau_A + \tau_P) \cdot \tau_{PL} \cdot \tau_B + (\tau_{PL} + \tau_P) \cdot \tau_P \cdot \tau_A}}, \quad (6)$$

а з рівнянь (4) та (6) – формулу для коефіцієнту передачі розімкненої системи:

$$\begin{aligned} K_A K_P K_{PL} K_B &= \tau_3^2 \omega_K^2 + \tau_1^4 \omega_K^4 - 1 = \\ &= \frac{[\tau_{PL} \cdot \tau_B + (\tau_A + \tau_P) \cdot (\tau_{PL} + \tau_B) + \tau_A \cdot \tau_P] \cdot [\tau_A + \tau_P + \tau_{PL} + \tau_B]}{(\tau_A + \tau_P) \cdot \tau_{PL} \cdot \tau_B + (\tau_{PL} + \tau_P) \cdot \tau_P \cdot \tau_A} + \\ &+ \tau_A \cdot \tau_P \cdot \tau_{PL} \cdot \tau_B \cdot \left[ \frac{\tau_A + \tau_P + \tau_{PL} + \tau_B}{(\tau_A + \tau_P) \cdot \tau_{PL} \cdot \tau_B + (\tau_{PL} + \tau_P) \cdot \tau_P \cdot \tau_A} \right]^2 - 1. \end{aligned} \quad (7)$$

Коефіцієнти  $K_A, K_P, K_{PL}, K_B$  будемо розраховувати за формулою:

$$K = \frac{N_{ОБРОБ}}{N_{ЗАГ}}, \quad (8)$$

де  $N_{ЗАГ}$ ,  $N_{ОБРОБ}$  – відповідно кількість необроблених запитів на вході (загальна) та оброблених запитів на виході відповідної ланки.

Постійні часу дорівнюють:

$$\Delta t_A / 3 = \tau_A, \quad \Delta t_P / 3 = \tau_P, \quad \Delta t_{PL} / 3 = \tau_{PL}. \quad (9)$$

Цифра 3, на яку в (9) поділено лаги, відображує перехід від дискретного лагу до розподіленого.

Запишемо усі постійні часу відносно  $t_A$ :

$$\tau_P = C_P \cdot \tau_A, \quad \tau_{PL} = C_{PL} \cdot \tau_A, \quad \tau_B = C_B \cdot \tau_A, \quad (10)$$

Критеріями якості та оптимальності динамічної системи є її стійкість (відсутність коливань), мінімум помилки  $e$  та мінімум часу реакції на вхідний сигнал [8].

Враховуючи припущення (10), із вираження (7) запишемо умову стійкості за Гурвицем:

$$\begin{aligned}
& K_A K_P K_{PL} K_B > [1 + C_P + C_{PL} + C_B] \times \\
& \times \frac{[C_{PL} \cdot C_B + (1 + C_P) \cdot (C_{PL} + C_B) + C_P]}{(1 + C_P) \cdot C_{PL} \cdot C_B + (C_{PL} + C_P) \cdot C_P} + \\
& + C_P \cdot C_{PL} \cdot C_B \cdot \left[ \frac{1 + C_P + C_{PL} + C_B}{(C_A + C_P) \cdot C_{PL} \cdot C_B + (C_{PL} + C_P) \cdot C_P} \right]^2 - 1.
\end{aligned} \quad (11)$$

Мінімізація часу реакції системи досягається за умови зменшення лагів у всіх ланках системи, тобто:

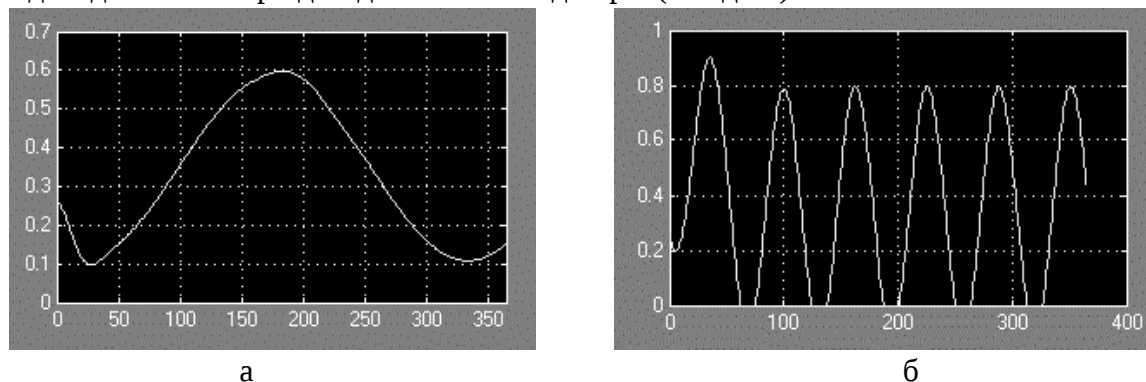
$$\Delta t_A \rightarrow 0, \Delta t_P \rightarrow 0, \Delta t_{PL} \rightarrow 0, \Delta t_B \rightarrow 0. \quad (12)$$

Умова зменшення помилки  $e$  у системі зі зворотним зв'язком [8] така:

$$K_A \cdot K_P \cdot K_{PL} \rightarrow \infty. \quad (13)$$

Таким чином, найкращі статичні й динамічні показники має система, яка згідно з умовою (11) є стійкою, і у якій, згідно з (12) і (13) мінімізовано часові показники виконання операцій та максимізовано їх результативність.

На рисунку 4 подано графіки помилки  $e$  у шкалі від 0 до 1 (100%) відповідно у стійкій та нестійкій системі. Графіки отримано у результаті моделювання в підсистемі Simulink програми Matlab. По осі абсцис відкладено час. Період моделювання – один рік (365 днів).



**Рис. 4. Графік помилки у стійкій (а) та нестійкій (б) системі реінжинірингу**

Частота коливань на рисунку 4,а відповідає частоті надходження запитів на зміни. У нестійкій системі рисунок 4,б частота коливань перевищує частоту надходження запитів у декілька разів. Крім того, у нестійкій системі в деякі проміжки часу кількість оброблених запитів дорівнює нулю (система реінжинірингу не виконує свої функції). Невиконання функцій системою - це приховані втрати за рахунок неефективного використання робочого часу спеціалістів та простою обладнання.

## ВИСНОВКИ

Для оптимізації динаміки процесу реінжинірингу інформаційної системи необхідно виконати декілька умов: забезпечити максимальну результативність усіх ланок, мінімізувати лаги (час виконання операцій) та запезпечити стійкість за рахунок співвідношення між статичними й динамічними параметрами.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Хаммер М. Реинжиниринг корпорации : Манифест революции в бизнесе / Майкл Хаммер, Джеймс Чампи; пер. с англ. Ю.Е.Корнилович. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2006. - 287 с.
2. Черемных С.В. Структурный анализ систем: IDEF-технологии / С.В.Черемных, И.О. Семенов, В.С. Ручкин. - М.: Финансы и статистика, 2003.- 208 с. - (Прикладные информационные технологии).

3. Калашян А.М. Структурные модели бизнеса: DFD-технологии / А.М. Калашян, Г.Н. Калянов: Под ред. Г.Н. Калянова. - М.: Финансы и статистика, 2003. - 256 с. - (Прикладные информационные технологии).

4. Войнов И.В. Моделирование экономических систем и процессов. Опыт построения ARIS-моделей : моногр. / И.В.Войнов, С.Г.Пудовкина, А.И.Телегин - Челябинск: Изд.ЮУрГУ, 2002. - 392с.

5. Андриенко В.Н. Модели реинжиниринга систем управления / В.Н.Андриенко– Донецк: Дон-НУ, 2001. – 184 с.

6. Ахтырченко К.В. Методы и технологии реинжиниринга ИС (Труды Института Системного Программирования РАН) [Электронный ресурс] / К.В.Ахтырченко, Т.П.Сорокваша– Режим доступа к статье: <http://citforum.ru/SE/project/isr/>.

7. Колемаев В.А. Математическая экономика: учебник для вузов / В.А. Колемаев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. - 399 с.

8. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического регулирования.- изд. третье, испр. / В.А.Бесекерский, Е.П.Попов - М.: Наука, 1975. - 768 с.