



На правах рукопису

Баранський Валентин Васильович

**Формування і розвиток
гнучких виробничих систем
(на прикладі підприємств електронної
промисловості)**

Спеціальність 08.00.05 - економіка, планування,
організація управління
народним господарством
і його галузями
(промисловість).

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата економічних наук.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі економіки підприємств
Київського державного економічного університету

- Науковий керівник - доктор економічних наук,
професор С.Ф.Покропивний
- Офіційні опоненти - доктор економічних наук,
професор М.Н.Скворцов
- кандидат технічних наук,
доцент М.І.Іванов
- Ведуча організація - Науково-дослідний економічний
інститут Міністерства еконо-
міки України

Захист відбудеться "12" лютого 1993р. о 14 го-
дині на засіданні спеціалізованої вченої ради К.068.28.03 по
присудженню наукового ступеня кандидата економічних наук в Київ-
ському державному економічному університеті за адресою:
252057, м.Київ - 57, проспект Перемоги, 54/1, ауд. 214.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Київського
державного економічного університету

Автореферат розісланий "5" січня 1993 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
кандидат економічних наук,
доцент

Н.В.Задорожна

ЛНБ України ім.В.Стефаника



00814473 (R)

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН УРСР

I. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.

Актуальність теми дослідження. Перехід від тоталітарної системи до ринкової економіки вимагає створення споживчого ринку, постійне його оновлення товарами масового попиту і на цій основі ліквідації дефіциту і припинення інфляції. Ринку потрібен широкий асортимент товарів високої якості, надійних в експлуатації і доступних за цінами. Ця вимога викликала необхідність створення нових поколінь гнучких виробничих систем /ГВС/.

Нові покоління таких систем поєднують в собі гнучкість і адаптивність дрібносерійного виготовлення продукції з низькими витратами і високою віддачею масового виробництва. Це забезпечує не лише стабілізацію виробничих витрат, але й знижує їх рівень на всіх етапах виробництва і реалізації продукції при систематичному її оновленні і зміні асортименту, здорову конкуренцію продуцентів на ринку товарів.

Перехід від жорстких технологічних систем поточного і масового виробництва до гнучких, які легко адаптуються до ринкових потреб, супроводжується відмовою від вузької спеціалізації в сфері управління і переходом до інтеграції, від авторитарного стилю керівництва до координаційних демократичних методів управління. Ці проблеми і є основними об'єктами дослідження.

Актуальність дослідження зростає в умовах переходу до ринкових відносин. Розвиток ГВС в електронній промисловості має прискорити процес формування спеціалізованого ринку продукції наукомістких виробництв.

В процесі дослідження характеру і змісту організаційно-економічних проблем застосування ГВС в дисертації розроблена предметноорієнтована програма функціонування робото-технічного комплексу і визначення оптимального варіанту робочого циклу, що адаптується до умов заданого програмою технологічного процесу.

Розробці теоретичних і прикладних аспектів проблеми створення і функціонування гнучких виробничих систем присвячені дослідження Беневоленського В.Б., Блехермана М.Х., Васильєва В.М.,

Грачова Л.М., Ліщинського Л.Д., Логашова В.М., Петрова В.А.,
Попова Е.П., Скворцова М.Н., Соломенцева Ю.М., Тимофеева А.В.,
Чудакова А.Д., Імпольського Л.С. та інших.

Перевага в працях названих авторів організаційно-технічного підходу до дослідження основ створення і функціонування ГВС та відсутність ряду економічних рішень для умов перехідного періоду до ринку вимагають проведення досліджень і пошуку нових принципових підходів, визначення напрямків ефективності та соціальних наслідків в розвитку ГВС, а також пов'язаного з цим механізму моделювання виробничої і організаційної структури підприємств.

Мета дослідження. Метою дослідження є розробка і вирішення організаційно-економічних проблем функціонування гнучких виробничих систем в умовах ринкових відносин, які вимагають створення принципово нових виробничих комплексів, які поєднують в собі гнучкість і адаптивність виробництва з максимальним використанням ресурсів при малих витратах виробництва і оптимальних цінах на продукцію.

Така мета дослідження обумовила необхідність вирішення певного комплексу завдань. До ключових з них відносяться:

- дослідження етапів розвитку автоматизації виробництва, формування концептуальних положень створення та інженерно-економічних передумов функціонування ГВС;
- аналітична оцінка стану розвитку гнучких виробничих систем і ефективності їх використання на підприємствах електронної промисловості;
- виявлення особливостей організації гнучкого виробництва;
- формування принципів побудови виробничої і організаційної структури підприємств в умовах застосування ГВС;
- розробка наукових і практичних рекомендацій по оцінці соціально-економічної ефективності ГВС на підприємствах і визначення оптимальних умов їх функціонування.

Предмет і об'єкт дослідження. Предметом дослідження є сукупність організаційно-економічних проблем в галузі формування, впровадження, функціонування і оцінки ефективності використання гнучких виробничих систем. Об'єктом дослідження слугу-

вала регіональна сукупність підприємств електронної промисловості, технічний рівень яких дозволяє впроваджувати ГВС та окремі їх компоненти.

Методологія та методика дослідження. Теоретико-методологічною основою вирішення сформульованих дослідженням задач є загальна теорія систем, методи ситуаційного, функціонально-вартісного аналізу та елементи математичного моделювання систем, які керуються штучним інтелектом.

При аналізі, оцінці стану розвитку ГВС, у визначенні напрямків і умов подальшого розвитку гнучких виробництв використані наявні теоретичні та прикладні розробки з даної проблеми, накопичений досвід організації і управління гнучким виробництвом на підприємствах.

В ході дослідження використовувались методи техніко-економічного аналізу, економіко-математичного моделювання, статистичних групувань, узагальнень та співставлень.

Інформаційна база. Джерелом інформації стали показники галузевих звітів, матеріали галузевих нарад, звіти підприємств про створення, впровадження і розвиток гнучких виробничих систем. Автором проведений оперативний пошук інформації з окремих аспектів проблеми, яка відсутня у звітних документах підприємств і організації галузі, а також в іноземних джерелах інформації з проблем моделювання, організації впровадження і функціонування ГВС, які дозволили здійснити співставлення рішень організаційно-економічних задач застосування ГВС на об'єктах машинобудівної, електротехнічної промисловості Франції, Великобританії та США.

Наукова новизна результатів дослідження зводиться до того, що в дисертації:

- сформульовані концептуальні положення щодо формування і розвитку ГВС; визначені оптимальні соціально-економічні умови функціонування ГВС, що адаптовані до вимог ринку; формалізовані взаємозалежність і взаємообумовленість економічних передумов і умов їх впровадження на підприємствах;

- виявлені особливості організації виробництва, розроблені рекомендації по формуванню виробничої і організаційної структури

підприємств в умовах застосування ГВС;

- обґрунтовані методичні підходи щодо визначення економічної і соціальної ефективності ГВС, стосовно окремих стадій проектування і використання, з урахуванням їх особливостей як складних систем машин.

Практична значимість. Розробки автора використані в практичній діяльності по організації проектування і впровадження ГВС в електронній та інших галузях промисловості. Зроблені за результатами дослідження висновки можуть бути корисними для наукового обґрунтування управлінських рішень у сфері розвитку ГВС. Деякі методологічні та методичні рішення потребують подальшого розвитку. Їх можна використати при проведенні нових досліджень в наукових організаціях галузі.

Апробація роботи. Основні наукові та практичні результати дослідження опубліковані в 6 друкованих працях обсягом 3,8 друкованих аркушів, доповідались на семи наукових конференціях, обговорювались на виробничих нарадах на підприємствах та в організаціях галузі.

Рекомендації автора по формуванню організаційної і виробничої структур, визначенню економічного ефекту від використання ГВС впроваджені на підприємствах галузі /ВО "Жовтень", ВО "Кристал", ВНДІ "Електростандарт", ВО "Маяк"/.

Аналітичні висновки про стан ГВС на підприємствах галузі використовуються в практичній діяльності підрозділів підприємств, які вирішують завдання по автоматизації виробництва.

Структура та обсяг роботи. Структура дисертації зумовлена логікою досліджуваних проблем та діалектикою реальних процесів, які протікають в нашій економіці. В ній виокремлені такі розділи.

Вступ / 8 стор./

Розділ I. Організаційно-економічні основи формування і розвитку гнучких виробничих систем / 33 стор./.

§ 1. Концепція формування ГВС / 14 стор./.

§ 2. Економічні передумови створення ГВС / 8 стор./.

§ 3. Специфічні особливості виробництва виробів електронної техніки і умови функціонування ГВС в галузі

/ II стор./.

Розділ П. Аналітична оцінка стану і перспектив розвитку ГВС в галузі / 31 стор./.

§ 1. Аналіз функціонування ГВС на підприємствах галузі / 14 стор./.

§ 2. Аналіз ефективності дійчих у галузі ГВС / 17 стор./.

Розділ Ш. Умови розвитку гнучких виробничих систем / 87 стор./.

§ 1. Принципи формування виробничої та організаційної структури підприємства в умовах ГВС / 9 стор./.

§ 2. Організаційно-економічні основи функціонування ГВС / 23 стор./.

§ 3. Економічні аспекти номенклатурної та операційної гнучкості ГВС / 23 стор./.

§ 4. Методичні основи по визначенню економічної ефективності ГВС / 20 стор./.

§ 5. Соціально-економічна ефективність використання ГВС / 12 стор./.

Висновки / 8 стор./.

Додатки / 3 стор./.

Список літератури / 5 найменувань/.

Зміст викладено на 191 сторінці тексту. Дисертація містить 13 таблиць та 9 малюнків, програму для ЕОМ та формули розрахунків параметрів ГВС.

2. ГОЛОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ.

2.1. Формування і розвиток ГВС.

Гнучке виробництво є одним з прогресивних напрямків розвитку технології, організації та управління промисловим виробництвом. Виникнення і створення гнучких виробничих систем /ГВС/ обумовлене необхідністю швидкого переналагодження виробничо-технічних систем для задоволення потреб ринку.

Цільова направленість автоматизації виробництва зумовлює структуру гнучкої системи, яка характеризується сукупністю і співвідношенням окремих одиниць технологічного обладнання і системи забезпечення її функціонування в автоматичному режимі, має властивість автоматичного переналагодження при виготовленні виробів довільної номенклатури в обумовлених межах значень їх ха-

рактистик. Залежно від об'єктів і масштабів автоматизації слід виокремлювати:

гнучкий виробничий модуль /ГВМ/; гнучку автоматизовану лінію або гнучку автоматизовану дільницю /ГАЛ або ГАД/; гнучкий автоматизований цех /ГАЦ/; гнучкий автоматизований завод /ГАЗ/.

Гнучкий автоматизований модуль являє собою сукупність одиниць технологічного обладнання, оснащеного автоматизованим пристроєм програмного управління та засобами автоматизації технологічного процесу, які функціонують автономно, здійснюють багаторазові цикли і мають можливість бути вбудованими в систему більш високого рівня. До складу ГВМ не входить транспортна підсистема, що не забезпечує достатніх умов для розвитку гнучкості.

Гнучка автоматизована лінія складається з декількох ГВМ, об'єднаних автоматизованою системою управління, в якій технологічне обладнання розміщене в прийнятій послідовності технологічних операцій. Цей рівень гнучкої системи передбачає функціонування транспортної системи. В іншому випадку об'єднана автоматизована система управління не забезпечить вирішення певних завдань. Гнучка автоматизована дільниця, як і ГАЛ, містить в собі декілька ГВМ, об'єднаних автоматизованою системою управління, розміщених по технологічному маршруту, в якому передбачена можливість зміни послідовності використання технологічного обладнання.

ГАЦ являє собою більш складне формування, яке містить ГАЛ або ГАД, призначених для виготовлення виробів заданої номенклатури. Шляхом об'єднання декількох ГАЦ створюється ГАЗ, на якому здійснюється випуск готових виробів.

Гнучке виробництво будується на основі концепції "наскрізної автоматизації процесів проектування - планування - оперативного управління виробництвом продукції", яка припускає використання принципів групової технології і реалізується з допомогою ЕОМ. В організаційно-технічному аспекті гнучке виробництво є комплексно-автоматизованим виробництвом, основні технологічні процеси якого реалізуються з допомогою програмовано-керованого

обладнання, яке раціонально скомпоновано в структурні одиниці ГВС - технологічні модулі, дільниці, цехи.

Окремі структурні одиниці ГВС повинні бути оснащені необхідними засобами сполучення, які об'єднують їх в загальні виробничі структури до заводського рівня включно, під управлінням інтегрованої АСУ. Інтегровані автоматизовані системи управління ГВС забезпечують спільну реалізацію функцій планування, проектування та виготовлення продукції в автоматизованому режимі. В побудованих таким чином ГВС процес переходу до випуску нового виду продукції зводиться в основному до заміни керуючих програм, які здійснюються обчислювальними засобами інтегрованої АСУ.

2.2. Організація виробництва в умовах функціонування ГВС.

Закони ринку диктують необхідність пошуку ефективних варіантів організації виробництва, які забезпечують виробництво конкурентноздатної продукції. Найбільш сприятливі умови для вирішення цього завдання можуть бути створені в ГВС. Функціонуючи в безперервному режимі /I зміна - профілактика та налагодження обладнання, підготовка програм запуску, заповнення необхідними деталями та заготовками ; II - III зміни - робота в автоматичному режимі з обмеженою участю обслуговуючого персоналу або й без нього/ гнучкі виробничі системи створюють передумови швидкої окупності одночасних витрат на придбання обладнання за рахунок більш повного його завантаження. Скорочення витрат часу на переналагоджування устаткування дозволяє суттєво зменшити розмір партій деталей, що в свою чергу веде до скорочення незавершеного виробництва і кількості проміжних нагромаджувачів. Ця обставина особливо актуальна для галузей, які визначають науково-технічний прогрес.

Тому цілком логічним є розгляд умов функціонування ГВС в електронній галузі і з точки зору не лише доцільності їх застосування, але й готовності відповідних об'єктів до побудови цих складних систем. Актуальність цієї проблеми значно зростає в умовах переходу до ринкової економіки, коли вертикальні ви-

робничо-збутові зв'язки порушені, а горизонтальні, які ґрунтуються на договірних /ринкових/ відносинах, ще не створені. В цих умовах ГВС демонструють високе виживання за рахунок притаманної їм диверсифікації виробництва, яка задовольняє споживчий ринок необхідною продукцією і дозволяє випускати продукцію для ринку шляхом маневрування виробничими ресурсами.

Електронна промисловість є однією з базових галузей народного господарства з високим рівнем концентрації виробництва. В системі галузі зосереджені всі етапи циклу створення /НД ДКР, конструювання, виготовлення і випробовування/ різних видів електронної техніки. Продукція галузі має найрізноманітніше цільове призначення. Сфера її застосування не обмежується різними виробничими галузями, а все більше охоплює невиробничу сферу споживання /товари культурно-побутового призначення/.

Таким чином, всі вищезгадані особливості галузевого виробництва /конструктивно-технологічна складність виробів, різноманітність застосованих технологічних процесів та матеріалів, вимоги високої точності обробки, велика фондомісткість виробництва тощо/, а також необхідність підвищення ефективності продуктування виробів електронної техніки вимагають розширення границь застосування ГВС. Разом з тим на підприємствах електронної промисловості повинні бути проведені організаційно-технічні заходи, які забезпечать дотримання тих умов, коли можлива реалізація ГВС. Ці роботи в галузі повинні здійснюватися в певній послідовності, поетапно: перший етап - ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОГО АНАЛІЗУ ВИРОБНИЦТВА; другий - ВИЗНАЧЕННЯ ПОСЛІДОВНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ СТВОРЕННЯ ГВС /МОДУЛЬ - ЛІНІЯ - ДІЛЬНИЦІ - ЦЕХ - ПІДПРИЄМСТВО/; третій - РОЗРОБКА ПРОЕКТУ ГВС, ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ, ЯКІ Є ОСНОВОЮ СТВОРЕННЯ ГВС; четвертий - ЦІЛЬОВА ПІДГОТОВКА КВАЛІФІКОВАНИХ СПЕЦІАЛІСТІВ; п'ятий - ОРГАНІЗАЦІЙНО-УПРАВЛІНЧІ ЗАХОДИ.

Викладені основні принципові положення про підготовці впровадження ГВС в галузі свідчать про необхідність реалізації в гнучких виробництвах нової, прогресивної технології та ефективних організаційно-технічних рішень. При цьому слід визнати

взаємообумовленість і взаємозв'язок завдань розвитку галузевого виробництва і впровадження гнучких виробничих систем, оскільки багато технологічних процесів, що виконуються на атомному та молекулярному рівнях, можуть бути здійснені тільки приладними пристроями, які функціонують в умовах автоматичних режимів з адаптивним зворотнім зв'язком.

Аналітична оцінка функціонування ГВС на підприємствах галузі можлива як шляхом порівняння ідеальної моделі гнучкої системи з діючою, так і зіставлення діючого варіанту ГВС з впроваджуваною моделлю. Обидва варіанти оцінки мають право на існування, хоча й дають різні результати вимірів. Так, наприклад, ГВС функціонує шляхом встановлення зв'язку між декількома одиницями технологічного обладнання /ГВМ, РТК, верстати ЧПУ/, введення дорогої автоматизованої транспортної і складської систем, які працюють в автономному режимі. Такий підхід до створення ГВС є не тільки дорогим, але й малоефективним як з точки зору організації виробництва, так і управління ним.

В результаті проведеного аналізу автором виявлені причини, які стримують розвиток ГВС. Основними причинами обмеженого впровадження ГВС в галузі є:

- 1/ відсутність безпосереднього зв'язку підприємств з ринком збуту продукції, що позбавляє їх матеріальних стимулів;
- 2/ слабе ресурсне забезпечення робіт по створенню ГВС;
- 3/ незадовільне технічне і методичне забезпечення робіт по створенню і впровадженню ГВС, ігнорування належного аналізу доцільності проведення таких робіт на підприємствах. Наприклад, на заводі "Мегом" на протязі року створювалася ГВС на дільницях лиття півки і складання конденсаторів, хоча в цьому, як виявилось, не було необхідності. В даному випадку це трапилось тому, що гнучке виробництво не могло забезпечити вищої результативності у порівнянні з діючим виробництвом;
- 4/ низький рівень організації робіт по впровадженню існуючих розробок ГВС.

2.3. Методичні підходи до визначення ефективності ГВС.

Впровадження ГВС має особливі форми проявлення ефекту, закладеного в самій ідеї гнучкої системи. Мова йде про взаємозв'язок і динаміку узагальнюючих показників ефективності виробництва. Так дослідження, проведені в рамках асоціації виробників ПР Великобританії / "Брітіш робот асошіейшн"/, показали, що застосування ГВС в авіаракетній і радіоелектронній, автомобільній та інших галузях обробної промисловості суттєво підвищує ефективність виробництва цих галузей по всіх економічних показниках /продуктивність праці, витрати виробництва, енергомісткість, матеріаломісткість тощо/ при одночасному покращенні якості і надійності вироблюваної продукції.

Аналіз ефективності реалізовуваних в галузі проектів автоматизації виробництва, а також методичних документів з розрахунків економічного ефекту від впровадження гнучких систем дозволив сформулювати такі висновки:

- розрахунок економічного ефекту від впровадження ГВС здійснюється за діючими методиками, які не враховують галузевих особливостей та ряду факторів, які в більшій або меншій мірі впливають на величину ефекту;

- на підприємствах галузі облік кількісних значень показників, які використовуються при розрахунках економічної ефективності, організовано незадовільно, що спотворює оцінку ефективності ГВС;

- фактичний розмір економічного ефекту від використання ГВС набагато нижчий від запланованої величини, що в значній мірі обумовлене недоукомплектованістю гнучких систем окремими компонентами.

Виходячи з концептуальних положень формування гнучких виробничих систем, можна виокремити ряд тенденцій у розвитку автоматизації, що мають безпосередній зв'язок з процесом формування нових виробничих структур. До них зокрема відносяться: інтеграція інформаційної, обчислювальної техніки і техніки зв'язку, а також автоматизації технологічних процесів і обробки даних у

II

сфері планування, управління і контролю виробництва; застосування на робочих місцях обчислювальної техніки, яка зв'язана з центральною ЕОМ; перехід до обробки даних в реальному масштабі часу; впровадження гнучкого управління технологічними процесами.

Процес формування ГВС характеризується переходом від традиційного виробництва до автоматизованих інтегрованих систем, які об'єднують як допоміжні, так і основні виробничі системи. Інтегрування охоплює конструкторсько-технологічну підготовку, обробку інформації для підготовки виробництва, технологічних процесів, управління та планування в умовах створення ієрархії обчислювальних машин і широкого використання техніки збору та обробки даних. Процес удосконалення організації виробництва є безперервним і ефективним особливо там, де ГВС забезпечують сувору узгодженість і поєднання всіх елементів виробництва - від введення в систему первинних ресурсів до виходу готової продукції.

Організація конструкторської підготовки виробництва в ГВС передбачає проектування виробів на основі їх уніфікації та автоматизацію цього процесу шляхом впровадження САПР конструктора і САПР технолога. На цьому етапі повинна дотримуватися основна вимога, яка забезпечує "життєздатність" системи. Проектуючи ГВС, необхідно передбачати наявність в ній мінімальної кількості обов'язкових компонентів: гнучкий виробничий модуль, автоматична складська система, автоматична транспортна система, автоматична система управління.

Для всіх рівнів ГВС характерними є такі особливості як виробнича гнучкість, тобто здатність до автоматичного переходу на виготовлення будь-якої освосної деталі; структурна гнучкість - здатність функціонувати при відмові окремих елементів системи за рахунок взаємозаміщення функцій; можливість бути включеною до ГВБ та безлюдність, тобто малочисельність персоналу. Головною особливістю ГВС є використання ЕОМ як інтелектуального ядра управління системою, а також використання автоматизованого та автоматичного обладнання з ЧПУ, в якому закладені основи для пе-

реходу від диференціації операцій до централізації обробки на основі використання штучного інтелекту.

Ефективність створення ГВС має визначатись на проектній стадії /при розробці проектного завдання/ та уточнюватись у процесі створення та введення в експлуатацію. Вихідними та базовими даними для розрахунків економічного ефекту на стадії проектування мають бути показники крадих вітчизняних та зарубіжних систем.

Для розрахунків фактичного річного ефекту використовуються показники роботи того обладнання, яке замінюється. Процедура розрахунків вимагає суворого співставлення всіх показників за елементами витрат, рівнем цін і тарифів, чинником часу /введення в дію, освоєння, вихід на проектну потужність/.

З метою об'єктивної оцінки фактору часу всі одноразові і поточні витрати базового виробництва і ГВС приводяться до початку розрахункового року за формулою:

$$З_{пр} = \sum \frac{I}{T} \alpha_t \cdot (C_t + E_H K_t) ,$$

де

$$\alpha_t = (1 + E_H)^{-t} ; E_H = 0,15;$$

$Z_{пр}$ - середньорічні приведені витрати на випуск продукції в ГВС;

C_t - собівартість випуску продукції в t -му році експлуатації ГВС;

K_t - капітальні вкладення в ГВС в t -му році;

T - розрахунковий період експлуатації ГВС.

Порівняння варіантів /базового і того, що проектується/ проводиться не тільки за обсягами виробництва продукції, але й соціальними факторами, якістю, надійністю та довговічністю продукції.

Розрахунок фактичного річного економічного ефекту експлуатації ГВБ /Ер/ проводиться за формулою

$$E_p = Z_1 - Z_2 + \sum E_{дл} ,$$

де Z_1 - приведені витрати за базовим варіантом, розраховані на річний випуск продукції ГВС;

Z_2 - приведені витрати на створення та експлуатацію ГВС;

ΣЕд - сумарний додатковий ефект ГВС.

Основними джерелами підвищення економічної ефективності ГВС є: досягнення високого рівня продуктивності технологічного обладнання, яке включене до ГВС; підвищення продуктивності праці за рахунок ліквідації ручної праці на допоміжних роботах /транспортування деталей, інструменту, носіїв технологічного середовища тощо/ і в основних технологічних операціях /складання, зварювання, розмітка, фарбування тощо/; забезпечення ритмічності виробництва за рахунок встановленого такту /режиму/ роботи обладнання; значне підвищення коефіцієнта змінності роботи обладнання при скороченні чисельності обслуговуючого персоналу; перехід до безвідходної технології, яка виключає втрати, брак та низьку якість продукції; скорочення розмірів виробничих запасів та оборотних засобів у незавершеному виробництві; забезпечення заданого обсягу постачання продукції за рахунок безвідмовної роботи ГВС, орієнтованих на виконання прямих замовлень в установлені строки, відповідної якості та асортименту.

Економічно ефективним функціонування ГВС може стати лише при системному та інтенсивному впровадженні комплексів технологічного обладнання, системи автоматизованого проектування /САПР/, числового програмного управління /ЧПУ/, автоматизованого управління технологічними процесами /АСУТП/. САПР та АСУТП повинні бути інтегровані в ГВ. Окрім цього повинен бути зроблений вірний вибір переналагоджуваних виробництв. Ефективність ГВС залежить від можливості переналагоджування обладнання, тобто від його перебудови.

Якщо верстати однопозиційні, то питомі витрати на їх переналагодження зростають у 20-80 разів, а продуктивність лише у 2-3 рази. Значний ефект досягається у випадку використання багатопозиційних оброблювальних центрів. Переналагоджування обладнання буде економічно виправданим у випадку масового виробництва декількох десятків виробів одного-трьох видів в рік, переналагоджувати і гнучке - для 5-15 тисяч виробів 10-600 ви-

дів. Разом з тим гнучке виробництво може бути економічно ефективним і при меншій кількості виробів, якщо великий рівень їх оновлення і досить висока однотипність, тобто не має потреби заміни оснастки.

У приладобудівній промисловості застосовуються жорсткі складальні системи, які орієнтовані на випуск моновиробів до 500 тисяч одиниць на рік. Програмоване складання є досить перспективним для промисловості і при виробництві виробів побутової техніки. Тут діапазон перепрограмування системи визначається її гнучкістю – номенклатурною та операційною. Коефіцієнт номенклатурної гнучкості Γ відображає здатність обладнання переналагоджуватись / в межах технічної можливості / на виготовлення інших виробів і розраховується за формулою

$$\Gamma_{mn} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n t_{pj}}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n t_{pj} + \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij}} \left(1 - \frac{1}{n}\right),$$

де

t_{mj} – час, витрачений на виготовлення виробів j -го найменування;

t_{ij} – час, витрачений на переналагодження ГВС, виробу, що випускається, i -го найменування при переході до випуску виробів j -го найменування;

n – кількість партій запуску виробів, що випускаються.

При варіюванні від 1 до ∞ коефіцієнт Γ_{mn} змінюється в межах від 0 до 1.

Коефіцієнт номенклатурної гнучкості всієї ГВС розраховується за формулою

$$\Gamma_n = \prod_{m=1}^{M_i} \Gamma_{mn}$$

де M_i – кількість гнучких одиниць обладнання в ГВС.

Коефіцієнт операційної гнучкості Γ_{me} m -ї одиниці обладнання відносно зміни режиму /без зміни номенклатури/ операції визначається за такою формулою

$$\Gamma_{m0} = \left(1 - \frac{1}{K_m}\right) \frac{\frac{1}{K_m} \sum_{j=1}^{N_m} t_{mj}}{\frac{1}{K_m} \sum_{j=1}^{N_m} t_{mj} + \frac{2}{K_m(K_m-1)} \sum_{i=1}^{K_m} \sum_{j=1}^{K_m} t_{ij}},$$

де

- t_{mj} - час, що витрачається на виконання j -ї операції на m -му обладнанні;
- t_{ij} - час на переналагодження m -ї одиниці обладнання з i -го режиму на j -ї;
- N_m - середня кількість однакових, що підряд виконуються, операції на m -ї одиниці обладнання;
- K_m - кількість різноманітних за режимом операцій на m -му типі обладнання.

Коефіцієнт операційної гнучкості Γ_0 всієї ГВС, яка складається із M гнучких одиниць обладнання, оцінюється в такому випадку за формулою

$$\Gamma_0 = \prod_{m=1}^M \Gamma_{m0},$$

Коефіцієнти номенклатурної та операційної гнучкості можуть бути розраховані за програмами, орієнтованими на застосування програмованих калькуляторів серії "Електроніка" /БЗ-34, МК-54, МК-56, МК-52, МК-61/.

Перехід до ринку розширює сферу створення стимулів ефективної діяльності. З одного боку можливість повного обліку витрат на виробництво, з другого - застосування вільних /за домовленістю / цін обумовили неформальне відношення до визначення економічної ефективності ГВС.

Найважливішою характеристикою ГВС є гнучкість. Приймаючи гнучкість за основний параметр ГВС / в межах значень технічних характеристик на випуск виробів заданої номенклатури / вважаємо, що алгоритм обчислень повинен будуватися на співвідношенні, яке дозволяє порівнювати тимчасові характеристики. Враховуючи те, що гнучкість визначають такі фактори як частка обладнання,

оснащеного ЧПУ, ступінь універсальності технологічної оснастки, що використовується, рівень автоматизації технологічної підготовки виробництва / зокрема підготовка управляючих програм /, для визначення кількісного значення цієї важливої характеристики - коефіцієнту гнучкості K_r можна застосувати таку формулу:

$$K_r = \frac{t_o}{t_o + t_m},$$

де t_o - оперативний час на обробку партії деталей;
 t_m - час, необхідний для переналагоджування системи на запуск нової номенклатурної партії.

Величину K_r доцільно розраховувати для умов, які визначаються межами номенклатури виробів, що випускаються. Якщо ж потрібне оновлення номенклатури виробів поряд із зміною технологічних процесів, то до складу K_r повинні включатись витрати часу на підготовку технологічних процесів, розробку та виготовлення оснастки, підготовці допоміжного обладнання, переналагоджування устаткування.

Таким чином, показники собівартості, які вживаються у формулі для розрахунку E_r для базового варіанту і варіанту з ГВС, повинні бути скоректовані на відповідні величини K_r .

Аналіз структури собівартості, яка використовується в схемі формування основного показника економічної ефективності ГВС, показав, що гнучкість тут "врахована" через витрати на налагодження.

Важливим показником, який визначає ефективність ГВС, коефіцієнт надійності / K_n /. Формула розрахунку побудована, виходячи з постулату надійності ГВС, як здатністю зберігати свою працездатність в певних межах часу функціонування. В підсумку K_n розраховується як

$$K_n = \frac{t_p}{t_{pk}},$$

де t_p - час, на протязі якого розробником ГВС гарантується безвідмовність / з урахуванням всіх компонентів /;

Трх - час, на протязі якого ГЭС повинна функціонувати без капітального ремонту.

Цей показник може бути використаний за аналогією з K_f і дозволить звести до рівних умов варіанти, що порівнюються, а це, в свою чергу, дозволить точніше оцінити ефективність гнучкого виробництва.

Ефективність соціальних факторів впровадження ГЭС повинна розраховуватись на перспективу з урахуванням функціонування ринку праці, тобто соціальні наслідки варто оцінювати за довготривалістю їх дій. Так вивільнення працюючих, як і необхідність підготовки висококваліфікованих програмістів, верстатників-експлуатаційників, на початковому етапі функціонування ГЭС вимагає додаткових витрат. Розрахунки економічного ефекту для другого, третього і наступних років функціонування ГЭС уможливають об'єктивнішу оцінку соціальної ефективності автоматизації виробництва. Тому доцільно здійснити розрахунки економічної ефективності ГЭС з урахуванням соціальних факторів на період, не менш як 5 років, що відповідає середньому строку окупності ГЭС.

Основні положення дисертації висвітлені у таких друкованих працях:

1. Баранський В.В., Коломієць М.А. Інформаційний підхід до вдосконалення механізму управління науково-технічним прогресом на підприємстві // Матеріали всесоюзної конференції з проблем і методів прискорення науково-технічного прогресу на основі застосування обчислювальної техніки та автоматизованих систем. Тези доповідей. ч.І. - Москва, 1985, *стор.173-175.

2. Понеделкова О.І., Баранський В.В. Вдосконалення економічного механізму прискорення і освоєння нової продукції // Матеріали всесоюзної науково-практичної конференції. Тези доповідей. - Київ, 1986, стор.70-72.

3. Баранський В.В., Печерський А.А. Створення гнучких автоматизованих дільниць термоелектротренування виробів електронної техніки на підприємстві // Матеріали доповідей галузевої науково-технічної конференції. Тези доповідей. - Москва, 1988, стор.15-17.

АНБ Ін. В. - Глоб. АН УРСР

4. Баранський В.В. Розвиток організаційно-економічного механізму створення гнучких автоматизованих виробництв // Методичні рекомендації.- Київ, Товариство "Знання", 1986.- 25 стор.

5. Покропивний С.Ф., Федонін О.С., Крижанівський Б.Н., Гінзбург Б.І., Баранський В.В. Науково-технічний і організаційний прогрес в машинобудуванні: шляхи та ефективність прискорення.- Київ.: Техніка, 1989, стор.94-112.

AB 26.472