

2. ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 338.45

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Кузьмін О.Є., д. е. н., професор

*Національний університет «Львівська політехніка»
79000, Україна, м. Львів, вул. С.Бандери, 12*

Oleh.Y.Kuzmin@lpnu.ua

У статті надається економічна оцінка результатів, досягнутих завдяки впровадженню автоматизованих систем управління. Описані основні поняття, наведено перелік витрат, пов'язаних із впровадженням АСУ на підприємствах. Визначено напрямки, за якими досягається отримання найбільшого економічного ефекту. Метою статті є аналіз результатів, отриманих протягом останніх років, а також планування відповідних заходів підтримки, щоб досягнутий ефект покращувався і надалі. Визначено основні переваги та витрат, пов'язаних із впровадженням автоматизованих систем управління. До основних шляхів скорочення витрат можна віднести зменшення часових витрат, збільшення продуктивності, зменшення витрат на інвентаризацію наявних матеріалів, інструментів та готової продукції, зменшення витрат на оплату праці, збільшення продажів, підвищення надійності технологічних процесів, покращення планування тощо. Витрати при впровадженні АСУ пов'язані як із встановленням та запуском, так і з експлуатацією АСУ. Витрати на встановлення та запуск у роботу АСУ включає витрати на апаратне та програмне забезпечення; зовнішні та внутрішні витрати на налаштування придбаного програмного забезпечення; консультаційні витрати; витрати на підвищення кваліфікації персоналу, що безпосередньо буде працювати із АСУ; вартість відсутності продукції під час впровадження (втрачена вигода), витрати на резервування тощо. Витрати на експлуатацію повинні включати наступні пункти: прокат або оренду обладнання та програмного забезпечення; контракт на технічне та програмне забезпечення; страхування; експлуатаційні витрати; витратні матеріали; вартість оновлення програмного забезпечення; витрати на управління системою; вартість роботи відділу автоматизації; постійна освіта та навчання персоналу. Чітко вивірена політика щодо ціноутворення, повернення грошових коштів та щорічний прибуток є обов'язковою умовою для досягнення економічної ефективності при впровадженні АСУ.

Ключові слова: автоматизовані системи керування, впровадження, зниження витрат, підприємство

ECONOMIC EVALUATION OF IMPLEMENTATION AUTOMATED CONTROL SYSTEMS OF INDUSTRIAL PRODUCTION

Kuzmin O., Doctor of Economics, Professor

*National University "Lviv Politechnic"
79000, Ukraine, Lviv, S.Bandery str., 12*

The article gives an economic assessment of the results achieved through the introduction of automated control systems. The basic concepts are described, the list of expenses related to the introduction of automated control systems at the enterprises is given. The directions for achieving the greatest economic effect are determined. The purpose of the article is to analyze the results obtained during recent years, as well as the planning of appropriate support measures, in order to further improve the effect. The main advantages and expenses associated with the introduction of automated control systems (ACS) are determined. The main ways to reduce costs include reducing time costs, increasing productivity, reducing inventory costs for available materials, tools and finished products, reducing labor costs, increasing sales, improving the reliability of technological processes, improving planning, etc. The costs of the implementation of ACS associated with the installation, start, and operation of the ACS. The costs of installing and commissioning ACS include hardware and software costs; external and internal costs for the configuration of the purchased software; consulting expenses; costs of staff training, which will directly work with the ACS; the cost of lack of products during implementation (lost profit), the cost of reservation, etc. Operating expenses should include the following items: rental or leasing of equipment and software; contract for technical and software; insurance; operational expenses; supplies; software update cost; system management costs; the cost of the work of the automation department; continuous education and training of staff. A well-adjusted pricing policy, cash back repayment and annual profit is a prerequisite for achieving cost-effective implementation of the ACS.

Key words: automated control systems, implementation, cost reduction, enterprise

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Значна увага, що приділяється скороченню виробничих витрат, призвела до виникнення різних рішень, що базуються, зокрема, на використанні автоматизації та оптимізації. Прикладом реалізації такого підходу є впровадження автоматизованих систем управління (АСУ). За останні роки у всьому світі компанії інвестували мільйони доларів в АСУ для зниження експлуатаційних витрат та підвищення стабільності виробничих процесів. У деяких країнах ці технології використовуються багато років, в інших їх використання й досі обмежене.

Обґрунтування удосконалення процесів управління завжди є викликом професіоналам автоматизації. Оскільки впровадження систем управління є не тільки інженерним проектом, аналіз таких пропозицій включає також економічні поняття, такі як продуктивність, інвестиційний аналіз, оцінка ризиків та економічна оцінка.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Питаннями створення ефективних АСУ та моделювання процесів проектування таких систем та економічної оцінки займається багато зарубіжних та вітчизняних вчених, серед них можна виділити С. Біра, В. Божко, Л. Гагаріну, А. Зубинського, Ч. Дікерсона, В. Козаченко, А. Кострова, І. Ладенка, С. Ніканорова, Т. Смородіну, В. Поліщука, Дж. Форрестера.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ

Метою статті є надання рекомендацій, що можуть бути застосовані при економічному оцінюванні результатів впровадження автоматизованих систем управління на різних підприємствах.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Партнерство між постачальником АСУ та користувачем – чи то внутрішній розробник або постачальник послуг – стало вирішальним фактором успіху при впровадженні таких систем.

До застосування АСУ багато технологічних операцій були, по суті, ручними процесами. Наприклад, для операцій контролю операторам доводилося робити коригувати встановлені бали на основі особистого досвіду, тому часто отримані результати були недостовірними.

Автоматизовані системи управління, що керують технологічними процесами, призначені для регулювання процесів, зменшення мінливості критичних змінних, стабілізації якості продукції, збільшення продуктивності праці а, отже, зменшення витрат виробництва, при незмінному споживанні певних ресурсів. Для забезпечення цих цілей АСУ повинні мати чіткі показники ефективності, що визначають наявні та очікувані після впровадження АСУ результати. Тому вибір найбільш релевантної системи управління для конкретного підприємства є першим і важливим кроком для забезпечення ефективності.

Прогнозні моделі були використані в багатьох АСУ, але для розширених елементів керування важливі певні комбінації динамічних змінних. АСУ має забезпечити отримання достовірної інформації та остаточний контроль у режимі реального часу для можливості внесення змін.

Економічна оцінка впровадження автоматизованих систем управління

Упровадження автоматизованої системи управління на підприємстві має здійснюватися відповідно до загальних правильних правил планування, організації, послідовності кроків, моніторингу виконання та інших відповідних аспектів нагляду за проектами [1]. Проте складність проекту промислової автоматизації полягає в тому, що, крім прогнозування часу впровадження АСУ та її вартості, необхідно оцінити наявні передові технології (які завжди динамічно розвиваються), надати критерії оцінювання. Отже, рекомендується приділяти подвійну увагу інвестиціям в ІТ-програми, питанням технічного обслуговування та

технологічному вдосконаленню апаратного та програмного забезпечення, взаємодії з новими технологіями та інтерфейсом та інтеграції з виробничим процесом, який з часом змінюватиметься. Ось чому людський фактор, як внутрішній, так і зовнішній для впровадження АСУ та їх використання, має велике значення і впливає на економічний аспект виробничого процесу. Тому інвестиції за напрямом управління людськими ресурсами є настільки важливими.

Автоматизовані системи управління зазвичай отримують інформацію з різних приладів, керуючих елементів та баз даних, є достатньо інтегрованими для проведення експертизи отриманих даних. Вони надають користувачу можливість отримати кількісний аналіз ризиків, здійснити вибір для вирішення як технологічних, так і економічних питань. Автоматизація приділяє увагу питанням продуктивності, грошових потоків, ризику, оцінки вартості та технічної оцінки проекту. Також вона надає можливість виявлення таких переваг, як збільшення виробничих потужностей, зниження витрат допоміжних послуг, підвищення ефективності, скорочення витрат та забруднення навколишнього середовища, підвищення якості та безпечності експлуатації.

Усе це вимагає збору інформації, оцінки поточної діяльності, переліку операційних обмежень, визначення цілей для зменшення розкиду параметрів якості для продукції; визначення рівня передового досвіду при виборі апаратного та програмного забезпечення разом з урахуванням вартості придбання АСУ, витрат на її експлуатацію та підтримку, а також на навчання персоналу. Крім того, важливими є оцінка та вартість вибору між новими технологіями та консолідованими технологіями, складність операцій та ряд інших факторів, що впливають на проект. Отже, вибір АСУ є ризикованим питанням для керівника підприємства.

Як зазначається у [2], не існує єдиного гарантованого способу рішення складання та документування економічної оцінки фінансових ризиків проекту промислової автоматизації, але варто покращити розуміння концепцій, які допомагають пояснити ідею автоматизації процесів на виробництві. Загальні аспекти економічної оцінки наведені в [3], де надається оцінка проектів впровадження АСУ на передінвестиційній фазі, на етапі схвалення інвестицій, в операційній і післяопераційній фазах.

Інвестиції та відповідні ризики завжди мають розглядатися в довгостроковій перспективі, а тому важливими питаннями є ставка дисконту готівкового потоку, чистий дохід, коефіцієнт відновлення капіталу, фінансова оцінка проектів та їх окупність, надійність процесу за показниками роботи системи автоматизації (тобто періоду непродуктивності або зупинки виробництва через ненадійну автоматизацію) [4], оцінка ризиків та невизначеності щодо проектів.

Навряд чи можливо об'єктивно визначити всі ці аспекти заздалегідь, але усвідомлення всіх концепцій сприяє правильному вибору АСУ та визначенню порядку впровадження.

Чітко вивірена політика щодо ціноутворення, повернення грошових коштів та щорічний прибуток є обов'язковою умовою для досягнення економічної ефективності при впровадженні АСУ [5, 6, 7].

Оскільки економічні аспекти проектування автоматизації є багатограними, необхідна постійна переоцінка усіх кроків управління.

Визначення переваг та витрат, пов'язаних із впровадженням автоматизованих систем управління

Цей етап включає в себе детальний виклад усіх переваг та витрат широкого масштабу та їх кількісне визначення, з використанням наявних бухгалтерських записів фірми або виробничого підприємства. Визначення витрат та прибутків у межах стандартних категорій

бухгалтерського обліку дозволяє точно визначити їх кількість, оскільки дані про ці статті, як правило, повинні бути доступними в бухгалтерському обліку.

Розглянемо стратегічні переваги впровадження АСУ.

Зменшення витрат на інвентаризацію

Зменшення витрат на інвентаризацію є перевагою, що зазвичай не враховується в більшості економічних досліджень впливу впровадження АСУ. З іншого боку, технологія автоматизації дозволяє знизити рівень запасів. У процесі роботи виконується інвентаризація готової продукції та сировини через більшу передбачуваність виробничого процесу. Використання АСУ зменшує час для аналізу інформації, скорочуються надлишкові запаси через планування витрат матеріалів. Обчислення фінансових заощаджень, отриманих внаслідок спрощення інвентаризації, є складнішим, ніж зазвичай передбачається. У межах нашої концептуальної основи ми пропонуємо включити такі переваги:

- а) Прямі заощадження: будь-які заощадження витрат на інвентаризацію за рахунок впровадження АСУ слід оцінювати у порівнянні з періодом роботи, коли АСУ не використовувалася, враховуючи витрати на інвентаризацію не тільки сировину і готової продукції та інструментів.
- б) Накладні заощадження: оскільки скорочення на рівні інвентаризації може змінити балансову вартість внаслідок скорочення витрат на постійні та змінні накладні витрати, зменшиться прибуток. Упровадження АСУ підвищує передбачуваність виробничого процесу та скорочує терміни виконання операцій щодо планування необхідної кількості запасів. Ці вдосконалення дозволяють значно скоротити рівень середнього запасу.
- с) Збільшення продажів: основна перевага впровадження АСУ – це генерування додаткових продажів через стратегічні переваги, такі як скорочення термінів виконання, швидке реагування на ринкові відносини та підвищення гнучкості, що призводить до збільшення доходів, які можна визначити за рахунок збільшення продажів.

Застосування АСУ дозволяє оцінити потенційне збільшення продажів. Цю оцінку можна скласти, використовуючи існуючу інформацію про продажі, втрачені через відмову, несвоєчасну доставку або неможливість задовольнити потреби клієнта. Інший спосіб оцінки покращення продажів полягає в тому, щоб прогнозувати зростання кількості операцій, що пояснюється зниженням цін через зниження вартості продукції.

Застосування АСУ зменшує терміни постачання та підвищує надійність виробничих та фінансових операцій підприємства, що може покращити облік продажів та запобігти втраті потенційних продажів. Продажі, втрачені через доставку, відмову від продукції, нижчу якість можна отримати за маркетинговими даними. Маркетингові дослідження також можуть бути використані, для забезпечення оцінки процентного приросту завдяки зростанню продажів через скорочення часу доставки.

Упровадження АСУ дозволяє можливість підприємствам раніше запускати нові продукти на ринок, а отже, збільшити продажі через проникнення на ринок. Хоча точні фінансові оцінки такого покращення продажів важче отримати, можна використовувати маркетингові дані. Нижче наведений перелік переваг, пов'язаних із покращенням продажів, який повинен бути включений до аналізу економічний впливу впровадження АСУ.

Зменшення витрат на оплату праці

Застосування автоматизованих систем управління зменшує витрати на робочу силу на етапах проектування, виготовлення та обслуговування, а також при проведенні контролю виготовлених компонентів або виробів.

Хоча витрати на робочу силу зараз складають від 8 до 12% загальних виробничих витрат, величина заощаджень повинна бути включена до економічного аналізу впливу.

Упровадження АСУ дозволяє зменшити витрати на оплату праці на етапах проектування, виготовлення та обслуговування, а також при перевірці компонентів. Переваги, зумовлені зниженням витрат на оплату праці, визначаються як скорочення витрат за такими напрямками: проектування, виробництво, контроль, технологічне обслуговування, оснащення, зменшення простою та понаднормових робіт. Усе це пов'язано з покращеним планування технологічних процесів, управління людськими ресурсами та логістикою.

Визначення витрат, пов'язаних із впровадженням АСУ

Необхідно, щоб потенційний користувач АСУ добре розумів усі витрати, пов'язані з впровадженням АСУ. Витрати поділяються на одноразові та поточні. Наприклад, вартість програмного забезпечення повинна бути відокремлена від роботи персоналу, необхідного для забезпечення роботи системи. Найбільш швидке скорочення витрат спостерігається в оплаті праці відділів, що займалися рутинною обробкою даних. Проте важливо визначити підрозділи, де для роботи системи може знадобитися додатковий персонал.

Витрати на встановлення та запуск у роботу АСУ повинні включати: витрати на апаратне забезпечення; витрати на програмне забезпечення; зовнішні та внутрішні витрати на налаштування придбаного програмного забезпечення; консультаційні витрати; витрати на освіту та навчання людей, які безпосередньо будуть працювати в системі; вартість відсутності продукції під час упровадження (втрачена вигода); вартість роботи субпідряду для уникнення втрати виробництва під час впровадження; витрати на резервування.

Витрати на експлуатацію повинні включати такі пункти: прокат або оренда обладнання та програмного забезпечення; контракт на технічне та програмне забезпечення; страхування; експлуатаційні витрати; витратні матеріали; вартість оновлення програмного забезпечення; витрати на управління системою; вартість роботи відділу автоматизації; постійна освіта та навчання персоналу.

ВИСНОВКИ

Упровадження АСУ на промислових підприємствах не тільки надає фінансові переваги процесам, але й додаткові прибутки, які неможливо прямо визначити кількісно, але вони мають значну цінність у виробничому ланцюгу. Зменшення мінливості тому сприяє більш надійній роботі обладнання. Визначено вплив впровадження АСУ на економічні показники. Надано перелік витрат, пов'язаних із впровадженням автоматизованих систем управління у процес виробництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Badiru A. Industrial Project Management. CRC Press. 2008.
2. Friedmann P. Automation and control system seconomics. 2nd edition. ISA. 2006.
3. Khatib H. Economic evaluation of projects in the electricity supply industry. IEE Press.2003.
4. Esteleves-Reyes L. Process control reliability: the key to investing in your infrastructure. ISA Transactions. 2000. vol.39. pp.115-121.
5. Remenyi D., Bannister F., Money A. The effective measure ment and management of ICT Costs and Benefits. Elsevier. 3rd edition. 2007.
6. Liu J.Y-C., Chen V.J., Chan,C-L., Lie T. The impact of soft ware process standardization on software flexibility and project management performance: Control the oryperspective. Information and Software Technology. 2008. vol 50. pp. 889–896.
7. Tohidi H. Review the benefits of using Value Engineering in Information Technology Project Management. Procedia Computer Science. 2011. vol. 3. pp. 917–924.