

ТЕРНОПІЛЬСЬКА АКАДЕМІЯ НАРОДНОГО ГОСПОДАРСТВА

П. С. ХАРІВ

**ІННОВАЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВА
ТА ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ**

МОНОГРАФІЯ

ТЕРНОПІЛЬ

ЕКОНОМІЧНА ДУМКА

2003

УДК 330. 341. 1
ББК 65. 050.

П. С. Харів. Інноваційна діяльність підприємства та економічна оцінка інноваційних процесів. – Тернопіль: “Економічна думка”, 2003. – 326 с.

Монографія присвячена аналізу інноваційної діяльності промислових підприємств в умовах ринкової трансформації, пошуку шляхів її активізації на основі виявлення тенденцій цієї діяльності на підприємствах машинобудування Західного регіону України.

Досліджено значення інноваційної діяльності підприємств для забезпечення економічного зростання національної економіки та подано методологічні підходи до економічної оцінки таких інноваційних процесів, як освоєння нових видів продукції, впровадження нових технологічних процесів і методів організації виробництва.

Для науковців, підприємців, викладачів вищих навчальних закладів, аспірантів, студентів.

Друкується згідно з постановою Вченої ради Тернопільської академії народного господарства (протокол № 1 від 8. 10. 2003 р.)

Рецензенти:

академік НАН України, доктор економічних наук, професор М. Г. Чумаченко

академік НАН України, доктор економічних наук, професор А. А. Чухно

доктор економічних наук, професор О. О. Лапко

Науковий редактор – доктор економічних наук, професор Юрій С.І.

ISBN – 966-654-124-6

© Харів П.С., 2003

© “Економічна думка”, 2003

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
Розділ 1. ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ТА ЇЇ АКТИВІЗАЦІЯ.....	8
1.1. Суть та основні тенденції розвитку інноваційної діяльності і її значення для забезпечення економічного зростання національної економіки.....	8
1.2. Оцінка впливу чинників активізації інноваційної діяльності підприємства на ефективність виробництва.....	40
1.3. Напрямки подальшої активізації інноваційної діяльності промислових підприємств.....	65
Розділ 2. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	119
2.1. Методи оцінки економічної ефективності інноваційної діяльності в умовах ринку.....	119
2.2. Особливості оцінки економічної ефективності впровадження нових видів продукції (на прикладі радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах).....	143
2.2.1. Економічні аспекти використання інтегральних схем у радіоелектронній апаратурі.....	144
2.2.2. Визначення економічного ефекту за рахунок зміни витрат виробництва апаратури на інтегральних схемах.....	172
2.2.3. Особливості визначення економічного ефекту за рахунок зміни витрат експлуатації радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах.....	195

2.3.Особливості оцінки економічної ефективності впровадження нових форм організації та управління виробництвом (на прикладі автоматизованих систем управління технологічними процесами).....	230
2.3.1.Теоретичні основи використання автоматизованих систем управління технологічними процесами.....	233
2.3.2.Розрахунок економічного ефекту на витратах проектування, виготовлення та експлуатації автоматизованих систем управління технологічними процесами й визначення оптимальних границь їх застосування.....	253
ВИСНОВКИ.....	299
ЛІТЕРАТУРА.....	302
ДОДАТКИ.....	314

ВСТУП

У цей складний для України період відродження ринкових відносин, коли вкрай важливими завданнями є збереження промислового комплексу, його структурна перебудова і забезпечення подальшого науково-технічного розвитку, проблема підвищення ефективності інноваційної діяльності вітчизняних підприємств набуває принципового значення, оскільки її вирішення дасть змогу перейти до створення і використання технологій більш високого рівня, а отже, прискорити економічне зростання національної економіки.

Економіка України й далі залишається несприйнятливою до науково-технічних нововведень через низький рівень виробничої бази промисловості та слабе фінансування державою науково-дослідних і дослідно-конструкторських розробок. Ось чому формування ефективної державної науково-технічної та інвестиційної політики, спрямованої на досягнення більш високих технологічних укладів, повинно здійснюватися на основі перетворення власних наукових і дослідно-конструкторських розробок у базовий елемент виробництва. Саме активізація інноваційної діяльності наукової і виробничої сфер є важливим завданням та умовою становлення економічної незалежності України.

Очевидним і зрозумілим є те, що вирішення проблем активізації інноваційної діяльності підприємств – головна запорука здійснення успішних ринкових реформ. Крім того, досвід розвинутих країн свідчить, що вихід з економічної кризи неможливий без активізації інноваційної діяльності.

Вплив інноваційного чинника на виробництво сьогодні є радикальним і комплексним. Надзвичайно велика вигода провідних фірм

від інноваційної діяльності обумовлена тим, що вони під гаслом експорту новітніх технологій насправді передають тільки не дуже ефективні та застарілі технології. Справді, інновації, а значить і наука, що їх продукує, сьогодні набагато менш доступні, ніж найцінніші природні ресурси. Причиною є те, що ними володіють лише високорозвинуті країни, що дає змогу їм, по суті, утримувати монопольне становище і, таким чином, привласнювати надприбуток. Варто наголосити, що саме володіння інноваціями, котрі є стимуляторами розвитку підприємства, забезпечує перемогу у конкурентній боротьбі.

Методологічні та практичні засади інноваційної діяльності промислових підприємств в умовах перехідного періоду потребують детального опрацювання, оскільки зарубіжний досвід у цій сфері не може бути адаптований в Україні без урахування особливостей розвитку вітчизняної економіки.

Сьогодні інновації стають ключовим чинником розвитку для більшості підприємств. Характерною є зростаюча кількість наукових праць, де досліджується інноваційна діяльність. У більшості з них акцент робиться не на ціновому механізмі конкуренції, а на інноваційних процесах, пов'язаних з поліпшенням всього виробничо-господарського потенціалу підприємства. Ось чому вітчизняні вчені намагаються обґрунтувати національні інноваційні пріоритети, знайти дійові механізми залучення й ефективного використання інновацій. Однак масштаби та рівень наукової розробки зазначених проблем залишаються недостатніми.

Так, на наш погляд, недостатньо опрацьовані вітчизняними вченими питання економічної оцінки інноваційних процесів, що може призвести до впровадження у виробництво заздалегідь неефективних інноваційних проектів.

Метою даного наукового дослідження є розробка напрямків часткового вирішення вказаних проблем на рівні підприємства. У пропонованій читачеві монографії розглянуто основні тенденції розвитку інноваційної діяльності промислових підприємств, досліджено значення такої діяльності для забезпечення економічного зростання національної

економіки, намічено напрямки її активізації і розроблено методи оцінки економічної ефективності інноваційних процесів, пов'язаних з впровадженням нових видів продукції, нових технологічних процесів і методів організації виробництва, а також з вдосконаленням методів управління промисловим виробництвом.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ТА ЇЇ АКТИВІЗАЦІЯ

1.1. Суть та основні тенденції розвитку інноваційної діяльності і її значення для забезпечення економічного зростання національної економіки

Досліджуючи економічні перетворення у світовому масштабі, доходимо висновку, що суспільство перебуває на тому етапі свого розвитку, коли більшість проблем вирішують на базі швидкої розробки та використання у виробництві нових технологічних і організаційних ідей, нової техніки або інакше – інновацій. Проблема забезпечення ефективного функціонування підприємств набуває особливого значення для України, тому що національна економіка проходить період відродження ринкових відносин, що насамперед вимагає активізації інноваційної діяльності. Такого висновку дійшли перші дослідники цього феномену в другій половині ХХ ст. Так, ще в 1957 р. у праці “Технологічні зміни та функція сукупного виробництва” Роберт Соллоу, узагальнивши досвід розвитку промисловості, зауважив, що саме активна інноваційна діяльність підприємств різних форм власності дедалі більше визначає темпи їх економічного зростання. За його підрахунками, валовий національний продукт США в період з 1909 по 1949 рр. збільшився на 87,5% за рахунок “технологічних змін”, тобто інновацій [11,17]. Звичайно, це дало змогу багатьом вченим-дослідникам взятися за вивчення питань, пов’язаних з інноваційною діяльністю. Досліджуючи проблеми інноваційної діяльності, перш за все необхідно приділити увагу власне поняттям “інновація” та “інноваційний процес”.

Термін “інновація” (з англ. – innovation) означає нове науково-технічне досягнення, нововведення як результат впровадження новизни,

але в XIX ст. його використовували культурологи і воно означало “впровадження деяких елементів однієї культури в іншу” [149,21].

Узагальнивши теоретичні дослідження, розпочаті українським вченим-економістом світового рівня Михайлом Туган-Барановським, австрійський вчений Йозеф Шумпетер на початку XX ст. вперше ввів у науці терміни “інновація” та “інноваційний процес”. У праці “Теорія економічного розвитку” (1911 р.) Й. Шумпетер визначає п’ять типів нових комбінацій змін або інновацій [205, 159]:

- виробництво нового продукту чи відомого продукту в новій якості [96, 53];
- впровадження нового методу виробництва;
- освоєння нового ринку збуту;
- залучення для виробничого процесу нових джерел сировини;
- проведення реорганізації (уведення нових організаційних форм).

Таким чином, предметом цих змін можуть бути: продукти, технологічні процеси, сировина, організація виробництва та нові ринки збуту.

Згодом вчений публікує нову працю “Ділові цикли”, де робить висновок, що “інновація означає зсув (зміщення) кривої граничної продуктивності” [104, 28]. Характерно, що в майбутніх наукових дослідженнях основою будь-яких міркувань щодо поняття “інновація” стало саме це – класичне визначення, запропоноване Й. Шумпетером.

Доволі активно проблемами інновацій вчені почали займатися в 60-ті роки XX ст. – у період прискорення розвитку науково-технічного прогресу. Подальше вивчення проблем інноваційної діяльності, започатковане Й. Шумпетером, здійснювали Дж. Брайт та його послідовники. Нині ця проблема вилилася у “бурхливий потік досліджень” таких вчених, як В. Александрова, А. Амоша, Ю. Бажал, П. Беленький, А. Бодюк, А. Власова, Л. Водачек, О. Водачкова, В. Геєць, Н. Гончарова, М. Долішній, Р. Іванух, С. Ільєнкова, Н. Краснокутська, Л. Колобова, О. Кузьмін, О. Лапко, А. Кутейников, Д. Львов, Б. Патон, С. Покропивний, П. Перерва, Я. Плоткін, А. Перлак, А. Пригожин,

А. Савченко, Б. Санто, Б. Твісс, В. Терехов, М. Чумаченько, А. Чухно та інші.

Досліджуючи варіацію основних понять інноваційної діяльності, розуміємо, що вживання терміна “інновація” є дуже багатограним: від надміру узагальнених (широких) варіантів до специфічних (звужених), що здебільшого належать до технічних нововведень. Варто зазначити, що при ширшому підході до аналізу визначення цього терміна стає менш чітким. Узагальнивши, доходимо висновку, що існують два основні підходи щодо тлумачення цього терміна. Крім цього, ряд вчених розглядає інновацію саме як процес упровадження нових виробів, технологій, методів організації виробництва і праці та методів управління. Інші передбачають дослідження інновації як продукту – результату процесів упровадження нової техніки, технології, нового методу.

Трактування інновації Й. Шумпетером як змін з метою впровадження і використання нових видів споживчих товарів, нових виробничих і транспортних засобів, ринків і форм організації у промисловості [205] є прикладом першого підходу. Цієї точки зору дотримується і вчений М. Хучек, який трактує інновації як “зміни в техніці, технології, організації, екології, економіці, а також соціальному житті підприємства” [192, 67]. Ще одним підтвердженням даного погляду є визначення Кантера: інновація – “це процес втілення у життя будь-якої нової ідеї, що пропонує вирішення якоїсь проблеми”. Новаторськими серед інших є ідеї, спрямовані на реорганізацію виробництва та зниження його собівартості, комплексний збір складно-технічної продукції. Новаторство – це задум, прийняття і втілення у життя нових ідей, процесів, продукції і послуг [215].

Ряд польських вчених також притримується першого підходу у визначенні поняття “інновації”. Вони вважають їх відкриттями, що з’явилися у результаті винахідливості людей і ведуть до прогресивних змін. Такі вчені, як М. Хольштейн-Бек, Ф. Котлер і А. Харман вважають, що інновацією є будь-яка нова цінність [192, 64 – 65].

Позиція вченого Залтмана і співавторів його публікації, які визначають інновації як “...будь-яку ідею, спосіб дій чи матеріальний продукт, що вважається новинкою з точки зору компонентів, котрі відіграють чималу роль у тій системі, де це нововведення впроваджується” [226], засвідчує їх приналежність до першої групи вчених, бо вони трактують інновації відповідно до широкої точки зору.

Прикладом цього ж підходу є визначення Керівництва Фраскаті, де інновацію розглядають також з широкого підходу, тобто нею може бути новий чи вдосконалений продукт, процес чи зміни в соціальній сфері [225]. Слід зазначити, що даний підхід щодо інновацій характерний більшості зарубіжних авторів [127; 155; 220]. Так, Х. Барнет розуміє інновацію як будь-яку якісно нову ідею. На думку В. Томпсона, інновації – це нові ідеї, процеси, продукти та послуги [32, 15].

Згідно з трактуванням, поданим в економічній енциклопедії, інновація – це “ новий підхід до конструювання, виробництва, збуту товарів, завдяки чому інноватор та його компанія здобувають переваги над конкурентами” [55, 656]. Проте, на нашу думку, вдалішим є визначення інновації згідно з міжнародними стандартами, де її визначають як кінцевий результат інноваційної діяльності, відображений у вигляді нових чи вдосконалених продуктів, впроваджених на ринку, нового чи вдосконаленого технологічного процесу, що використовується у практичній діяльності, або нового підходу до соціальних послуг [74, 9].

Як було зазначено вище, часто в науковій літературі розуміння інновації пов’язується з промисловим виробництвом і зводиться до вирішення технічних проблем через упровадження нової техніки й технології. Серед науковців такого підходу слід назвати Р. Джонстона, Д. Дессена, Д. Аллі [192, 65] та словацьких вчених Л. Водачека, О. Водачекову, адже в їхньому розумінні інновація означає “цільові зміни у функціонуванні підприємства як системи” [34, 21].

У деяких випадках при визначенні поняття “інновація” мова йде лише про продуктивні інновації, що полягають у пошуку альтернативних шляхів використання існуючого продукту [222, 113].

Вдало поєднав ці думки польський вчений Ян Мужейль, який називає інноваціями “промислове застосування нових технологій” та пов’язує їх додатково ще з продуктовими змінами, тобто це є процес усього вищепереліченого [192, 65].

Деякі вчені пов’язують поняття інновацій з “управлінськими зусиллями, щоб розробити нові продукти, послуги чи способи використання для існуючих продуктів і послуг” [214, 424].

Вдало доповнює їх думку польський вчений Е. Бирський, який ототожнює інновації з промисловим виробництвом, пов’язуючи його, крім техніки і технології, з появою нових виробів [192, 65]. Словацький вчений Ф. Валента у праці “Творча активність – інновації – ефект” подає таке визначення: “інновації – це зміни в першопочатковій структурі виробничого організму, тобто перехід його внутрішньої структури до нового стану” [34, 21].

К. Познанський під інноваціями розуміє “зміни в методах виробництва і продуктах, що базуються на нових чи не використовуваних до цього моменту знаннях” [221].

Ряд угорських вчених розглядає інновації як “такий суспільний техніко-економічний процес, котрий через практичне використання ідей і винаходів приводить до створення кращих за своїми властивостями виробів, технологій” [155, 83]. Такий підхід до розуміння інновацій зумовлений ширшими можливостями використання вивчених змін у техніці (ніж соціально-економічних змін), визначенням їх економічної ефективності та значним впливом технічних змін на підприємство.

На противагу такому підходу щодо тлумачення інновацій П. Друкер стверджує, що інновація – це насамперед економічне чи соціальне поняття. Крім цього, на думку вченого, соціальні інновації є складнішими в застосуванні, ніж технічні, адже “технології можна імпортувати за низькими цінами і при мінімальному культурному ризику. Проте для того, щоб успішно розвивались інститути, вони мають бути міцно укорінені в культурі” [213].

Дуже вдало економічний аспект явища інновації трактує С. А. Уткін, який вказує, що з економічної точки зору “інновація (нововведення) – це об’єкт, впроваджений у виробництво в результаті використання науково-технічних та інших досягнень (винаходів), котрі якісно відрізняються від існуючих аналогів”, тобто характеризуються новими споживчими якостями [180, 10].

Не можна не погодитися також з таким вченим, як А. Перлаккі, який вважає, що інновація є одним з можливих інструментів підприємства для задоволення нової чи ліпшого задоволення уже існуючої суспільної потреби [127, 5]. Проте дане тлумачення не є повним, адже інновація виникає не тільки тоді, коли у ній з’являється потреба. Джерелом інновацій можуть бути також “нові знання” [220]. Як засвідчують дослідження відомого економіста Уттербека, частка перших переважає, досягаючи межі близько 75%, і лише у 25% інновацій причиною появи є відкриття, що ведуть до прогресивних змін і є наслідком кмітливості людей [43, 265]. Характерно, що саме ці інновації суттєво впливають на суспільство. Згідно з дослідженнями вченого Менша такі інновації виникають циклічно (приблизно через 50 років). До подібних інновацій належать телебачення, антибіотики, радіолокація, атомна енергія. Останній цикл інновацій відбувся ще в 1935 – 1950 рр., тому очікують, що суспільство підходить до наступного циклу.

Відповідно до наших міркувань інновація – це результат інноваційної діяльності, відображений у вигляді наукових, технічних, організаційних чи соціально-економічних новинок, котрий може бути отриманий на будь-якому етапі інноваційного процесу.

Очевидним є те, що інновації пов’язані з реалізацією інноваційних процесів. Терміни “інновація” та “інноваційний процес” близькі, але не ідентичні то слід погодитися, що “інноваційний процес пов’язаний зі створенням, освоєнням і поширенням інновацій” [73, 9]. Необхідно погодитися також з думкою вчених Дж. Брайта і Б. Твісса, що це – “єдиний свого роду процес, який поєднує науку, техніку, економіку, підприємництво та управління у єдине ціле” для одержання суттєвих

ефектив і ліпшого задоволення суспільних потреб [169, 30]. Ряд вчених визначає інноваційний процес “як систематичний розвиток і практичне відпрацювання нових ідей” [218, 118].

Згідно з нашими міркуваннями інноваційний процес – це сукупність комплексних, постійно здійснюваних у просторі та часі, прогресивних, науково-технічних, організаційних і соціально-економічних змін, що ведуть до підвищення ефективності суспільного виробництва та вирішення соціальних проблем (екологія, умови праці). В економічній літературі ці зміни на рівні підприємств називають процесами впровадження “нової техніки”. Під поняттям “нова техніка” розуміють як вперше реалізовані в продукції результати наукових досліджень і прикладних розробок, що вміщують винаходи та інші науково-технічні досягнення, так і нові або вдосконалені технологічні процеси, методи організації виробництва і праці, нові методи управління, знаряддя та предмети праці, котрі при їх використанні на всіх рівнях управління забезпечують підвищення ефективності виробництва або вирішення соціальних та інших завдань його розвитку. Викладене дає змогу зробити висновок, що результатом здійснення інноваційних процесів є новинки в техніці, організації діяльності та управлінні процесами виробництва і праці, а їх упровадження у господарську практику є нововведеннями.

В основі вивчення і реалізації інноваційних процесів лежить класифікаційний метод, що став загальноприйнятим. Свідченням цього є те, що “основні терміни, категорії і визначення інновацій, закріплені у прийнятому в Парижі документі “OSLO MANUAL”, цілком відповідають теоретичним концепціям, що ґрунтуються на цьому методі” [104, 29].

Досліджуючи класифікацію інноваційних процесів в економічній літературі, доходимо висновку, що в кожному джерелі вона подається по-різному. Отже нині в Україні немає єдиної прийнятої офіційною статистикою класифікації інноваційних процесів.

Привертають увагу дослідження українських вчених, що стосуються інновацій [5; 11; 12; 13; 23; 32; 39; 70; 72; 83; 95; 96; 97; 98; 101; 104; 137; 154; 205]. Найповнішою, на наш погляд, є класифікація інноваційних

процесів українських вчених А. М. Власової та Н. В. Краснокутської [32, 26], які типологізують їх за такими ознаками (див. рис. 1.1): змістом і сферами застосування, масштабом перебігу, сферами розробки і поширення, ступенем новизни та глибини змін, ступенем впливу на зміни, рівнем розробки та поширення, етапами життєвого циклу нововведень і спрямованістю дій.

Наведену класифікацію можна використовувати при розв'язанні різних загальних завдань економічного дослідження інноваційної діяльності. Зокрема вона дає змогу пов'язати з типом інновацій той чи інший тип стратегії. Але вона є дещо громіздкою і не дає можливості детально вивчити тип змін з точки зору їх ролі у виробничому процесі, цим самим створюючи певні труднощі у визначенні перспектив, котрі можуть забезпечити подальший прогресивний розвиток для підприємства шляхом підвищення ефективності його функціонування. Оскільки у нашому випадку об'єктом дослідження є підприємства машинобудівного комплексу, то нас в першу чергу цікавлять власне технічні нововведення.

Крім цього, наведена класифікація не забезпечує можливості вивчати співвідношення у технічних інноваційних процесах, зокрема співвідношення між продуктовими та технологічними інноваціями (нововведеннями). Перешкодою для розв'язання цих завдань є наявність у діючій класифікації укрупнених груп інноваційних процесів. Так, група "технічні інноваційні процеси" включає в себе появу нових чи вдосконалення існуючих продуктів (послуг) і технологічних процесів.

Таким чином, наявність у класифікації різних укрупнених елементів не дає змоги вивчати співвідношення їх структури для знаходження оптимальних меж розподілу витрат на НДДКР. Звернемо увагу на те, що співвідношення між витратами в продуктиві та технологічні інновації у галузі машинобудування (приладобудування) повинно бути приблизно 4:1 [43, 258].

Доцільність виділення технологічних інноваційних процесів пояснюється тим, що саме вони, за підрахунками вчених, забезпечують 48% ефективності ринкової економіки.

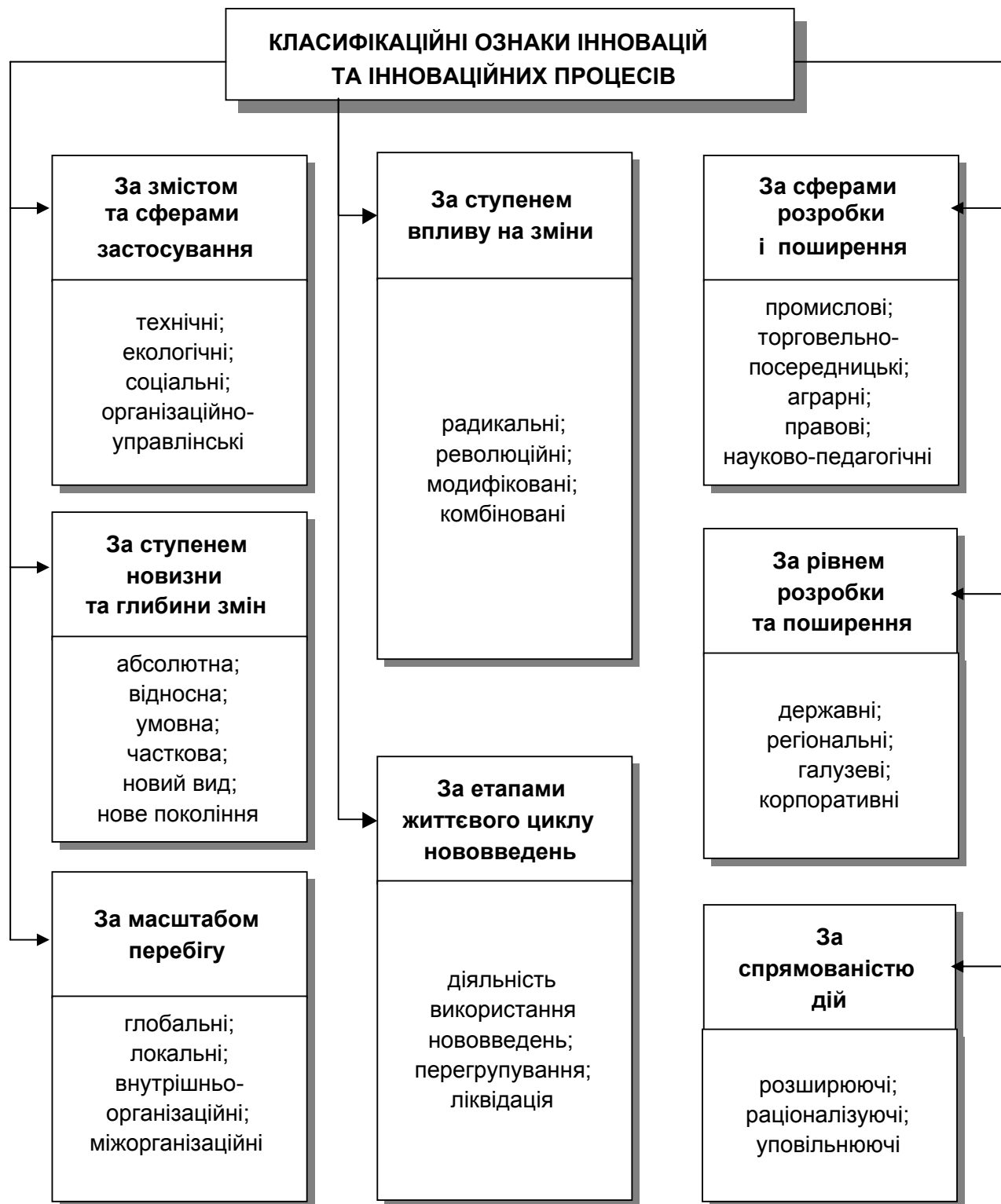


Рис. 1.1. Класифікація інноваційних процесів [32, 26].

Даний висновок підтверджують дослідження зарубіжної практики. Так, витрати на продуктивні інновації у машинобудуванні США становлять близько 80% (у тому числі 42% – витрати на нову продукцію і 38% – на вдосконалення продукції, що випускають), а решта 20% – це витрати на

технологічні інновації. Дещо більшою є частка витрат на продуктивні інновації у приладобудуванні – 92% (у т. ч. 54% – на створення нової продукції, 38% – на вдосконалення продукції, що випускають), а витрати, пов'язані з технологічними інноваціями, становлять лише 8%. У приладобудуванні Німеччини частка витрат на продуктивні інновації є значно нижчою і становить – 72% (у т. ч. 55% – витрати на нову продукцію і 17% – на вдосконалену), а частка витрат на технологічні інновації становить 28% [43, 258].

Отже, виникає необхідність вдосконалення класифікації інноваційних процесів. Згідно з нашими міркуваннями основою вивчення інноваційної діяльності машинобудівних підприємств має бути науково-обґрунтована класифікація інноваційних процесів за рядом вагомих класифікаційних ознак, що залежать від головних критеріїв, котрі використовуються для їх типологізації на мікрорівні. Тому, вважаємо, що класифікація інноваційних процесів на підприємствах машинобудування повинна здійснюватись за наступною схемою (див. рис. 1.2).

За своїм характером інноваційні процеси (нововведення) поділяються на технічні, організаційні та соціально-економічні.

Технічні нововведення охоплюють процеси освоєння випуску нових видів продукції (наприклад, знарядь чи предметів праці), а також процеси впровадження нових чи вдосконалення діючих технологічних процесів.

Організаційні інновації охоплюють процеси запровадження нових форм і методів організації наукової і виробничої діяльності трудових колективів, таких як: нові методи і форми організації виробництва у всіх виробничих підрозділах підприємства; нові організаційні структури управління науковою і виробничою діяльністю підприємства; нові форми і методи організації праці на підприємстві.

Соціально-економічні нововведення охоплюють процеси активізації людського фактора, а також процеси з удосконалення економічних методів управління наукою і виробництвом шляхом: підготовки й підвищення кваліфікації кадрів; морального стимулювання їх творчого ставлення до праці; вдосконалення виховної роботи в колективі через запровадження і

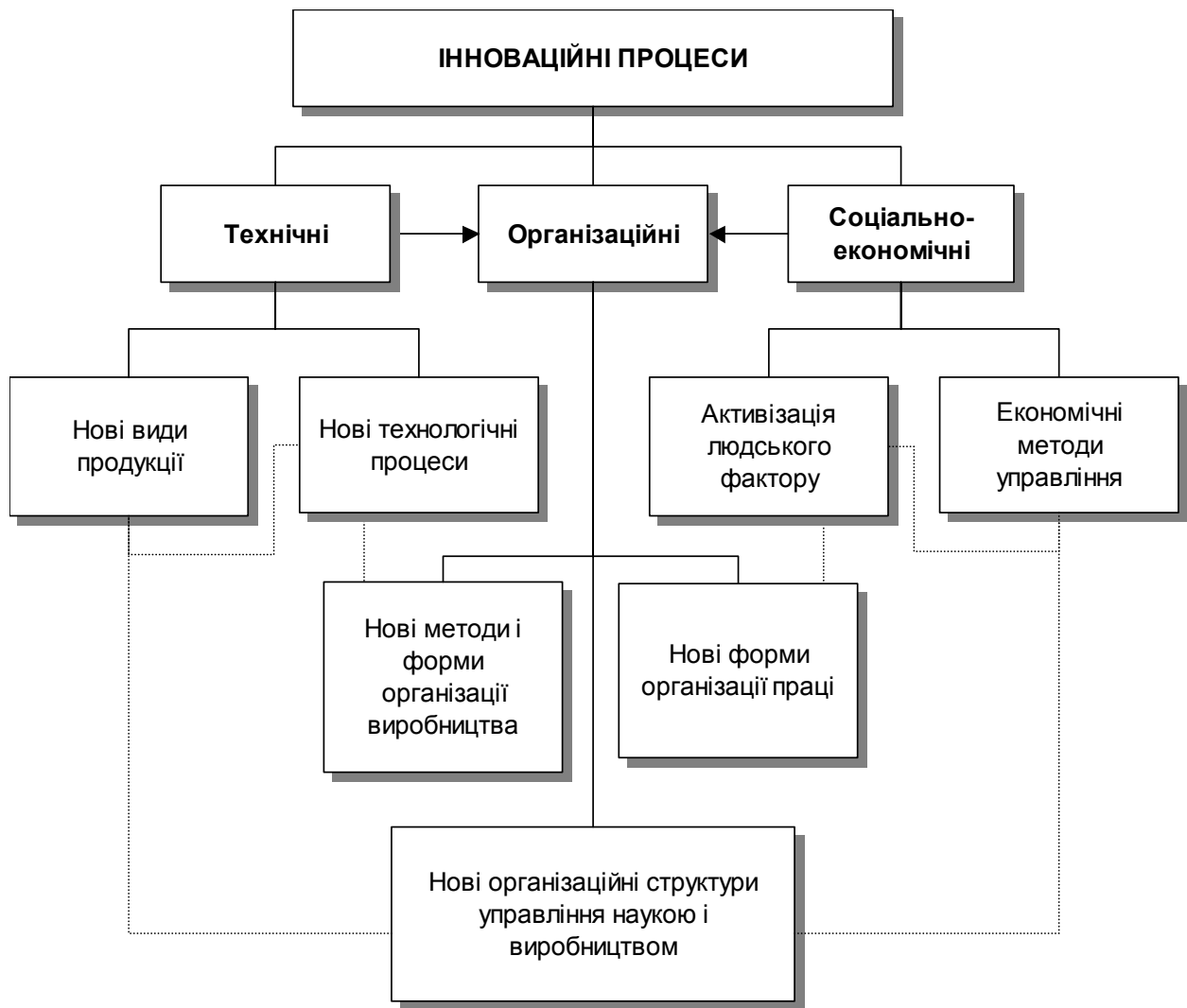


Рис. 1.2. Класифікація і взаємозв'язки інноваційних процесів на підприємстві.

вдосконалення внутрівиробничого госпрозрахунку; повної реалізації функцій прогнозування, фінансування, ціноутворення, аналізу результатів діяльності; а також шляхом вдосконалення системи оплати праці та матеріального стимулювання.

Необхідно зазначити, що технічні новинки мають безпосередній вплив на організаційні нововведення, а ті, в свою чергу, вимагають змін у господарському механізмі (див. рис. 1.2). Тісний взаємозв'язок між технічними, організаційними та соціально-економічними інноваційними процесами є двостороннім, тобто економічні нововведення можуть викликати зміни в організації виробництва, а часто приводять і до технічних інновацій. Так, наприклад, запровадження АСУТП як нововведення не тільки істотно змінює організацію виробництва, а й

призводить до кардинальних змін у сфері управління. Крім цього, введення внутрівиробничого розрахунку приведе не лише до чіткішої організаційної структури управління виробництвом і працею, а може викликати й необхідність технічних нововведень. Наприклад, матеріальне стимулювання підрозділів за економію матеріальних ресурсів чи збільшення цін на них зумовить перехід до використання безвідходних технологій. Інший приклад: завдання активізації людського фактору вимагає поліпшення охорони праці, а це веде до необхідності вдосконалення організації виробничих процесів і одночасно вимагає введення нових засобів праці, заміни техніки та технології. Вищенаведене дає змогу зробити висновок, що більшість нововведень має комплексний характер, а отже, свідчить, що межі між технічними, організаційними та соціально-економічними нововведеннями – умовні.

Український вчений С. Покропивний, класифікуючи інновації, пропонує, крім технічних, організаційних і соціально-економічних нововведень, додатково виокремити з останніх новий вид – юридичні нововведення, котрі він розуміє як “нові та трансформовані закони й різноманітні нормативно-правові документи (акти), що визначають і регулюють усі види діяльності” [137, 296]. На нашу думку, вагомих причин для цього немає, оскільки це лише засіб впливу на соціально-економічні процеси.

При загальній характеристиці та економічній оцінці інноваційних процесів важливо знати джерела їх виникнення, тобто те, що послужило причиною (імпульсом) їх активізації. Часто такими причинами є потреба виробництва, наприклад АСУТП, а інколи й досягнення фундаментальних наук, наприклад винахід у 1958 р. інтегральних схем. Стосовно використання інноваційних процесів, тобто масштабу впливу на ефективність функціонування науки та виробництва, розрізняють глобальні та локальні нововведення. Глобальні нововведення здебільшого є принципово новими, що об’єктивно ведуть до революційних, докорінних якісних змін у науці, техніці, технології, організації управління і найголовніше – в характері трудової діяльності, що відбулося в 50-их роках минулого століття, коли з відкриттям транзистора, а пізніше

інтегральних схем, розпочалася науково-технічна революція, яка є глибоким всесвітнім явищем, котре істотно вплинуло на загальний рівень ефективності науки та виробництва.

Локальні інновації становлять основу еволюційних перетворень у сфері людської діяльності, що не мають значного впливу на загальний рівень ефективності виробництва.

Слід зазначити, що глобальними дослідженнями займаються Академія наук України та вищі навчальні заклади, прикладними – галузеві науково-дослідні та проектні конструкторсько-технологічні організації, а науково-дослідними та дослідно-конструкторськими роботами доволі ефективно могли б займатися підприємства інноваційного типу.

Побудована таким чином класифікація інноваційних процесів (див. рис. 1.2) дає змогу:

- вдосконалити методи управління і форми організації виробництва та праці залежно від типу нововведень;
- сформуванати організаційні структури управління науково-дослідними, дослідно-конструкторськими підрозділами та виробництвом (інноваційним процесом);
- забезпечити оптимальне співвідношення витрат на фінансування інноваційних процесів з точки зору перспективного розвитку;
- розробити систему стимулювання інноваційної діяльності на підприємстві;
- спрямувати виробничий процес інноваційним шляхом.

Організація інноваційних процесів суттєво залежить від стану розвитку науки, техніки і виробництва, адже нині, в умовах науково-технічної революції, ні техніка, ні виробництво не можуть розвиватися і вдосконалюватися без здійснення наукових досліджень і розробок. У свою чергу розвиток науки без досконалої техніки (вимірювальної, експериментальної) теж неможливий. Тому можна стверджувати, що ґрунтовніше розібратися в організації інноваційної діяльності допоможе розгляд взаємного проникнення елементів системи, тобто дослідження комплексної системи “наука – техніка – виробництво – споживання”. Потрібно також зауважити, що при цьому дослідженні необхідно

врахувати чинник споживання результатів розробок. Тоді структурно цю систему можна зобразити так, як подано на рис. 1.3.

Наука – це система знань, що дають змогу прогнозувати і перетворювати предмети та явища в суспільстві.

Техніка – це сукупність засобів автоматизації фізичної і розумової праці, що становить серцевину всієї системи “наука – техніка – виробництво – споживання”. Вона є засобом наукового дослідження, засобом виробництва та предметом споживання.

Виробництво як технологічна система – це сукупність взаємопов’язаних процесів, за допомогою котрих суспільство, використовуючи сировину і сили природи, створює необхідні засоби праці та предмети споживання.

Техніка є елементом системи, котра з’єднує її у єдине ціле, але саме наука привела до створення техніки. Крім цього, наука забезпечує виробництво новими розробками. Виробництво, у свою чергу, ставить перед наукою певні завдання. У сфері споживання наука теж подає свої (наукові) розробки, а споживач ставить певні вимоги щодо якості нової техніки. У виробництві споживач замовляє виготовлення певних об’єктів “нової техніки”, що йому дала наука, а виробник, виготовивши замовлення, реалізує його споживачеві. Ось таким чином взаємодіє система “наука – техніка – виробництво – споживання”.

Аналіз тенденцій розвитку науки – техніки – виробництва показує, що високої ефективності розробок можна досягти, враховуючи такі вимоги:

- час розробки має бути мінімальним, а тривалість споживання її результатів – максимальною;
- розробка повинна передбачати постійне зростання технічного рівня продукції;
- методи і засоби виконання розробок, технічні рішення мають забезпечувати найменші витрати на їх проведення і впровадження результатів у сферах виробництва і споживання.

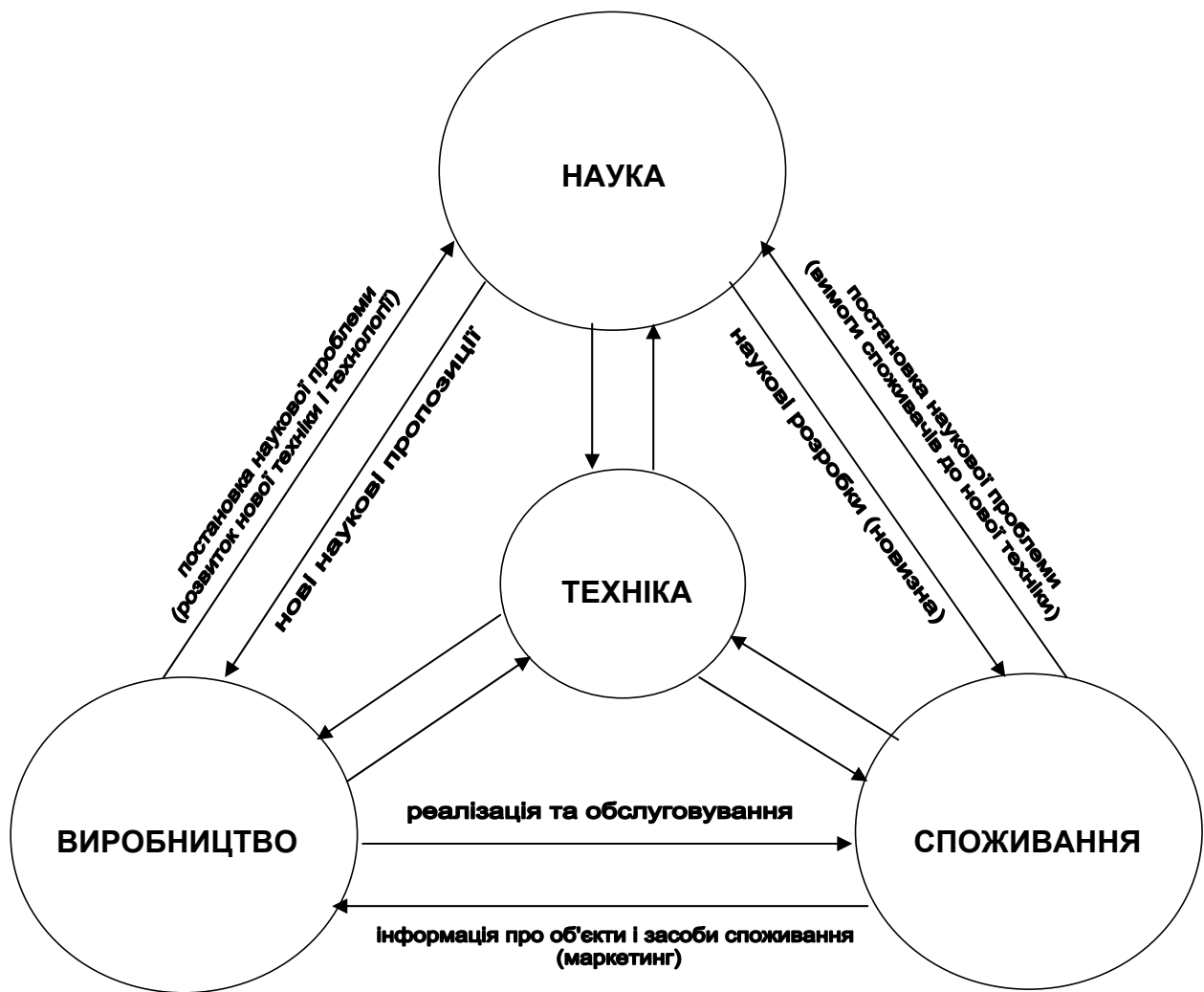


Рис. 1.3. Структурно-логічна схема “Наука – техніка – виробництво – споживання”.

Відповідно до сучасних світових вимог прискорення темпів науково-технічного прогресу та активізація інноваційної діяльності підприємств можлива через здійснення певних заходів. У галузі науки – це розвиток фундаментальних і прикладних досліджень з найперспективніших напрямків, скорочення темпів упровадження у виробництво результатів наукових досліджень, підвищення ефективності діяльності науково-дослідних закладів. У галузі техніки – це підвищення якості продукції на базі стандартизації. У галузі виробництва – це впровадження прогресивної організації праці на базі використання комп’ютерної техніки і прогресивних технологій (лазерна, мембранна, плазмова, кріогенна, детонаційна, вакуумна), розширення відтворення виробничих фондів.

Для України проблема розвитку інноваційної діяльності є надзвичайно актуальною, тому що проблема підвищення ефективності виробництва стоїть перед кожною підприємницькою структурою, оскільки переважна їх більшість утворена в процесі приватизації на базі колишніх державних підприємств. Слід зазначити, що майже всі підприємства працюють на застарілому обладнанні, а технології, котрі використовують у базових галузях, залишились на рівні досягнень науково-технічного прогресу 50 – 60-х років [72, 85]. Про те, що інноваційний розвиток вітчизняних підприємств перебуває на низькому рівні, свідчить і той факт, що частка України в науково-технічному розвитку країн Європи в десятки разів нижча від її середнього рівня розвитку (див. табл. 1.1) [206, 5].

Таблиця 1.1

Структурна характеристика науково-технічного розвитку країн Європи

Країна	Частка країни, %	
	Досягнуте значення у 1998 р.	Очікуване значення у 2005 р.
Німеччина	42,0	40,0
Франція	21,5	20,0
Великобританія	20,5	21,0
Росія	7,5	9,5
Угорщина	4,0	3,5
Польща	3,0	3,0
Україна	1,5	3,0

Як бачимо з таблиці, у перспективі вимальовується тенденція до збільшення частки України у науково-технічному розвитку серед країн Європи. Проте варто наголосити, що це стане можливим за умов поживлення інноваційної діяльності на всіх рівнях економічної системи бо не секрет, що нині приватизовані і державні підприємства працюють не дуже ефективно. Відповідно можна стверджувати, що зміна форм власності сама по собі не забезпечить підвищення ефективності виробництва, адже ефективність діяльності підприємств залежить від конкурентоспроможності наукомісткої продукції, котру вони випускають.

Забезпечення ж конкурентоспроможності наукомісткої продукції і підвищення на цій основі ефективності сучасного вітчизняного виробництва повинно базуватися на нових рішеннях у галузі техніки і технології, а також на використанні нових організаційних форм і економічних методів господарювання, які на різних стадіях циклу “наука – виробництво” реалізуються відповідними ланками управління на рівні підприємств, об’єднань, наукових і проектних організацій. Прийняття та реалізація таких рішень і є змістом інноваційної діяльності.

Отже, забезпечення рівня конкурентоспроможності вітчизняних наукових досліджень на внутрішньому і міжнародному ринках повинно стати “наріжним каменем” сучасної політики держави у сфері активізації інноваційної діяльності, що сприятиме підвищенню ефективності виробництва. Саме від цього нині найбільшою мірою залежать можливості реалізації інноваційних процесів і забезпечення високої ефективності національної економіки.

Як ми зазначили, становлення соціально-орієнтованої ринкової системи господарювання в Україні вимагає значного розширення масштабів інноваційної діяльності підприємств. Саме активізація інноваційної діяльності на всіх ієрархічних рівнях економічної системи є найважливішою передумовою підвищення ефективності виробництва на базі зростання продуктивності праці, збільшення обсягів виробництва сукупного суспільного продукту та національного доходу країни. Слід визнати, що забезпечення економічного зростання сьогодні є головною умовою позитивних зрушень у розвитку як України, так і її окремих регіонів у перспективі. Проблема активізації інноваційної діяльності підприємств, враховуючи її роль у розвитку народного господарства в умовах перехідного періоду, набуває особливої актуальності. Досліджуючи економічні перетворення в Україні, важливо простежити динаміку їх кількісних і якісних змін. При дослідженні доходимо висновку, що нестабільність економіки негативно впливає на організацію інноваційної діяльності підприємств, тобто на мікрорівні. Підтвердженням цього є постійне зниження кількості підприємницьких структур, що займаються

даним видом діяльності. Вивчення динаміки інноваційних процесів підприємницьких структур дає змогу говорити про наявність тенденції до зниження активності інноваційної діяльності промислових підприємств України. Так, згідно зі статистичними даними інноваційною діяльністю у 1994 р. займалися 26% обстежених підприємств [126, 11], у 1995 р. їхня частка зменшилася до 23%, у 1996 р. – до 19% [23, 32.], у 1997 р. – 17% [96, 67], у 1998 р. – 15,1%, у 1999 р. – 13,5% [126, 11], у 2000 р. – 14,8% (згідно з даними статуправління). Отже, можна стверджувати, що в нашій економіці усталилася негативна тенденція щодо розширеного відтворення і реконструкції діючих підприємств, а також до поглиблення й розширення наукових досліджень, створення нових зразків техніки і вдосконалення технології виробництва, розширення асортименту продукції, впровадження нових методів організації виробництва та управління.

Не є винятком і Західний регіон України, де сприйнятливість підприємств до впровадження інновацій протягом останніх років продовжує знижуватись. Оскільки даний регіон є переважно аграрним, то особливого значення набуває проблема перетворення його найближчим часом в аграрно-індустріальний. Дане завдання можна вирішити лише шляхом забезпечення високих темпів розвитку машинобудування, а саме таких її галузей, як приладобудування, верстатобудування, електротехнічне машинобудування, радіотехнічна промисловість, від чого найбільше залежить інноваційний потенціал держави і можливості модернізації усіх базових галузей народного господарства та переведення їх на нові технології. Йдеться про збільшення питомої ваги продукції машинобудування у загальному обсязі промислового виробництва в Західному регіоні, де вона є надзвичайно низькою. Так, у 1990 р. лише у Львівській області частка продукції машинобудування майже сягала рівня розвинутих країн світу. У Тернопільській та Івано-Франківській областях цей показник був набагато нижчим (див. табл. 1.2).

Доцільно також зауважити, що хоч нині частка машинобудування у Львівській області є найвищою в регіоні, але для неї характерні найвищі

**Питома вага продукції машинобудування у загальному обсязі
промислової продукції, %***

Області \ Роки	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Львівська	41,5	19,9	16,4	17,2	16,3	12,4	14,7
Івано-Франківська	19,0	4,2	4,7	4,3	5,0	5,4	12,8
Тернопільська	20,3	16,5	18,1	17,7	20,4	20,3	12,8

*Таблиця складена на основі даних облстатуправлінь Львівської, Івано-Франківської і Тернопільської областей.

темпи падіння цього показника. Так, за 1990 – 2000 рр. даний показник знизився у 2,8 раза, тоді як в Івано-Франківській і Тернопільській областях дане зниження становило відповідно 1,5 раза і 1,6 раза. Якщо в 1990 р. у Тернопільській області даний показник був нижчий за аналогічний у Львівській області майже у 2 рази, а в Івано-Франківській – у 2,2 раза, то в 2000 р. ці розбіжності зменшилися до 1,1 раза. Однак подібне вирівнювання цього показника відбулося не за рахунок позитивних змін у Тернопільській та Івано-Франківській областях, а переважно за рахунок втрати позицій машинобудівної галузі у Львівській області.

Зниження частки продукції машинобудування у регіоні відбувається на фоні постійного її зростання, зокрема у Швеції, для економіки якої і характерний даний шлях розвитку. Тут у період з 1900 р. до 1950 р. даний показник збільшився з 9% до 27%, у 1998 р. він становив уже 42%, а нині сягає 47% [162, 107].

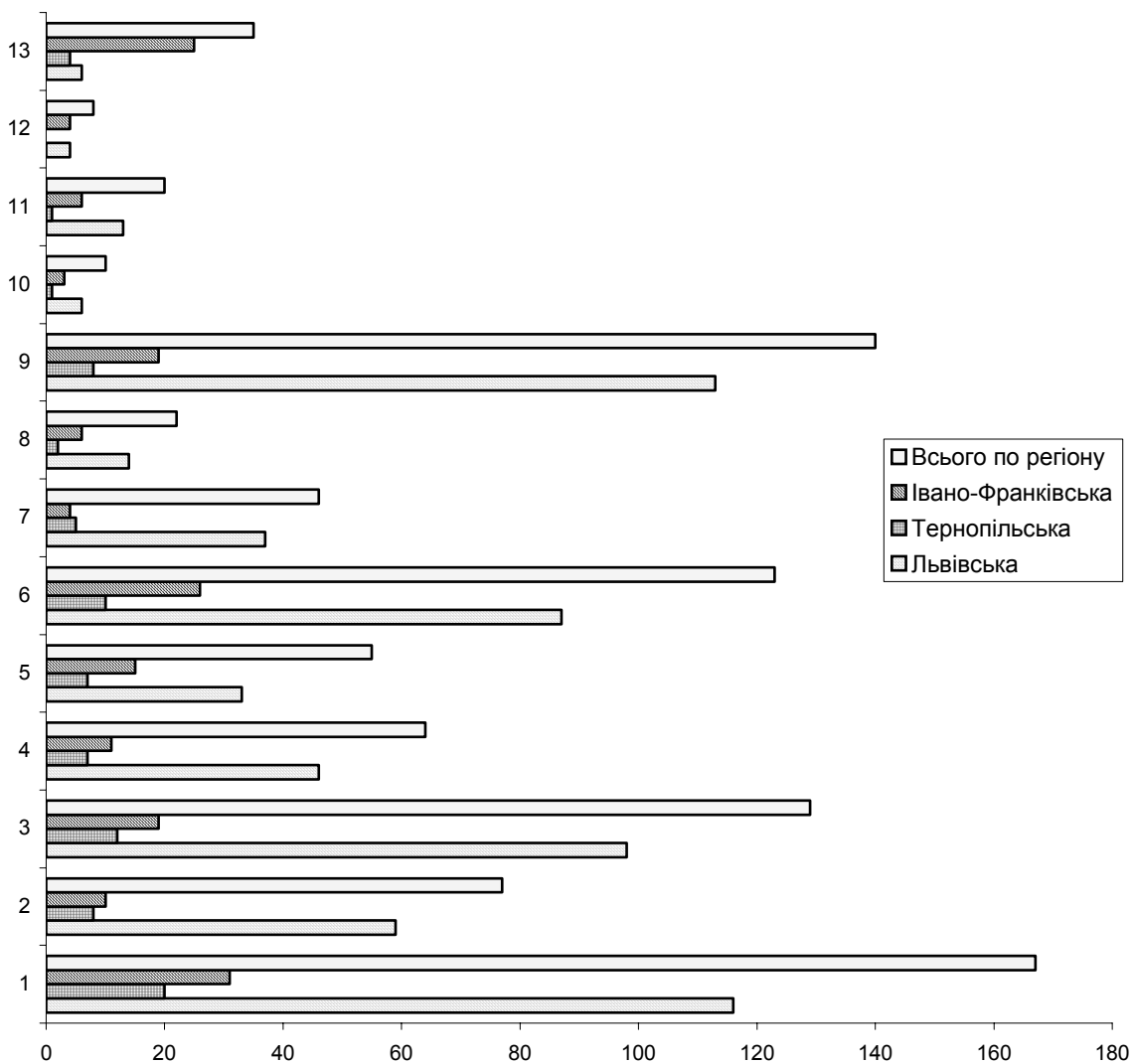
Відповідно до вищенаведеного можна зробити висновок про те, що для вирішення проблеми індустріалізації регіону в роки незалежності не створено належного підґрунтя. Зазначимо, що становлення і розвиток ефективного ринкового механізму господарювання мусять розглядатись у контексті соціально-економічних реформ, що сьогодні відбуваються. Будь-які масштабні економічні перетворення залишаться незавершеними без налагодження ефективного вітчизняного виробництва, здатного мобілізувати внутрішні резерви виготовлення конкурентоспроможної продукції. У зв'язку з цим вирішального значення набуває активізація

інноваційної діяльності вітчизняних підприємств і насамперед машинобудівних.

Розглядаючи динаміку реалізації інноваційних процесів у Західному регіоні України, ми виявили стійку тенденцію до зниження активності інноваційної діяльності на мікрорівні. Простеживши особливості інноваційної діяльності машинобудівних підприємств регіону в динаміці, можна зробити ряд узагальнень щодо її стану. Насамперед потрібно зазначити, що проведена оцінка стану і тенденцій розвитку інноваційної діяльності машинобудівних підприємств регіону вимагають негайного втручання у ці процеси для їх активізації. На рис. 1.4 проаналізовано тринадцять основних чинників, що в основному спричинили згортання інноваційних процесів на підприємствах.

Отже, як видно з даного рисунка, до першої трійки чинників, що гальмують інноваційну діяльність, належать: відсутність фінансування, недосконалість законодавства та високі кредитні ставки. Зазначимо, що немає різких відмінностей при зіставленні впливу чинників на інноваційну діяльність підприємств як на рівні регіону, так і України в цілому.

Саме ці чинники визначають темпи та ефективність інноваційної діяльності, а тому їх враховують при вирішенні проблем регулювання інноваційної діяльності як на макро-, так і на мікрорівні. Проаналізуємо вплив кожного з наведених чинників на зниження активності інноваційної діяльності машинобудівних підприємств регіону. Так, згідно зі статистичними даними інноваційною діяльністю у 1995 р. займалося близько 59% обстежених машинобудівних підприємств регіону, у 1996 р. їх частка знизилася майже до 57%, у 1997 р. – до 53%, а починаючи з 1998 р. визначилася стійка тенденція до зниження цього показника – 32%, у 1999 р. – 30%, у 2000 р. – 18%. Отже, можна стверджувати, що спостерігається загальна тенденція до зниження частки і кількості підприємств, що займаються інноваційною діяльністю (див. рис. 1.5). Аналіз засвідчує, що, починаючи з 1995 р., зменшується кількість і питома вага машинобудівних підприємств, котрі займаються інноваційною



- | | |
|---|---|
| 1 – відсутність фінансування; | 9 – недосконалість законодавства; |
| 2 – великі витрати; | 10 – відсутність кваліфікованого персоналу; |
| 3 – високі кредитні ставки; | 11 – відсутність технологічної інформації; |
| 4 – високий економічний ризик; | 12 – неможливість дотримання стандартів; |
| 5 – труднощі з сировиною; | 13 – інші труднощі. |
| 6 – відсутність коштів у замовника; | |
| 7 – відсутність попиту на продукцію; | |
| 8 – відсутність інформації про ринок збуту; | |

Рис. 1.4. Групування підприємств машинобудування за чинниками, що стримують інноваційну діяльність.

діяльністю і в окремих областях. Причому найнижчий рівень інноваційної активності характерний для Львівської області, де частка підприємств, що

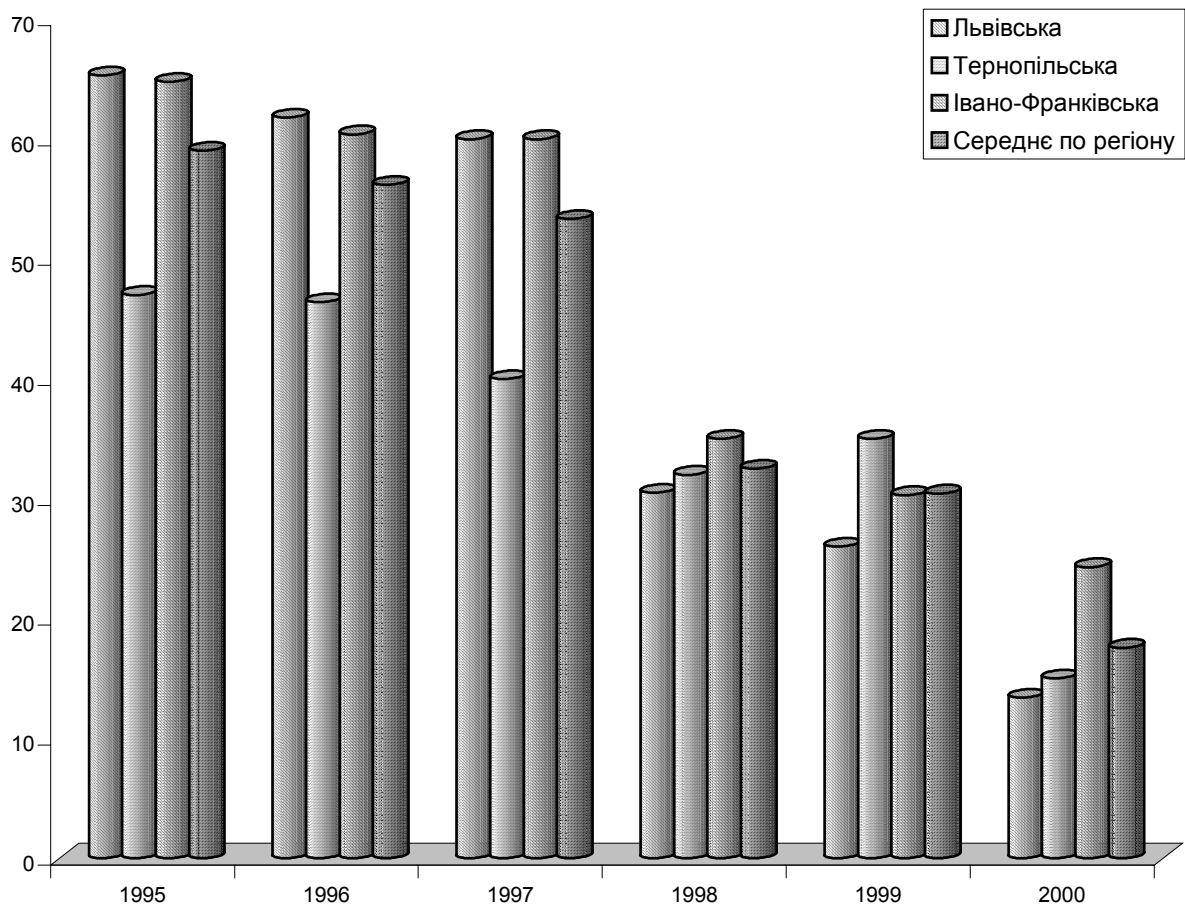


Рис.1.5. Динаміка частки машинобудівних підприємств Львівської, Івано-Франківської і Тернопільської областей, що займалися інноваційною діяльністю у 1995 – 2000 рр.

займалися впровадженням інноваційних процесів у період з 1995 – 2000 рр. зменшилася майже у 5 разів (з 65,3% до 13,4%). Дещо вищим був її рівень у Тернопільській області, де вона за даний період зменшилася у 3,1 раза (з 47% до 15%). В Івано-Франківській області протягом 1995 – 2000 рр. питома вага підприємств, котрі займалися інноваційною діяльністю, зменшилася у 2,7 раза (з 64,8% до 24,3%).

Зниження активності інноваційної діяльності машинобудівних підприємств регіону пояснюється насамперед обмеженістю джерел її фінансування, тому що в умовах кризового стану більшість підприємств її здійснюють за рахунок власних коштів. У Західному регіоні України частка таких підприємств протягом 1996 – 2000 рр. зростає з 73% до майже 75%, зокрема у Львівській області – знизилася до 32%, в Івано-Франківській – зростає до 93%, а у Тернопільській – до 100% обстежених

підприємств. На нашу думку, це можна пояснити низькою привабливістю машинобудівних підприємств регіону для зовнішніх інвесторів.

Враховуючи незадовільний фінансовий стан машинобудівних підприємств, можна передбачити, що зниження активності інноваційної діяльності підприємницьких структур спостерігатиметься й надалі.

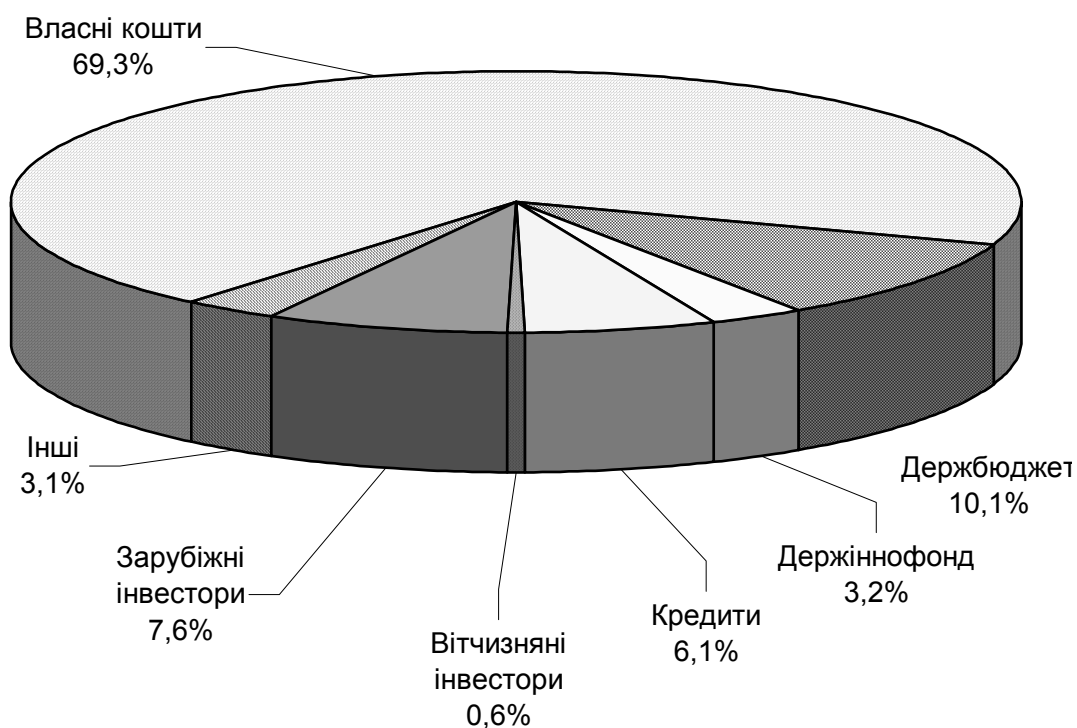
Відсутність власних коштів у підприємств для фінансування інноваційної діяльності доповнюється іншими чинниками – високими кредитними ставками та неможливістю отримання довготермінових кредитів. Це пояснюється тим, що банки при кредитуванні надають перевагу торгово-посередницьким фірмам, де ці кошти швидше окуповуються і повертаються з більшими, ніж на виробництві, прибутками, що значно знижує ризик кредитора.

Продовжуючи дослідження стану фінансування інноваційної діяльності, не можна не враховувати, що з цією метою використовують також і кошти Держбюджету. При цьому слід зазначити, що використання цього джерела фінансування інноваційної діяльності як в Україні (див. рис. 1.6), так і в регіоні (див. рис. 1.7) зменшується.

Окрім цього, слід визнати доволі незначну частку в фінансуванні інноваційної діяльності машинобудівних підприємств вітчизняних та іноземних інвестицій. При цьому слід зазначити, що в регіоні машинобудівні підприємства неоднаково використовують іноземні інвестиції для фінансування інноваційної діяльності. Лише у Львівській області кошти іноземних інвесторів для фінансування інноваційної діяльності використовуються з кожним роком інтенсивніше, та більшу частку таких коштів вкладено не в машинобудування. Однією з причин тут, на наш погляд, є те, що інвестори вкладають кошти переважно в галузі трудомісткі (швейну, легку, харчову промисловості), де можна швидко одержати віддачу, тому що в Україні дуже низька вартість товару “робоча сила”.

Загальний обсяг фінансування інновацій в 2000 р. в регіоні – 42876,4 тис. грн., що становить 2,4% від загального обсягу в Україні, зокрема в областях ці показники такі: Львівська – 41448,5 тис. грн., Івано-Франківська – 1059,5 тис. грн., Тернопільська область – 368,4 тис. грн.

1999 рік



2000 рік

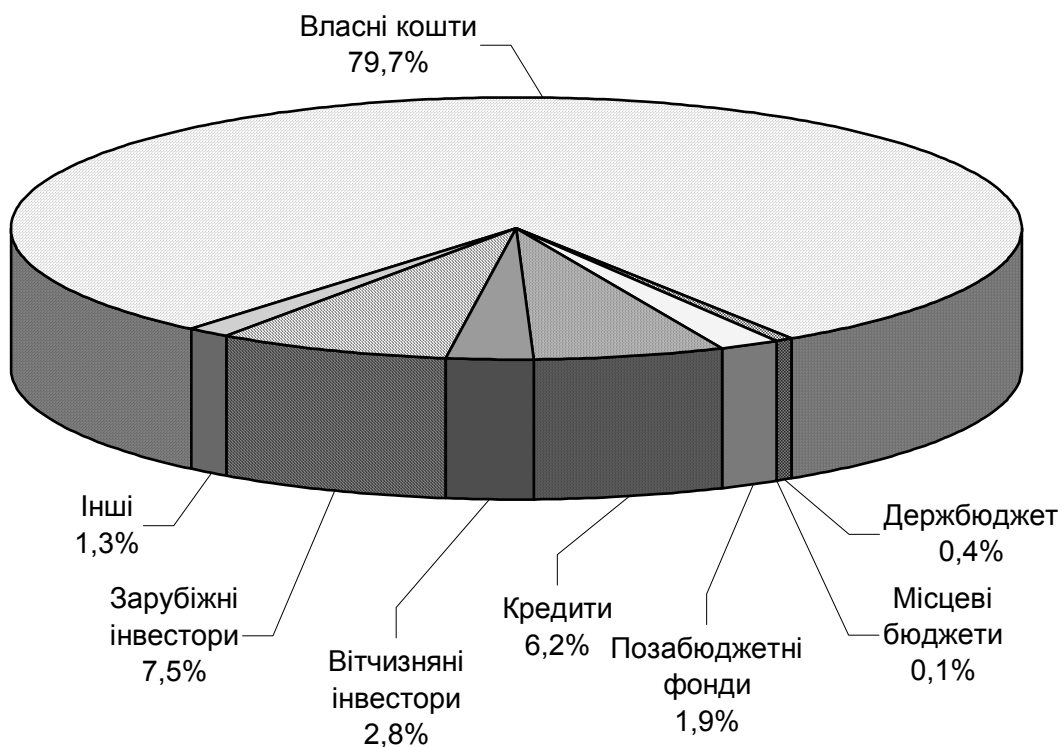


Рис. 1.6. Структура загального обсягу фінансування інноваційної діяльності за джерелами фінансування в Україні у 1999 – 2000 рр.

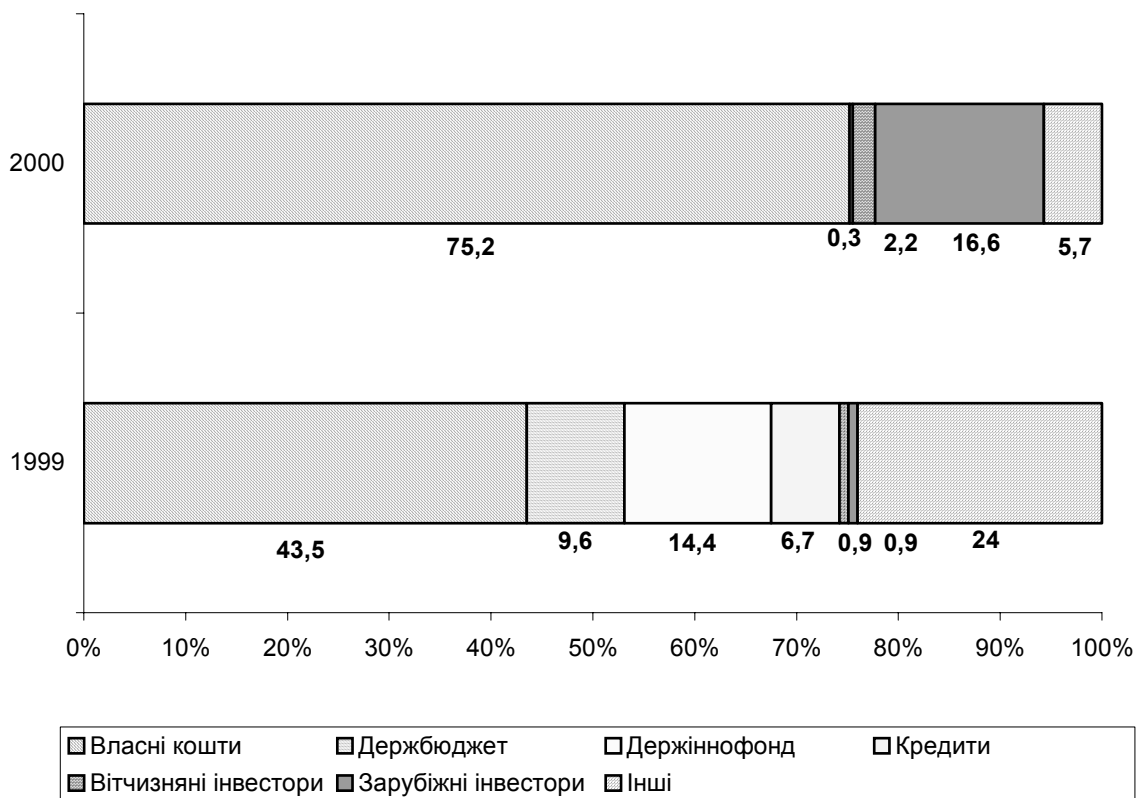


Рис. 1.7. Зміна структури загального обсягу фінансування інноваційної діяльності за джерелами фінансування в Західному регіоні України в 1999 – 2000 рр.

Як і в минулі роки, основним джерелом фінансування інновацій залишаються власні кошти підприємств – більше 75% від загального обсягу фінансування, що є дещо нижчим від усередненого показника по Україні, який зріс у 2000 р. майже до 80% (див. рис. 1.6) [83].

Деякі джерела фінансування інноваційної діяльності стають з кожним роком менш доступними. Наприклад, у 2000 р. порівняно з попереднім підприємства регіону зовсім не використовували кредитні ресурси, що свідчить про необхідність змін у кредитній політиці держави.

Використання різних джерел фінансування інноваційної діяльності є нерівномірним щодо областей. Так, протягом останніх років машинобудівні підприємства Тернопільської та Івано-Франківської областей не використовують кошти Держбюджету й іноземні інвестиції для фінансування інноваційних процесів.

У той же час на підприємствах Львівської області іноземні інвестиції використовуються з кожним роком дедалі інтенсивніше. Зокрема на Львівщині у 2000 р. обсяги фінансування за рахунок іноземних інвестицій зросли до 20700 тис. грн., або 49,9%.

На даний час не стала привабливою інноваційна сфера і для вітчизняних інвесторів. Це підтверджує той факт, що частка вітчизняних інвестицій у фінансуванні інноваційної діяльності в 2000 р. у регіоні становила лише 2,2% від загального обсягу фінансування, хоч порівняно з минулим роком зросла на 1,3% (див. рис. 1.7). Слід зазначити, що лише в Тернопільській області вітчизняні інвестори не вкладали кошти у розвиток інновацій.

Продовжуючи аналіз інноваційної діяльності машинобудівних підприємств, необхідно звернути увагу на їх динаміку в період з 1995 по 2000 рр. відповідно до основних напрямків її реалізації. Характеристика напрямків організації інноваційної діяльності машинобудівних підприємств Західного регіону в цілому та відповідно по областях подана в таблиці 1.3.

Як видно з таблиці, в регіоні інноваційну діяльність здійснюють за такими напрямками:

- а) комплексна механізація та автоматизація цехів, дільниць і виробництв;
- б) впровадження автоматизованих і механізованих потокових ліній;
- в) введення в дію нових роботизованих технологічних комплексів, промислових роботів, металорізальних верстатів з числовим програмним управлінням (ЧПУ), нових прогресивних технологічних процесів (маловідходних, ресурсозберігаючих і безвідходних);
- г) освоєння виробництва нових видів продукції.

Як свідчать результати аналізу, найпоширенішим напрямком інноваційної діяльності для машинобудівних підприємств регіону залишається освоєння виробництва нової та удосконаленої продукції. Інноваційну діяльність машинобудівні підприємства регіону здійснюють у різних напрямках. Так, починаючи з 1998 р. і донині, підприємства регіону

Таблиця 1.3

Порівняльна характеристика напрямків організації інноваційної діяльності машинобудівних підприємств Львівської, Івано-Франківської і Тернопільської областей за 1995 – 2000 рр.*

Області	Роки	Комплексно механізовано і автоматизовано цехів, дільниць, виробництв	Введено в дію механізованих і автоматизованих поточкових ліній	Впроваджено:				Освоєно виробництво нових:	
				гнучких виробничих систем	металорізальних верстатів з ЧПУ	нових прогресивних технологічних процесів		машин і обладнання	матеріалів, виробів, продуктів
						Всього	з них: безвідходних, маловідходних, ресурсозберігаючих		
Івано-Франківська	1995	1	1	1	3	80	51	13	505
	1996	-	-	-	2	53	28	10	349
	1997	9	3	-	-	70	32	15	405
	1998	-	1	-	-	57	25	31	495
	1999	-	-	-	-	39	22	15	585
	2000	-	-	-	-	21	8	17	27
Львівська	1995	-	-	-	-	51	16	24	82
	1996	-	-	-	-	48	12	19	77
	1997	-	-	-	-	35	9	7	67
	1998	-	3	-	-	15	3	16	62
	1999	-	-	-	-	11	3	10	96
	2000	-	-	-	5	54	17	28	69
Тернопільська	1995	-	-	-	3	11	6	5	41
	1996	2	-	-	-	9	7	1	31
	1997	-	1	-	1	11	1	2	54
	1998	-	-	-	-	7	4	3	39
	1999	-	-	-	-	2	11	9	35
	2000	-	-	-	-	3	-	1	19
Регіон	1995	1	1	1	6	142	73	42	628
	1996	2	-	-	2	110	47	30	457
	1997	9	4	-	1	116	42	24	526
	1998	-	4	-	-	79	32	50	596
	1999	-	-	-	-	52	36	34	716
	2000	-	-	-	5	78	26	46	115

*Таблиця складена на основі даних облстатуправлінь Львівської, Тернопільської та Івано-Франківської областей

зовсім не займалися комплексною механізацією та автоматизацією дільниць, цехів, виробництв. Найшвидше дану діяльність припинили підприємства Львівської області (з 1995 р.). У Тернопільській області цим видом діяльності підприємства не займаються, з 1997 р., а в Івано-Франківській – з 1998 р.

Щодо введення в дію автоматизованих і механізованих потокових ліній слід зазначити, що згорталася дана діяльність відповідно по областях таким чином: першими припинили дану діяльність підприємства Тернопільської області – 1997 р, а Львівської та Івано-Франківської областей – у 1998 р. Необхідно також вказати, що лише підприємства Івано-Франківської області протягом періоду, що нами аналізується (1995 – 2000 рр.), в 1995 р. упроваджували гнучкі виробничі системи.

Невтішною є ситуація з упровадженням металорізальних верстатів з ЧПУ, адже машинобудівні підприємства Львівщини лише в 2000 р. відновили цю діяльність (впроваджено 5 верстатів з ЧПУ). В Івано-Франківській її припинили в 1996 р., а в наступному році і в Тернопільській області. Навіть такий найстабільніший напрямок інноваційної діяльності, як упровадження нових прогресивних технологічних процесів, має, починаючи з 1997 р., стійку тенденцію до зменшення як кількості підприємств, що нею займаються (див. табл. 1.4), так і кількості нововведень (див. табл. 1.3). Скажімо, кількість даних підприємств лише у 1997 – 1998 рр. не змінилася, у 1998 – 1999 рр. знизилася на 11%, у 1999 – 2000 рр. – на 36%. При цьому кількість упроваджених ними нововведень зменшилася відповідно на 32%, 34%, а у 2000 р. порівняно з попереднім роком відбулося її зростання у 1,5 раза. Проте слід звернути увагу на той факт, що позитивні зміни відбулися не у всіх областях. Так, найшвидшими темпами вони відбуваються у Львівській області, де зростає кількість підприємств, що займаються інноваціями. Наприклад, у 1997 – 1998 рр. вона зросла на 33%, у 1998 – 1999 рр. відбулося зростання на 25% (досягнуто рівня 1995 р.), а у 1999 – 2000 рр. даний показник зріс на 80%. Дещо гірша ситуація тут з упровадженням нововведень спостерігалася до 1998 р. Приміром, якщо у 1997 – 1998 рр. кількість впроваджених нововведень знизилася на 57%, то в 1998–1999 рр.

Таблиця 1.4

Динаміка кількості машинобудівних підприємств Львівської, Івано-Франківської і Тернопільської областей, що займалися інноваційною діяльністю у 1995 – 2000 рр.*

Області	Роки	Комплексно механізовано і автоматизовано цехів, дільниць, виробництв	Введено в дію механізованих і автоматизованих поточкових ліній	Впроваджено:				Освоєно виробництво нових:	
				гнучких виробничих систем	металорізальних верстатів з ЧПУ	нових прогресивних технологічних процесів		машин і обладнання	матеріалів, виробів, продуктів
						Всього	з них: безвідходних, маловідходних, ресурсозберігаючих		
Івано-Франківська	1995	1	1	1	2	44	26	10	47
	1996	-	-	-	1	25	14	6	41
	1997	2	2	-	-	21	11	6	35
	1998	-	1	-	-	21	10	8	38
	1999	-	-	-	-	18	8	5	27
	2000	-	-	-	-	6	4	6	6
Львівська	1995	-	-	-	-	5	3	10	15
	1996	-	-	-	-	4	2	8	12
	1997	-	-	-	-	3	1	6	12
	1998	-	1	-	-	4	2	7	8
	1999	-	-	-	-	5	2	5	15
	2000	-	-	-	1	9	4	8	15
Тернопільська	1995	-	-	-	1	3	2	3	8
	1996	1	-	-	-	2	1	1	6
	1997	-	1	-	1	4	1	2	9
	1998	-	-	-	-	3	3	2	7
	1999	-	-	-	-	2	1	3	4
	2000	-	-	-	-	1	-	1	2
Регіон	1995	1	1	1	3	52	31	23	70
	1996	1	-	-	1	31	17	15	59
	1997	2	3	-	1	28	13	14	56
	1998	-	2	-	-	28	15	17	53
	1999	-	-	-	-	25	11	13	46
	2000	-	-	-	1	16	8	15	27

*Таблиця складена на основі даних облстатуправлінь Львівської, Тернопільської та Івано-Франківської областей.

лише на 27%. Уповільнення зростання частки впроваджених нововведень при одночасному зменшенні темпів падіння кількості підприємств, що займалися впровадженням нових прогресивних технологічних процесів, пояснюється тим, що вони інтенсивніше почали займатися освоєнням виробництва нових машин, устаткування, матеріалів, виробів, продуктів. Вже у 2000 р. тут відбулося зростання майже у 5 разів кількості впроваджених технологічних процесів. В Івано-Франківській області кількість даних підприємств у 1997 – 1998 рр. не змінилася, в 1998 – 1999 рр. знизилася на 14%, в 1999 – 2000 рр. – на 67%, а частка впроваджених ними нововведень зменшилася відповідно на 19%, 32% і 46%. Найскладнішою виявилася ситуація у Тернопільській області, де частка даних підприємств знизилася відповідно на 25%, 33% і 50%, а частка впроваджених ними нововведень аналогічно змінилася на 36%, 71%, а у 2000 р. після такого різкого спаду зросла лише на 50%. Отже, у 2000 р. лише у Львівській області визначилася позитивна тенденція щодо впровадження нових прогресивних технологічних процесів, тоді як в Івано-Франківській та Тернопільській і надалі продовжується її згортання.

Починаючи з 1997 р., знижується частка підприємств регіону в загальній кількості машинобудівних підприємств України, що займаються комплексною механізацією та автоматизацією виробництва. Так, у 1998 р. порівняно з попереднім вона знизилася на 14%. Знижується і частка машинобудівних підприємств регіону, що впроваджують нові технологічні процеси. В період 1998 – 1999 рр. це зниження становило 3%. Аналогічною є ситуація і з часткою підприємств регіону, що займаються освоєнням нових видів продукції. У зазначений період вона знизилася на 2%.

З відродженням ринкових засад господарювання у регіоні невід’ємною частиною здійснення радикальних ринкових перетворень є формування сектора малих підприємницьких структур, здатних генерувати середній клас, стимулювати розвиток економічної конкуренції і забезпечити стабільність суспільства. Разом з цим, будучи структуроутворюючим

елементом ринкової економіки й важливою рушійною силою її розвитку, мале підприємництво ще не встигло належним чином активізувати свою інноваційну діяльність, адже серед видів його діяльності й досі переважає роздрібна торгівля, збут, громадське харчування, тоді як промисловість становить лише близько 14% [27, 20]. Не є винятком і Західний регіон України, де становлення і розвиток малих форм підприємництва характеризується постійною зміною їх кількості й питомої ваги. Необхідно зазначити, що абсолютне і відносне збільшення кількості малих підприємств в умовах кризового стану свідчить про значний його потенціал. Крім цього, в результаті трансформації суспільно-економічних відносин власності змінюється і питома вага державних, колективних та приватних підприємств. Якщо в 1995 р. вона була практично однаковою, то з часом частка підприємств державної форми власності постійно зменшується при одночасному збільшенні питомої ваги колективних і особливо приватних підприємств.

Малим підприємствам властиві вища маневреність виробництва, здатність до швидкого перепрофілювання діяльності, зміни асортименту продукції, тому вони мають змогу оперативно реагувати на найменші зміни попиту. Ось чому малі підприємства є “лідерами у виробництві товарів, попит на які швидко змінюється” [87, 12].

Оскільки малий бізнес може реалізовувати свої можливості практично у всіх сферах діяльності, то зростає зацікавленість в інноваційній діяльності, що забезпечить його стабільний розвиток у нових умовах. Проте дослідження показують, що в Україні, як правило, йдеться лише про декларування цього виду діяльності. У практичному ж житті частка малих підприємств, котрі дійсно займаються інноваційною діяльністю, дуже незначна. Ось чому виникає необхідність в активізації інноваційної діяльності підприємств малого та середнього сектора економіки.

Принагідно зауважимо, що загалом створення нових малих підприємств інноваційного типу – венчурних підприємств, здатних забезпечити підвищення ефективності виробництва, відбувається недостатньо інтенсивно. При вивченні питань організації інноваційної

діяльності одним з важливих завдань, на нашу думку, є аналіз середньої тривалості життя малих інноваційних підприємств – венчурів. Проте в сучасних умовах здійснення такого аналізу в Україні неможливе через відсутність необхідних статистичних даних.

Отже, венчурні підприємства є тимчасовими структурами, робота яких спрямована на вирішення конкретних проблем і які здатні активізувати інноваційну діяльність вітчизняних машинобудівних підприємств.

1.2.Оцінка впливу чинників активізації інноваційної діяльності підприємства на ефективність його виробництва

Простеживши особливості інноваційної діяльності машинобудівних підприємств Західного регіону України в динаміці, можна зробити ряд узагальнень щодо її стану. Насамперед потрібно зазначити, що оцінювання тенденцій розвитку інноваційної діяльності підприємств Львівської, Тернопільської та Івано-Франківської областей дало змогу зробити висновок, що відбувається її згортання. Це свідчить про необхідність негайного втручання у дані процеси для їх активізації. Очевидно, що фундаментальною основою інноваційної діяльності є проведення наукових досліджень і проектно-конструкторських робіт. Враховуючи динаміку обсягу інноваційних витрат і частки цих витрат на фінансування таких її напрямків, як маркетинг оновленої продукції та придбання засобів виробництва, доходимо висновку, що згортання інноваційної діяльності підприємств стає реальністю і це можна стверджувати доволі очевидно, що й підтверджують прогнози.

Для прогнозування явища використаємо дані табл.1.5, де подана динаміка загальної суми інноваційних витрат машинобудівних підприємств регіону, а також динаміка частки витрат на фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт та маркетинг і придбання засобів виробництва. Суттєвий вплив цих чинників на інтенсивність виконання науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт підтверджує практика роботи досліджуваних машинобудівних підприємств Західного регіону України.

Забезпечення фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт в умовах економічної нестабільності є одним з найважливіших завдань. Нижче будуть наведені переваги цього шляху розвитку підприємства (див. п. 2.1).

**Динаміка і структура інноваційних витрат підприємств
машинобудування Львівської, Івано-Франківської і Тернопільської
областей у 1998 – 2000 рр.***

Області	Роки	Інноваційні витрати, тис. грн.				
		Всього	в тому числі за напрямками (у знаменнику % до загалу)			
			На виконання НДДКР	На придбання засобів виробництва	На маркетинг і рекламу	Інші
Львівська	1998	527,4	$\frac{311,17}{59,0}$	-	$\frac{8,97}{1,7}$	$\frac{207,26}{39,3}$
	1999	56	$\frac{8,52}{15,2}$	$\frac{45,98}{82,1}$	$\frac{1,5}{2,7}$	-
	2000	41448,5	$\frac{41,45}{0,1}$	$\frac{31044,93}{74,9}$	$\frac{663,18}{1,6}$	$\frac{9698,94}{23,4}$
Тернопільська	1998	1940,1	$\frac{1532,68}{79,0}$	$\frac{11,64}{0,6}$	$\frac{71,78}{3,7}$	$\frac{324,0}{16,7}$
	1999	2259,7	$\frac{1315,15}{58,2}$	$\frac{610,12}{27,0}$	$\frac{144,62}{6,4}$	$\frac{189,81}{8,4}$
	2000	368,4	$\frac{33,16}{9,0}$	$\frac{311,66}{84,6}$	$\frac{23,58}{6,4}$	-
Івано-Франківська	1998	711,5	$\frac{531,5}{74,7}$	$\frac{67,59}{9,5}$	$\frac{21,35}{3,0}$	$\frac{91,06}{12,8}$
	1999	1280,59	$\frac{40,98}{3,2}$	$\frac{1225,53}{95,7}$	$\frac{10,24}{0,8}$	$\frac{3,84}{0,3}$
	2000	1059,5	$\frac{186,47}{17,6}$	$\frac{55,09}{5,2}$	$\frac{13,78}{1,3}$	$\frac{804,16}{75,9}$
Регіон	1998	3179,0	$\frac{2375,35}{74,7}$	$\frac{79,23}{2,5}$	$\frac{102,1}{3,2}$	$\frac{622,32}{19,6}$
	1999	3596,29	$\frac{1364,65}{37,9}$	$\frac{1881,63}{52,3}$	$\frac{156,36}{4,3}$	$\frac{193,65}{5,5}$

*Таблиця складена на основі даних облстатуправлінь Львівської, Тернопільської та Івано-Франківської областей.

Протягом 1996 – 1998 рр. відповідно до загострення кризових явищ в економіці країни визначилася стала тенденція до зниження не лише загальних обсягів інноваційних витрат у машинобудівних підприємствах регіону (у середньому по регіону вона знизилася у 1,6 раза), а й до зниження частки інноваційних витрат щодо таких напрямків, як фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, маркетинг і реклама при одночасному збільшенні частки витрат на придбання засобів виробництва та частки інших витрат.

З 1999 р. у регіоні позначилася тенденція до деякого поліпшення ситуації із загальними обсягами інноваційних витрат, які у цьому році зросли порівняно з попереднім у 1,1 раза, а у 2000 р. зростання у порівнянні з попереднім становило майже 12 разів. Проте ці позитивні зміни відбувалися нерівномірно по областях. Зокрема зростання загального обсягу інноваційних витрат у 1,8 раза було характерним для Івано-Франківської області, в Тернопільській відбулося зростання лише у 1,2 раза, у той час як у Львівській області даний показник знизився у 9,4 раза (див. табл.1.5).

Ще невтішнішою є ситуація з динамікою частки витрат на фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт у загальній сумі інноваційних витрат. Так, у 1999 р. порівняно з 1998 р. вона у регіоні знизилася майже вдвічі. Тривожним є також той факт, що у 2000 р. відбулося найбільше її зниження (порівняно з попереднім роком частка цих витрат у регіоні знизилася аж у 62 рази). Отже, визначилася негативна тенденція у фінансуванні наукової діяльності на машинобудівних підприємствах регіону.

Крім цього, стосовно областей у 1999 р. найбільше знизився даний показник в Івано-Франківській – 23,3 раза, для Львівської області зниження було майже у 3,9 раза, а найнижчим – у Тернопільській області – у 1,4 раза. У 2000 р. ситуація щодо областей змінилася, зокрема зросла у 5,5 раза частка даних витрат в Івано-Франківській області, але у Тернопільській даний показник знизився у 6,5 раза, а у Львівській області аж у 152 рази (див. табл.1.5).

У процесі дослідження фінансування інноваційної діяльності машинобудівних підприємств регіону встановлено тенденцію певного зростання частки витрат на придбання засобів виробництва у загальній сумі інноваційних витрат. В цілому по регіону за період 1996 – 1998 рр. вона зросла у середньому в 3,2 раза. Найбільше зростання було протягом 1999 р. – у 20,9 раза зі сповільненням темпів до 1,4 раза у 2000 р., причому найбільше зростання даної частки витрат у 1999 р. характерне для Тернопільської області – майже у 45 разів, в Івано-Франківській воно було 10-кратним, хоча вже у 2000 р. тут відбувся спад у 18 разів. У Львівській області значне зростання даного показника в 1999 р. змінюється його зниженням у 1,1 раза у 2000 р. На основі наведеного вище можна констатувати, що першість у позитивних змінах впевнено утримує Львівщина.

Крім наведеного показника за аналізований період зросла також частка витрат на маркетинг і рекламу, але це зростання не є таким значним як у попередньому випадку, що свідчить про недосконалість маркетингової діяльності на машинобудівних підприємствах регіону. Так, у 1999 р. порівняно з попереднім вони зросли у 1,3 раза, але вже у 2000 р. – знизилися у 2,6 раза. Незначне зростання (у 1,6 раза) даного показника у 2000 р. було характерним лише для машинобудівних підприємств Івано-Франківської області, але це ще не так багато, враховуючи, що за попередній період тут витрати на маркетинг зменшилися у 3,8 раза. Значне зниження цих витрат у 2000 р. спостерігалось і у Львівській області (у 1,7 раза), тоді як у Тернопільській вони залишилися без зміни (див. табл.1.5).

Помітним є той факт, що склалася така ситуація, в умовах якої не можна забезпечити проходження процесів активізації інноваційної діяльності підприємств машинобудування, адже два найважливіші чинники цього сьогодні в найскладнішому фінансовому становищі. Очевидним є те, що, по-перше, зменшення частки витрат на фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт і, по-друге, зменшення частки витрат на маркетинг (рекламу), котрі в умовах ринкового способу господарювання є важливим засобом успішного завершення перших.

Загалом слід відмітити, що протягом останніх років намітилася тенденція до згортання науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт через зменшення їх фінансування. Як видно з табл.1.5, на машинобудівних підприємствах перевагу при розподілі інноваційних коштів надають придбанню засобів виробництва. При цьому з кожним роком зростає розрив у співвідношенні між витратами на фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт й на придбання засобів виробництва. Якщо у 1998 р. частка інноваційних витрат на фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт майже у 29,9 раза перевищувала частку на придбання засобів виробництва, то вже у 1999 р. при збільшенні загальної суми інноваційних витрат майже у 1,1 раза співвідношення між ними змінилося у протилежний бік, а саме частка витрат на придбання обладнання перевищувала частку інноваційних витрат на фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт у 1,4 раза. У 2000 р. цей розрив значно збільшився (див. табл.1.5).

Оскільки перспективні можливості підприємства визначаються інтенсивністю і рівнем виконання науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт власними силами, а обмежується інноваційна діяльність, насамперед нестачею фінансових ресурсів, то ми спробуємо виявити залежність між зазначеними вище показниками.

Попередньо проведений аналіз дає змогу зробити висновок про залежність частки витрат на фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт від комплексного впливу багатьох чинників. У зв'язку з цим виникає необхідність оцінити силу впливу кожного чинника на величину частки витрат на фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, що можна зробити, застосувавши метод кореляційно - регресивного аналізу. Саме використання цього методу дає можливість оцінити ступінь впливу на частку витрат для фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт кожного з чинників [93; 123; 183].

Використання кореляційно - регресивного аналізу дає змогу кількісно оцінити силу впливу окремих чинників на частку витрат для

фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт та отримати відповідь на запитання: яким чином можна досягти їх оптимальних розмірів?

Для прогнозування зміни частки витрат на фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт сьогодні доцільно включити лише два чинники: загальний обсяг інноваційних витрат і частку витрат на придбання засобів виробництва. Зіставлення загальних обсягів витрат на інноваційну діяльність, частки витрат на придбання засобів виробництва та частки інноваційних витрат на фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, а також дослідження характеру і форми зв'язку між цими показниками переконують в його існуванні.

Вплив загального обсягу інноваційних витрат на рівень частки витрат на фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт не викликає сумніву. Проте, незважаючи на позитивні зміни в загальних обсягах фінансування інноваційної діяльності, започатковані у 1999 р., частка витрат на фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт продовжує зменшуватися. Це свідчить про її залежність нині від іншого чинника, а саме від частки витрат на придбання засобів виробництва, що в цей же ж період зростає. Аналіз даних табл.1.5 переконує в існуванні між ними безпосередньої залежності, котра може бути виражена рівнянням прямої:

$$Y_x = a + bx, \quad (1.1)$$

де Y_x – частка витрат на фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт; x – частка витрат на придбання засобів виробництва; b – коефіцієнт регресії, який відображає зміну частки витрат на фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт в результаті зміни величини частки витрат на придбання засобів виробництва.

Обчислений коефіцієнт детермінації дорівнює 0,78 (див. додаток А). Відповідно до обчисленого значення коефіцієнта детермінації можемо зробити висновок, що більше 78% варіації частки витрат на фінансування

науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт лінійно пов'язані зі зміною чинникової ознаки і лише 22% – із впливом інших чинників.

Для визначення щільності та напрямку зв'язку при лінійній залежності розраховують лінійний коефіцієнт кореляції. Оскільки різниця між індексом і лінійним коефіцієнтом не перевищує 0,1, то гіпотезу про прямолінійну форму кореляційної залежності можна вважати підтвердженою. Прямолінійну форму кореляційної залежності підтверджують графічно подані на рис.1.8 емпіричні лінії регресії.

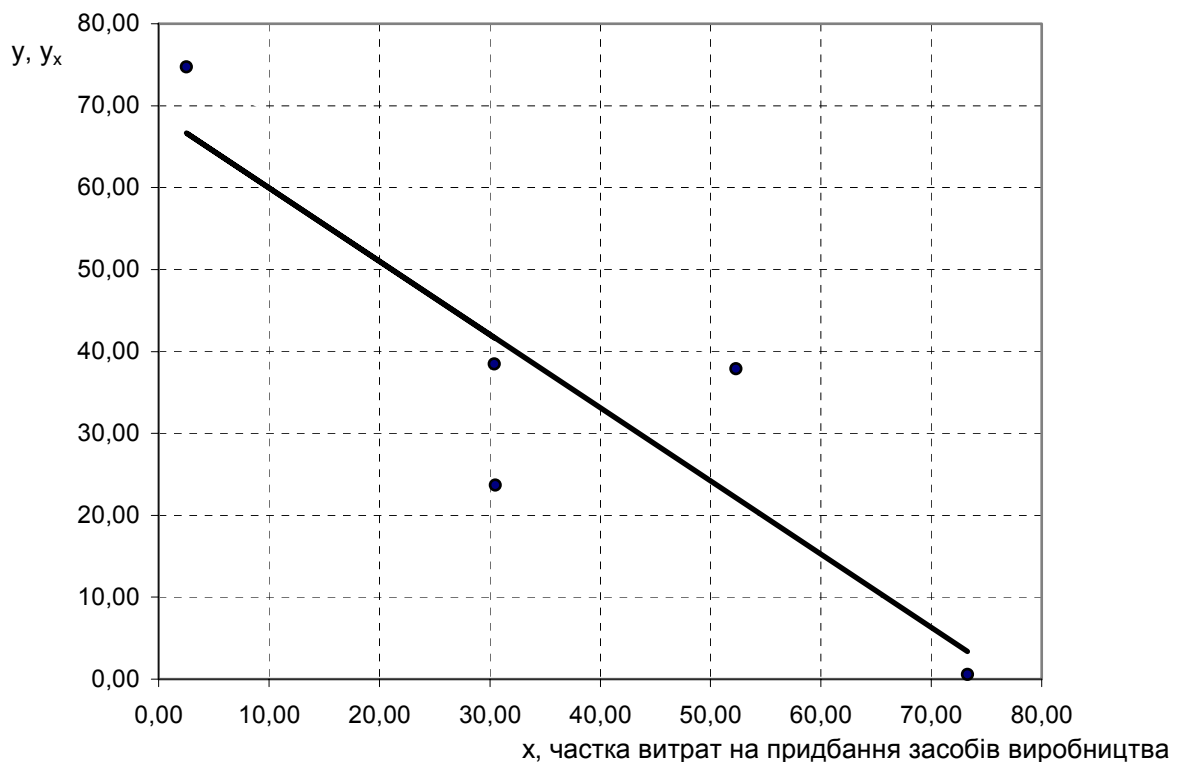


Рис.1.8. Залежність частки витрат на фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт від частки витрат на придбання засобів виробництва.

Обчислення параметрів рівняння регресії та окремих статистичних оцінок здійснено за допомогою комп'ютерної техніки (див. додаток А). Обчислені коефіцієнти регресії відображають у середньому зміну частки витрат на фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт при зміні частки витрат на придбання засобів виробництва на одиницю виміру.

Методами регресивного аналізу побудована модель залежності частки витрат на фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт від величини частки витрат на придбання засобів виробництва (див. табл.1.6). З отриманого рівняння зв'язку видно, що зі збільшенням частки витрат на придбання засобів виробництва на 1% частка інноваційних витрат на фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт зменшиться на 0,89%.

Таблиця 1.6

Показники кореляційної залежності частки витрат на фінансування НДДКР від величини частки витрат на придбання засобів виробництва

Рівняння зв'язку	$Y_x = 68,86 - 0,89 x$
Середня помилка коефіцієнта регресії	0,58
Гранична помилка коефіцієнта регресії	1,16
Довірчі межі коефіцієнта регресії	- 1,47 < b < -0,31
Лінійний коефіцієнт кореляції	0,8
Індекс кореляції	0,88
Коефіцієнт детермінації	0,78
Фактичне значення F - критерію	17,73
Критичне значення F - критерію	10,1

Аналіз моделі показав, що вона надійна і її можна використовувати для прогнозування частки інноваційних витрат на фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт залежно від частки витрат на придбання засобів виробництва.

Надійність моделі підтверджується і F-критерієм Фішера. Розрахований F-критерій, фактичне значення якого становить 17,73, що перевищує критичне – 10,1 (для рівня істотності 0,05), свідчить про те, що зв'язок між часткою витрат на фінансування виконання науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт і часткою витрат на придбання засобів виробництва має не випадковий, а закономірний характер.

Підвищення ефективності виробництва в умовах кризового стану економіки є однією з найважливіших проблем. Її реалізація, на нашу думку, в значній мірі залежить від рівня інноваційної діяльності підприємств.

У сучасній науці та практиці відпрацьована система показників, характеризують рівень економічної ефективності виробництва. Оцінка економічної ефективності виробництва передбачає врахування впливу окремих чинників і знаходження на цій основі певних резервів її підвищення. Зрозуміло, що для забезпечення оптимізації виробництва при розробці і впровадженні будь-яких інноваційних заходів неможливо обійтись без оцінки їх впливу на показники економічної ефективності діяльності підприємства. У зв'язку з цим виникає необхідність визначення показників ефективності діяльності підприємства. Проблема визначення критеріїв і показників економічної ефективності діяльності підприємств є складною і дискусійною. До показників, котрі в тій чи іншій мірі характеризують ефективність виробництва, належать: прибуток, собівартість, фондівдача, продуктивність праці та інші. Використання кожного дає можливість оцінити ту чи іншу сторону діяльності підприємства. Зміна цих показників дає значні можливості для підвищення ефективності роботи машинобудівних підприємств.

У зв'язку з переходом вітчизняної економіки на ринкові засади господарювання підвищення економічної ефективності діяльності машинобудівних підприємств безпосередньо пов'язують з вирішенням проблем конкурентоспроможності їх продукції, що залежать від реалізації інноваційних процесів. Необхідно зазначити, що конкурентоспроможність продукції – поняття складне та відносне, бо остання може бути визначена лише шляхом порівняння між собою аналогічних товарів. Такий висновок можна зробити, розглядаючи підходи практичного визначення конкурентоспроможності продукції, які базуються насамперед на порівняльному аналізі її споживчих властивостей. Стає очевидним те, що в міру збільшення корисності певної продукції будуть зміщуватися і пріоритети споживача, який у своєму виборі прагнучиме до максимального задоволення своїх потреб. Оцінка конкурентоспроможності продукції

базується на врахуванні таких техніко-економічних показників, як якість і ціна споживання. Остання включає собівартість, витрати на транспортування і постгарантійний сервіс, тобто експлуатаційні витрати.

Згідно з нашими міркуваннями при розгляді критеріїв оцінки конкурентоспроможності слід погодитися з думкою тих зарубіжних і вітчизняних вчених, які пов'язують її з прибутковістю [45]. Якщо продукція є конкурентоспроможною, то її виробництво приводить до зростання отриманого прибутку, а значить, до підвищення ефективності виробництва. Відповідно до цього виправданим є використання рентабельності виробництва як узагальнюючого показника економічної ефективності господарської діяльності, оскільки саме прибуток лежить в основі її розрахунку.

Нині значний вплив на забезпечення підвищення рентабельності виробництва мають інноваційні чинники. Про значний вплив інноваційної діяльності на ефективність виробництва свідчать і фактичні дані роботи машинобудівних підприємств Західного регіону України, що видно з табл. 1.7.

Таблиця 1.7

Вплив інновацій на економічні показники виробництва машинобудівних підприємств Західного регіону України у 2000 р., %*

Показники	Частка підприємств в областях		
	Львівській	Тернопільській	Івано-Франківській
Приріст обсягів виробництва	37	57	45
Підвищення конкурентоспроможності продукції	48	57	94
Заміна застарілої продукції	34	57	67
Зниження матеріаломісткості	24	29	36
Зниження енергомісткості	32	43	21
Зниження витрат на оплату праці	13	14	9
Розширення внутрішнього ринку	52	57	48
Розширення зовнішнього ринку	47	57	21
Охорона навколишнього середовища	29	29	12

* Таблиця складена на основі даних облстатуправлінь Львівської, Тернопільської та Івано-Франківської областей.

У таблиці подано основні економічні показники виробництва, що змінилися у позитивну сторону в результаті впровадження технічних інновацій. Наведені в таблиці економічні показники свідчать про вагомий вплив інновацій на підвищення ефективності виробництва машинобудівних підприємств регіону.

Як видно з таблиці, у значній кількості обстежених машинобудівних підприємств регіону інновації вплинули на підвищення конкурентоспроможності продукції. Зберігається дана закономірність щодо областей. В Івано-Франківській області частка таких підприємств є найвищою у регіоні. У більшій половині підприємств Львівської і Тернопільської областей інновації стали причиною виявлення нових сегментів ринку і необхідної заміни застарілої продукції. Значним є вплив інноваційних процесів на збільшення обсягів виробництва продукції, на що вказує значна частка обстежених машинобудівних підприємств регіону.

Оскільки значна частка продукції більшості машинобудівних підприємств регіону експортується в країни близького і далекого зарубіжжя, то відчутним є вплив інновацій на розширення зовнішнього ринку.

В умовах загострення екологічних проблем дуже суттєвим є вплив інноваційної діяльності на охорону навколишнього середовища. На існування цього впливу вказали 29% підприємств Львівської і Тернопільської областей, що дає змогу поставити інноваційну діяльність підприємств у розряд найперспективніших і найнеобхідніших для попередження виникнення екологічних катастроф.

Зниження конкурентоспроможності вітчизняної продукції машинобудування зумовлене надмірними витратами матеріальних та енергетичних ресурсів. Так, помітним є зростання енергомісткості ВВП, що порівняно з 1990 р. у 1995 р. зросла на 34,8%, у 1996 – на 42,8%, у 1997 р. – на 47,1% [85, 18] . Тому можна стверджувати, що в Україні назріла потреба стимулювання використання підприємствами новітніх розробок у цій галузі. Не менш важливе значення має вплив інновацій на зниження матеріало- і енергомісткості та зниження частки витрат на оплату праці.

Оскільки виробництво вітчизняної продукції характеризується високими порівняно з світовими витратами даних ресурсів, що автоматично спричинює високу собівартість і ціну продукції, то значення інновацій у вирішенні даних проблем є більш ніж очевидним. Крім того, це забезпечує раціональне використання усіх видів ресурсів виробництва, враховуючи їх обмеженість. При цьому слід пам'ятати, що оптимум буде досягтися за умов рівності зваженої граничної продуктивності всіх використовуваних ресурсів. Отже, впровадження інновацій у значній мірі зумовлює вирішення суспільних проблем ресурсозбереження.

Інноваційний потенціал підприємства забезпечує проведення наукових досліджень, експериментальних розробок і на цій основі – впровадження технічних, організаційних і соціально-економічних нововведень, впливаючи таким чином на можливості розвитку підприємства в умовах постійно зростаючої конкурентної боротьби.

Показниками, що визначають інноваційний потенціал підприємства, є коефіцієнт наукомісткості та коефіцієнт оновлення продукції. Для обґрунтування правильності цієї думки проведемо групування двадцяти машинобудівних підприємств регіону залежно від рентабельності виробництва та коефіцієнтів наукомісткості й оновлення продукції.

Важливим показником є коефіцієнт наукомісткості виробництва, що характеризує ефективність інноваційної діяльності, а саме можливості підприємства щодо проведення науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт. Його розрахунок буде описано нижче в п. 2.1.

У результаті проведеного групування видно (див. табл. 1.8), що зі збільшенням коефіцієнтів наукомісткості виробництва й оновлення продукції рентабельність виробництва зростає. Співвідношення між максимальним і мінімальним значенням рентабельності при зміні коефіцієнта наукомісткості виробництва від максимуму до мінімуму становить 4,1 раза, а при аналогічній зміні коефіцієнта оновлення продукції – 5 разів. Чітка залежність рентабельності виробництва від коефіцієнта наукомісткості простежується і в розрізі областей.

Таблиця 1.8

**Залежність рентабельності виробництва машинобудівних підприємств
Львівської, Тернопільської та Івано-Франківської областей від
коефіцієнта наукомісткості за 2000 р.***

Області	Показник	Величина коефіцієнта наукомісткості				
		до 0,1	0,11 – 0,25	вище 0,25	Разом	Середня рентабельність
Львівська	Кількість підприємств у % до підсумку	-	36	64	100	-
	Рентабельність виробництва, %	-	7,50	38,23	-	27,16
Тернопільська	Кількість підприємств у % до підсумку	50	50	-	100	-
	Рентабельність виробництва, %	1,39	7,88	-	-	4,63
Івано-Франківська	Кількість підприємств у % до підсумку	-	60	40	100	-
	Рентабельність виробництва, %	-	13,38	44,58	-	25,86
Регіон	Кількість підприємств у % до підсумку	10	45	45	100	-
	Рентабельність виробництва, %	1,39	8,87	39,62	-	21,95

*Таблиця складена на основі даних облстатуправлінь Львівської, Тернопільської та Івано-Франківської областей.

Як видно з табл. 1.8, лише в Тернопільській області питома вага машинобудівних підприємств де коефіцієнт наукомісткості знаходиться в межах до 0,1, становить значну величину – 50%, що спричинює найнижчу ефективність виробництва, адже ці підприємства працюють з низьким рівнем рентабельності – в середньому лише 1,39%. З коефіцієнтом наукомісткості від 0,11 до 0,25 працює 50% підприємств області, а рівень рентабельності в них (7,88) більш ніж у 5 разів перевищує рівень рентабельності підприємств попередньої групи. Слід зазначити, що тільки в Тернопільській області немає таких підприємств, де б коефіцієнт наукомісткості був більшим за 0,25, що, на нашу думку, і зумовлює найнижчу рентабельність виробництва в цій області.

Розглядаючи залежність рівня рентабельності виробництва машинобудівних підприємств від величини коефіцієнта його наукомісткості в Івано-Франківській області, бачимо, що питома вага кількості підприємств, де коефіцієнт наукомісткості перебуває у межах до 0,25, у 1,2 раза вища порівняно з Тернопільською областю. Крім того, тут з'являється значна частка підприємств з коефіцієнтом наукомісткості більшим за 0,25, рівень рентабельності яких у 3,3 раза вищий, ніж у підприємств попередньої групи, і становить 44,58%. А це приводить до зростання рентабельності виробництва.

Залежність рівня рентабельності виробництва від коефіцієнта наукомісткості підтверджується і практикою господарювання машинобудівних підприємств Львівської області. Так, при коефіцієнті від 0,11 до 0,25 вона становить 7,5%, а зі збільшенням коефіцієнта наукомісткості вище від 0,25 рентабельність виробництва тут зростає у 5,1 раза і становить вже 38,23%.

Зберігається дана залежність і при зіставленні середніх значень рентабельності. Скажімо, у Тернопільській області середня рентабельність виробництва є найнижчою і в 4,7 раза менша від аналогічного показника по регіону. В Івано-Франківській області перевищення середнього показника рентабельності становить 1,18 раза, а у Львівській – рентабельність виробництва у 1,23 раза вища від відповідного показника

по регіону. Зіставлення коефіцієнта наукомісткості та рентабельності виробництва, а також дослідження характеру зв'язку між ними свідчать, що цей зв'язок можна виразити кількісно, застосувавши кореляційний метод.

З проведеного аналізу видно, що дана залежність є лінійною, а тому її можна кількісно виразити рівнянням прямої:

$$Y_x = a + bx, \quad (1.2)$$

де Y_x – середня величина рентабельності виробництва; x – коефіцієнт наукомісткості; b – коефіцієнт регресії, що відображає зміну рентабельності в результаті зміни величини коефіцієнта наукомісткості.

Для визначення правильності типу вибраного рівняння регресії і характеристики щільності кореляційного зв'язку розрахуємо кореляційне співвідношення, індекс кореляції і лінійний коефіцієнт кореляції (див. додаток Б).

При використанні кореляційно-регресивного аналізу кореляційне співвідношення аналогічне коефіцієнту детермінації [171, 89], який у нашому випадку $R^2 = 0,51$. Отже, в обстеженій сукупності машинобудівних підприємств більше 50% варіації рентабельності виробництва пояснюється різними рівнями коефіцієнтів наукомісткості, тобто є залежність між даними показниками.

Для визначення щільності та напрямку зв'язку при лінійній залежності розраховують лінійний коефіцієнт кореляції. Оскільки різниця між індексом кореляції і лінійним коефіцієнтом не перевищує 0,1, то гіпотезу про прямолінійну форму кореляційної залежності можна вважати підтвердженою.

Прямолінійну форму кореляційної залежності підтверджують графічно подані на рис. 1.9 емпіричні лінії регресії.

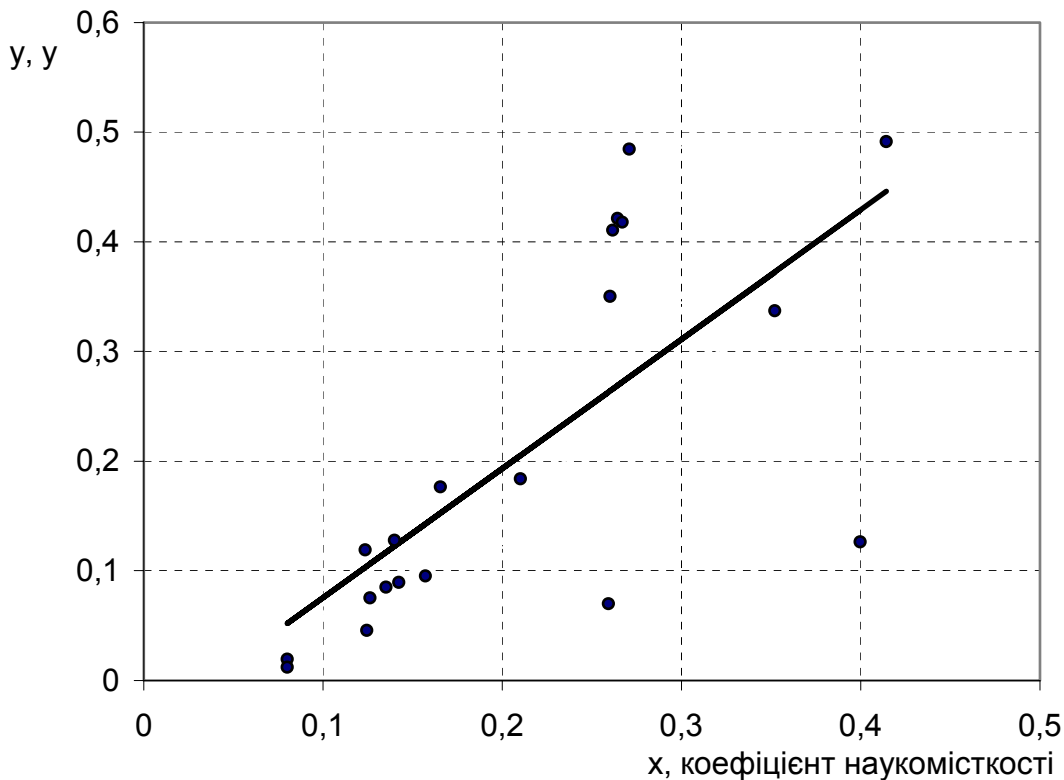


Рис. 1.9. Залежність рентабельності виробництва машинобудівних підприємств Західного регіону України від коефіцієнта наукомісткості за 2000 р.

За методами регресивного аналізу побудовано модель залежності рентабельності виробництва від величини коефіцієнта наукомісткості, яка для Західного регіону України має такий вигляд:

$$Y_x = - 0,04 + 1,18 x. \quad (1.3)$$

Отже, при збільшенні коефіцієнта наукомісткості на 0,1 рентабельність виробництва зростає в середньому на 1,18.

Аналіз моделі показав, що вона надійна, це підтверджує F - критерій Фішера, тобто фактичне його значення становить 18,73 при критичному 4,41 при 95% рівні значимості (див. табл.1.9).

Обчислений коефіцієнт еластичності свідчить, що при збільшенні коефіцієнта наукомісткості на 1% від його середнього значення рентабельність підвищиться на 1,15%.

Показники кореляційної залежності рентабельності виробництва машинобудівних підприємств Західного регіону України від величини коефіцієнта наукомісткості за 2000 р.

Рівняння зв'язку	$Y_x = - 0,04 + 1,18 x$
Середня помилка коефіцієнта регресії	0,278
Гранична помилка коефіцієнта регресії	0,6
Довірчі межі коефіцієнта регресії	$0,58 < b < 1,78$
Лінійний коефіцієнт кореляції	0,66
Індекс кореляції	0,71
Коефіцієнт детермінації	0,51
Фактичне значення F - критерію	18,73
Критичне значення F - критерію	4,41

З отриманих рівнянь видно, що приріст коефіцієнта наукомісткості веде до зростання рівня рентабельності виробництва. Враховуючи, що гранична помилка коефіцієнта регресії становить 0,6, то зростання коефіцієнта наукомісткості на 10% зумовить підвищення рентабельності виробництва не менш як у 1,6 раза і не більше як у 2,8 раза.

Отже, отримані показники залежності можуть бути використані для виявлення резервів підвищення ефективності виробництва за рахунок зростання коефіцієнта наукомісткості, який нині є дещо низьким на більшості вітчизняних машинобудівних підприємств.

В умовах переходу до ринкового способу господарювання, коли доволі помітним є випуск неконкурентоспроможної, застарілої продукції, виникає потреба в її оновленні. Саме цей захід забезпечить підприємству можливості боротьби з різким спадом обсягів виробництва продукції, яка не має попиту. У зв'язку з цим виникає потреба в оновленні номенклатури та асортименту продукції підприємства відповідно до вимог споживачів. В міру оновлення продукції зростатиме й ефективність виробництва, оскільки оновлена продукція матиме попит у споживачів, а значить, дасть

зможу отримувати більші прибутки, що відповідно зумовить підвищення рентабельності виробництва.

Поглиблення кризових явищ у науково-технічній сфері приводить до подальшого відставання у галузі оновлення продукції і в першу чергу підприємствами машинобудування. Так, у 1998 р. порівняно з 1997 р. у 2,1 раза знизилася кількість створених зразків нових типів машин, устаткування на машинобудівних підприємствах регіону. При цьому слід вказати, що зниження темпів даної діяльності було в усіх трьох областях. У Львівській області зниження даного показника відбулося у 2,3 раза, що було найвищим серед областей. В Івано-Франківській області дане зниження становило 1,8 раза і найнижчим воно було у Тернопільській області – 1,5 раза. Дещо поліпшилася ситуація у 1999 р., коли в регіоні відбулося зростання кількості створених зразків нових типів машин, устаткування, апаратів, приладів та засобів автоматизації у 1,3 раза, але ці позитивні зміни не вдалося утримати у 2000 р., що спричинило зниження темпів оновлення продукції майже у 2 рази. Необхідно зазначити, що ці негативні зміни відбулися у двох областях, зокрема у Львівській – зниження у 2,3 раза, в Івано-Франківській – у 1,3 раза, у Тернопільській змін не було (див. табл. 1.10).

Негативний вплив зменшення кількості створених зразків нових видів техніки в регіоні (у 2 рази) доповнюється аналогічним зростанням кількості знятих з виробництва її застарілих конструкцій. При цьому слід зазначити, що у Львівській області, починаючи з 1998 р. кількість знятих з виробництва застарілих видів техніки зменшилася у 6 разів при зростанні лише у 1,8 раза кількості впроваджених. У 1999 – 2000 рр. тут відбулося лише впровадження нової техніки. Дещо аналогічною виглядає ситуація в Івано-Франківській області, де протягом цього часу відбулося зменшення кількості створених видів нової техніки майже у 1,3 раза при повній відсутності зняття застарілих їх видів. У найскладнішому становищі Тернопільська область, де практично зупинений процес створення зразків нових типів машин, устаткування, апаратів, приладів та засобів автоматизації доповнюється зростанням кількості знятих з виробництва їх застарілих конструкцій.

**Динаміка оновлення продукції машинобудівних підприємств регіону
у 1998 – 2000 рр.***

Області	Роки	Напрямки діяльності, кількість найменувань		
		Створено зразки нових типів машин, апаратів, обладнання, приладів і засобів автоматизації	Знято з виробництва застарілі конструкції машин, апаратів, обладнання, приладів і засобів автоматизації	Освоєно вперше в Україні нові види промислової продукції
Львівська	1995	32	18	38
	1996	20	2	29
	1997	18	-	27
	1998	8	12	21
	1999	14	2	10
	2000	6	-	38
Тернопільська	1995	1	-	19
	1996	-	-	11
	1997	3	-	28
	1998	2	-	18
	1999	-	5	24
	2000	-	16	18
Івано-Франківська	1995	4	2	15
	1996	7	1	7
	1997	7	1	8
	1998	4	-	8
	1999	4	1	7
	2000	3	-	2
Регіон	1995	37	20	72
	1996	28	3	47
	1997	30	1	43
	1998	14	17	57
	1999	18	8	41
	2000	9	16	58

*Таблиця складена на основі даних облстатуправлінь Львівської, Тернопільської та Івано-Франківської областей.

Отже, можна стверджувати про появу негативної тенденції у сфері створення зразків нових видів техніки, що не забезпечує підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції.

Значне зростання у 1997 і 1999 рр. кількості створених зразків нових типів машин, устаткування, апаратів, приладів і засобів автоматизації дало змогу у наступних роках зняти значну кількість їх застарілих конструкцій, яка у 2000 р. порівняно з попереднім зросла у регіоні майже у 2 рази, хоча так і не вдалося досягти рівня 1995 р. Щодо областей, то ці зміни мають такий вигляд: у Тернопільській відбулося зростання у 3,2 рази, в Івано-Франківській це дало змогу у 1999 р. відновити зняття з виробництва машин застарілих конструкцій. Більш-менш стабільною залишається динаміка кількості освоєних вперше в Україні нових видів промислової продукції (див. табл.1.10). Поява даної тенденції негативно вплинула на оновлення продукції машинобудування. Чого і слід було чекати.

Доволі негативним моментом в оновленні продукції машинобудування є зниження частки продукції, освоєної вперше в Україні та освоєної за останні три роки, що, на нашу думку, не дає можливості підвищувати конкурентоспроможність вітчизняної продукції як на зовнішньому, так і на внутрішньому ринку (див. рис. 1.10).

Так, протягом 1995 – 2000 рр. найбільш помітним є зниження даних показників в Івано-Франківській області, де у 2000 р. припинилося постачання продукції на експорт. Дещо нижчим є темпи цієї негативної тенденції у Львівській області. Частка продукції, освоєної вперше в Україні, перевищує аналогічний показник у Тернопільській та Івано-Франківській областях відповідно у 3,3 рази і 6,1 рази. Частка продукції освоєної вперше в Україні за останні три роки, є найвищою у Львівській області. Цей показник тут перевищує аналогічний у 1,4 рази в Івано-Франківській і – у 1,6 рази в Тернопільській областях.

Ступінь оновлення продукції на машинобудівних підприємствах можна кількісно виразити показником, який називають коефіцієнтом оновлення продукції. Методика визначення даного коефіцієнта буде наведена в п. 2.1.

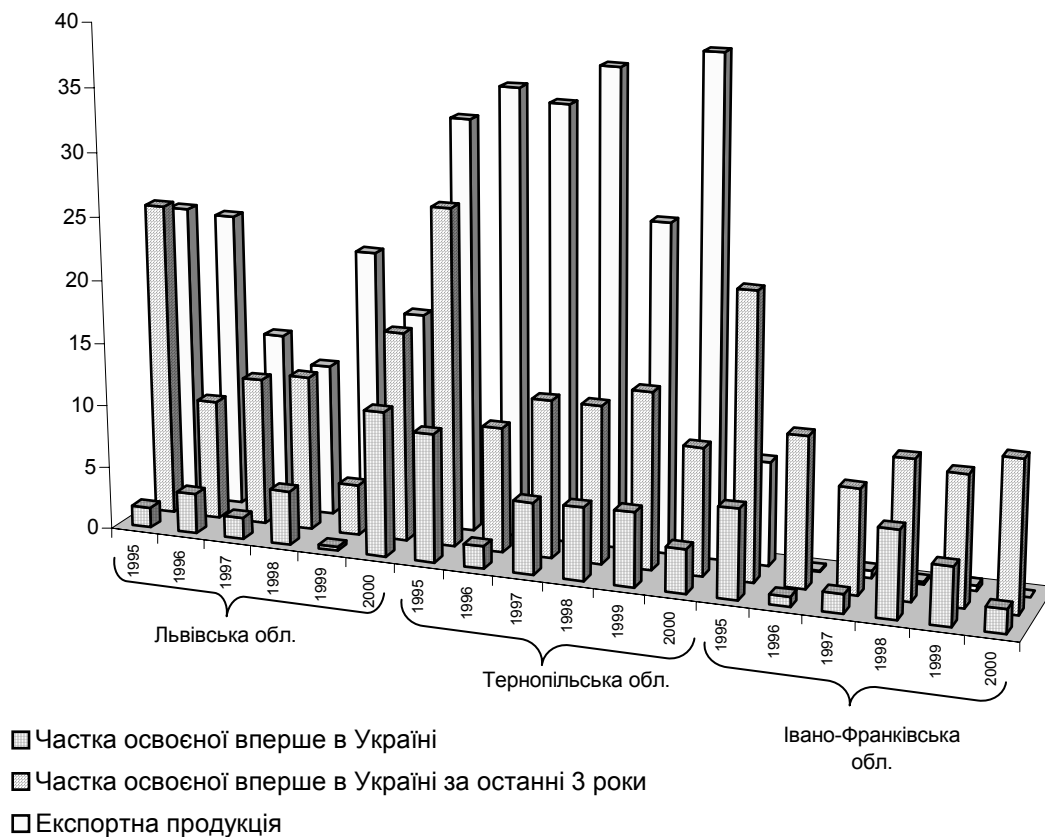


Рис. 1.10. Динаміка питомої ваги оновленої продукції підприємств машинобудування Львівської, Тернопільської та Івано-Франківської областей за 1995 – 2000 рр.

Отже, між коефіцієнтом оновлення продукції і рентабельністю виробництва є закономірна залежність. Відповідно до підвищення коефіцієнта оновлення продукції зростає і рівень рентабельності виробництва (див. табл. 1.11).

Як видно з даної таблиці, у Тернопільській області значною (50%) є частка машинобудівних підприємств з коефіцієнтом оновлення продукції до 0,1, котрі працюють з дуже низьким рівнем рентабельності – 1,39%, що у 8,6 раза нижче за середній показник по регіону.

Дещо нижчою є питома вага аналогічних підприємств в Івано-Франківській області. Рівень рентабельності виробництва для підприємств з коефіцієнтом оновлення до 0,25 у 2,5 раза перевищує аналогічний показник з коефіцієнтом оновлення до 0,1. При збільшенні коефіцієнта оновлення понад 0,25 перевищення становить 1,4 раза.

**Залежність рентабельності виробництва машинобудівних підприємств
Західного регіону України від величини коефіцієнта оновлення
продукції за 2000 р.***

Області	Показники	Величина коефіцієнта оновлення продукції				
		до 0,1	0,11 – 0,25	вище 0,25	Разом	Середня рентабельність
Львівська	Кількість підприємств у % до підсумку	9	27	64	100	-
	Рентабельність виробництва, %	1,9	10,16	38,23	-	27,16
Тернопільська	Кількість підприємств у % до підсумку	50	25	25	100	-
	Рентабельність виробництва, %	1,39	7,55	8,97	-	4,63
Івано-Франківська	Кількість підприємств у % до підсумку	40	40	20	100	-
	Рентабельність виробництва, %	14,21	35,55	48,46	-	25,86
Регіон	Кількість підприємств у % до підсумку	25	30	45	100	-
	Рентабельність виробництва, %	11,92	13,79	34,7	-	21,95

*Таблиця складена на основі даних облстатуправлінь Львівської, Тернопільської та Івано-Франківської областей.

Значно швидшими темпами йде оновлення продукції машинобудівних підприємств у Львівській області, де частка підприємств з коефіцієнтом оновлення продукції до 0,1 становить лише 9%, а частка машинобудівних підприємств з коефіцієнтом понад 0,25 у 2,4 рази перевищує частку з коефіцієнтом оновлення до 0,25. Вищим у 3,8 рази є і середній рівень рентабельності виробництва для підприємств цієї групи порівняно з попередньою.

В цілому по регіону частка підприємств з коефіцієнтом оновлення у межах вище від 0,25 становить 45% від обстежених машинобудівних підприємств, а середній рівень їх рентабельності у 2,5 рази перевищує рівень попередньої групи. Якщо коефіцієнт оновлення продукції до 0,25, то рівень рентабельності лише у 1,2 рази перевищує аналогічний показник при коефіцієнті оновлення до 0,1. Отже, вплив коефіцієнта оновлення продукції на рівень рентабельності виробництва не викликає сумнівів. Для того, щоб виразити цю закономірність у кількісній формі, необхідно скористатися кореляційними методами. Це дасть змогу не лише встановити зв'язок між досліджуваними ознаками, а й виразити його у вигляді рівняння регресії. Проведений аналіз даних переконує в існуванні між ними залежності, а дослідження характеру зв'язку між ними свідчить, що його можна виразити кількісно, застосувавши кореляційний метод – рівняння прямої:

$$Y_x = a + bx, \quad (1.4)$$

де, Y_x – середня величина рентабельності (при заданих значеннях x);
 x – коефіцієнт оновлення продукції; a, b – параметри рівняння.

Обчислені коефіцієнти детермінації виражають ступінь загальної варіації рентабельності виробництва, зумовленої зміною коефіцієнта оновлення продукції. Так, на досліджуваних машинобудівних підприємствах регіону більше 50% від загальної варіації рентабельності виробництва зумовлено зміною рівня оновлення продукції.

Для визначення щільності та напрямку цього зв'язку і правильності типу вибраного рівняння регресії розрахуємо лінійний коефіцієнт кореляції, який у нашому випадку дорівнює 0,71 (див. табл. 1.12).

Таблиця 1.12

Показники кореляційної залежності рентабельності виробництва машинобудівних підприємств Західного регіону України від величини коефіцієнта оновлення продукції за 2000 р.

Рівняння зв'язку	$Y_x = - 0,06 + 1,23 x$
Середня помилка коефіцієнта регресії	0,4
Гранична помилка коефіцієнта регресії	0,8
Довірчі межі коефіцієнта регресії	$0,57 \leq b \leq 2,03$
Лінійний коефіцієнт кореляції	0,71
Індекс кореляції	0,713
Коефіцієнт детермінації	0,51
Фактичне значення F - критерію	18,73
Критичне значення F - критерію	4,41

Оскільки різниця між індексом кореляції і лінійним коефіцієнтом не перевищує 0,1, то гіпотезу про прямолінійну форму кореляційної залежності можна вважати підтвердженою. Графічним підтвердженням цього є отримані емпіричні лінії регресії (див. рис. 1.11).

Методами регресивного аналізу було побудовано модель цієї залежності, що має такий вигляд:

$$Y_x = - 0,06 + 1,23 x, \quad (1.5)$$

Аналізуючи одержане рівняння зв'язку, можна дійти висновку, що приріст коефіцієнта оновлення продукції на 0,1 приводить до збільшення рентабельності виробництва на 1,23. Зважаючи на граничну помилку коефіцієнта регресії (див. табл. 1.12), можна стверджувати, що даний приріст коливатиметься у межах не менш як у 1,57 раза і не більше, як у 3 рази.

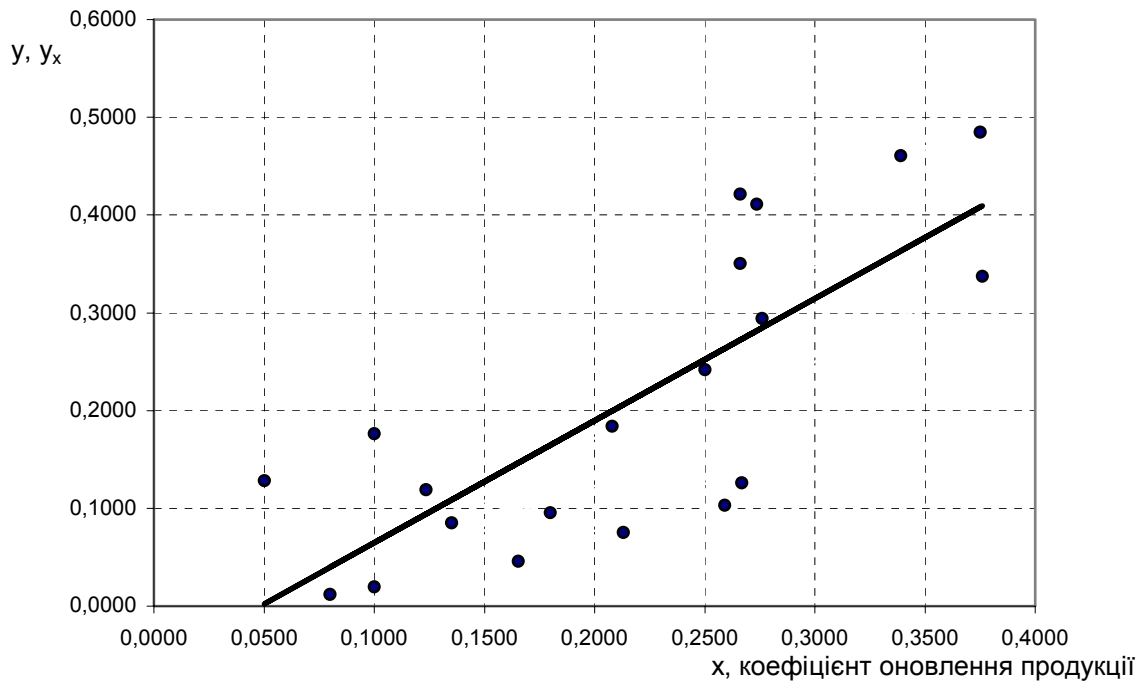


Рис. 1.11. Залежність рентабельності виробництва машинобудівних підприємств від коефіцієнта оновлення продукції у 2000 р.

На основі отриманого рівняння зв'язку можна екстраполювати відповідне підвищення ефективності виробництва досліджуваних машинобудівних підприємств регіону за рахунок зростання коефіцієнта оновлення продукції.

Розраховані коефіцієнти еластичності показують, що при збільшенні коефіцієнта оновлення продукції на 1% від середнього рівня рівень рентабельності виробництва підвищується на 0,8%.

1.3. Напрямки подальшої активізації інноваційної діяльності промислових підприємств

Успіхи ринкових перетворень в Україні неможливі без поживлення виробничо-господарської діяльності підприємств, що, в свою чергу, вимагає безперервного оновлення основних фондів базових підприємств шляхом розвитку цілого ряду нових підприємств машино- і приладобудування, електронної та радіотехнічної промисловості. Саме ці галузі, на наш погляд, найбільшою мірою визначають технічний прогрес, а отже, забезпечують переведення підприємств як базових, так і всіх інших галузей на нові технології. Зауважимо, що майже всі промислові підприємства працюють сьогодні на застарілому обладнанні. Рівень зношення основних виробничих фондів у промисловості регіону за останні п'ять років, починаючи з 1995 р., зріс з 46% до 54%, а в машинобудуванні – з 48% до 57%. При цьому зношення машин і устаткування у промисловості збільшилося з 55,8% до 68,7%, а в машинобудуванні – з 58,2% до 71,4%. Все це стверджує поглиблення технологічного розриву між вітчизняним виробництвом і виробництвом розвинутих країн світу. Ось чому сьогодні особливо важливим є вибір раціональних шляхів активізації інноваційної діяльності машинобудівних підприємств як в країні, так і в регіоні. Як показує світовий досвід, можливості оновлення виробничого потенціалу та продукції підприємств у перспективі залежать від сьогоднішнього здійснення наукових досліджень і проектно-конструкторських розробок та швидкого впровадження нововведень у виробництво.

У процесі розробки та комерціалізації інновацій, залежно від їх складності та масштабів, може брати участь значна кількість різних за розміром підприємств та інших установ ринкової інфраструктури. Це приводить до виникнення специфічних відносин на ринку інновацій. Складність інноваційних відносин у тому, що вони охоплюють, крім

процесів розробки і освоєння випуску нової продукції, ще й процеси переміщення технологій, ноу-хау, гудвілів, управлінського досвіду, виробничих зв'язків, здатних приносити фірмі додаткові прибутки шляхом підвищення її конкурентоспроможності, тобто процеси, котрі важко піддаються прогнозуванню. Дана ситуація поглиблюється наявністю ряду специфічних для інноваційного процесу ознак. Зокрема цей процес часто характеризується не збіганням у часі появи й об'єктивної необхідності в нововведенні. Так, проведені зарубіжними вченими дослідження свідчать, що розрив у часі між появою нового відкриття, джерелом якого є нові знання, і його розробкою до рівня прикладної технології та освоєння ринком становить 20 – 25 років [112, 23]. Поряд з тим, 50 – 60% усіх дослідно-конструкторських розробок ніколи не втілюють у нову продукцію, що реалізується, а 30% нововведень протягом короткого періоду часу перестають бути прибутковими. Крім того, за оцінками американських вчених, частка витрат на науково-дослідні і дослідно-конструкторські розробки, що припадає на невдалі нововведення, сягає 50% [112, 45]. Йдеться про високу міру економічного ризику в інноваційній діяльності. Однак віддача від інших 50% витрат (на вдалі нововведення) є настільки високою, що вона багатократно (в тисячу, а то й більше разів) перекриває сукупні витрати на всю інноваційну діяльність. Ось чому, незважаючи на високу ризикованість інвестицій в інноваційну діяльність, провідні країни світу постійно збільшують обсяги вкладень у науку.

Очевидно, що для реалізації інноваційних процесів необхідні значні інвестиційні ресурси. Досвід свідчить, що переконати інвестора, а в майбутньому і споживача можна лише через обґрунтування переваг нововведення перед конкурентами шляхом забезпечення вищої якості (кращих експлуатаційних параметрів) або переваг в ціні. Водночас підвищення якості вимагає і відповідних витрат, інколи навіть значних. Переваги в ціні досягаються шляхом зниження собівартості вдосконаленої продукції. Слід зазначити, що характерною особливістю останніх років є збільшення витрат на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи великих фірм [43, 148].

Звернемо увагу також на те, що обмін даними, які враховують витрати на створення нових виробів, доцільно було б здійснювати за допомогою електронних засобів, що вимагає розвитку сучасних інформаційних комунікацій. Користь від цього більш ніж очевидна. Це дасть змогу розробникам, що спільно працюють над вирішенням певного завдання, швидко обмінюватися інформацією і значно зменшить час на вибір оптимальних технічних рішень, а також, базуючись на прогнозах, здійснювати вибір найефективніших інноваційних проектів. Це, в свою чергу, дасть змогу підвищити швидкість впровадження нововведень шляхом відкидання з їх загальної кількості безперспективних.

Наведене вимагає детального аналізу інноваційних процесів у промисловості, котрий неможливий без розробки їх класифікації і визначення джерел їх фінансування та інформаційного забезпечення.

У динаміці інноваційний процес можна представити рядом стадій й етапів, що відображають трансферт нововведень у матеріальне виробництво: від зародження і проведення фундаментальних досліджень, проектно-конструкторських розробок, створення дослідних зразків, їх випробування у лабораторіях до організації серійного чи масового виробництва новинок та їх реалізації і обслуговування (див. рис.1.12).

Інноваційний процес включає дві стадії: розробку та комерціалізацію. Це пояснюється тим, що інноваційний процес не закінчується появою на ринку новинок, а продовжується і після впровадження, тому що під час дифузії (поширення) нововведення постійно вдосконалюється, що дає змогу розширити ринки його збуту. Починається інноваційний процес з фундаментальних досліджень суто теоретичного характеру, в результаті яких отримують нові наукові знання, що відображаються у наукових відкриттях.

Саме фундаментальне дослідження, в результаті якого відбувається генерація нових ідей, є основою інноваційного процесу. Проте такі дослідження характеризуються високою мірою ризику, адже лише 5% з них дають позитивні результати [57, 7].

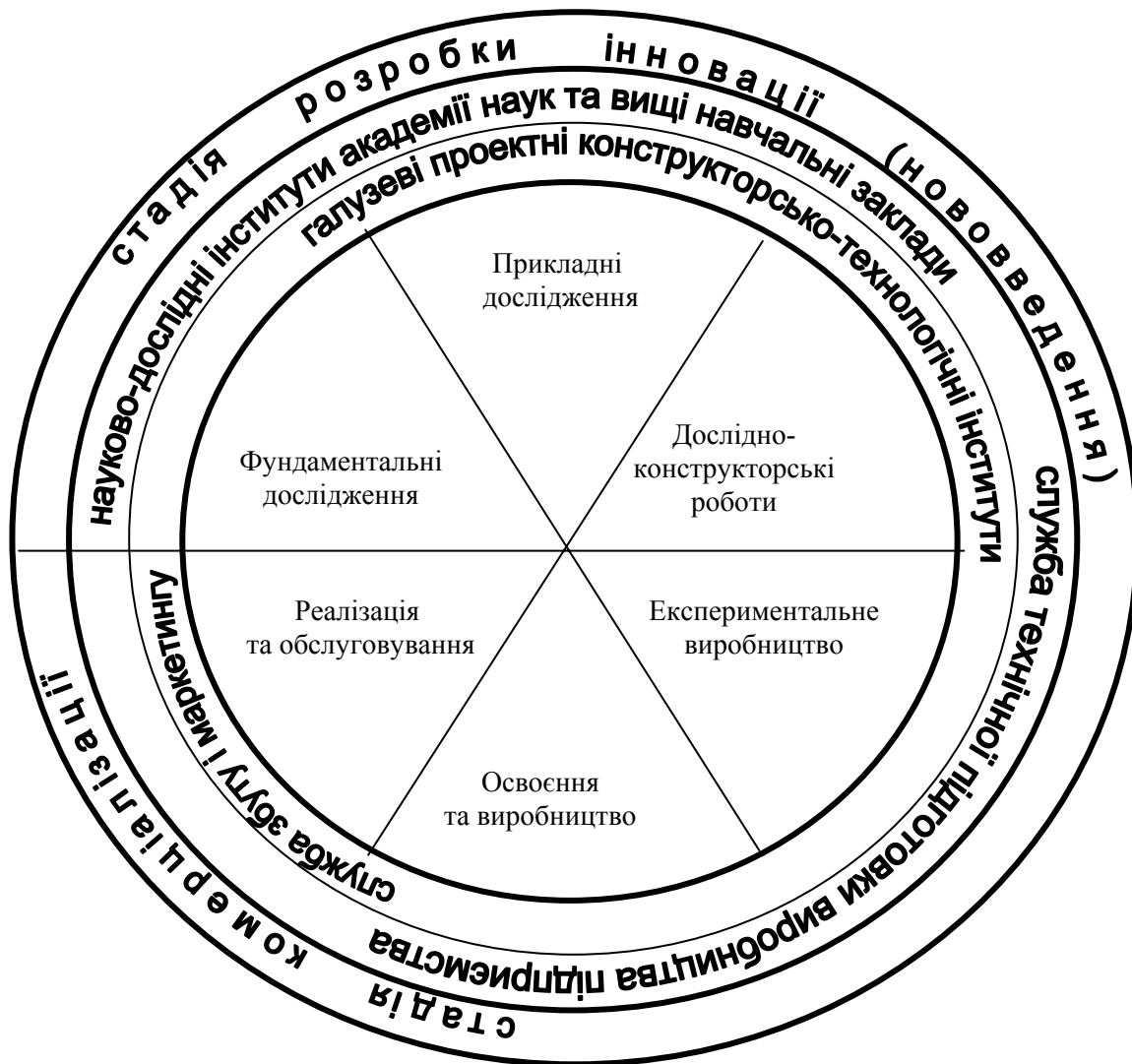


Рис.1.12. Стадії, етапи та виконавці інноваційного процесу.

Враховуючи зазначене, слід зауважити, що в умовах ринкової економіки займатися такого роду дослідженнями можуть лише науково-дослідні інститути Академії наук та вищі навчальні заклади, робота яких фінансується за рахунок коштів Державного бюджету.

На основі отриманих результатів фундаментальних досліджень здійснюють дослідження прикладного характеру. Прикладні дослідження передбачають виконання робіт, пов'язаних з пошуком шляхів практичного застосування наукових відкриттів, результати котрих оформляють як винаходи. Наступним етапом на шляху реалізації інновацій є науково-дослідні розробки. Вони спрямовані на створення певного виду виробів і технологічних процесів, на перевірку принципово нових технічних рішень на експериментальних зразках у лабораторних умовах. Цим видом

діяльності, тобто науково-дослідними розробками прикладного характеру, може займатися галузева наука – галузеві науково-дослідні інститути та проектні конструкторсько-технологічні організації, адже ризик тут значно зменшується, оскільки 85 – 90% цих робіт завершують успішно [57, 9].

Результати прикладних досліджень є основою для наступного етапу інноваційного процесу – інженерних або дослідно-конструкторських розробок. Етап дослідно-конструкторських розробок передбачає доведення результатів науково-дослідних робіт до умов промислового освоєння і включає виконання проектної і робочої документації, дослідну перевірку технічних рішень у галузі техніки, технології та організації виробництва. Слід зазначити, що 95 – 97% цих досліджень закінчуються позитивно [57, 9], тому їх проведенням в умовах ринку може успішно займатися заводська наука – науково-дослідні і проектно-конструкторські сектори на підприємствах. Кінцевим етапом стадії розробки є експериментальне виробництво. На даному етапі передбачається здійснення технічної підготовки виробництва новинок, що веде до появи дослідних зразків і розробки робочої документації.

Надзвичайно важливо не допустити більших, ніж конкуренти, витрат часу на стижах між стадіями і етапами інноваційного процесу, оскільки тут з'являються найбільші труднощі. Чим більша швидкість загального проходження інноваційного циклу, тим вищі темпи оновлення виробництва. За цих умов ефективність виробництва забезпечуватимуть ще й надійність і швидкість перебігу кожної з цих стадій і етапів.

Практика господарювання США, які в 1999 р. були визнані найконкурентоспроможнішою країною світу, підтверджує правильність даного висновку. Вчені-дослідники пояснюють це досягнення їх технологічно-динамічною економікою, зокрема високою здатністю саме до швидкої реалізації нововведень порівняно з іншими розвинутими країнами світу. Надзвичайно важливим моментом в інноваційній діяльності підприємств в умовах ринкової економіки є прискорення якісного виконання кожного з її етапів. У зв'язку з цим етапи дослідно-конструкторських розробок та експериментального виробництва, які

успішно може реалізовувати заводська наука, доцільно передавати венчурним фірмам, ефективність функціонування яких у даний час є вищою. При цьому можна сказати, що "провідниками" інноваційних відносин є комунікації, котрі виникають в умовах невизначеності. Інноваційні комунікації – це система обміну інформацією між великими, середніми і малими (венчурними) підприємствами.

Після етапу освоєння починаються процеси налагодження масового виробництва новинок та їх реалізації, тобто починається стадія комерціалізації. На даних етапах вищою є ефективність функціонування великих підприємств.

При вивченні питань організації інноваційної діяльності у високорозвинених країнах світу доходимо висновку, що значна частка в технологічних нововведеннях належить саме великим підприємствам. Це дає змогу стверджувати, що інноваційний потенціал у країнах з розвинутою ринковою економікою зосереджений на великих підприємствах. Наприклад, частка великих підприємств у загальному обсязі випуску продукції в Японії становить 80%, в Англії – 67%, у Німеччині – 63%, у США та Канаді – 50%, у Франції – 44% [113, 65].

При цьому слід вказати на такі переваги великих підприємств у сфері інновацій:

- потужна і добре оснащена виробничо-технічна база;
- концентрація значних фінансових ресурсів;
- об'єднання вчених і дослідників з різних галузей знань;
- можливість здійснення паралельних розробок нововведень;
- налагоджена система науково-технічної інформації.

Зрозуміло, що для прийняття компетентних рішень в інноваційній діяльності сьогодні необхідно опрацювати значні масиви інформації, адже суспільство перебуває на тому етапі свого розвитку, коли вона є найважливішим товаром. Сьогодні забезпечення високої ефективності інноваційної діяльності в нашому суспільстві – “суспільстві інформатики” – можливе лише на основі володіння достовірною інформацією як про стан внутрішнього середовища, так і про зовнішнє оточення. У

практичному житті цього можна досягти шляхом збору та аналізу науково-технічної інформації. У зв'язку з цим виникає потреба в створенні досконалої системи інноваційно-інформаційного забезпечення. В умовах гострої конкурентної боротьби найістотнішою проблемою, що визначає переваги інноваційних задумів, є те, з яким випередженням стосовно очікуваної реалізації на ринку вони виникають. Це здійснюють шляхом правильного відбору та оцінки можливих джерел інформації (див. рис. 1.13.).

Сьогодні можливості отримання науково-технічної інформації є доволі широкими: від участі у виставках, ярмарках, конференціях, наукових симпозіумах до ознайомлення з монографічними джерелами та статтями в періодичних наукових виданнях та іншими джерелами інформації як, наприклад, інформаційні листки, комп'ютерні журнали, депоновані рукописи тощо. Звичайно, на етапі фундаментальних досліджень найважливішим джерелом для отримання інформації є участь у наукових симпозіумах, на етапі прикладних досліджень важливе значення матиме участь у конференціях.

При переході на такі етапи, як дослідно-конструкторські розробки і експериментальне виробництво, найпоширенішим джерелом отримання інформації є науково-технічна пропаганда. Якщо підприємство при дифузії інновації перебуває на етапі освоєння масового виробництва, то з найбільшою інтенсивністю обмін передовими ідеями, який веде до накопичення новаторського потенціалу, здійснюється шляхом участі в ярмарках і виставках.

Як правило, різні джерела з різним випередженням сигналізують про можливості інновацій, що є важливим при виборі найефективніших способів отримання інформації. Так, на етапі реалізації найдоцільнішим джерелом інформації буде ринковий попит, адже саме врахування вимог споживачів дасть змогу виявити ефективні рішення, що стосуються вдосконалення нововведення. Але слід звернути увагу на те, що в практичному житті ситуація є значно складнішою, адже інноваційний процес буде дуже повільним, якщо інформацію отримувати лише з одного

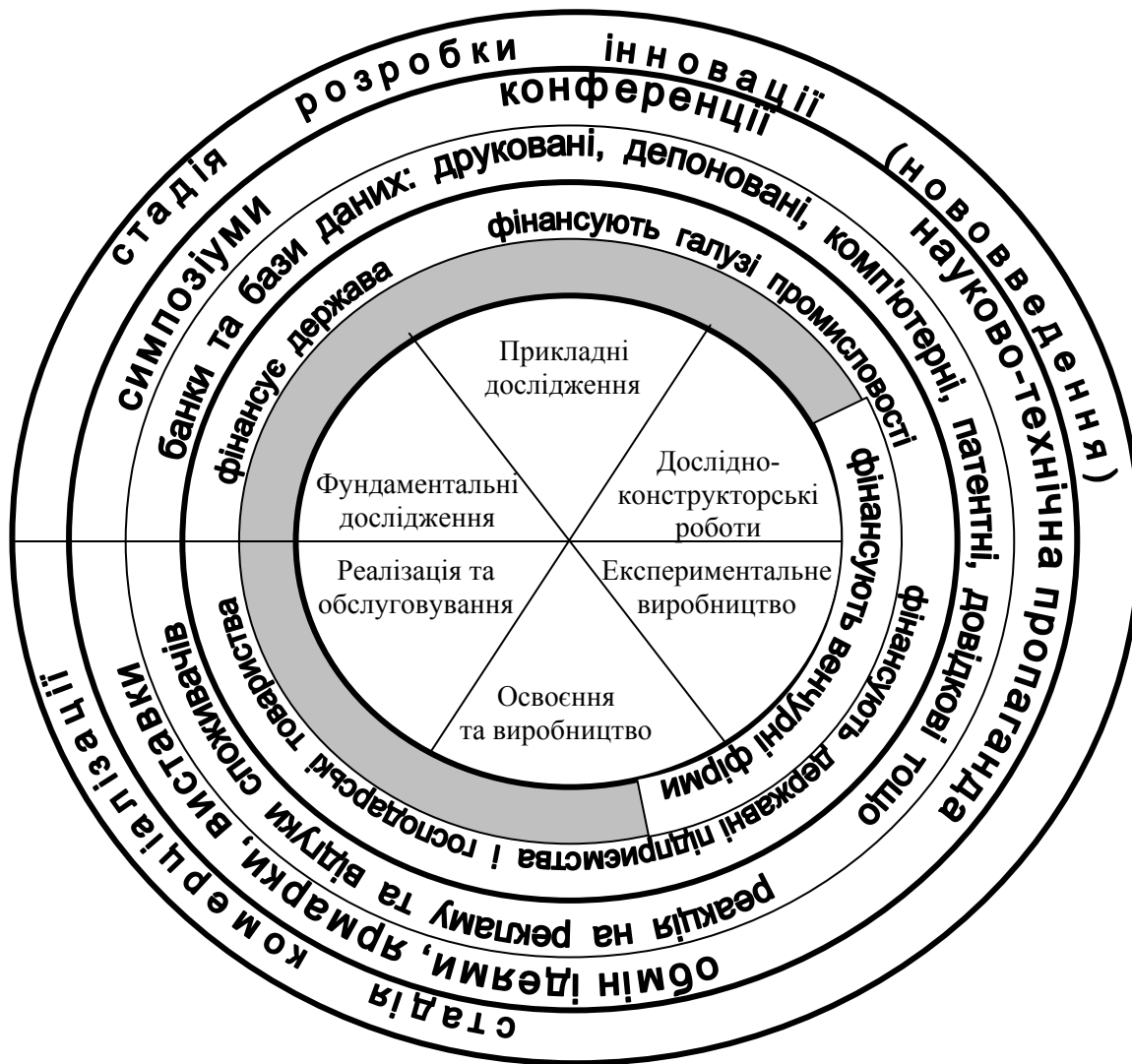


Рис. 1.13. Джерела інформації і фінансування інноваційного процесу.

джерела. Загалом потрібно використовувати всі джерела, поєднуючи їх.

Особливу увагу слід звернути на забезпечення комунікативних контактів та усунення перешкод, що можуть виникнути на будь-якій з ланок інноваційного процесу. Є безліч можливостей “загубити” ідею, але дуже мало – довести її до стадії здійснення, тому особливе значення в інноваційній діяльності підприємств має забезпечення внутрішніх комунікацій. Такий підхід дасть змогу забезпечити широкий спектр володіння інформацією, що має першорядне значення як для окремого підрозділу, так і для підприємства в цілому. Про необхідність саме такого системного підходу свідчить те, що на перших двох етапах згідно з

рішеннями ініціатора “губиться” від 40% до 60% ідей, а етапу реалізації досягають лише 18% від усіх ідей [219].

Водночас слід зауважити, що компетентна оцінка нових задумів може бути забезпечена лише об'єднаними зусиллями фахівців різних галузей знань, які працюють у різних підрозділах: науково-дослідних, проектно-конструкторських бюро, групах маркетингу, виробничих, фінансових, адміністративних та інших відділах.

З метою активізації інноваційної діяльності підприємств виникає необхідність персоналізації повноважень і встановлення відповідальності посадових осіб, а також організації належного інформаційного забезпечення. На підставі аналізу типових функцій і завдань пропонуємо створити на підприємствах інноваційно-інформаційні центри. Структуру і місце такого центру в загальній організаційній структурі управління підприємством подано на рис. 1.14.

Інноваційно-інформаційний центр (ІІЦ) є тим підрозділом, котрий може створити умови для вирощування та безперешкодного проходження ідей через різні інстанції організації. Інноваційні проекти базуються на ідеях, що виникають з різних джерел, зокрема їх генераторами можуть бути: науково-дослідницький персонал, працівники відділу маркетингу, споживачі, а також виробничий персонал – робітники і службовці.

Процес активізації винахідницької і раціоналізаторської діяльності працівників на досліджуваних підприємствах вимагає налагодження роботи групи, яка б займалася патентуванням нововведень. Кожен працівник підприємства повинен бути впевнений у тому, що коли його ідея виявиться перспективною, то будуть вжиті заходи для забезпечення її захисту, особливо в тому випадку, коли ідея є новою і оригінальною. Для забезпечення кращого використання цього внутрішнього резерву активізації інноваційної діяльності пропонуємо створити групу патентознавства, винахідництва та раціоналізації на тих середніх і великих підприємствах, де вона відсутня. Даний підрозділ здійснюватиме роботи, пов'язані з патентним захистом власних винаходів, перевіркою патентної

чистоти розробок і підготовкою патентної інформації. Налагодження роботи з патентного захисту розробок дасть змогу активізувати винахідницько-раціоналізаторську роботу на підприємстві. Не менш важливе значення має налагодження роботи щодо забезпечення патентної чистоти розробок. Для забезпечення високого рівня патентоздатності і патентної чистоти розробок доцільно проводити патентно-інформаційні дослідження, що передбачають пошук, систематизацію та аналіз документації.

Закінчується робота групи патентознавства, винахідництва і раціоналізації створенням патентних фондів. Належне врахування внутрішніх ідей, обов'язкове патентування результатів винаходів і рацпропозицій зекономить багато зусиль у майбутньому. Отже, створення даної групи при інноваційно-інформаційних центрах дасть змогу забезпечити високу конкурентоспроможність розробок шляхом перевірки їх на патентоздатність і патентну чистоту, а також здійснювати їх правовий захист патентами і авторськими свідоцтвами та обґрунтовувати доцільність придбання ліцензій.

Зрозуміло, що тільки прогресивні ідеї інноваційних проектів заслуговують подальшого вивчення, тому при їх розробці важливе місце має економічне обґрунтування підприємницьких задумів. У зв'язку з цим при інноваційно-інформаційних центрах запропоновано створити групу економічних досліджень та аналізу інноваційних проектів. Хоч кожний проект має свої особливості, на фазу відкриття витрачається значно менше часу, ніж на його перевірку та підготовку до впровадження. Загальновідомо, що дослідження на 5% складається з натхнення і 95% – з рутинної роботи. Отож, значна частина роботи з обґрунтування інноваційних проектів має технічний характер.

Найсуттєвішими проблемами активізації інноваційної діяльності на підприємствах є питання її інформаційного забезпечення. Для повного і швидкого володіння інформацією важливе значення має налагодження роботи сучасної електронної бібліотеки, структуроутворюючими елементами якої є банки і бази даних. Банк даних – це найважливіша

складова частина електронної бібліотеки, що є сукупністю програмних, організаційних і технічних засобів, призначених для накопичення і використання систематизованої інформації, сконцентрованої у певному місці. Центральною ланкою банку даних є база даних, інформація якої і використовується для розв'язку різних завдань.

Важливе значення для забезпечення успіху підприємства має і створення групи комп'ютерного та Web-дизайну, а також групи автоматизації проектування та розробки internet-проектів. В Україні поки що використання internet є доволі обмеженим. Так, тільки 55,7% опитаних підприємств використовують його для розміщення реклами на власних Web-сторінках і 50,2% – для e-mail [156, 60].

Інноваційний процес ефективний лише тоді, коли його здійснення передбачає взаємодію різних підрозділів підприємства. Якщо ідея, яка міститься в інноваційному проекті, пройшла економічне обґрунтування, тобто враховані всі запити, що ґрунтуються на спостереженнях маркетологів, то можна вважати, що керівництво підприємства не сумніватиметься у збуті продукції і сміливо починатиме її масове виробництво.

Отже, створення на підприємствах інноваційно-інформаційних центрів дасть змогу використати внутрішні та зовнішні резерви активізації інноваційної діяльності, завдяки яким витрати ресурсів на розробку і реалізацію інноваційних проектів дадуть можливість отримати швидкі результати у вигляді нової продукції, нових технологічних процесів, нових способів і методів організації виробництва і праці, що забезпечить максимум ефективності при мінімальних витратах матеріальних, трудових і фінансових ресурсів. Варто зазначити, що організація інноваційно-інформаційних центрів у такому вигляді доцільна тільки на великих підприємствах, а на малих функції інноваційного підрозділу можуть виконувати окремі спеціалісти та керівники підприємства. На нашу думку, для активізації інноваційної діяльності підприємств доцільно здійснити наступні кроки.

1. Ввести в структуру підприємства інноваційно-інформаційні центри (ІЦ), де певна категорія спеціалістів займалася б внутрішніми комунікаціями, зокрема пошуком і відбором необхідної для підприємства науково-технічної, економічної та іншої інформації, випуском внутріфірмових видань, підготовлених на основі спеціальних конференцій (інформаційних листів, бюлетенів, журналів), запровадженням власних каналів “зворотного зв’язку”.
2. Запровадити електронні комунікації: електронну бібліотеку, електронну пошту, електронні дошки оголошень, мережі передачі даних.
3. Враховуючи досвід господарювання передових фірм Заходу та зростання конкуренції і швидкі темпи змін в інноваційній діяльності, запровадити безперервний для всіх категорій працівників процес підвищення кваліфікації.
4. Запровадити програми широкого залучення працівників підприємства до інноваційної діяльності шляхом активізації діяльності людей, схильних мислити нетрадиційно. Наприклад, після кількох років функціонування “інноваційних систем” у Eastman Kodak Company впроваджені лише за один рік ідеї принесли прибуток у 300 млн. дол., тоді як витрати на утримання цих систем не перевищували 0,3% від річного прибутку; а понад 90% авторів пропозицій і винаходів виявили бажання надалі працювати з інноваційними системами, хоча лише в середньому чотири з кожної сотні ідей приймалися до виконання [219].

Із зазначеного вище стає очевидним, що інформаційне забезпечення інноваційної діяльності є процесом громіздким і коштовним, а тому, з одного боку, реалізувати його під силу лише великим підприємствам. З іншого боку, сукупність підприємств, що займаються інноваційною діяльністю, не є однорідною. Тут є підприємства різні за формами і масштабами інноваційної діяльності.

Еволюція ринкової економіки доводить, що взаємовідносини малих, середніх і великих підприємств у сфері інновацій мають

взаємодоповнюючий і взаємозабезпечуючий характер. Йдеться про те, що успішно займатися інноваційною діяльністю можуть як великі, так і малі підприємства. Тож стає очевидним, що стримуючим чинником на шляху реалізації інноваційних процесів за цієї умови буде не розмір підприємства, а система господарського механізму. У зв'язку з цим доцільно зауважити, що, на наш погляд, основним критерієм розвитку економіки буде відпрацьована ефективна система взаємодії підприємств різного розміру в сфері інноваційної діяльності. При цьому виникає необхідність оптимального поєднання цих організаційних структур економіки. Ось чому перед економічною наукою України доволі гостро постає проблема забезпечення раціональних комунікаційних відносин між малими, середніми та великими підприємствами для активізації і підвищення ефективності їх інноваційної діяльності.

На нашу думку, одним з перших кроків у цьому напрямку для України має стати розвиток мережі динамічних і гнучких малих інноваційних підприємств, що характеризуються високою ефективністю на певних етапах інноваційного процесу. Правильність даного висновку підтверджує практика господарювання у розвинутих країнах. Так, частка малих підприємств у технологічних нововведеннях становить близько 31%, середніх – 14%, а великих підприємств – 55% [113, 65], тобто питома вага малих і середніх підприємств у нововведеннях майже дорівнює питомій вазі великих.

Дослідження, проведені американським економістом Р. Стиперманом, показали, що, як правило, “великі корпорації ... не беруться за проведення "неперспективних" розробок”[140, 40]. Здебільшого тут виявляють ініціативу венчурні фірми, винахідливість і гнучкість яких допомагають їм проникати в нові галузі. Однією з причин широкого використання внутрішніх венчурів у процесі "генерації" нових ідей є, звичайно, і та обставина, що вони не потребують власних матеріальних і фінансових ресурсів. Проте це вимагає залучення висококваліфікованих спеціалістів і талановитих людей. Саме особливі умови праці у венчурних підприємствах – цікава тематика досліджень; більша можливість творчого

пошуку; реальність прийняття "власних рішень"; уникнення перетворення винахідників у гвинтики бюрократичних механізмів – обумовлюють їх значні успіхи в науково-дослідних і дослідно-конструкторських розробках.

Досвід розвинутих країн показує, що венчурний бізнес зосереджений саме в наукомістких галузях – у виробництві електронних приладів, інтегральних схем, напівпровідників, комп'ютерів, програмного забезпечення, штучного інтелекту. Висока економічна ефективність венчурних фірм пояснюється тим, що вони оперативно вирішують проблему розробки і впровадження у виробництво нововведень, адже за "темпами доведення розробки до комерціалізації конкурувати з ними великим підприємствам складно" [112, 79].

Про ефективність малих інноваційних підприємств свідчить і той факт, що вони витрачають близько 2,22 року, щоб вийти з нововведенням на ринок, тоді як на великих підприємствах цей період складає близько 3,5 року. Крім цього, темпи нововведень на малих підприємствах на третину вищі, ніж у великих, а в розрахунку на 1 американський долар вкладень у науково-дослідні роботи малі підприємства реалізували в 24 рази більше нововведень, ніж великі [113, 64]. Думку про високу ефективність науково-дослідних робіт венчурних підприємств підтверджує ще й той факт, що саме дані фірми дали путівку в життя більш ніж 60% великих нововведень ХХ ст., серед яких електрографія, вакуумні лампи, кольоровий фотопапір, мікропроцесор, персональний комп'ютер тощо [140, 40].

Слід також зазначити, що мале інноваційне підприємництво суттєво впливає на підвищення якості продукції через механізм формування конкурентного середовища, що особливо актуально в умовах розвиненої ринкової системи. Саме чітка цільова спрямованість і гнучкість малого бізнесу в стабільній ринковій економіці спроможні забезпечити максимум результатів при мінімумі витрат. Як засвідчує практика господарювання держав Заходу, висока ефективність малого підприємництва зумовлена значно меншою трудо-, матеріало-, енерго- та капіталомісткістю виробництва, а у випадку невдач збитки будуть мінімальними з огляду на малий розмір венчура. Близько 79,2% – це інвестиції венчурів в

наукомісткі нововведення [91, 22], що забезпечує активізацію інноваційної діяльності.

Стає очевидним, що важливе значення для підвищення ефективності інноваційної діяльності вітчизняних підприємств мають венчурні підприємства – це невеликі за розміром, гнучкі ризикові фірми, що створюють для апробації, доопрацювання і доведення до промислової реалізації інновацій, котрі характеризуються високим ступенем ризику. Варто зазначити, що великого розмаху венчурне підприємництво набуло у США, де з 1,5 млн. малих підприємств нараховується кілька тисяч венчурних фірм, обсяг витрат яких на науково-дослідні та дослідно-конструкторські розробки становить лише 5% від загального, а здійснюється у них близько 50% усіх винаходів. Дотого ж, якщо в цілому по американській промисловості успішний лише один з десяти інноваційних проектів, то у венчурних підприємствах – кожен другий [82, 239]. Зазначимо, що сьогодні американський ринок ризикового капіталу набагато перевищує західноєвропейський і японський. У Західній Європі першість у венчурному підприємстві займає Великобританія [140, 35]. На порядок меншою, ніж у США, є також кількість венчурних підприємств у Японії, ринок венчурного капіталу якої становить лише 4 – 5% від обсягу американського ринку [140, 39].

Враховуючи те, що малий бізнес може реалізувати свої можливості практично у всіх сферах діяльності, зростає зацікавленість в інноваційній діяльності, що забезпечує його стабільний розвиток у нових умовах. Одним з перших кроків у цьому напрямку є декларування у своїх статутах інноваційної діяльності. Проте це ще не є свідченням докорінних якісних змін, бо, як підтверджують дослідження, у більшості випадків йдеться лише про декларування цього виду діяльності, насправді ж тільки незначна частка малих підприємств займається інноваційною діяльністю.

У колі експертів і представників ділового світу, які вивчають американський досвід венчурного підприємництва, поширена думка, що період формування і "дозрівання" малих інноваційних підприємств триває 5 – 7 років. Після завершення роботи, для виконання якої створювались

венчурні підприємства, їх або розформовують, згортаючи діяльність, або їх поглинає велика фірма. Разом з тим, при сприятливих умовах частина з них розгортає активну підприємницьку діяльність шляхом відкриття власного виробництва. При цьому близько 20% малих фірм перетворюються у відкриті корпорації, 60% – поглинають потужніші конкуренти, а 20% – стають банкрутами [140, 43]. При порівнянні організації діяльності вітчизняних і зарубіжних малих інноваційних підприємств - венчурів помітні суттєві відмінності.

Зауважимо, що у нас вже є певний досвід у створенні малих підприємств інноваційного типу (венчурів), спроможних значно активізувати інноваційні процеси в Україні. Одним з перших таких малих підприємств, котрі працювали як венчурні фірми, був кооператив "Вторполімермаш", що спеціалізувався на випуску електронного обладнання. До найвідоміших малих інноваційних підприємств належать також науково-технічна компанія "Тест" (м. Харків) і науково-технічний центр "Техносистем" (м. Дніпропетровськ), що спеціалізуються на виготовленні установок для очищення стічних вод з використанням фізико-технічних перетворень [140, 92]. Ще одним прикладом ефективної роботи венчурів є діяльність малого товариства "Комос" (м. Київ), що спеціалізується в галузі електроніки.

Відомо, що в промислово розвинутих країнах світу, котрі приділяють багато уваги розвитку венчурного підприємництва, існують такі його основні організаційні форми:

- "незалежні" малі венчурні фірми;
- "зовнішні" венчури корпорацій;
- "внутрішні" венчури корпорацій, що утворюються як самостійний підрозділ.

Хоча венчурні підприємства є важливим джерелом нововведень, для їх створення необхідна наявність таких складових:

- ідея (майбутнє нововведення);
- інноватор (вчені, творчі люди);
- підприємець, готовий створити венчурну фірму;

– венчурний капітал для фінансування діяльності ризикової фірми.

У розвинутих країнах, де успішно функціонують венчурні підприємства, є також інфраструктура, що істотно впливає на створення і функціонування "незалежних" венчурів. Саме таким чином вирішується основна проблема підприємця-інноватора – пошук інвестора, адже елементи інноваційної інфраструктури включають численні інвестиційні компанії, фонди, страхові компанії, аудиторські й екаутингові фірми, фондові біржі, інжиніринго-консалтингові фірми, бізнес-центри, інкубатори, агентства з набору висококваліфікованого персоналу тощо.

Важливу роль у наданні інвестиційної підтримки малим наукомістким підприємствам відіграють пенсійні фонди, що мають у світі великий потенціал як фінансове джерело для венчурного капіталу. Спонукальним мотивом до інвестиційної діяльності пенсійних фондів є потреба в захисті грошових коштів від інфляції і зростання їх доходів, тому вони шукають надприбуткові сфери вкладення капіталу. Їх частка в загальній сумі капітальних вкладень Великобританії є найвищою і становить 29,5% [140, 26].

Істотний внесок у венчурне фінансування роблять банки. На частку “венчурних фондів, які є складовими структурами підрозділів банків, припадає близько третини їх загального обсягу”. Наприклад, у Голландії їх частка становить 29,17%, а в Великобританії – 18,7% [140, 26].

Активізується і діяльність страхових компаній у процесі фінансування діяльності незалежних венчурних фірм. У Голландії частка страхових фірм у фінансуванні венчурів посідає третє місце і становить 23,51% [140, 26]. Слід зазначити, що для зниження ризику пенсійні та страхові компанії фінансують переважно останні етапи інноваційного процесу.

Відомо, що великі підприємства можуть використовувати венчури як “атоми” і “багатоатомні молекули”, за допомогою яких вони можуть швидко і дешево створювати та перебудовувати свою виробничу систему” [12, 43]. Створення зовнішніх венчурів дає змогу диверсифікувати виробництво одночасно за різними напрямками, підтримуючи його

конкурентоспроможність. Проте це також вимагає відповідних витрат і поки що не під силу вітчизняним машинобудівним підприємствам.

Незаперечним фактом є значний вплив венчурного підприємництва на активізацію інноваційної діяльності промислово розвинутих країн світу, про що свідчить більш ніж 50-річний період його розвитку. Вивчення досвіду зарубіжних країн має важливе значення саме в умовах кризового стану економіки України, де такий вид діяльності тільки набуває процесу практичного втілення. Власне кризова ситуація, що виникла в країнах Західної Європи та США в 1980 – 1982 рр., сприяла зближенню інтересів великих і малих підприємств у питаннях спільного вирішення проблеми підвищення ефективності виробництва на базі обміну науково-технічною інформацією, тому що малим підприємствам не під силу забезпечувати утримання потужної інформаційної бази.

Однак слід визнати, що в Україні розвиток венчурного бізнесу ще не набрав достатнього розмаху. На нашу думку, починати доцільно з розвитку власне внутрішніх венчурів, які є найбільш виваженим, найобережнішим методом впровадження інновацій. Вони забезпечать розробку та реалізацію нововведень, тому що базуються на високій концентрації інтелекту і використанні науково-дослідницького, обчислювального та іншого обладнання й інформаційної бази великих підприємств.

Як показав аналіз, на жодному з досліджуваних машинобудівних підприємств, що функціонують у наукомістких галузях економіки, не створені внутрішні венчури, які б могли спеціалізуватися на проведенні наукових досліджень та інженерних розробок. Враховуючи велику актуальність проблеми та необхідність активізації інноваційної діяльності машинобудівних підприємств регіону, вважаємо за доцільне запропонувати ряд заходів, котрі сприятимуть цьому:

- керівництво підприємства повинно розглянути можливість та оцінити доцільність прийняття рішення про створення внутрішніх венчурних фірм з подальшим контролюванням їх діяльності;

- підприємство може надавати венчурній фірмі консультаційні послуги у сфері управління та інші;
- підприємство забезпечує внутрішній венчур науково-дослідним обчислювальним та іншим обладнанням, а також надає можливість користування своєю інформаційною базою;
- венчурному підприємству має бути надана юридична, фінансова та кадрова самостійність;
- венчурне підприємство повинно займатися ризиковими ідеями, які б не збігалися з інноваційними проектами великого підприємства.

Справді, оскільки діяльність "внутрішніх" венчурних підприємств, які займаються науково-дослідною роботою, зазнає найбільшого комерційного ризику, то великим підприємствам доцільно зробити їх відносно самостійними, адже автономність внутрішніх венчурів знижує ризик, що виникає в результаті диверсифікації виробництва. Внутрішні інноваційні сектори хоч і мають певну самостійність, але вони підпорядковані та підзвітні директору (віце-президенту) великого підприємства. Завдання внутрішніх венчурних фірм – протягом обумовленого терміну розробити новинку і підготувати її до запуску в масове (серійне) виробництво. За допомогою створення внутрішніх венчурів вітчизняні машинобудівні підприємства зможуть підвищувати конкурентоспроможність своєї продукції, проникаючи в нові галузі та завойовуючи нові ринку збуту.

Але поєднання процесів розробки і впровадження у виробництво науково-технічних новинок у межах малого підприємства легко здійснити лише за умов наявності в однієї людини здібностей науковця і підприємця, що в природі зустрічається доволі рідко. Крім того, слід визнати, що процес комерціалізації складних нововведень вимагає значних витрат усіх видів ресурсів і не завжди під силу венчурним підприємствам, котрі не здатні налагодити серійний випуск нової продукції. Ось чому виникає потреба у налагодженні комунікаційних відносин між венчурними і

великими підприємствами, що обумовлюється різною ефективністю на кожному з етапів інноваційного процесу. Звичайно, для забезпечення конкурентоспроможності великі підприємства повинні підвищити ефективність інноваційної діяльності, чого можна досягти шляхом підтримки і співпраці з венчурними підприємствами в даній галузі. Найтісніші комунікаційні відносини властиві внутрішнім венчурам, тому саме вони можуть забезпечити швидкі позитивні зрушення в інноваційній сфері, тобто активізувати інноваційну діяльність вітчизняних підприємств.

Підсумовуючи сказане, можна зробити висновок, що головним каталізатором активізації інноваційної діяльності в промисловості сьогодні може стати відпрацьована система раціональної взаємодії малих, середніх і великих підприємств щодо фінансування та інформаційного забезпечення.

При дослідженні закономірностей розвитку виробничо-господарської діяльності машинобудівних підприємств Львівської, Тернопільської та Івано-Франківської областей доходимо висновку про наявність низького рівня науково-технічного розвитку на вітчизняних підприємствах. При цьому проблема успішної активізації інноваційної діяльності підприємств набуває принципового значення. Необхідність забезпечення високої ефективності вимагає чіткого дотримання послідовності та швидкості виконання досліджень і розробок на всіх етапах інноваційного процесу. Для цього пропонуємо розвивати мережу венчурних фірм, які б сприяли технічному переозброєнню галузей народного господарства через пошук, розробку та освоєння крупних і трудомістких науково-технічних нововведень, тобто тих, здійснення яких великі підприємства вважають високоризиковими з позицій ринкового успіху і витрат ресурсів.

Виходячи з необхідності підвищення ефективності діяльності підприємств, у регіоні зростає увага до активізації їх інноваційної діяльності. Як показав проведений аналіз машинобудівних підприємств Західного регіону України, на жодному з досліджуваних підприємств (а дослідженню підлягали найактивніші в господарській діяльності

підприємства) не забезпечуються належні умови для успішного здійснення інноваційних процесів. Щоб розрубати цей "Гордіїв вузол" і вирішити нарешті проблему активізації інноваційної діяльності підприємств, на нашу думку, необхідно здійснити ряд наступних заходів.

1. Для підвищення ефективності інформаційних зв'язків в інноваційній діяльності створювати на підприємствах інноваційно-інформаційні центри, які б займалися налагодженням інноваційних комунікацій.
2. Для зменшення ризиковості інноваційних проектів на великих підприємствах процеси доведення перспективних нововведень передавати венчурним фірмам. При цьому ризик діяльності таких фірм компенсується значною віддачею при впровадженні нововведень. Враховуючи відсутність у даний час в Україні регіональних інформаційних центрів і вільних висококваліфікованих працівників, вважаємо за доцільне надавати перевагу внутрішнім венчурам, які до того ж вимагають значно менших інвестицій на їх створення і функціонування. Це дасть змогу зменшити ризик великих підприємств, тому що вони прийматимуть для впровадження лише перевірені венчурними підприємствами високоефективні інноваційні проекти.

Дослідивши ринкову економіку високорозвинутих країн світу, варто погодитися з твердженням вчених про те, що жодна економічно розвинена країна на початку XXI ст. не має моделі стихійної ринкової економіки і навіть так званого "вільного ринку". У всіх країнах з усталеними ринковими системами держава застосовує різні методи впливу на економіку. Не можна ефективно вирішити без участі держави і ряд проблем у сфері науково-технічного прогресу. Ось чому державне регулювання науково-технічного прогресу в даний момент є найважливішою функцією господарського механізму в розвинутих країнах.

Державне регулювання інноваційної діяльності може здійснюватися методами, які можна об'єднати у дві великі групи – прямі та непрямі. Застосування прямих методів державного регулювання передбачає пряме фінансування інноваційної діяльності та її правове забезпечення. Непрямі методи державного регулювання спрямовані на створення сприятливого клімату для новаторської діяльності та стимулювання самих інноваційних процесів.

Можна погодитися з думкою ряду вчених, таких як Беленький П. Ю., Соловйов В. П., Сенишин М. О. та Луценко Ю. В., що для економіки, котра тривалий час перебуває у стані трансформації, державне регулювання інноваційних процесів є однією з головних умов її швидкого переходу до ринкового господарювання [13; 95]. Необхідно усвідомити, що в даних умовах життєво важливе значення має створення найближчим часом інфраструктур, які б сприяли динамічному і широкому розвитку інноваційних процесів. Ефективне державне регулювання інноваційних процесів дасть змогу активізувати науково-виробничий потенціал Західного регіону України шляхом розвитку нових виробництв сучасного рівня, що, в свою чергу, забезпечить випуск конкурентоспроможної продукції.

Детальний аналіз статистичних матеріалів машинобудівних підприємств Західного регіону України дав можливість виявити причини, що стримують розвиток інноваційної діяльності. До головних з них належать: відсутність фінансування, недосконалість законодавства, високі кредитні ставки, тобто існує потреба в удосконаленні насамперед прямих методів державного регулювання інноваційної діяльності.

З метою створення умов, що сприяли б активізації інноваційної діяльності і появі великої кількості інноваційних підприємств, Верховна Рада прийняла Закон України "Про наукову і науково-технічну діяльність" [63], котрий визначає правові, організаційні та фінансові засади функціонування й розвитку даної сфери. Відповідно до даного Закону організацію і координацію інноваційної діяльності та розвиток загальнодержавної системи науково-технічної інформації забезпечує

Міністерство України у справах науки і технологій. У липні 1999 р. було затверджено Концепцію науково-технологічного та інноваційного розвитку України [142], де обумовлено мету та пріоритетні напрямки науково-технологічного й інноваційного розвитку, визначено заходи з удосконалення стимулювання та управління інноваційною діяльністю. Через два роки визначено на період до 2006 р. пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки, реалізація яких здійснюється на основі формування державних наукових і науково-технічних програм, а розмір їх фінансування встановлено на рівні не менше 30% від загального обсягу фінансування видатків на науку з Держбюджету [69, 14]. Зазначимо, що ці заходи в реальному житті не дають позитивних результатів, а значить потребують удосконалення. Так, у Концепції передбачено ряд податкових пільг для суб'єктів, які здійснюють інноваційну діяльність, зокрема диференціацію розмірів податкових пільг для підприємств залежно від їх активності в інноваційному процесі. Хоча у статутах більшості підприємств задекларована інноваційна діяльність, але вони її не здійснюють, тому відносити їх до розряду інноваційних не можна, не кажучи вже про надання їм пільг. У більшості розвинутих країн світу запроваджено прийнятий Керівництвом Фраскати поділ інноваційних структур на основі часу, протягом якого підприємство зайняте інноваційною діяльністю [225]. Але сліпе перенесення досвіду розвинутих країн на економіку перехідного періоду не є доцільним. Водночас відпрацьовану в світі методику стимулювання інноваційних процесів можна взяти за основу для розробки національної методики з урахуванням політичної ситуації, ментальності та психології людей. Тому, на нашу думку, в Україні доцільно запровадити наступну класифікацію підприємств залежно від ступеня їх участі в інноваційних процесах.

1. Підприємства з високим ступенем активності. До даної групи повинні належати підприємства незалежно від форм власності, створені винятково для проведення фундаментальних і прикладних досліджень. Ці підприємства мають бути повністю звільнені від оподаткування терміном на 5 років з обов'язковим

поданням звіту своєї діяльності та подальшим аналізом експертів. За умови отримання позитивних оцінок на дану групу підприємств поширюються вищенаведені пільги ще на 10 років. Підприємства, що займалися цією діяльністю, але не одержали позитивного результату, надалі можуть позбавлятися пільг, якщо припиняють даний вид діяльності. Підприємства, зайняті дослідженнями і розробками з пріоритетних напрямків держави чи регіону, повинні розраховувати на всі види державної підтримки, включаючи фінансування з державного чи місцевого бюджетів. Підприємства, що під прикриттям інноваційної займалися іншими видами діяльності, не лише позбавляються пільг, а й мусять додатково повернути до бюджету несплачену суму податку.

2. Підприємства з середнім ступенем активності. Це підприємства, які, поряд з інноваційною, займаються і виробничою діяльністю, тобто поєднують випуск продукції з постійним проведенням дослідно-конструкторських робіт, що впроваджують на даному підприємстві. Для підприємств цієї групи оподатковуваний прибуток потрібно зменшити на суму, що використовується для інноваційних потреб.
3. Підприємства з низьким ступенем активності самостійно не займаються теоретичними і прикладними розробками, але впроваджують інновації. Для даної групи підприємств ставка податку на прибуток не має перевищувати 25%, адже згідно з висновками шведських вчених рівень оподаткування до 25% сприяє інноваційній діяльності. Швидко знижується активність в інноваційній діяльності при розмірі податку більшому за 25%, а при досягненні 50% – схильність до інновацій і пов'язаних з ними капіталовкладень практично зникає зовсім [216]. Окрім цього, дані підприємства можуть розраховувати на отримання пільгових інноваційних кредитів.

4. Пасивні підприємства – ті, що зовсім не займаються інноваційною діяльністю (їм жодних пілг не надають).

На нашу думку, запропонована класифікація підприємств дасть змогу найближчим часом активізувати роботу вітчизняних підприємств у сфері досліджень і розробок та сприятиме розширенню їх інноваційної діяльності й підвищенню наукомісткості виробництва.

Оцінивши чинники впливу, доходимо висновку, що саме відсутність достатнього фінансового забезпечення інноваційної діяльності є головною причиною гальмування її динамічного розвитку на машинобудівних підприємствах регіону. Найефективніше вирішити цю проблему можна тільки шляхом використання різних джерел фінансування, зокрема бюджетних коштів (Державного та місцевого бюджетів), вітчизняних та іноземних інвестицій (міжнародні програми, гранти, кошти інноваційних фондів), власних коштів підприємств і кредитних ресурсів банків.

Світовий досвід дає змогу побачити, що держава має значний пріоритет в інвестуванні інноваційної діяльності, бо забезпечує фінансування інновацій з Державного бюджету. Так, у США близько 50%, а в Японії – 27% досліджень фінансує держава [9, 92].

На жаль, в Україні необхідність фінансування інноваційної діяльності не знаходить підтримки. Свідченням цього є скорочення частки витрат з Державного бюджету, що використовують на фінансування наукових досліджень. Так, у 1990 р. вона становила 3,1%, у 1995 р. – 0,7%, у 1996 р. – 0,46% [72, 82], у 1997 р. – 0,44%, у 1998 р. – 1%, у 1999 – 0,41% [15, 73]. У розвинених країнах дана частка становить 3,5– 4,5%, у США – 6–7% [72, 82], в Японії – 2,9%, ФРН – 2,7%, Франції – 2,4%, у Великобританії – 2,3% [86, 1]. Отже, крім цього, що витрати на науку в Україні набагато менші від витрат у розвинутих країнах, вони ще й мають негативну динаміку, тобто їх постійно зменшують. Значно погіршилося фінансування традиційно інноваційного сектора економіки: науково-дослідних інститутів, конструкторських бюро, лабораторій вищих навчальних закладів, конструкторських підрозділів підприємств. Зазначимо, що скорочення фінансування інноваційної діяльності спричинює процес

згортання наукових досліджень і, як наслідок, зменшення кількості наукових розробок і чисельність наукових кадрів. При цьому країну залишають найкваліфікованіші спеціалісти (некваліфікованих на Заході не потрібно).

Якщо в 60-ті роки збільшення виробництва в промислово-розвинутих країнах на 20% досягалося за рахунок використання наукових відкриттів, винаходів і впровадження новітніх технологій [72, 81], а в 80 – 90-ті роки ця частка економічного зростання збішилася до 40% [72, 82], то сьогодні за підрахунками англійської комісії з трудових ресурсів зростання загальної ефективності американської і японської промисловості на 25% є результатом змін щодо використання капіталовкладень і на 60% – за рахунок змін у технології, а вклад інновацій у приріст валового внутрішнього продукту розвинутих країн становить більше 75% [47, 130].

Світовий досвід розвитку ринкової економіки свідчить, що високим є рівень власних коштів, котрий забезпечує 60% і більше інвестиційних витрат [163, 75].

У ринковому середовищі фінансування інноваційних процесів можна здійснювати за рахунок власних джерел, а саме: амортизаційних відрахувань, які забезпечують просте відтворення основних фондів, прибутку як засобу розширеного відтворення, залучених вільних коштів громадян, одержаних шляхом випуску акцій, а також за рахунок залучення кредитних ресурсів. В умовах розвалу виробництва і зубожіння суспільства, характерних перехідному періоду, інвестиційна діяльність підприємств обмежується нестачею власних коштів і неможливістю отримання середньо- і довготермінових банківських кредитів. Якщо врахувати, що згідно з даними Міністерства економіки України кожне четверте підприємство є збитковим [202, 66] (у регіоні майже 70% машинобудівних підприємств – збиткові), а для залучення іноземного капіталу немає сприятливих передумов (політична нестабільність і відсутність законодавчої бази), то єдиним реальним джерелом оновлення виробничого потенціалу нині залишаються амортизаційні відрахування.

Зауважимо, що в Україні визначились певні позитивні тенденції реформування амортизаційної політики: розширено застосування у господарській практиці прискореної амортизації, що практично означає збільшення темпів оновлення виробничого потенціалу підприємств. Нові позитивні аспекти в реформуванні амортизаційної політики проявляються і в тому, що нарешті розширено базу прискореної амортизації, адже застосування прискореної амортизації, а отже, і зменшення амортизаційного періоду забезпечать певне послаблення впливу морального зношення другого роду, котре виникає в результаті появи і впровадження у виробництво продуктивніших і досконаліших основних фондів, під впливом чого попередні втрачають значну частину вартості.

Ефективність амортизаційної політики значною мірою обумовлюють норми амортизації та обґрунтованість термінів служби основних фондів. Оскільки термін служби обладнання залежить від багатьох чинників, а саме – якості виготовлення, технічного обслуговування, умов експлуатації, рівня використання та інших, то врахувати їх вплив протягом періоду дії норм амортизації неможливо. Це означає, що термін служби не може бути єдиним критерієм, за яким визначають обладнання, що підлягає заміні. Найдоцільніші терміни заміни устаткування може встановити лише споживач, враховуючи інтенсивність його завантаження та прогрес у техніці та технології виробництва. У зв'язку з цим, з одного боку, і виникає необхідність використання прискореної амортизації. З іншого боку, її використання у господарській практиці дає змогу частіше оновлювати основні фонди, а значить і зменшувати витрати на їх ремонт. Якщо вартість усіх видів ремонтів покривається за рахунок собівартості продукції, то це, за підрахунками вчених, сприятиме її зниженню на 1,2 – 1,5% та підвищенню на цій основі конкурентоспроможності продукції [191, 45].

У результаті застосування прискореної амортизації скорочується період обігу як основного, так і оборотного капіталу. Амортизуючи протягом першої половини терміну служби основних фондів до 65 – 80%

їх вартості, підприємства отримують можливість не тільки швидше накопичити кошти для оновлення парку устаткування, а й реалізувати недоамортизоване устаткування, замінивши його принципово новим. Такі дії підприємств значно підвищують ефективність виробництва, знижуючи ресурсомісткість продукції, підвищуючи її конкурентоспроможність і прискорюючи обіг основного капіталу, чим зменшують втрати від морального зношення другого роду. А додатковий приплив коштів у результаті прискореної амортизації основних фондів розширює можливості підприємств, даючи змогу оперувати значно більшими сумами тимчасово вільних коштів і вкладати їх у інші сфери підприємницької діяльності, прискорюючи цим обіг і оборотного капіталу. Постійне маніпулювання тимчасово вільними амортизаційними коштами частково знижує згубний вплив інфляційних процесів на фінансовий стан підприємств.

Таким чином, система прискореної амортизації є не тільки завуальованою формою державного фінансування капітальних вкладень, а й при відповідному законодавчому забезпеченні може стати дієвим чинником у нормалізації процесу відтворення основних виробничих фондів народного господарства України, а також у підвищенні сприйнятливості підприємств до інновацій та скороченні терміну їх адаптації до найновіших науково-технічних результатів. Враховуючи, що 30% потенціалу конкретного інноваційного процесу припадає на підприємство, що його реалізує, а 70% – опосередковано підвищує ефективність інших підприємств, прискорена амортизація у цьому процесі заслуговує на значно більшу увагу з боку конкретних суб'єктів підприємницької діяльності та державної інноваційної політики в цілому [155, 87].

З іншого боку, залучення вільних коштів громадян шляхом випуску акцій в умовах згортання виробництва та недостатнього розвитку вторинного ринку цінних паперів теж не може забезпечити позитивних зрушень в інвестуванні інновацій. Розвиток фондового та страхового ринків, які в Україні лише формуються, з часом забезпечить використання

заощаджень населення на інвестиційні потреби. Дослідження свідчать про високу частку заощаджень населення в світі, які використовують на інвестиційні цілі. Наприклад, у Німеччині ця частка сягає межі 63% від загальної суми заощаджень [35, 84]. Близько 35% заощаджень населення зберігаються в банках, тоді як в Україні вона сягає ледве 10% [35, 85]. Даний захід дасть змогу здешевити кредитні ресурси, оскільки найдешевшими банківськими кредитами є ті, що сформовані за рахунок коштів клієнтів [54, 131].

Відомо, що здатність населення до заощадження обумовлюється рівнем одержуваних доходів, які в Україні не є високими. Так, якщо в розвинутих країнах світу фонд заробітної плати становить 50 – 70% від валового національного продукту, то в Україні він сягає ледве 10% [163, 70]. Крім того, посилення негативних тенденцій у "споживацькій поведінці населення" України спричинив і ряд інших чинників, таких, як низький рівень процентних ставок, нестабільність курсу грошової одиниці, інфляційні процеси. Виходячи з вищенаведеного, розраховувати на це джерело інвестиційних коштів для фінансування інноваційних процесів не можна.

Доцільно зазначити, що не зовсім другорядна роль у процесі інвестування інноваційної діяльності в розвинутих країнах відводиться і кредитуванню. Оскільки процес розробки та впровадження інновацій у виробництво тривалий, то для його фінансування використовуються середньо- і довготермінові кредити. В Україні ж згідно зі статистичними даними використовують в основному короткотермінові кредити (близько 90%) [202, 67]. У динаміці простежується постійне скорочення довготермінового кредитування. Так, частка довготермінового кредитування в Україні становить близько 10% [30, 27] від загальної суми кредитів. Зрозумілим є те, що не всі вони були витрачені на інноваційні потреби. А тому цей вид фінансування інноваційної діяльності у найближчі роки також не зможе стати реальним джерелом інвестування.

Не набула свого розвитку в Україні і практика іноземного інвестування, яке б могло стати реальним джерелом фінансування

інноваційної діяльності саме через ризикованість інвестування, яке за оцінками експертів Європейського центру досліджень сягає межі 80% [35, 83]. Однією з основних причин, що зумовлює зниження іноземної інвестиційної активності, є нестабільність законодавства. На жаль, в Україні немає розуміння важливості "процесу стимулювання іноземних інвестицій" [135, 90]. Загалом по Україні за перші сім років незалежності було одержано 2,05 млрд. американських доларів іноземних інвестицій [79, 27], а на 1998 р. їх обсяг становив 1,6 млрд. дол. [110, 37] при потребі в них згідно з даними Мінекономіки 40 – 50 млрд. дол. [18, 46; 114, 66]. Це і є однією з причин того, що не відбулося очікуване поліпшення економічної ситуації. Для порівняння: високі результати в Східній Німеччині були отримані якраз "за рахунок колосального припливу інвестицій" [129, 12]. Нині обсяг прямих іноземних інвестицій в Україні в 10 разів менший, ніж в Угорщині, та в 6,5 раза менший, ніж у Польщі [12, 40].

Згідно із Законом "Про Державну програму заохочення іноземних інвестицій в Україні" було встановлено такі пріоритетні сфери для іноземного інвестування: агропромисловий комплекс, металургійний комплекс і виробництво матеріалів, легка промисловість, соціальна інфраструктура, паливно-енергетичний комплекс, лісопромисловий комплекс, медична промисловість, транспортна інфраструктура, зв'язок, хімічна та нафтохімічна промисловість і машинобудування.

Оцінюючи реальне становище в економіці країни, виправданим є надання пріоритетів в інвестуванні машинобудування, яке має значний виробничий потенціал, а потреба в інвестиціях у цій галузі становить близько 5,1 млрд. дол. У Західному регіоні, зокрема лише в Івано-Франківській області, на виробництво складних інтегральних мікросхем (АТ "Родон") потрібно інвестицій на 128 млн. дол. США, у Львівській області на виготовлення дизельних автобусів і тролейбусів – 51,3 млн. дол. [202, 85]. Звернемо увагу також на те, що Україна входить до п'ятірки найсильніших держав світу в розвитку мікроекономіки та авіабудування.

Реалізація нових ідей в галузі машинобудування на базі Західного регіону не є привабливою для іноземного інвестування, адже підприємства даної галузі характеризуються високими енерго- та капіталомісткістю, що також обмежує можливості іноземного інвестування їх інноваційної чи навіть виробничої діяльності. Характерним є той факт, що іноземні інвестиції сьогодні вкладаються у трудомісткі галузі, оскільки в Україні доволі низька вартість товару "робоча сила" (легка, харчова та швейна промисловість). Отож нині в Західному регіоні марно надіятись на іноземне інвестування інноваційної діяльності машинобудівних підприємств.

Фінансування реалізації інноваційних процесів може здійснюватись також через використання лізингу, котрий стимулює оновлення виробництва шляхом забезпечення широкого доступу до використання найдосконалішої техніки. Так, частка лізингу в загальній сумі інвестицій у США становить 30% [28, 138], у Німеччині – 15,8% – 16,6% [28, 138; 195, 41], в Англії – 28,2%, у Франції – 17,5%, в Нідерландах – 10,5%, у Швеції – 26,3%, в Австрії – 19,9% [195, 41], у Польщі – 8% [195, 46].

Законодавча база щодо політики у сфері лізингу була створена в кінці 1997 р., коли був прийнятий Закон України "Про лізинг" [67], а для забезпечення повноцінного функціонування цієї своєрідної інвестиційної галузі підприємницької діяльності створено асоціацію "Укрлізинг". Для розвитку вітчизняного ринку лізингових послуг необхідним є створення і функціонування лізингових компаній, яких в Україні є ще мало, а ті, що існують, як правило, малочисельні і не володіють практичним досвідом у цій сфері. Даний висновок випливає з того факту, що обсяг лізингових операцій в Україні становить близько 100 млн. дол. і тільки 10% з них фінансуються за рахунок українських коштів [28, 139–140]. Варто також вказати на не дуже велику зацікавленість вітчизняних банків як у створенні власних, так і у фінансовій підтримці позабанківських лізингових компаній, хоча в практиці світового господарювання законодавче забезпечення лізингу є різним. Так, скажімо, в Бельгії, Франції, Італії, Німеччині діють окремі закони щодо лізингу, а в США та

Англії немає окремого законодавства, яке б регулювало лізингові операції. Незважаючи на це, у США в лізингу перебуває 45% виробничого устаткування, в Японії – 33%, у Німеччині – 18% [121, 37].

Для стимулювання лізингових операцій в Україні можна успішно використовувати й іноземні інвестиції. Проте масштаби розвитку лізингу на базі іноземного інвестування обмежуються розходженнями та іншими неузгодженостями вітчизняного та міжнародного законодавства.

Враховуючи світовий досвід і вітчизняну практику господарювання, доходимо висновку про необхідність удосконалення державної політики у сфері інновацій, адже тільки надання пріоритетів в інвестуванні нових наукомістких виробництв забезпечить у майбутньому одержання значного ефекту. На нашу думку, розпочинати потрібно з вибору пріоритетів у науково-технічній політиці, тобто з визначення завдань, які в державі необхідно вирішити насамперед. Такими "точками зростання" Верховна Рада України визначила: охорону навколишнього середовища та здоров'я людини; виробництво, переробку і зберігання сільськогосподарської продукції; виробництво екологічно чистої енергії і впровадження ресурсозберігаючих технологій; створення нових речовин, матеріалів і перспективних інформаційних технологій, приладів комплексної автоматизації і систем зв'язку; розробку наукових проблем розбудови державності України (у т. ч. економічних) [145]. За вказаними напрямками розвитку Міністерство освіти і науки України в 1997 р. сформуло науково-технічні програми і запропонувало розробити понад 1000 проектів. Важлива роль у стимулюванні інноваційної діяльності належала Державному інноваційному фонду, створеному в 1992 р. (Постанова ВРУ від 18 лютого 1992 р. № 77) [146]. Майже єдиним привілеєм для фірм, що займались інноваційною діяльністю, стала можливість отримання безвідсоткової інноваційної позики Держіннофонду. Основними завданнями Держіннофонду були: організація державної фінансової, інвестиційної та матеріально-технічної підтримки, здійснення заходів, спрямованих на впровадження науково-технічних розробок і нових технологій у виробництво, технічне його переоснащення, освоєння

випуску імпортозамінної та нових видів продукції, пропаганда науково-технічних досягнень, проведення виставок наукомісткої продукції, рекламної і видавничої діяльності. Кошти Фонду формувались з відрахувань підприємств, об'єднань, організацій у розмірі 1% від обсягу реалізації продукції. При створенні Фонду було прийнято Положення, де встановлювалося, що його кошти є позабюджетними і спрямовуються безпосередньо на фінансування інноваційних проектів. Однак з 1995 р. кошти центрального Держіннофонду, а з 1996 р. і його регіональних відділень увійшли до складу бюджетних. Як наслідок, суттєво зменшилися обсяги фінансування інноваційних проектів, оскільки більшість коштів спрямовувалося на поповнення бюджету. Держава всіма можливими засобами обмежувала можливості Держіннофонду: зменшувалась кількість коштів, що виділялись за цільовим призначенням; ускладнювались процедури надання цих коштів як підприємствам-інноваторам, так і самому Держіннофонду. Внаслідок цих змін Держіннофонд у 1998 р. мав змогу профінансувати лише кожний десятий проект [194, 118], для чого було використано 403,9 млн. грн., а у 1999 р. цей обсяг скоротився у 2,2 раза і становив 187,4 млн. грн. [173, 49].

Виданий у грудні 1999 р. Указ Президента України "Про зміни у структурі центральних органів виконавчої влади" [177] зумовив ліквідацію Держіннофонду, котрий мав би здійснювати фінансове забезпечення інноваційного розвитку економіки. На місці Державного інноваційного фонду відповідно до постанови Кабінету Міністрів України № 654 від 13 квітня 2000 р. створено Українську державну інноваційну компанію, котра організовує роботу з відбору та експертизи інноваційних проектів і надає фінансову підтримку заходів, спрямованих на впровадження пріоритетних науково-технічних розробок і новітніх технологій. Слід зазначити, що розподіл державних фінансових ресурсів на НДДКР між різними регіонами країни доцільно проводити на конкурсній основі, а перевагу надавати заявкам, найбільш обґрунтованим науково. Це дасть змогу забезпечити конкурентоспроможність вітчизняних наукових досліджень.

Немає сумнівів у тому, що для активізації та підвищення ефективності інноваційної діяльності в Україні важливе значення мають дослідження і розробки, котрі проводяться силами малого бізнесу. У зв'язку з цим очевидно в умовах перехідного періоду є потреба в створенні малих інноваційних підприємств – венчурів, правове середовище функціонування яких повинна забезпечити держава. Так, у 80-і роки уряд США був стурбований зниженням активності в інноваційній діяльності фірм і вдався до надання значної допомоги венчурному підприємництву з тією метою, щоб не “висохло” таке багате “джерело” інновацій, яким є малі венчурні фірми. Основи законодавчої бази малого підприємництва закладено в Указі Президента України “Про державну підтримку малого підприємництва” [176]. Відповідно до даних документів державна підтримка малого підприємництва серед усіх інших напрямків передбачає також залучення малих підприємств до виконання науково-технічних і соціально-економічних програм та їх фінансове забезпечення.

У нашій економіці немає таких венчурних підприємств, що діють у високорозвинутих країнах, а існуючі фірми науково-технічного спрямування здійснюють діяльність, пов'язану зі створенням принципово нових видів продуктів і послуг, які лише частково наближаються за своїм характером до венчурних. Отже, необхідно стимулювати розвиток венчурного підприємництва як однієї з форм організації прискорення циклу: наука – техніка – виробництво – споживання. Зарубіжний досвід показує, що для забезпечення ефективної діяльності венчурних підприємств необхідним є створення сучасної досконалої інфраструктури: консалтингових, інжинірингових та аудиторських фірм, технопарків, бізнес-інкубаторів, інноваційних фондів. Згідно із Законом України “Про основи державної політики у сфері науки та науково-технічної діяльності” завдання щодо створення такої інфраструктури покладено на уряд. Слід зазначити, що деякі з цих організацій вже існують. Так, у 1996 р. згідно з Розпорядженням Президента України почала реалізовуватись ідея створення наукових, технологічних та інноваційних парків [153]. Наприклад, у Західному регіоні існує технопарк при Національному

університеті “Львівська політехніка”, який створено на базі експериментального заводу, що частково вирішував господарські проблеми університету. Він допомагає у розв’язанні господарсько-фінансових проблем, займаючись пошуком додаткових фінансових джерел, створенням нових робочих місць.

Характерним є той факт, що і перший бізнес-інкубатор, який з’явився за фінансової підтримки політехнічного інституту міста Трой США, було створено також при даному вищому навчальному закладі. На сьогодні бізнес-інкубатор створено і при Тернопільському технічному університеті ім. І. Пулюя.

Державний комітет України з питань науки і техніки та Міністерство освіти і науки України стали ініціаторами підписання у 1996 р. Президентом України Розпорядження [153] про створення інноваційних структур, метою діяльності яких було сприяння інноваційному розвитку економіки. На виконання цього Розпорядження при Кабінеті Міністрів України створено Міжвідомчу раду [143], яка повинна: координувати діяльність центральних і місцевих органів виконавчої влади та академій наук, пов’язану зі створенням і функціонуванням технопарків та інноваційних структур інших типів; розглядати пропозиції центральних і місцевих органів державної виконавчої влади, академій наук, підприємств і організацій щодо створення інноваційних структур; організувати проведення експертизи проектів створення зазначених структур та ефективності їх функціонування; подавати пропозиції щодо реорганізації або ліквідації неефективно діючих інноваційних структур; визначати першочергові напрямки та об’єкти створення інноваційних структур; брати участь у підготовці проектів законодавчих та інших нормативних актів з питань діяльності інноваційних структур. Для інтенсифікації процесу розробки та впровадження у виробництво новітніх технологій і підготовки висококваліфікованих кадрів Кабінет Міністрів розробив Положення про порядок створення й функціонування технопарків і бізнес-інкубаторів [144]. Водночас слід зазначити, що ефективними технопарки зможуть стати за умов вирішення проблеми фінансування. Однак через неналежне

законодавче відпрацювання більшість інноваційних структур розпалася, хоча і допомогла у створенні малих інноваційних підприємств.

Правовий фундамент розвитку будь-якого бізнесу – закони. Не виняток і венчурний бізнес, законодавче забезпечення якого в Україні не є повним. Наприклад, до цього часу невизначеним є юридичний статус венчурних підприємств, а це не дає змоги забезпечити їм певні державні гарантії і стимули. Неефективною у даній галузі є і податкова політика. Так, у Законі України "Про податок на прибуток" передбачена лише одна пільга в сфері інноваційного бізнесу (зниження діючої ставки податку на 50%), чого не достатньо для забезпечення ефективного функціонування венчурних підприємств.

На наш погляд, головною причиною, що призводить до обмеження розвитку венчурного бізнесу в Україні, є відсутність виваженої державної інноваційної політики, зокрема щодо сприяння розвитку венчурних підприємств. Хоча в програмі "Україна – 2010" передбачено створити базу для розвитку венчурного бізнесу, але реалії невтішні. Венчурне підприємництво є ризиковим в основі своєї діяльності, а тому в умовах обмеженості фінансових ресурсів потребує державної підтримки.

Зрозуміло, що в умовах обмеженості фінансових ресурсів дуже гостро постає проблема інвестування високоризикових інноваційних проектів, що здійснюють саме венчурні підприємства. Цей факт характерний не лише для країн з перехідною економікою, а й для розвинутих країн світу, де близько 80% венчурів мають постійну потребу в фінансових коштах [140, 58]. Ось чому в цих країнах дуже активною у фінансуванні інноваційних проектів, що реалізують венчурні підприємства, є держава.

Оцінюючи реальне становище у сфері інноваційної діяльності вітчизняних підприємств і враховуючи світовий досвід, необхідно б прийняти Закон України "Про інноваційні (венчурні) підприємства", який дав би змогу забезпечити державну підтримку даних структур і на основі цього активізувати наукові дослідження і розробки та стимулювати технологічні нововведення. Прийняття такого закону дало б можливість визначити юридичний статус венчурних підприємств і надати їм певні

державні гарантії і стимули. Виправданою є також розробка Закону “Про інтелектуальну власність”, котрий стимулював би її охорону і забезпечив перехід висококваліфікованих спеціалістів у венчурний бізнес. На рівні регіонів, на наш погляд, варто б розробити концепцію підтримки малих інноваційних підприємств, враховуючи пріоритетні напрямки їх розвитку.

Особливе значення при здійсненні політики державної підтримки малого інноваційного підприємництва потрібно приділяти фінансовій підтримці та пільговому оподаткуванню. Одним з першочергових завдань держави є перегляд діючого законодавства з метою зменшення податкового тиску і одночасного розширення податкової бази шляхом запровадження більшості пільг саме для малих інноваційних підприємств. Для вдосконалення механізму державної підтримки венчурних підприємств доцільно було б запровадити прогресивну шкалу їх оподаткування. Враховуючи, що більшість венчурних фірм формується і функціонує 5 – 7 років і в середньому витрачає на освоєння інновацій близько двох років, пропонуємо таку прогресивну шкалу оподаткування їх діяльності: перших 2 роки ставка податку на прибуток має становити 10%, наступних 2 роки – 20%, 5 – 6 роки – 25%, після чого ставка доходить до загальноприйнятої – 30%. При зміні максимальної ставки податку необхідно пропорційно зменшувати і запропоновані ставки.

Важливою формою державної підтримки інноваційної діяльності підприємств може стати урядова контрактна система, завдяки якій у світі здійснюється понад 40% обсягу НДДКР [140, 69]. Контрактна форма взаємовідносин розробника та замовника, перевагою якої є швидке впровадження новинок у виробництво, дає змогу державі активізувати інноваційну діяльність підприємств. Дані заходи забезпечать активізацію інноваційної діяльності венчурних підприємств та одержання у майбутньому економічних результатів.

Важливе значення в реалізації державної інноваційної політики відіграє також регіональна науково-технічна політика. Позитивним моментом слід відзначити те, що в Україні розроблені програми інноваційного розвитку областей. Однак при сучасному стані економіки

одночасне забезпечення всіх пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки нереальне й призведе до розпорошення інвестиційних ресурсів, таким чином жоден з напрямків не буде реалізований ефективно. З метою запобігання цьому пропонуємо вдосконалити роботу місцевих органів влади для забезпечення високого рівня науково-технічного розвитку регіонів. Слід зазначити, що саме регіоналізація дає змогу залучати в господарський механізм додаткові чинники розвитку інноваційних підприємств на засадах більш повного й ефективного використання усіх видів ресурсів окремих територій. Основною метою регіональної науково-технічної політики повинні бути:

- розробка програм інноваційного розвитку, котрі є вихідною інформацією для забезпечення цільової спрямованості інноваційної діяльності підприємницьких структур. Для реалізації цього слід виділити з семи 2 – 3 пріоритетних напрямки, які забезпечать найвищий рівень віддачі в регіоні. Так, на базі Івано-Франківської області, де широко розвинена нафтохімічна промисловість, найважливішими можна визнати екологічні проблеми. Очевидно, що лише через введення маловідходних і безвідходних технологій можна вирішити питання захисту від забруднення навколишнього середовища. Сьогодні – це один з найоптимальніших шляхів вирішення проблем екології. Крім того, даний захід забезпечить і вирішення проблем ефективного використання ресурсів. Мова йде про обмежені запаси нафти і газу, які є стратегічно важливими для країни. Відповідно до цього зростає значення запровадження ресурсозберігаючих технологій, пошук більш дешевих і надійних замінників даних ресурсів;
- максимальне використання можливостей інновацій для соціально-економічного розвитку регіону;
- безпосереднє стимулювання інноваційної діяльності підприємств з урахуванням науково-технічних, природних та інших особливостей регіону;

- задоволення потреб регіону в конкурентоспроможних продуктах і послугах;
- сприяння розвитку співробітництва між науково-дослідними інститутами, академіями та промисловими підприємствами регіонів різних форм власності. Даний захід може забезпечити залучення приватних інвестицій, що є важливим в умовах дефіциту коштів;
- створення регіональних наукових фондів, які б фінансували фундаментальні та прикладні дослідження місцевих вчених і фахівців. Основним завданням такого фонду є відпрацювання технології цільового фінансування перспективних інноваційних проектів. Регіональні наукові фонди при місцевих органах влади функціонуватимуть за рахунок місцевих бюджетів, а їх послуги підприємцям-інноваторам мають бути безкоштовними. Для компенсації втрат доцільно було б забезпечити фонду участь у розподілі прибутку шляхом отримання компенсації (грошима чи цінними паперами) за фінансування нововведень;
- визначення напрямків розвитку та підтримка венчурного підприємництва в регіоні.

Для цього деякі вчені, такі як А. М. Поручник, Л. Л. Антонюк [140, 88] пропонують створити при обласній адміністрації науково-координативну раду з такими її складовими елементами: центром розвитку венчурного бізнесу, експертною радою, науковими секціями. Проте, на нашу думку, створення такої “роздутої” структури на сьогодні є недоцільним і призведе лише до неефективного витрачання грошей. Оскільки інноваційне підприємництво не набрало достатнього розвитку, то при обласній адміністрації достатньо було б ввести посаду координатора інноваційного розвитку – людину, яка б узгоджувала даний вид діяльності між різними управліннями, а при кожному з управлінь можна ввести в обов’язки одному працівнику виконання роботи щодо інноваційної діяльності в даній галузі.

Забезпечення підтримки венчурних підприємств на найризикованіших етапах їх діяльності – етапах розробки й апробації нововведень можна здійснювати шляхом активізації і вдосконалення роботи бізнес-інкубаторів, що вже функціонують. Дані структури могли б надавати венчурним підприємствам можливість користуватися їх довідково-інформаційними фондами та консультативну допомогу з технологічних і управлінських питань, а також з питань організації досліджень і розробок тощо. Дані послуги могли б фінансуватись за рахунок місцевих бюджетних коштів, приватних фондів, а також доходів від виконання замовлень клієнтів. Одним з найважливіших напрямків діяльності даних структур повинно стати також надання допомоги у сприянні співробітництва з великими підприємствами.

Крім того, дані структури могли б проводити експертну оцінку інноваційних проектів з точки зору їх масштабності. Дрібномасштабні інноваційні проекти в межах регіональних пріоритетних напрямків, тобто ті, що здатні створити позитивний вплив у народному господарстві регіону, могли б фінансуватись за рахунок місцевих бюджетів чи інших інноваційних структур. Перевагою даних інновацій є незначні інвестиційні витрати, бо для них характерні нетривалі цикли, що забезпечують одержання швидкої віддачі. Для забезпечення компетентності в прийнятті рішень до роботи в бізнес-інкубаторі можуть залучатись тимчасово на договірних засадах провідні спеціалісти регіону, наукові співробітники вищих навчальних закладів, співробітники науково-дослідних інститутів.

Однією з причин відставання України в інноваційній сфері є відсутність інформаційної інфраструктури, здатної забезпечити швидкий пошук інновацій, інвесторів тощо. Правові основи інформаційної діяльності закріплює Закон України “Про інформацію” [62] та “Про науково-технічну інформацію” [59]. Основними завданнями національної системи науково-технічної інформації є: формування на основі вітчизняних і зарубіжних джерел довідково-інформаційних фондів, які б включали бази і банки даних, інформаційне забезпечення юридичних і фізичних осіб; отримання, обробка, зберігання, поширення і використання

інформації, отриманої у процесі науково-дослідної, дослідно-конструкторської, проектно-технологічної, виробничої і суспільної діяльності юридичних та фізичних осіб; організація надходження в Україну, обробка, зберігання і поширення науково-технічної інформації на підставі вивчення світового інформаційного ринку; підготовка аналітичних матеріалів, необхідних для прийняття державними органами, органами місцевого і регіонального самоуправління рішень з питань науково-технічного, економічного та соціального розвитку країни; розробка і впровадження сучасної технології науково-інформаційної діяльності; організація пропаганди й сприяння широкому використанню досягнень науки і техніки, передового виробничого досвіду; створення загальнодоступної мережі бібліотек та інформаційних центрів.

Вказані законодавчі акти з питань інформації доповнені Законом "Про захист інформації в автоматизованих системах" [63]. Даний закон регулює правові основи захисту інформації в автоматизованих системах, забезпечує дотримання права власності на інформацію і доступ до неї. Дія закону поширюється на будь-яку інформацію, що обробляється в автоматизованих системах. Однак прийняті закони в більшості випадків не виконуються, що підтверджується відсутністю доступу суб'єктів господарювання до інформаційних ресурсів держави. У зв'язку з цим виправданим є створення єдиної системи регіональних інформаційних відділів, об'єднаних єдиною комп'ютерною мережею, оскільки у вітчизняних умовах доволі відчутним є нестача інформації, котра на сьогодні – найважливіший ресурс виробництва. Дана структура може бути утворена на місці регіонального центру науково-технічної інформації (м. Львів). Система забезпечить доступ до науково-технічної інформації широкого кола дослідників, вчених, нетрадиційно мислячих людей, а також можливість здійснювати обмін інформацією про попит і пропозицію на інноваційні проекти, шляхом розміщення її в єдиному інформаційному просторі. Основними системоутворюючими елементами будуть банки і бази інформаційних даних про наукові розробки інноваторів, аналітичний центр обробки інформації, що забезпечить оперативний аналіз

ефективності інвестування інноваційної діяльності як великих, так і малих (венчурних) підприємств. Доступ до інформації здійснюватиметься через глобальну мережу Internet.

Важливе значення для активізації інноваційної діяльності має не лише створення новинок, а й забезпечення сприятливих умов для їх поширення. Україна отримала в спадок високорозвинену військово-промислову галузь. Для здійснення реконструкції і технічного переозброєння військового виробництва з метою випуску цивільної продукції, проведення НДДКР, пов'язаних з розробкою нових наукомістких зразків, товарів народного споживання згідно з постановою Кабінету Міністрів України у 1992 р. створено Державний фонд сприяння конверсії, що формується за рахунок відрахувань у розмірі 3% від собівартості товарної продукції підприємств оборонного комплексу. При цьому слід враховувати, що більшість підприємств даної галузі в умовах обмежених витрат на оборонний комплекс стали збитковими. Не є винятком дана ситуація і для Західного регіону України, де зокрема, налічується близько 70% підприємств стратегічного оборонного призначення, що знаходяться в аналогічній ситуації. Поряд з тим, ні для кого не секрет, що ці підприємства володіють унікальною техніко-технологічною базою, висококваліфікованими спеціалістами тощо. Якщо ще врахувати, що згідно з дослідженнями зарубіжних вчених більш як 70% технологій, що розробляє оборонний комплекс, мають подвійне (військово-цивільне) призначення [7, 37], то виникає нагальна необхідність у створенні можливостей для використання даного потенціалу. Такий підхід у наших умовах забезпечить трансферт технологій, їх широке поширення в країні шляхом передачі найновіших ідей інноваційним підприємствам, котрі забезпечать використання перспективних науково-технічних розробок у галузях народного господарства. Для забезпечення режиму секретності для деяких технологій їх споживачами могли стати лише підприємства, що отримали державні контракти на проведення наукових досліджень у даній галузі технологій подвійного призначення та підписали акти про нерозголошення таємниці. Для координації даної

діяльності доцільно створити при Міністерстві оборони спеціальне управління трансферу технологій і передбачити кримінальну відповідальність осіб за розголошення державних таємниць.

Визначальний вплив на темпи інноваційної діяльності підприємств має інтелектуальна власність. У зв'язку з трансформацією суспільно-економічних відносин власності в Україні об'єктами права власності [60], крім матеріальних і речових предметів, визначено і продукти інтелектуальної й творчої праці – твори науки і культури, у т. ч. й відкриття, винаходи, ноу-хау, товарні знаки, промислові зразки та інші результати інтелектуальної праці. Позитивним є момент, що в Україні розповсюдження і використання продуктів творчої праці інноваторів має також правове забезпечення. Зокрема для цього прийнято закони – "Про авторське право та суміжні права"[61], "Про охорону прав на промислові зразки" [65], котрі регулюють відносини, пов'язані з реєстрацією, використанням і правовою охороною результатів творчої діяльності. Але слід зазначити, що відкриття, винаходи, рацпропозиції та результати науково-дослідних робіт правової охорони не одержали [61; 64]. Це негативно впливає на збереження інтелектуального потенціалу, призводить до втрати пріоритету наукових відкриттів. Хоча Україна і приєдналась до таких міжнародних правових актів, як Паризька Конвенція з охорони промислової власності, Мадридська угода про міжнародну реєстрацію знаків, а також є постійним членом Всесвітньої організації інтелектуальної власності, але національне законодавство ще не повністю відповідає вимогам міжнародних договорів та угод у сфері інтелектуальної власності, а тому й вимагає подальшого вдосконалення, яке б забезпечило в перспективі створення державного фонду винаходів і рацпропозицій з можливістю доступу до нього широкого кола споживачів через глобальну мережу Internet, що дало б поштовх до активізації творчої діяльності людей.

Враховуючи наведене, можна зробити висновок, що саме стимулювання інноваційного розвитку підприємств на всіх рівнях влади

дасть змогу найближчим часом активізувати його, а це забезпечить швидкий вихід національної економіки з кризи.

У сучасних умовах успіхи ринкових перетворень в Україні здебільшого залежать від темпів зростання ефективності виробництва в машино- і приладобудуванні, бо саме ці галузі можуть забезпечити швидке поживлення інноваційної діяльності в національній економіці. Останнє особливо важливе сьогодні, коли в світі визначилася тенденція до зростання ролі наукомістких виробництв. Необхідність активізації інноваційної діяльності зумовлюється ще й постійним загостренням конкурентної боротьби вимагає прискорення процесів пристосування виробників до вимог ринку. Ці завдання можна вирішити тільки на основі відбору і впровадження лише вискооефективних інноваційних проектів. Найефективнішим вирішенням цього завдання в умовах ринку є маркетингове забезпечення інноваційної діяльності машинобудівних підприємств. Так, за останні роки спостерігається зростання більш як на 30% витрат на маркетинг великими радіоелектронними фірмами світу [43, 148]. Забезпечення високої ефективності інноваційної діяльності вимагає врахування впливу ринкових чинників [169, 36], найважливішими з яких є, звичайно, попит і пропозиція. Дійсно, за підрахунками вчених, в основі нових ідей у 75% випадків лежать вимоги ринку, ринкові джерела [75, 77], а успіх нової продукції на 70 – 90% визначається відповідністю вимогам споживачів [75, 72], що доводить необхідність проведення маркетингових досліджень. Слід зважити ще й на той факт, що якраз маркетинг дає змогу виявити, сформулювати й стимулювати попит і забезпечити задоволення ринкових потреб споживачів. Все це доводить, що маркетингові дослідження належать до пріоритетних завдань, від успішного вирішення яких залежить результативність діяльності як машинобудівних підприємств, так і промисловості в цілому.

Відомий економіст П. Друкер ще в 1954 р. стверджував, що для забезпечення споживачів підприємство має здійснювати дві функції: інновацію і маркетинг. Розгляду першої функції присвячена значна частина даної роботи, а від реалізації другої функції у значній мірі

залежить результативність усіх інноваційних процесів, тобто забезпечення успіху першої. Правильність даного висновку пояснюється зростанням ролі маркетингу у створенні та генеруванні нових ідей. Сучасний стан розвитку світової економіки свідчить, що на шляху від проведення наукових досліджень до вдалого виходу на ринок виживає лише 10% розробок [45, 93]. Зрозуміло, що за таких умов найважливіше значення має якнайшвидше виявлення ідей, котрі забезпечать лідерство при здійсненні всіх етапів інноваційного процесу та підвищення ефективності інноваційної діяльності підприємств.

Відомо, що інноваційна діяльність пов'язана з високим ступенем ризику, що зростає відповідно до затягування часу вибору перспективних ідей з-поміж їх загальної кількості. А це вимагає значних додаткових витрат часу і фінансових ресурсів. Одним з раціональних шляхів запобігання цим витратам є проведення системи маркетингових досліджень потреб споживачів. Про низьку ефективність маркетингового забезпечення інноваційної діяльності машинобудівних підприємств Західного регіону України свідчить той факт, що лише 40,6% машинобудівних підприємств регіону виготовляли принципово нову продукцію, зокрема у Львівській області – 43,8%, в Івано-Франківській – 28%, у Тернопільській – 50%. Не менш важливим свідченням недостатнього вивчення потреб споживачів є те, що тільки третина від загальної кількості машинобудівних підприємств з числа тих, що займалися інноваційною діяльністю (а їх біля 30%), здійснювали маркетинг і рекламу оновленої продукції. Відповідно по областях ці показники такі: Тернопільська – 35% і 29%; Івано-Франківська – 30% і 20%; Львівська область – 26% і 47,4%. Це особливо важливо, коли врахувати, що згідно з дослідженнями швейцарських вчених джерелом інноваційних ідей у приладобудуванні майже на 100% був споживач. Порівняно меншою є питома вага підприємств, що виготовляли вдосконалену продукцію, у регіоні дещо більше 30%, у Львівській області – 84,4%, в Івано-Франківській – 11%. У той же час, як свідчать проведені швейцарськими вченими дослідження, частка інноваційних ідей, що

виникли в результаті вивчення побажань споживачів у даній галузі, для суттєво поліпшених виробів становить 64%, а незначно оновлених – 49% [75, 77]. На основі наведеного можна зробити висновок, що значний потенціал для активізації інноваційної діяльності підприємств прихований у дослідженні та врахуванні потреб і побажань споживачів.

Зазначимо, що, за статистичними даними, в регіоні низька питома вага машинобудівних підприємств, які здійснюють інноваційну діяльність і проводять маркетингові роботи в Україні, а за її межами їх частка ще нижча. Приміром, частка підприємств, що здійснюють маркетинг і рекламу нової продукції на території України, в регіоні становить майже 50%. І вона нерівномірна стосовно областей. Так, найактивнішими в даній сфері діяльності є машинобудівні підприємства Львівської області, з яких практично всі (мова йде про ті, що підлягали дослідженню) мають такі витрати. Набагато нижчою є частка цих підприємств у Тернопільській області – 28,6%, і найнижча вона на Івано-Франківщині – 20%. Про значно гірший стан справ щодо реалізації вітчизняними машинобудівними підприємствами маркетингових робіт за кордоном свідчить той факт, що дані роботи проводили лише 61% машинобудівних підприємств Львівської області, в той час як підприємства Тернопільської та Івано-Франківської областей даних досліджень не проводили взагалі.

З наведеного можна зрозуміти, що проблемам маркетингового забезпечення інноваційної діяльності на підприємствах Львівської, Тернопільської та Івано-Франківської областей не приділяють належної уваги. Машинобудівні підприємства в основному продовжують працювати за інерцією за старою системою і пристосування їх до нових умов господарювання відбувається дуже повільно. Крім того, в більшості випадків дані підприємства є олігополістами (подекуди і монополістами), а рівень конкуренції на внутрішньому ринку не настільки високий, щоб вони йшли на ризик заради інноваційних потреб. Це є однією з причин зниження активності в інноваційній діяльності.

Загальновідомим є факт, що в умовах загострення конкурентної боротьби успіх будь-якого підприємства на ринку (принаймні в умовах

конкурентного ринку) залежить від швидкості реагування на постійні зміни зовнішньої інфраструктури і пристосування до них "за рахунок відповідної зміни своєї внутрішньої структури та парадигми економічної поведінки" [157, 62]. Ринкові чинники згідно з твердженнями англійських вчених нині в чотири рази переважають науково-технічні [75, 72].

Реалії сьогодення спонукають виробника-інноватора постійно стежити за динамікою попиту і запитів споживачів у сегментах ринку та вчасно вносити корективи в інноваційну діяльність. Найбільше це стосується питань забезпечення своєчасного вдосконалення виробів і переходу на нові зразки чи моделі. Сучасні маркетингові методи дають змогу здійснювати системний аналіз даного явища, оскільки процес задоволення потреби є функцією часу і відбувається у межах життєвого циклу виробу при проходженні його основних стадій. Такий підхід, як засвідчує досвід розвинених країн, є передумовою успіху не лише технічної, а й інноваційної політики підприємства. У сучасних умовах для забезпечення адекватного реагування на зміни ринкової ситуації потрібно звернути увагу на прискорення усіх фаз життєвого циклу. При цьому надзвичайно важливим завданням в інноваційній діяльності машинобудівних підприємств є знаходження нових сегментів ринку, що передбачає пошук, освоєння і заповнення "ринкових ніш". Швидке реагування на найменші зміни кон'юнктури ринку стає життєвою необхідністю і можливе за умови ефективного функціонування маркетингових служб підприємства. Так, майже 30% великих японських фірм вважають, що "ідеї створення нових товарів надійшли безпосередньо від споживачів" [75, 57]. Деякі автори на основі проведених досліджень дійшли висновку, що 67% нововведень у приладобудуванні виникли на основі врахування вимог споживачів, тобто через маркетингові дані [169, 45]. Це дає змогу стверджувати, що врахування побажань споживачів стосовно новинок сприяє стимулюванню інноваційного процесу. Більше цього, згідно з досвідом японських фірм дана діяльність впливає на ефективність інновацій не менше, ніж комплексне дослідження ринку.

Отже, створення нової наукомісткої продукції характеризується високим ступенем ризику, зниження якого можна забезпечити шляхом

достатнього інформаційного забезпечення відповідно до вимог споживачів. Експертиза, проведена американськими вченими, засвідчує, що частка невдач, котрі виникають внаслідок помилкового оцінювання вимог ринку, становить 32% і є найвищою серед інших чинників (23% – з технічних причин; 13% – внаслідок помилок у сфері збуту; 8% – через активну протидію конкурентів) [75, 72]. Ось чому "фірми, що спеціалізуються на випуску наукомістких виробів", виявляють кількість потенційних споживачів своєї продукції ще на етапах проведення наукових досліджень. Зрозуміло, що для своєчасного виявлення нових потреб необхідно здійснювати постійний обмін інформацією зі споживачами. Значна роль у забезпеченні такого обміну належить формуванню ефективної системи маркетингових комунікацій, які мають здійснювати своєчасне, різнобічне та достатнє інформаційне забезпечення працівників підприємства, що базується на вивченні конкурентних переваг аналогічної продукції і дослідженні потреб споживачів ринкового сегмента. З іншого боку, формування системи маркетингових комунікацій дає змогу реалізувати заходи, які забезпечують постійне інформування споживачів стосовно пропонованих новинок, тобто двобічний зв'язок. Ось чому в ринкових умовах значну увагу приділяють проведенню рекламних кампаній новинок як ефективного засобу інформативного впливу на споживачів. Тільки формування кола постійних споживачів є основою зміцнення своїх позицій у наявних і впевненого завоювання передових позицій у нових сегментах ринку.

Досліджуючи практичні аспекти реалізації маркетингової роботи на машинобудівних підприємствах Львівської, Івано-Франківської і Тернопільської областей, доходимо висновку про незадовільний їх стан. Це підтверджується також низькою часткою обсягів витрат на маркетинг і рекламу в загальній сумі інноваційних витрат, яка в регіоні становить у середньому близько 3%, відповідно у Львівській області – 2,7%; в Івано-Франківській – 0,8 %; у Тернопільській – 6,4 %. Крім цього, ці витрати не пов'язані з вивченням потреб споживачів, а переважно з рекламою і збутом продукції, що не є головним завданням маркетингу. Якщо на достатньому рівні вивчити потреби споживачів, то проблеми зі збутом не

виникатимуть. З цього можна зробити висновок про не достатньо чітке спрямування маркетингових досліджень більшості підприємств.

Враховуючи незадовільний стан маркетингового забезпечення інноваційної діяльності машинобудівних підприємств Львівської, Івано-Франківської і Тернопільської областей, що поглиблюється низьким рівнем їх інформаційного забезпечення і зниженням творчої активності працівників, пропонуємо вдосконалити роботу маркетингових відділів, максимально спрямувавши їх діяльність на проведення інноваційних досліджень. Забезпечення своєчасної передачі інформації споживачів, дасть змогу націлити різні підрозділи, що займаються науковими дослідженнями, конструкторськими розробками, виробничими і фінансовими проблемами, на інноваційні проекти, успіх яких, за підрахунками вчених, становить 99,9% [75, 77].

Використання маркетингу в інноваційній діяльності повинно бути спрямоване насамперед на поліпшення конкурентних позицій підприємства на ринку. Розмір ефекту від реалізації даного задуму, на наш погляд, досягається шляхом забезпечення оперативності вибору перспективних ідей. Отже, можна стверджувати, що в умовах ринкового способу господарювання маркетингове забезпечення інноваційної діяльності машинобудівних підприємств мусить бути спрямоване на:

- вивчення потреб ринку – побажань споживачів;
- формування системи маркетингових комунікацій;
- надання консультативних послуг щодо нововведень;
- організацію робіт з реклами.

Тому сучасна концепція маркетингу повинна в своїй основі містити стратегію в галузі інновацій, алгоритм формування якої подано на рис. 1.15.

На початковому етапі визначаються загальні цілі підприємства. Їх формування здійснюється на основі аналізу впливу ринкових чинників на формування стратегічного попиту. Виходячи з цього, підприємство розробляє свою маркетингову стратегію шляхом вибору її на альтернативній основі. Створення маркетингової стратегії підприємства передбачає її розробку у сфері цін, реклами, комунікацій і, що найголовніше, інновацій.

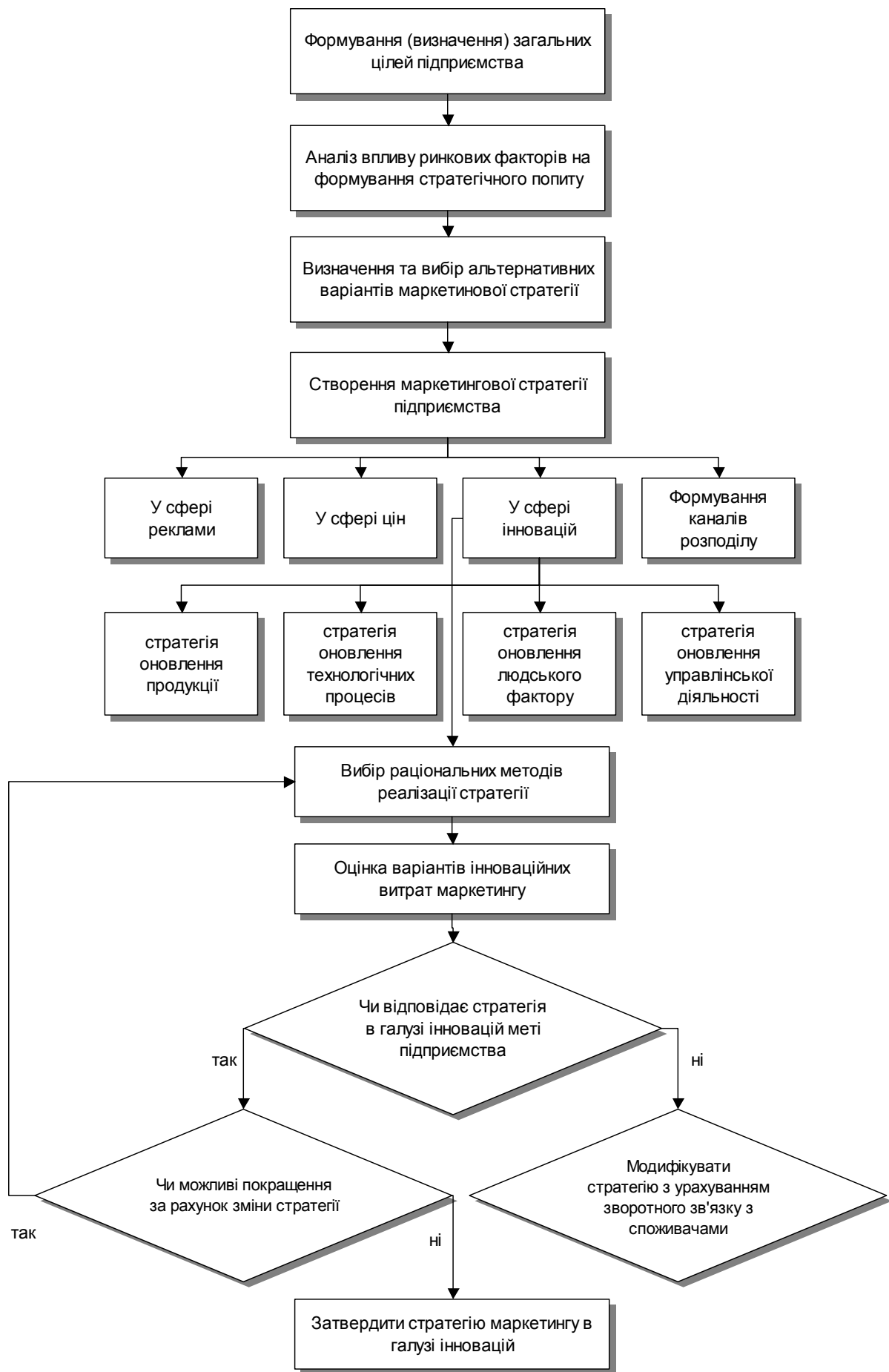


Рис. 1.15. Алгоритм формування маркетингової стратегії підприємств у сфері інновацій.

Зрозуміло, що ефективна маркетингова діяльність має враховувати стратегію у сфері ціноутворення, що вимагає проведення досліджень рівня цін не лише на аналогічну продукцію, а й на альтернативні варіанти. Слід зазначити, що в основному маркетингові дослідження машинобудівні підприємства регіону здійснюють у даному напрямку. У зв'язку з цим виникає необхідність вдосконалення цінової стратегії відповідно до точки зору життєвого циклу товарів.

Цей захід передбачає відпрацювання політики ціноутворення у трьох аспектах:

- на стадії впровадження нового товару на ринок в залежності від мети підприємство повинно обґрунтувати доцільність встановлення максимально високої чи максимально низької ціни;
- на стадії дозрівання у зв'язку з неминучістю загострення цінової конкуренції на ринку політику ціноутворення необхідно коректувати;
- на стадії зростання для підприємства дуже важливо вибрати момент для зниження ціни.

Реалізація стратегії в галузі реклами передбачає організацію взаємовідносин, адже в умовах ринку необхідно не лише пристосовуватися до потреб споживачів, а й активно впливати на них. Досвід господарювання машинобудівних підприємств регіону переконує, що для них характерна висока питома вага використання реклами (в середньому близько 35%) серед маркетингових послуг.

Проведення "реklamних компаній" передбачає виготовлення ручок, пакетів, блокнотів, газових запальничок, рекламних папок у стандартному й електронному вигляді для різних типів споживачів тощо. Даний захід є виправданим, оскільки сьогодні, коли ринок заповнений великою кількістю аналогічних товарів, вироблених у різних регіонах України та за кордоном, споживачі віддають перевагу товару з інформативною рекламою. Крім цього, використання реклами сприяє раціональному споживчому вибору, підтримує здорову конкуренцію, забезпечує вищий рівень зайнятості, хоча і викликає значні додаткові витрати. Реклама також

є важливим засобом комунікації, адже для споживачів вона є частиною повідомлень, що надходять до них разом з багатьма іншими видами інформації, намагаючись привернути увагу саме до цього товару, ідеї чи організації, а для виробника реклама – це ринковий інструмент, що стимулює збут товарів і створює імідж підприємству через передачу інформації. А тому економічна роль реклами полягає у налагодженні нею взаємозв'язків між суб'єктами ринку – продавцями і покупцями. Цим вона сприяє зростанню ділової активності, розширенню суспільного виробництва чи перерозподілу ресурсів.

У період відродження цивілізованих ринкових відносин в Україні важлива роль у розробці маркетингової стратегії належить формуванню каналів збуту продукції. Це є виправданим, бо невирішеність питань збуту, яка нині часто має місце в процесі налагодження виробництва, призводить до створення наднормових залишків продукції, що, в свою чергу, знижує оборотність оборотних засобів підприємства і, як наслідок, заважає підприємствам рентабельно працювати. Очевидно, що успішно розв'язувати проблеми збуту продукції машинобудівних підприємств можна лише шляхом забезпечення налагодженої роботи збутових каналів. Разом з тим, окремі машинобудівні підприємства регіону успішно розв'язують проблеми збуту продукції шляхом побудови дилерської мережі та запровадження сервісного (гарантійного) обслуговування.

Дослідження стану маркетингової діяльності дає змогу зробити висновок, що на сьогодні немає жодного підприємства в регіоні, котре б розвивало інноваційну стратегію маркетингу. Проведені опитування дають можливість констатувати, що:

- вітчизняні машинобудівні підприємства не схильні до постановки інноваційних цілей у маркетингу;
- при здійсненні маркетингових досліджень реалізується стратегія тільки у сфері цін, збуту та реклами;
- творчому підходу не надається настільки важливого значення, як у розвинутих країнах світу;

- повністю невідпрацьованими є методи реалізації стратегії маркетингу у сфері інновацій.

Таким чином, на підприємствах є певні резерви поліпшення інноваційної діяльності, що передбачають активізацію проведення маркетингових досліджень, які можуть мати ключове значення у питаннях підвищення ефективності виробництва. Слід зазначити, що підприємствам наукомістких галузей для забезпечення конкурентних переваг на ринку необхідно приділяти більше уваги не ціновим чинникам, а інноваційним процесам, пов'язаним з удосконаленням продукції. Ефективність розробки нової чи удосконалення продукції, котру підприємство вже випускає, базується на маркетингових дослідженнях спеціалістів у сфері інновацій, що покликані забезпечити інноваційно-інформаційні центри та керівництво підприємства необхідною інформацією для швидкого прийняття перспективних рішень.

Враховуючи вищенаведене, можна зробити висновок про повну відсутність у маркетингових дослідженнях вітчизняних машинобудівних підприємств інноваційного напрямку. Це спричинює низьку ефективність маркетингової діяльності. Як правило, вона залежить від кількості та прогресивності маркетингових послуг. Оскільки в структурі маркетингових послуг машинобудівних підприємств регіону практично немає досліджень інноваційного характеру (в основному дослідження рівнів цін конкурентів), то виникає потреба в переорієнтації і підвищенні результативності діяльності маркетингових відділів цих підприємств для якнайшвидшого забезпечення їх інноваційного спрямування. Дієвим заходом для вирішення даного питання, на наш погляд, може бути створення при маркетингових відділах групи інноваційного маркетингу, фахівці якого повинні брати активну участь при генеруванні нових ідей.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ

2.1.Методи оцінки економічної ефективності інноваційної діяльності в умовах ринку

Відомо, що найбільшу віддачу дають інвестиції у науку при впровадженні у виробництво результатів досліджень. Це дає змогу зробити висновок про те, що саме інноваційна діяльність та її активізація забезпечать швидкий вихід економіки країни з кризового стану. Проблема підвищення ефективності діяльності підприємств державного і підприємницького секторів для забезпечення високих темпів їх економічного розвитку набуває особливої актуальності в сучасних умовах розвитку національної економіки, котра проходить етап відродження ринкових відносин. Це економічне зростання можна забезпечити шляхом активізації інноваційної діяльності всіх ланок народного господарства. При цьому помітно зростає потреба в знаходженні науково-обґрунтованої методики оцінки економічної ефективності інноваційної діяльності, оскільки розробка і впровадження у виробництво нововведень вимагають значних витрат, що мають високий ступінь ризику. Методика розрахунку економічної ефективності інноваційної діяльності повинна базуватися на певній теоретичній концепції, а організувати її мають відповідні організаційні структури. Економічна оцінка ефективності інноваційної діяльності передбачає вирішення комплексу таких питань, як: вибір і обґрунтування стратегічного напрямку досліджень; визначення критеріїв і показників її економічної ефективності; оцінки її впливу на ефективність діяльності підприємства, а також вибір ефективного методу її здійснення. Враховуючи, що витрати на інноваційну діяльність надзвичайно великі та

ризикові, важливою є розробка такої методики, яка б давала змогу приймати рішення про доцільність інноваційної діяльності, починаючи з ранніх її етапів.

Способи і методи оцінки ефективності інноваційної діяльності широко описані в економічній літературі. Практично всі вони базуються на співвідношенні ефектів і витрат (коефіцієнт економічної ефективності або його зворотна величина – термін окупності додаткових витрат) з подальшим їх порівнянням з нормативною величиною. Але кінцевий результат може досягатися різними шляхами і врахування цього має важливе значення при комплексній оцінці інноваційної діяльності підприємства. Кількість і сукупність показників, котрі доцільно використовувати при комплексній оцінці інноваційної діяльності, здебільшого залежать від обсягу виробництва підприємницької структури. З огляду на сказане перед керівництвом підприємства виникає ряд оригінальних завдань, котрі необхідно вирішувати, щоб оцінити інноваційну діяльність. Ось чому при виборі перспективних напрямків діяльності підприємства керівнику слід здійснювати оцінку інноваційних процесів. Різнобічна оцінка є необхідним і водночас дуже важким завданням. При цьому виникають аспекти, пов'язані між собою, які треба розглядати окремо. До них належать: по-перше – оцінка науково-інформаційного рівня підприємства, по-друге – оцінка технічного рівня підприємства і, по-третє – оцінка техніко-економічної ефективності інноваційних проектів (див. рис. 2.1). Позитивний висновок щодо перших двох аспектів є важливою базою для отримання високих кінцевих результатів.

Перший аспект передбачає оцінку науково-інформаційного рівня забезпеченості підприємства. При цьому до критеріїв оцінки інноваційної діяльності, тобто тих характеристик, які найбільшою мірою впливають на її ефективність, належать: науковий рівень підприємства, рівень інформаційного забезпечення і конкурентоспроможність розробок, що забезпечують можливість досягнення поставленої підприємством мети.

Проведені дослідження і вивчення досвіду зарубіжних вчених дають змогу зробити висновок про те, що на багатьох підприємствах, котрі ефективно працюють, як джерело інноваційних ідей найактивніше використовують персонал. В Україні працівники підприємства беруть незначну участь у формуванні інноваційних ідей, що видно з табл. 2.1. [179, 12].

Таблиця 2.1

Структура інформаційних джерел формування інноваційних ідей

Джерело інформації	Частка в загальній структурі, %
Споживачі	11,5
Власні та сторонні науково-технічні кадри	76,5
Діяльність конкурентів	8,0
Торговельні посередники	1,0
Консультаційні фірми	0,5
Працівники підприємства	2,5

Це в умовах ринкових відносин є негативним моментом у діяльності підприємства, оскільки саме високий рівень внутрішньої активності забезпечує певні переваги для підприємства. Так, висока частка виконання і впровадження власних науково-дослідних розробок у виробництво може забезпечувати підприємству за його рішенням на певний час чи назавжди монополізм у даній сфері діяльності. Цим і пояснюється важливість даного критерію для оцінки ефективності інноваційної діяльності підприємств.

При використанні даного методу найдоцільнішим є визначення коефіцієнта наукомісткості виробництва, котрий доцільно визначати як співвідношення витрат на науку (інновації) до загальної суми витрат виробництва, тобто за формулою:

$$K_n = \frac{B_n}{B_z}, \quad (2.1)$$

де K_n – коефіцієнт наукомісткості виробництва; B_n – обсяг витрат на інноваційну діяльність (науку); B_z – загальна сума витрат виробництва.

Слід зазначити, що наукомісткість вітчизняної продукції машинобудування тільки за один рік знизилася майже у два рази (з 6,0% у 1998 р. до 3,1% у 1999 р.) [126, 12]. Саме це, на нашу думку, не дає можливості збільшити частку експортної продукції, адже експортабельність наукомісткої продукції США становить понад 80% від обсягу виробництва [175, 68].

Крім цього, інноваційну діяльність підприємства можна оцінювати за коефіцієнтом використання власних розробок, який визначають за формулою:

$$K_{вл.р.} = \frac{N_{в.вл.}}{N_{заг.вл.}}, \quad (2.2)$$

де $K_{вл.р.}$ – коефіцієнт використання власних розробок; $N_{в.вл.}$ – кількість упроваджених власних розробок, од.; $N_{заг.вл.}$ – загальна кількість власних розробок, од.

Дану формулу можна використовувати для обґрунтування ефективності власних розробок підприємства, тут її користь очевидна. Використання формули дає відповідь на запитання, наскільки високий рівень власного наукового забезпечення інноваційної діяльності. Головну увагу керівники повинні при цьому звертати на якнайшвидшу активізацію винахідницько-раціоналізаторської роботи на підприємстві, що може забезпечити високий рівень даного коефіцієнта.

Іншим показником, на основі якого можна здійснювати оцінку наукового рівня забезпеченості інноваційної діяльності підприємства, є коефіцієнт використання результатів придбаних розробок, який розраховують за формулою:

$$K_{нр.р.} = \frac{N_{в.нр.}}{N_{заг.нр.}}, \quad (2.3)$$

де $K_{np.p.}$ – коефіцієнт використання результатів придбаних розробок;
 $N_{в. пр.}$ – кількість упроваджених придбаних розробок, од.; $N_{заг.пр.}$ – загальна кількість придбаних розробок, од.

Цей показник дає змогу визначити ефективність використання придбаних науково-дослідних розробок сторонніх організацій. Суть формули у тому, що вона дає можливість побачити, яким є вклад у забезпечення ефективності інноваційної діяльності ззовні.

При оцінці рівня інноваційної діяльності підприємства важливим є забезпечення раціонального співвідношення між власними і придбаними розробками. Для аналізу тут можна використати коефіцієнт співвідношення ($K_{сп}$), котрий розраховується як співвідношення загальної кількості власних розробок до кількості придбаних:

$$K_{СП} = \frac{N_{заг.вл}}{N_{заг.пр}} \quad (2.4)$$

За даним показником можна судити про темпи здійснення прикладних досліджень на підприємстві. При цьому оцінку рівня активності в інноваційній (науковій) діяльності передбачається проводити за шкалою, що відображає три рівні (див. табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Шкала для встановлення рівня активності в інноваційній діяльності

Рівні активності	Коефіцієнт співвідношення
Низький	Менший за 1
Середній	Близький до 1
Високий	Більший за 1

Наприклад, якщо даний коефіцієнт менший за 1, то це свідчення низької активності власного колективу в інноваційній діяльності. Якщо ж він дорівнює або близький до 1, то для підприємства характерний

середній ступінь активності, а якщо більший за 1, то підприємство має високий рівень активності в інноваційній діяльності.

Стосовно цього багатий досвід українські підприємці можуть почерпнути з практики господарювання зарубіжних фірм. Так, у США забезпечення наукового рівня підприємства відбувається переважно першим шляхом, тобто за рахунок активізації процесів виконання і впровадження власних науково-дослідних розробок. Це дає змогу країні контролювати 43% світового ринку інтелектуальної власності [175, 68]. Корені цього шляху заховані в історичній і культурній спадщині, адже відомо, що американцям не бракує різних творчих ідей і вони схильні мислити нетрадиційно. Завдяки цьому США утримує світову першість в інноваційній діяльності.

У Японії проблеми в сфері інноваційної діяльності мають прямо протилежний характер. Ця країна розвивається іншим шляхом, тобто перевага віддається не власним розробкам, а їх придбанням за кордоном з подальшим вдосконаленням техніки, технології і організації її виробництва. Щодо проведення і фінансування фундаментальних розробок країна уступає США, чого не можна сказати з приводу прикладних розробок. Серед зайнятих в НДДКР 66% – дослідники, середня зарплата в цій сфері у 2,6 – 3 рази вища, ніж в інших галузях економіки, а структура фінансування інноваційної діяльності наступна: 12,6% – фундаментальні дослідження; 24,4% – прикладні дослідження і 63,2% – розробки [203, 22]. Японці легко зосереджуються на загальному добрі завдяки їх культурним цінностям і традиціям. У таких умовах ідея в процесі її реалізації стикається з меншими проблемами через меншу схильність окремих особистостей перешкоджати їй, тому що японцям легше відмовитись від власного еґо через надмірну відданість інтересам колективу. Проте в цьому таїться і їх недолік, що полягає у недостатній творчій активності на індивідуальному рівні. Це спричинює труднощі саме на початкових етапах інноваційного процесу. Як бачимо, цей шлях при певних обставинах може забезпечити високий рівень розвитку, але не завжди – утримання передових позицій. Розуміння цього дає певні уроки

для формування в Україні нової парадигми розкриття творчого потенціалу, новаторської активності окремих особистостей та одностайності в прийнятті загальних рішень.

Для забезпечення ефективності інноваційної діяльності необхідно зробити найкращий вибір з якнайбільшої кількості нових ідей. Це означає, що на підприємстві повинна бути налагоджена система виявлення, збору, реєстрації, зберігання і перевірки нових ідей, що характеризує патентно-ліцензійну діяльність підприємства. Особливо важливе значення наявності патентної інформації, що є джерелом інформації про стан світової техніки в наш час. В Україні згідно зі статистичними даними рівень 2/3 нової техніки є невизначеним саме через відсутність інформації. Важливе значення має перевірка патентоспроможності та патентної чистоти запропонованої інновації. Для власних розробок цей захід забезпечує їх юридичний захист, що дає змогу активізувати інноваційну діяльність на підприємстві. Не менш важливе значення для забезпечення ефективності інноваційної діяльності має своєчасне виявлення і обґрунтування доцільності придбання розробок сторонніх організацій. Оцінку інформаційного забезпечення інноваційної діяльності можна здійснювати на основі розрахунку показника, котрий відображає кількість патентів і винаходів у базі даних електронної бібліотеки, зростання якого також сприятиме збільшенню кількості інноваційних пропозицій.

Іншим аспектом, котрий необхідно враховувати при комплексній оцінці інноваційної діяльності підприємства, є проведення аналізу його технічного рівня. При цьому критерієм оцінки інноваційної діяльності є відповідність існуючої організаційної структури управління і технології (технічне й організаційне забезпечення). До головних показників оцінки інноваційної діяльності згідно з даним критерієм, на нашу думку, належать:

- коефіцієнт оновлення продукції;
- коефіцієнт оновлення технології;
- частка конкурентоспроможної продукції підприємства.

Для розрахунку коефіцієнта оновлення продукції можна скористатися формулою:

$$K_{\text{он.пр.}} = \frac{Q_n}{Q_{\text{тов}}}, \quad (2.5)$$

де $K_{\text{он.пр.}}$ – коефіцієнт оновлення продукції; Q_n – обсяг випуску нової продукції, грн.; $Q_{\text{тов}}$ – обсяг випуску товарної продукції, грн.

Важливість розрахунку даного показника для оцінки інноваційної діяльності підприємства пояснюється тим, що на його основі можна зробити висновок про доцільність її фінансування, адже нова продукція, як правило, є конкурентоспроможною і проблем з її збутом немає, особливо за умов, коли високоефективно працює його маркетингова служба.

Оцінювати технічний рівень забезпеченості інноваційної діяльності можна також, використовуючи коефіцієнт оновлення технології, який розраховують за формулою:

$$K_{\text{он.тп.}} = \frac{N_{\text{н.тп.}}}{N_{\text{заг.тп.}}}, \quad (2.6)$$

де $K_{\text{н.тп.}}$ – коефіцієнт оновлення технології; $N_{\text{н. тп.}}$ – кількість впроваджених нових технологічних процесів; $N_{\text{заг. тп.}}$ – загальна кількість технологічних процесів.

Формулу можна використовувати для обґрунтування спроможності підприємства випускати продукцію при використанні передової техніки і технології виробництва, що забезпечує такий важливий параметр, як якість.

Іншим важливим показником, що характеризує ефективність інноваційної діяльності підприємства, є питома вага конкурентоспроможної продукції, для розрахунку якого пропонуємо використати формулу:

$$П_{\text{ксп}} = \frac{Q_{\text{тов}} - Q_{\text{скл}}}{Q_{\text{тов}}} \times 100\%, \quad (2.7)$$

де $P_{ксп}$ – питома вага конкурентоспроможної продукції, %; $Q_{скл}$ – обсяг продукції, що наднормово залежується на складах підприємства, грн.

Даний показник може перебувати в межах від 0 до 100%. Якщо цей показник близький до нуля, то це свідчення того, що продукція підприємства неконкурентоспроможна. Рівень конкурентоспроможності продукції зростає в міру наближення до 100 відсотків.

Доцільність розрахунку частки конкурентоспроможної продукції за формулою пояснюється тим, що в умовах ринкового способу господарювання важливе значення для забезпечення ефективності діяльності підприємства має недопущення залежування продукції на складах. Якщо продукція має попит – вона є конкурентоспроможною і на складах не буде залежуватись, бо це призводить до її морального, а інколи й фізичного старіння у межах життєвого циклу. Слід зазначити, що в умовах розвитку конкуренції період життєвого циклу продукції постійно скорочується. Ось чому нині важливе значення має недопущення випуску підприємством неконкурентоспроможної продукції, бо попиту на неї немає – споживачі відмовилися її купувати і вона лежатиме на складах. Можлива ситуація, коли через деякий час цикл життєдіяльності цієї продукції стабілізується, але він ніколи не досягне високого рівня через вплив науково-технічного прогресу. Значить і конкурентоспроможність цієї продукції ніколи не буде високою. Однією з головних причин, що може призвести до цього, є низька ефективність діяльності маркетингової служби на підприємстві.

Таким чином, ми підійшли до найважливішого критерію комплексної оцінки інноваційної діяльності підприємства – визначення техніко-економічної ефективності інноваційних проектів. Необхідно вказати, що в науковій і методичній літературі проблемі визначення економічної ефективності інноваційних проектів приділяли завжди багато уваги [47; 57; 134; 154; 181; 182; 184; 211].

Свідченням цього є велика кількість розроблених методик визначення економічної ефективності нової техніки. До них належать методики, розроблені ще в умовах директивної економіки. Проте більшість

з них містили лише загальні положення з визначення економічної ефективності, що передбачали безпосередній зв'язок економічної ефективності нової техніки з проблемами комплексної оцінки ефективності капітальних вкладень.

Досконалішою була методика, розроблена в 1977 р. Вона передбачала розрахунок порівняльної й абсолютної ефективності нововведень (засобів і предметів праці), давала змогу враховувати при цьому чинник часу. Як критерій порівняльної економічної ефективності впровадження нової техніки в методиці використано мінімум приведених витрат. Відомо, що приведені витрати визначаються за формулою:

$$\Pi_i = C_{pi} + E_n K_i \rightarrow \min, \quad (2.8)$$

де Π_i – приведені витрати на виробництво продукції, грн./ рік; C_{pi} – собівартість річного випуску продукції за i -тим варіантом капіталовкладень, грн./рік; E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності, 1/рік; K_i – капітальні вкладення за i -тим варіантом, грн.

Однак цю формулу можна використовувати лише тоді, коли всі порівнювані варіанти інновацій передбачають однаковий річний обсяг випуску нової техніки. При порівнянні варіантів, що передбачають різні обсяги виробництва, доцільно здійснювати розрахунок на одиницю продукції. При цьому замість собівартості річного випуску продукції підставляють собівартість одиниці продукції, а замість капіталовкладень – питомі капітальні вкладення (K_i'), котрі визначають за формулою:

$$K_i' = \frac{K_i}{N_i}, \quad (2.9)$$

де N_i – річний обсяг випуску продукції по i -тому варіанту, од.

Оцінка ефективності капітальних вкладень за даною методикою визначення приведених витрат відзначається відносною простотою і дає змогу без особливих труднощів встановити ефективність рішень, котрі приймаються. Проте дана методика містить лише головні положення щодо визначення економічного використання нової техніки та

раціоналізаторських пропозицій у народному господарстві. До того ж, цьому методу властивий такий недолік, як неврахування зміни вартості грошей у часі.

На основі вказаних методик, що містять лише основні підходи розрахунку економічної ефективності, написано низку наукових праць щодо визначення економічної ефективності інноваційних процесів в окремих галузях промисловості [71; 154; 189; 196].

Грунтовними є розробки особливостей методики визначення економічної ефективності окремих видів техніки [131; 132; 134; 184; 209].

Враховуючи, що розрив у часі між проведенням наукових досліджень і масовим виробництвом нової продукції, за оцінками вчених, становить 2 – 5 років, то при визначенні ефективності необхідно забезпечити еквівалентність суми коштів, інвестованих у розробку і реалізацію, та одержаних прибутків через певні часові інтервали, віддалені один від одного. Фундаментальною причиною цього є те, що гривня чи інша грошова одиниця, вкладена в будь-які комерційні операції, у тому числі й інноваційні процеси, спроможна через рік перетворитися на більшу суму за рахунок отриманого від неї доходу. Ця істина – аксіома для всіх фінансових операцій і передбачає необхідність її врахування при економічному обґрунтуванні інноваційних проектів. Концепція такої оцінки ґрунтується на тому, що вартість грошей у часі змінюється залежно від норми прибутку на грошовому ринку, яку найчастіше визначають як норму позичкового процента.

Оцінка ефективності і доцільності капітальних вкладень, котра б нівелювала вплив чинника часу, ґрунтується на приведенні цих витрат до одного моменту часу шляхом їх дисконтування. У процесі порівняння вартості грошових коштів при їх інвестуванні в інноваційні проекти і поверненні прийнято використовувати два основних поняття – майбутньої і теперішньої вартості грошей.

Майбутня вартість грошей – це вартість інвестованих в інноваційні процеси коштів через визначений період часу з урахуванням ставки позичкового процента.

Теперішня вартість грошей – сума майбутніх грошових надходжень, приведених до теперішнього часу з урахуванням ставки процента. Ця вартість є основою для визначення прибутковості різних проектів за певний період часу. Визначення теперішньої вартості грошей, вкладених в інноваційні процеси, також пов'язане з процесом дисконтування цієї вартості. Дисконтна ставка – це процентна ставка, котра враховує ризик, пов'язаний з чинником часу. Процентні ставки можуть бути простими та складними. Слід зазначити, що використання так званих простих дисконтних ставок є виправданим при їх застосуванні до однієї і тієї ж початкової суми інвестицій. У разі довготермінових проектів використовують складні дисконтні ставки, тобто ті, котрі застосовують до суми вкладень з урахованими в попередньому періоді процентами.

У випадку використання простого відсотка майбутню вартість можна обчислити за формулою [94, 177]:

$$S = P(1 + r \cdot n), \quad (2.10)$$

де S – майбутня вартість грошей, грн.; P – теперішня вартість грошей, грн.; r – річна відсоткова ставка, виражена десятковим дробом; n – термін позики у роках.

Величина $(1 + r \cdot n)$ – множник нарощення.

Теперішню вартість майбутніх грошових потоків при використанні простої процентної ставки визначають за формулою:

$$P = S \frac{1}{(1 + r \cdot n)} \quad (2.11)$$

У випадку використання складних процентних ставок мають місце наступні залежності [94, 177]:

- для майбутньої вартості:

$$S_c = P(1 + r)^n. \quad (2.12)$$

- для теперішньої вартості:

$$P_c = S \frac{I}{(1+r)^n} \quad (2.13)$$

Найдосконалішою, на наш погляд, була методика визначення економічної ефективності інноваційних процесів, прийнята в 1988 р. – “Методичні рекомендації щодо комплексної оцінки ефективності заходів, спрямованих на прискорення НТП”. Оскільки питання про період, за який доцільно розраховувати економічний ефект (річний економічний ефект чи ефект за весь термін служби), тривалий час залишалося риторичним, то цінність даної методики в тому, що згідно з її положеннями економічний ефект інновацій розраховується на всіх етапах реалізації за весь період здійснення цих заходів і визначається як різниця між вартісними оцінками результатів і сукупних витрат.

Слід зазначити, що зараз більшість вітчизняних і зарубіжних авторів є прихильниками розрахунку економічного ефекту за весь термін служби нововведення. Не так давно прихильників такого підходу до розрахунку економічного ефекту було менше, однак час все вирішує правильно. Ще в період директивної економіки серед науковців з’явилися обґрунтовані думки щодо доцільності такого підходу до оцінки економічної ефективності нововведень [131; 132; 184]. Дані висновки підтверджені в працях переконливими розрахунками та прикладами. Такої думки дотримуються сьогодні немало вітчизняних і зарубіжних вчених.

Варто погодитися з ними щодо того, що підхід до оцінки технічних нововведень, котрий базується на теорії порівняльної ефективності капітальних вкладень, в умовах ринку не може використовуватися, бо його розрахунки не збігаються з метою господарюючих суб’єктів [154, 19]. Крім цього, приведені витрати не дають змоги реально побачити економічну ефективність принципово нової техніки. Для об’єктивної оцінки потрібно використовувати не один, а кілька показників.

Згідно з нашими міркуваннями нівелювати появу цих логічних та економічних помилок можна, використовуючи для оцінки економічної ефективності інноваційних процесів методику, що дає можливість адекватно розрахувати економічний ефект не тільки у сфері виробництва, а й у сфері споживання. Необхідно вказати, що в науковій літературі є розробки методики визначення економічної ефективності інноваційної діяльності в машинобудуванні даного напрямку [138; 208]. Але більшість з них не охоплює усіх сфер інноваційного процесу (сфер створення і споживання). Так, С. Ф. Покропивний, А. В. Савченко та А. А. Сладков пропонують здійснювати оцінку ефективності інноваційних процесів на основі методики визначення інтегрального економічного ефекту в сферах виробництва чи споживання. При цьому перший метод передбачає розрахунок інтегрального економічного ефекту як дисконтованої суми різниці верхньої граничної ціни нової техніки та приведених витрат на її виготовлення: [138, 27; 154, 18]

$$E_c = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n (C_{ei} - P_n) N_2 K_n, \quad (2.14)$$

де T – період виробництва нової техніки; n – кількість сфер використання техніки у році t ; N_2 – кількість одиниць нової техніки, що використовується в i -тій сфері у t -му році; C_{ei} – верхня гранична ціна нової техніки для i -тої сфери використання; P_n – приведені витрати на одиницю нової техніки в t -му році; K_n – коефіцієнт приведення економічного ефекту t -го року до теперішньої вартості.

Другий метод полягає у тому, що інтегральний ефект розраховується лише у сфері споживання як дисконтована сума різниці приведених витрат на виготовлення продукції за весь термін виготовлення і використання нової техніки за формулою:

$$E_c = \sum_{t=1}^{T_6} \sum_{i=1}^n (P_{\sigma} - P_n) N_2 K_n, \quad (2.15)$$

де T_e – розрахунковий період використання нової техніки; Π_0, Π_n – приведені витрати на виготовлення продукції базовою і новою технікою відповідно; N_2 – річний обсяг виробництва продукції, що виготовляється новою технікою в t - му році.

Ця методика визначення інтегрального економічного ефекту не дає змоги розрахувати ефект виробника і споживача, а отже – виявити чинники, що в найбільшій мірі можуть вплинути на ефективність інноваційної діяльності. Крім цього, вона базується на основі розрахунку приведених витрат, використання яких виправдане для вибору ліпшого за якісними параметрами варіанту техніки, а для розрахунку економічного ефекту за даними варіантами її використання недоцільне, адже той факт, що приведені витрати найменші (серед тих варіантів, що порівнюються) не означає, що вони є виправданими і доцільними.

Прийнятною методикою, що дає можливість усунути недоліки вищенаведеної розробки проблем оцінки економічної ефективності нововведень у приладобудуванні, можна вважати праці Плоткіна Я. Д., Львова Д. С. [131; 134] та Харіва П. С. [184], котрі дають змогу визначити економічну ефективність інноваційних проектів у приладобудуванні на прикладі конкретних видів техніки. Не заперечуючи правильності думок, викладених у цих працях, вважаємо, що в зв'язку з переходом на ринкові засади господарювання можна запропонувати деяке їх вдосконалення. Методи, наведені в даних працях, можна взяти за основу при відпрацюванні методики визначення економічної ефективності інноваційної діяльності машино- і, зокрема, приладобудівних підприємств в умовах ринку. Згідно з обраним методом при визначенні економічної ефективності нововведень будемо користуватися показниками сумарного економічного ефекту, терміну окупності, коефіцієнтом ефективності.

Сумарний економічний ефект, розрахований за весь термін служби, обчислюється за формулою:

$$E_c = E_e + E_e, \quad (2.16)$$

де E_c – сумарний ефект; E_e – економічний ефект на витратах виробництва; E_e – економічний ефект на витратах експлуатації.

Про економічну ефективність інновації розмірковують на основі зіставлення ефектів на витратах виробництва та експлуатації. При цьому можливі наступні варіанти.

Варіанти	Сумарний економічний ефект – E_c	Ефект на витратах виробництва – E_e	Ефект на витратах експлуатації – E_e
I	+ (>0)	+ (>0)	+ (>0)
II	- (<0)	- (>0)	+ (>0)
III	+ (<0)	- (>0)	+ (<0)

При першому варіанті інновація є високоефективною і не вимагає додаткових витрат при виробництві. В умовах другого варіанта – нова техніка не є ефективною, оскільки в сумі матимемо збитки. У третьому варіанті для визначення ефективності необхідно додатково розрахувати коефіцієнт економічної ефективності (E) або термін окупності ($T_{ок}$).

При оцінці економічної ефективності інноваційних процесів майже всі показники розраховуються як порівняльні величини. У зв'язку з цим оцінку техніко-економічного рівня новинок доцільно проводити у такій послідовності:

- вибір бази порівняння – аналога;
- проведення порівняльної оцінки;
- формування висновків про техніко-економічний рівень новинки;
- оцінка конкурентоспроможності продукції.

Величина цих показників залежатиме від того, з чим порівнювати, тобто, який виріб вибрано за базу порівняння - аналог. Вибір аналога залежить від мети здійснення порівняння: виявлення технічного рівня нової техніки, наближений розрахунок собівартості на ранніх етапах проектування чи розрахунок економічної ефективності у виробництві та експлуатації. Так, при визначенні технічного рівня за аналог доцільно вибирати вироби, котрі з технологічної точки зору найповніше відповідають специфіці експлуатації, тобто ідентичні за експлуатаційним призначенням і головними технічними параметрами. Крім цього, аналог

має бути кращим з впроваджених або розроблених вітчизняних чи зарубіжних зразків техніки, який випускають не більше трьох років. Даний захід забезпечить об'єктивність при оцінці економічної ефективності та дасть змогу уникнути розробки і впровадження у виробництво морально застарілих новинок.

При створенні нової наукомісткої продукції, а саме такою є продукція машино- та приладобудування, дуже важливою проблемою є якнайшвидше її вдосконалення. Проведені американськими вченими дослідження засвідчують, що рівень експлуатаційних витрат на 80% визначається технічними характеристиками, прийнятими на початкових етапах проектування, а можливість впливу на них на стадії виготовлення дослідного зразка знижуються до 15%, в умовах серійного виробництва – аж до 5% [75, 73]. Отже, важливість прийняття рішення про зміни технічних характеристик на початкових етапах проектування є очевидною.

На початкових стадіях проектування, коли бракує даних для складання планової калькуляції собівартості нововведення, необхідної для оцінки економічного ефекту за рахунок зміни витрат виробництва, її розрахунок можна здійснити наближеними методами (питомих ваг, графоаналітичним чи методом кореляції), для чого й вибирають аналог-2. При виборі цього аналога особливу увагу потрібно звернути на конструктивні характеристики, принцип дії, структурну схему і технологію виготовлення. Оскільки аналог вибирають на стадії проектування, то зростає роль техніко-економічного аналізу, який мусить бути оперативним засобом вибору найдоцільнішого технічного варіанта. На кожній стадії проектування (від розробки технічного завдання і до завершення робочого проектування) він повинен забезпечувати проектувальникам отримання об'єктивної і надійної інформації для вивчення ступеня впливу тих чи інших змін у конструкції виробу на його ефективність.

При виборі аналога-3 для визначення економічного ефекту за рахунок зміни витрат виробництва й експлуатації необхідно враховувати однакове експлуатаційне призначення і сферу застосування нової техніки, а щодо збігу технічних характеристик, то тут немає необхідності. У цьому

випадку за аналог можна вибрати декілька виробів, що спільно виконують ту ж функцію. Якщо сфера застосування виробу є широкою, то як аналог доцільно вибрати виріб, що має найширше використання, а у випадку локального використання – вироби, що підлягають заміні.

Отже, методика вибору варіанта здійснення інноваційного процесу повинна бути побудована таким чином, щоб вона дала змогу встановлювати не тільки прямий зв'язок між технічними та економічними параметрами новинки, а враховувала і зворотний зв'язок, тобто забезпечувала розробку оптимальної конструкції виробу.

Як бачимо, інноваційні процеси потребують здійснення періодичного контролю їх ефективності на всіх стадіях розробки виробу і просування його на ринку. Через відповідні проміжки часу в кінці кожної стадії проектування необхідно приймати рішення про доцільність продовження розробки. Якщо ж економічна оцінка проекту позитивна, то інноваційний процес продовжується.

Для визначення економічної ефективності інноваційної діяльності в тому випадку, коли сумарний ефект більший за 0, а економічний ефект за рахунок зміни витрат виробництва від'ємний, необхідно додатково розраховувати термін окупності за формулою:

$$T_{ок} = \frac{|Eв|}{Eеріч} \quad (2.17)$$

або коефіцієнт економічної ефективності за формулою:

$$E = \frac{Eеріч}{|Eв|} \quad (2.18)$$

Якщо розрахований таким чином термін окупності додаткових витрат менший або дорівнює нормативному для галузі використання даних виробів, то інноваційні процеси є ефективними, і навпаки, якщо термін окупності більший від нормативного – неефективні. Коли розрахунковий

коефіцієнт економічної ефективності менший від нормативного, то впровадження нової техніки неефективне; якщо ж розрахунковий коефіцієнт економічної ефективності більший або дорівнює нормативному, то впровадження нової техніки доцільне.

Далі перейдемо до розгляду методів розрахунку ефектів на витратах виробництва й експлуатації, тобто ефектів у виробника і споживача.

Розрахунок ефекту на витратах виробництва здійснюватимемо за формулою:

$$E_e = C_a - C_n, \quad (2.19)$$

де C_a , C_n – ціна аналога і нової техніки відповідно, грн.

Використання ціни для розрахунку економічного ефекту на витратах виробництва пояснюється тим, що його потрібно розраховувати на основі суспільно необхідних, а не індивідуальних витрат виробництва. Ось чому показник собівартості не можна використовувати для розрахунку економічного ефекту у виробника. Розрахунок ціни новинок, котрий необхідно проводити на ранніх етапах проектування (технічної пропозиції, ескізного і технічного проекту), є доволі складним завданням. Тут виникає потреба в розрахунку економічних показників, більшість з яких пов'язані з фінансовими аспектами. Фінансові чинники, що базуються на використанні кошторисно-фінансових показників, відіграють значну роль при оцінці ефективності інноваційних процесів. Однак в окремих випадках, незалежно від того, чи використовуються кількісні методи, є ряд суттєвих проблем, котрі потрібно остаточно вирішувати лише на основі досвіду й інтуїції особи, яка проводить відбір. Тому питання про залучення кваліфікованих кадрів є одним з найважливіших.

Розв'язання проблем розрахунку ціни нових виробів на ранніх стадіях їх розробки вимагає подальших досліджень стосовно обчислення витрат на інноваційну діяльність. Як відомо, всі витрати поділяються на постійні та змінні. До постійних належать витрати, незалежні від обсягу виготовленої продукції (амортизація, витрати на маркетинг, адміністративні витрати тощо). До змінних – ті, які змінюються зі зміною

обсягу виробництва продукції (матеріальні витрати, оплата праці тощо). Природно, що ціни на продукцію встановлюються таким чином, щоб покрити всі змінні і постійні витрати, а також отримати необхідний прибуток. Усі методики наближеного розрахунку собівартості інноваційної продукції на початкових етапах проектування базуються на співвідношенні частки зарплати і матеріальних витрат у собівартості. При складанні планової калькуляції потрібно також розраховувати (у %) величини цехових, загальногосподарських і позавиробничих витрат. Як правило, їх розраховують методом екстраполяції даних за попередні роки на перспективу. Розрахувавши дані величини, можна отримати ціну нової продукції, при порівнянні якої з аналогом розраховують економічний ефект на витратах виробництва.

Не менш важливим моментом є забезпечення зіставності цін на нову продукцію і аналог, чого можна досягти шляхом їх дисконтування. Знаючи ціну на перший рік, можна спрогнозувати її рівень на 5 – 6 років випуску з достатньою для економічних розрахунків точністю. Такий підхід необхідний для забезпечення об'єктивності порівняння, адже аналог міг випускатися близько 3 років тому, а виробництво нового виробу буде здійснене через 2 – 3 роки з моменту початку його розробки.

Упровадження інновацій, як правило, впливає на величину експлуатаційних витрат, тому не менш важливе значення для обґрунтування інноваційних проектів має визначення економічної ефективності у споживача, що передбачає розрахунок другої складової сумарного економічного ефекту. Економічний ефект на витратах експлуатації необхідно розраховувати за рахунок зміни всіх експлуатаційних витрат через добуток річного економічного ефекту і терміну служби. Для визначення економічного ефекту на витратах експлуатації скористаємося формулою:

$$E_e = E_{e.річ} \cdot T_{сл} , \quad (2.20)$$

де $E_{e\text{ річ}}$ – річний економічний ефект на витратах експлуатації; T_{cl} – термін служби нової техніки.

Як відомо, термін служби нової техніки з достатньою для економічних розрахунків точністю можна визначити за формулою:

$$T_{cl} = \frac{100}{H_{am}}, \quad (2.21)$$

де H_{am} – норма амортизації нової техніки, %.

Річний економічний ефект на витратах експлуатації (у споживача) визначають за формулою:

$$E_{e.\text{річ}} = \sum_{i=1}^m E_{pi}, \quad (2.22)$$

де m – кількість експлуатаційних параметрів нової техніки, які поліпшуються порівняно з аналогом; E_{pi} – річний економічний ефект від поліпшення i -го експлуатаційного параметра.

Як правило, інноваційна діяльність приводить до поліпшення деяких техніко-експлуатаційних характеристик виробів. Наприклад, у приладобудуванні найчастіше поліпшують такі техніко-експлуатаційні параметри: збільшують надійність і довговічність виробів, зменшують їх масу, габаритні розміри і споживану ними потужність. Розрахунок річного економічного ефекту за рахунок зміни цих параметрів інколи складний процес, адже важко розрахувати річний економічний ефект за рахунок зміни габаритів чи маси виробів, тому доводиться використовувати спеціальні методи [184], дослідження яких виходить за межі даної дисертаційної роботи.

Зрозуміло, що впровадження новинок, як правило, впливає на величину експлуатаційних витрат. Оскільки показник ефективності визначають як порівняльну величину, то при розрахунку коефіцієнта

економічної ефективності впровадження нової техніки необхідно розраховувати у споживача до і після її впровадження за тими складовими, котрі змінюються у результаті впровадження в експлуатацію. Всі інші параметри, що не змінилися порівняно з аналогом, не вплинуть на витрати експлуатації і тому ефект від них дорівнюватиме 0. При цьому річний економічний ефект від поліпшення i -го експлуатаційного параметра нової техніки обчислюватимемо за формулою:

$$E_{pi} = B_{ia} - B_{in} , \quad (2.23)$$

де, B_{ia} , B_{in} – річні витрати на i -ий експлуатаційний параметр (амортизацію, ремонти, електроенергію, зарплату тощо) для аналога і нової техніки відповідно.

Необхідно зазначити, що в майбутньому економія на витратах певного експлуатаційного параметра безпосередньо впливатиме на показник конкурентоспроможності продукції.

Інколи нова техніка спеціально призначена для поліпшення лише одного з експлуатаційних параметрів, тоді річний економічний ефект розраховують за спрощеною схемою. Наприклад, при зростанні продуктивності нової техніки річний економічний ефект можна визначити за формулою:

$$E_{epich} = \left(Z_a \frac{P_n}{P_o} - Z_n \right) \cdot P_n , \quad (2.24)$$

де, Z_a – витрати на випуск одиниці продукції за допомогою аналога; Z_n – ті ж витрати за допомогою нововведення; P_o , P_n – річна продуктивність аналога і нової техніки відповідно.

Інколи нововведення забезпечують поліпшення лише одного з техніко-експлуатаційних параметрів, котрий забезпечує соціальний ефект, наприклад, поліпшуються умови праці і збільшується її безпека, що

покращує рівень відтворення робочої сили. Це може одночасно супроводжуватися економічним ефектом, скажімо за рахунок зростання продуктивності праці, що призводить до зниження собівартості продукції, а це, в свою чергу, збільшує обсяг продажу, що веде до зростання кількості прибутку. Отже, зростання техніко-економічного рівня нововведення значною мірою впливає на його конкурентоспроможність.

2.2. Особливості оцінки економічної ефективності впровадження нових видів продукції (на прикладі радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах)

Важливим завданням розвитку національної економіки на сучасному етапі є підвищення ефективності суспільного виробництва на основі впровадження досягнень технічного прогресу. Вперш за все це стосується технічних інноваційних процесів, таких, як впровадження нових видів продукції і нових технологічних процесів (див. рис. 1.2). Показовим, на наш погляд, є впровадження одного з найбільших відкриттів минулого століття, що спричинило науково-технічну революцію, – винаходу напівпровідникових приладів, а пізніше й інтегральних схем.

Власне радіоелектронній апаратурі на інтегральних схемах (РЕА на ІС), що використовується сьогодні майже всіма галузями промисловості, відводиться особлива роль у прискоренні темпів зростання продуктивності суспільної праці. Широке використання такої апаратури дає змогу економити живу й уречевлену працю на всіх стадіях її життя (проекування, виготовлення та експлуатації).

Враховуючи значні інвестиційні ресурси, пов'язані з розробкою і виробництвом нової РЕА на ІС, вирішенню питання про впровадження нової техніки повинен передувати детальний техніко-економічний аналіз, котрий потрібно здійснювати вже на початкових стадіях технічної підготовки її виробництва, починаючи зі стадії розробки технічної пропозиції. Власне економічна доцільність використання конкретних видів радіоелектронної апаратури має бути найважливішою умовою її подальшої розробки і впровадження. Сьогодні першочергового значення набувають питання оцінки впливу всіх чинників на економічну ефективність апаратури на інтегральних схемах і обґрунтування конкретних залежностей між ними.

Наведене й визначило вибір прикладу при розгляді даного питання.

2.2.1. Економічні аспекти використання інтегральних схем у радіоелектронній апаратурі

У зв'язку з вимогами технічного прогресу до підвищення якості радіоелектронної апаратури постійно покращуються її експлуатаційні параметри, що зазвичай приводить до її ускладнення. Так, число елементів, з яких складається найскладніша апаратура, збільшується на порядок за кожні десять років [38]. У недалекому минулому радіоелектронна апаратура була лише засобами зв'язку і радіомовлення, що налічували сотні, рідше тисячі, елементів, котрі працюють одночасно. Більш пізня апаратура нараховувала вже $10^6 - 10^7$ елементів. Наприклад, універсальні цифрові обчислювальні машини налічували понад мільйон радіоелементів.

Ускладнення апаратури знижує її надійність, приводить до збільшення її маси, габаритів, споживаної потужності та вартості обслуговування. Зниження надійності складної радіоелектронної апаратури викликане збільшенням числа елементів, а отже кількості з'єднань між ними. При цьому слід пам'ятати, що паяні контакти та механічні з'єднання найненадійніші складові РЕА.

Для наземної стаціонарної апаратури збільшення маси, габаритів і споживаної потужності не є вирішальними параметрами, оскільки її живлення здійснюється від мережі, а переміщується вона надзвичайно рідко. У той же час дані параметри є визначальними для бортової і портативної апаратури, бо оснащення літальних апаратів навігаційною й іншими видами РЕА постійно збільшується, а для портативної апаратури особливо гостро стоїть питання її живлення.

Вирішення проблем зниження маси, габаритів, споживаної потужності та підвищення надійності досягається шляхом мініатюризації і мікромініатюризації радіоелектронної апаратури, що ґрунтується на

використанні якісно нових методів конструювання і нових надійних радіоелементів.

Першим етапом мініатюризації апаратури був ущільнений монтаж, при якому позитивний результат досягався завдяки різкому зменшенню габаритів радіоелементів. Найгроміздкішими елементами радіоапаратури були електровакуумні прилади, котрі згодом почали замінюватися пальчиковими і надійнішими мініатюрними електронними лампами. Одночасно освоювався промисловий випуск напівпровідникових приладів, винайдених у 1948 р., які в значній мірі сприяли вирішенню проблем зниження маси, габаритів і споживаної потужності.

Використання РЕА в бортовій, обчислювальній та інших видах техніки вимагало подальшого покращення її експлуатаційних параметрів, що досягалося застосуванням нових методів конструювання на основі друкованого монтажу. Таким чином, ущільнюючий монтаж був способом конструювання радіоелектронної апаратури, що ґрунтувався на використанні мініатюрних деталей, напівпровідників і друкованого монтажу, а також на застосуванні функціонально-вузлового методу конструювання, при якому складні пристрої поділялися на прості, функціонально завершені вузли, що називалися модулями.

Перехід до модульного конструювання апаратури дав змогу попри покращення таких експлуатаційних параметрів, як маса, габарити і ремонтпридатність, знизити вартість РЕА за рахунок автоматизації процесів складання і монтажу модулів, котрі при ручному виконанні становили близько 75% від усіх прямих виробничих витрат на їх виготовлення.

Зростання складності РЕА та неможливість подальшого зменшення габаритів і маси без зміни принципів її конструювання привели до появи мікромодульного методу, що дав змогу досягти щільності заповнення об'єму 5 – 15 деталей в кубічному сантиметрі у порівнянні з 0,5 – 2 деталі для апаратури у модульному виконанні. Таку щільність заповнення об'єму вдалося досягти завдяки тому, що всі елементи мали форму паралелепіпеда, що дало змогу щільно компонувати їх у мікромодулі, а ті,

в свою чергу, – на друковані плати. Найширше розповсюдження одержали мікромодулі з квадратними керамічними пластинами розміром $9,6 \times 9,6$ мм, на яких розміщувалися мініатюрні транзистори, діоди, трансформатори, дроселі, а опори і ємності наносилися на керамічні пластини методом напилення. Деталі склалися в стовпчики (у вигляді етажерки) і виводи радіоелементів, розміщені на торцях пластин, з'єднували прямими нікельовими провідниками та заливали епоксидною смолою. Однотипність керамічних пластин давала можливість використовувати при складанні і монтажі мікромодулів автомати.

Мікромодулі в меншій мірі, ніж модулі, чутливі до коливань температури і механічних навантажень, що збільшувало надійність радіоелектронної апаратури і давало змогу використовувати її у перших вітчизняних космічних кораблях. Однак при цьому методі конструювання важко досягти значне підвищення надійності, оскільки в апаратурі на мікромодулях залишалася значна кількість паяних контактів.

В міру подальшого ускладнення апаратури і зниження її надійності продовжувалися пошуки нових методів конструювання РЕА, які б дали змогу зменшити кількість паяних контактів, а отже, підтримати надійність складної радіоелектронної апаратури на достатньо високому рівні. У квітні 1958 р. (вже через десять років після відкриття напівпровідникового ефекту) американський вчений Дж. Кілбі запропонував створювати еквівалентні елементи всієї схеми, такі, як опори, конденсатори, діоди і транзистори в монолітному куску чистого кремнію. Дж. Кілбі в лабораторних умовах створив першу напівпровідникову інтегральну схему (ІС) у серпні 1958 р., а вже через два роки деякі американські фірми випустили серії таких схем для обчислювальної техніки. Це було зроблено не випадково, оскільки цей вид радіоелектронної апаратури на той час був найскладнішим і проблема його надійності стояла найбільш гостро.

Паралельно до розробки напівпровідникових інтегральних схем здійснювалася розробка тонкоплівкових ІС. Початкова думка, що вони будуть успішно конкурувати з напівпровідниковими ІС виявилася помилковою, оскільки тут не вдалося створити стабільні активні плівкові

елементи. Це викликало необхідність розробки гібридних інтегральних схем.

У 1962 р. в США відбувся перехід від лабораторних досліджень і створення макетних зразків до промислового виробництва інтегральних схем. При цьому було завершено створення експериментальних зразків мікроелектронних обчислювальних машин на напівпровідникових і плівкових інтегральних схемах.

“Інтегральна схема – це блок, всередині якого єдиним технологічним процесом створюються всі елементи електричної схеми і з’єднання між ними” [117]. Інтегральні схеми, в свою чергу, є дискретними елементами з яких компонується радіоелектронна апаратура. Інтегральні методи конструювання, котрі змінили методи конструювання на дискретних елементах, ґрунтуються на передових досягненнях фізики твердого тіла і електроніки. Вони якісно змінюють характер конструювання і виробництва радіоелектронної апаратури. Перехід від виготовлення дискретних елементів до виробництва інтегральних функціонально-завершених вузлів і блоків дає змогу: значно зменшити габарити, масу і споживану апаратурою потужність; підвищити її швидкодію, чутливість, точність, ремонтпридатність і, що найголовніше для бортової апаратури і обчислювальної техніки, – підвищити надійність, термін служби і оперативну готовність.

Наступним етапом на шляху розвитку мікроелектроніки був перехід до розробки інтегральних схем з високим рівнем інтеграції – багатофункціональних ІС або, як їх ще називають, великих інтегральних схем. Цей перехід обумовлений прагненням до подальшого покращення технічних й економічних показників радіоелектронної апаратури і в першу чергу до підвищення її надійності.

Нині є багато прикладів використання інтегральних схем в РЕА. Інтегральні схеми широко використовуються у системах обробки даних, обчислювальній техніці, апаратурі зв’язку, космонавтиці, контрольно-вимірювальній, радіотелевізійній, медичній електронній апаратурі та інших побутових приладах. Наприклад, в медицині лише завдяки малим

розмірам і високій надійності стало можливим використання вживлюваних в організм стимуляторів серцевої та інших видів життєдіяльності, приладів для обстеження діяльності внутрішніх органів, діагностики тощо.

Однак ступінь використання інтегральних схем у різних типах радіоелектронної апаратури різний. Так, у цифрових обчислювальних машинах на інтегральні схеми можна перевести майже всі 100% пристроїв, в апаратурі зв'язку – до 80%, в контрольно-вимірювальній апаратурі – до 50%, у портативній радіолокаційній апаратурі – до 60%, а в крупногабаритній радіолокаційній апаратурі – до 20% [148]. В останній навіть значне збільшення процента використання інтегральних схем не приведе до значного зменшення маси і габаритів, оскільки вони визначаються в основному габаритами антени і потужного передавача.

У радіоелектронній апаратурі використовуються декілька типів інтегральних схем, що відрізняються між собою як за технологією виготовлення, так і за вартістю. У зв'язку з цим виникла потреба в диференційованому підході до вибору найраціональніших типів інтегральних схем залежно від конкретних вимог виробництва, призначення апаратури, сфери застосування, а також тенденцій зміни вартості різних типів інтегральних схем у часі.

Оцінка доцільності використання різних типів інтегральних схем у радіоелектронній апаратурі та дослідження їх впливу на основні робочі й економічні характеристики РЕА повинні базуватися на класифікації інтегральних схем.

Відомі наступні п'ять основних типів інтегральних схем.

Напівпровідникові (твердотілі) ІС – функціональні блоки, виготовлені методами напівпровідникової технології в єдиному об'ємі кремнію, при цьому в них можна розрізнити окремі компоненти.

Тонкоплівкові ІС – функціональні блоки, виконані на ізоляційній пластині (найчастіше керамічній) методами нанесення тонких плівок, що включають як пасивні елементи (опори і ємності), так і активні тонкоплівкові елементи (діоди і транзистори).

Гібридні ІС (мікросхеми) – поєднання тонкоплівкових пасивних елементів з вмонтованими безкорпусними напівпровідниковими приладами, розташованими на керамічній пластині.

Суміщені ІС – функціональні блоки, виконані на поверхні пластини кремнію, де створено активні елементи, а опори, ємності і з'єднання між ними створюються методами тонкоплівкової технології.

Молекулярні схеми – функціональні блоки, одержані шляхом впливу на внутрішню структуру напівпровідника, де неможливо виділити елементи, еквівалентні дискретним компонентам.

Як зазначалося, використання у радіоелектронній апаратурі інтегральних схем і в першу чергу твердотілих підвищує її надійність та значно зменшує габарити і масу. Теоретична межа щільності компонентів для кремнію за умов 100% виходу придатних схем у виробництві та 10% допусків становить 10^8 елементів у кубічному сантиметрі [117]. Реально можлива щільність пакування елементів напівпровідникової інтегральної схеми становить 200 тисяч елементів у кубічному сантиметрі [77]. Якщо цю величину порівняти зі щільністю пакування компонентів радіоелектронної апаратури на дискретних елементах (2 елементи/см³), то співвідношення становить 10^5 . Однак апаратура на ІС має перевагу в порівнянні з апаратурою на дискретних елементах стосовно розмірів лише в $10^2 - 10^3$ разів. Ця розбіжність між можливою і фактичною щільністю пакування елементів в РЕА на ІС пояснюється проблемами забезпечення нормального теплового режиму і міжсхемних з'єднань. Задоволення цих вимог призводить до того, що габарити системи виводів значно перевищують габарити напівпровідникової схеми.

Для забезпечення нормального теплового режиму зі збільшенням щільності пакування необхідно зменшувати напругу живлення, а це знижує коефіцієнт передачі, швидкодію та завадозахищеність схем. Якщо потужність розсіювання не визначає щільності пакування компонентів, то зменшення розмірів можна досягти за рахунок конструктивних чинників: по-перше, зменшенням числа інтегральних схем за рахунок використання

схем з вищим рівнем інтеграції; по-друге, створенням досконаліших систем міжсхемних з'єднань.

Аналогічне становище і при конструюванні РЕА на тонкоплівкових і гібридних ІС. При цьому проблема відведення тепла для тонкоплівкових схем значно складніша, ніж для напівпровідникових. Практично розміри тонкоплівкових ІС визначаються розмірами пластини, де вони розміщені і котра є не лише механічною опорою, а й засобом для відведення тепла. Збільшуючи число плівок, що послідовно наносяться на пластину, а також використовуючи матеріали, котрі витримують більш високі температури та пластини з кращою якістю тепловіддачі, можна було б досягти значного підвищення щільності компоновання в тонкоплівкових інтегральних схемах.

Переваги РЕА на ІС стосовно зменшення габаритів, маси та споживаної потужності очевидні, а щодо надійності, то для системи на дискретних елементах, яка нараховує 10^7 елементів, середній час напрацювання на відмову становить дві хвилини, а це означає, що система практично непрацездатна. Саме мікроелектроніка дала змогу вирішити проблему підвищення надійності складних електронних систем.

Інтегральні схеми, як і інші елементи радіоелектронної апаратури, компонують на друкованих платах, що дає змогу автоматизувати значну частину складальних і монтажних робіт. Мала маса і габарити інтегральних схем дають можливість розміщувати їх по обидва боки плати, відповідно на друкованій платі площею 100×127 мм можна розміщувати 320 ІС у плоских корпусах з розмірами $6,5 \times 6,5$ мм, при цьому забезпечуються нормальні температурні умови роботи [31]. Апаратура, виконана на ІС, займає на платі в 4 – 10 разів меншу площу в порівнянні з варіантом на дискретних елементах. Отже, кількість плат для РЕА на ІС значно менша, ніж для апаратури на дискретних елементах, що спрощує її конструкцію.

Радіоелектронна апаратура на інтегральних схемах має ряд переваг над апаратурою на дискретних елементах як за технічними, так і за економічними показниками. В апаратурі на дискретних елементах

покращення більшості технічних параметрів, таких, як надійність, продуктивність, точність, чутливість, стабільність, – збільшує економічний ефект за рахунок витрат експлуатації, але досягається це за рахунок значного зростання її вартості. Наприклад, підвищення надійності радіоелектронної апаратури шляхом резервування окремих блоків збільшує її вартість і одночасно дає змогу зменшити кількість ремонтів. Перехід від методів проектування апаратури на дискретних елементах до проектування РЕА на ІС покращує її основні експлуатаційні параметри не шляхом ускладнення конструкції апаратури, а внаслідок застосування якісно нових методів її будови, що дає можливість підвищити економічний ефект за рахунок зміни витрат експлуатації незалежно від вартості апаратури. Наприклад, використання ІС У цифро-аналогових перетворювачах дало змогу розташувати всі компоненти на одній платі замість чотирьох, тобто знизити витрати на виготовлення плат на 75% і вартість монтажу на 50% [148]. Як бачимо, покращення таких експлуатаційних показників, як надійність, швидкодія, маса, габарити і споживана потужність, не збільшило вартості радіоелектронної апаратури, а, навпаки, дало змогу її знизити.

Перехід до інтегральних схем доцільний, якщо їх використання дає економічні переваги при проектуванні, виробництві та експлуатації радіоелектронної апаратури.

При проектуванні РЕА на ІС скорочуються витрати на розробку і конструювання у порівнянні з апаратурою на дискретних елементах. З появою мікроелектроніки розробникам апаратури довелося переглянути існуючі способи і принципи побудови електронних апаратів і систем. Тісний зв'язок між розробниками апаратури і розробниками інтегральних схем дає можливість значно скоротити час (підвищити продуктивність праці розробників) на розробку РЕА на ІС у порівнянні з розробкою апаратури на дискретних елементах.

Зростання продуктивності праці розробників пояснюється тим, що у випадку РЕА на ІС: немає потреби в розробці схем на дискретних елементах, замінені інтегральними схемами; трудомісткість процесу

макетування значно знижується з набуттям початкового досвіду роботи з інтегральними схемами; знижується обсяг робіт з налагодження систем.

Зменшення складності конструкції РЕА з переходом до ІС значно скоротить обсяг конструкторської і технологічної підготовки її виробництва за рахунок зменшення кількості креслень деталей і вузлів, схем, специфікацій та інших конструкторських документів, а відповідно і обсяг конструкторсько-копіювальних робіт, що дає змогу знизити витрати на виготовлення цієї документації. Процес розробки плат для РЕА на ІС складніший, ніж для апаратури на дискретних елементах, але значне зменшення їх кількості дає змогу майже вдвічі скоротити витрати на їх конструювання.

Таким чином, перехід до інтегральних схем дає можливість знизити вартість проектування радіоелектронної апаратури на порядок [31;148] та скоротити час від початку проектування до впровадження розробленої апаратури у виробництво. Відомо, що для радіоелектронної апаратури питання терміну служби є специфічним, оскільки тут більший вплив має моральне, а не фізичне зношення. Ось чому скорочення термінів проектування і впровадження у виробництво нової РЕА на ІС має важливе значення. Максимальне скорочення часу проектування слід очікувати у випадку розробки обчислювальної техніки, котра має однорідну структуру і майже повністю може виконуватися на інтегральних схемах з використанням обмеженого числа їх типів. Ці висновки стосуються проектування радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах, які серійно випускаються промисловістю і мають ту перевагу, що випуск їх у великих кількостях дає змогу досягти низької їх вартості і високої надійності.

У процесі виробництва радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах досягається зниження її вартості в порівнянні з апаратурою на дискретних елементах у час всіх етапів виробництва, починаючи від витрат на придбання основних матеріалів, купованих напівфабрикатів і комплектуючих виробів й закінчуючи виготовленням деталей конструкції,

складанням, монтажем, наладкою, регулюванням і випробуванням готової продукції.

Вплив переходу до інтегральних схем на вартість основних матеріалів і купованих виробів можна виявити, порівнюючи вартість ІС з вартістю дискретних елементів і основних матеріалів, котрі вони замінюють. Зокрема для військової апаратури ці витрати були рівними вже в 1965 р. [31]. Якщо до того ж врахувати ще й витрати на складання і монтаж дискретних елементів у модулі, які замінені ІС, а також витрати на контроль, комплектування і зберігання додаткової кількості елементів (кількість дискретних елементів у 30 і більше разів вища за кількість ІС), то витрати на основні матеріали і комплектуючі вироби в РЕА на ІС нижчі, ніж в апаратурі на дискретних елементах. Так, для обчислювальної техніки з 80% рівнем використання інтегральних схем вартість основних матеріалів і купованих виробів становить 71% від їх вартості для апаратури на дискретних елементах [111]. Це стало можливим завдяки тому, що темпи зниження початково високої вартості інтегральних схем майже вдвічі вищі за темпи зниження вартості інших напівпровідникових приладів, що легко пояснюється постійним зростанням процента виходу придатних інтегральних схем в результаті підвищення культури виробництва та нагромадження досвіду робітниками й інженерно-технічними працівниками.

Вартість виготовлення корпусів та інших деталей конструкції радіоелектронної апаратури на ІС зменшується завдяки скороченню їх кількості в результаті зниження складності її конструкції. Використання ІС дає змогу скоротити кількість операцій зі складання і монтажу радіоелектронної апаратури, знизити їх складність, збільшити повторюваність і скоротити можливість виникнення помилок. В результаті витрати на складання і монтаж РЕА на ІС становлять близько 25% від аналогічних витрат для апаратури на дискретних елементах [111].

Зазвичай трудомісткий процес настройки і регулювання у випадку радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах зводиться до простої перевірки функціонування, що знижує витрати на випробування на 75%

[111], оскільки в апаратурі на дискретних елементах кожен елемент герметизований і випробовується окремо. Ця перевага РЕА на ІС зростає в міру зростання рівня інтеграції, тобто з переходом до великих інтегральних схем.

Зниження витрат, пов'язаних з реалізацією апаратури на інтегральних схемах, пояснюється значним зниженням її маси і габаритів, що скорочує транспортні витрати, а також збільшує стійкість цієї апаратури до динамічних навантажень, а це знижує витрати на пакування і виплати за рекламації пов'язані з її пошкодженням у процесі транспортування. Слід зазначити, що всі переваги РЕА на ІС зростають зі збільшенням у ній процента використання інтегральних схем. Ще одним резервом зниження витрат виробництва радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах є перехід до використання великих інтегральних схем, що можуть замінювати цілі пристрої і блоки.

Перехід до розробки радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах дає змогу поряд зі зниженням витрат на проектування і виробництво, досягти покращення цілого ряду її експлуатаційних параметрів, таких, як надійність, ремонтпридатність, швидкодія, маса, габарити, споживана потужність, стійкість до динамічних навантажень і кліматичного впливу. Покращення більшості цих параметрів впливає на вартість експлуатації радіоелектронної апаратури.

Відомо, що головною перевагою РЕА на ІС є її висока надійність, що пояснюється наступним:

- *сумісністю компонентів інтегральних схем.* Виробництво ІС у єдиному технологічному циклі і виготовлення всіх компонентів за декілька операцій у строго контрольованих умовах забезпечує однакову їх надійність, а в схемах на дискретних елементах вона залежить від елемента з найнижчою надійністю. Усі компоненти ІС розраховані для спільного виготовлення і використання, а дискретні елементи виготовляють різні підприємства, в різних умовах і для різних цілей, тому вони не завжди за своїми

параметрами точно відповідають елементам, з якими використовуються;

- **зменшенням кількості міжкомпонентних паяних з'єднань.** Основна частина цих з'єднань (за винятком зовнішніх виводів) здійснюється в єдиному технологічному процесі одночасно з виготовленням всіх компонентів інтегральної схеми. У твердих і гібридних інтегральних схемах число цих з'єднань скорочується на 70 – 80%, а в тонкоплівкових вони можуть бути повністю відсутні [77]. Наприклад, інтегральна схема тригера має 92 з'єднання і лише 14 з них є зовнішніми [31], це значно підвищує надійність, оскільки паяні з'єднання є серйозним джерелом відмовлень радіоелектронної апаратури. Ця перевага зростає зі збільшенням рівня інтеграції мікросхем;
- **захищеністю найбільш чутливих елементів схеми.** У напівпровідникових інтегральних схемах, що виготовляються за планарною технологією, поверхня схеми захищена плівкою двоокису кремнію, а пізніше, як і інші типи ІС, герметизована і надалі не підлягає руйнівному впливу вологи й агресивного середовища;
- **малою масою інтегральних схем.** Це обумовлює високу стійкість до впливу вібрацій, ударних і лінійних навантажень.

Надійність систем на інтегральних схемах на порядок вища за надійність систем на дискретних елементах [111] тому, що, крім малих габаритів і потужності розсіювання, технологія їх виготовлення дає змогу автоматизувати ручні операції, а отже, знизити ймовірність невірного використання компонентів. Таким чином, перехід до інтегральних схем збільшує надійність і довговічність систем шляхом зменшення кількості джерел відмовлень і збільшення надійності самих компонентів. Відомо [148], що надійність інтегральної схеми середньої складності (близько 30 компонентів) з незначною кількістю зовнішніх виводів дорівнює надійності одного планарного транзистора.

Зрозуміло, що експлуатація ненадійної апаратури вимагає додаткових витрат на її ремонт і заміну, а також призводить до втрат від порушення виробничого ритму на підприємствах-споживачах. Скорочення часу простою апаратури в ремонті досягається шляхом збільшення її надійності і ремонтпридатності. На відміну від РЕА на дискретних елементах, що складається з блоків, апаратура на ІС будується на модулях, що дає змогу швидко її ремонтувати, замінюючи цілий модуль запасним. При цьому час на виявлення і усунення пошкодження значно скорочується, а вартість замінених частин може зрости. Але якщо врахувати, що зіпсутий модуль ремонтують пізніше у спеціалізованій майстерні, то вартість цих частин відповідає вартості заміненої ІС (відомо, що темпи зниження вартості інтегральних схем становлять 50% на рік проти 27% для інших напівпровідникових приладів [111;148]). Крім того, такі ремонти будуть проводитися рідко з огляду на високу надійність ІС.

Значною перевагою РЕА на ІС є зменшення витрат на її обслуговування. Для обчислювальної техніки на дискретних елементах щорічна вартість експлуатації вища за початкову вартість виробу в середньому на 1,5 раза [148], а для тактичного обладнання річні експлуатаційні витрати, за даними США, були вищими за його закупівельну вартість більш ніж у 10 разів [111].

Основним показником прогресу щодо розвитку обчислювальної техніки є різке зростання її швидкодії (продуктивності), котру визначають числом операцій, що виконуються за одну секунду. Використання інтегральних схем в електронно-обчислювальних машинах дало можливість значно збільшити їх швидкодію. Це пояснюється тим, що затримка сигналу в схемах обумовлена впливом паразитних ємності та індуктивності, котрі в ІС зведені до мінімуму, в результаті різкого зменшення розмірів компонентів.

Економічні переваги від зниження маси і габаритів можна охарактеризувати вартістю перевезення додаткового вантажу різними засобами пересування. Максимальний економічний ефект від зниження маси становить 450 доларів за грам у випадку використання апаратури при

польотах у глибокий космос, при польотах по навколоземній орбіті він становить 45 дол./г, а при коротких суборбітальних польотах – 4,5 дол./г [111]. У випадку портативної апаратури економічний ефект за рахунок зменшення маси становить 1,76 дол./г, для авіаційної РЕА – 0,6 дол./г, а для наземної пересувної апаратури – 0,015 дол./г. [105;111]. Для стаціонарної апаратури зменшення маси та габаритів РЕА на ІС дає змогу економічніше використовувати виробничі площі, що також забезпечить економію засобів близько 0,11 дол./кг [111].

Ще однією перевагою РЕА на ІС є значне зростання її стійкості до механічних навантажень. Це пояснюється тим, що маса конструкції пропорційна третьому степеню розмірів, а міцність – їх квадрату, відповідно зменшення розмірів збільшує співвідношення міцності до маси.

Зниження споживаної радіоелектронною апаратурою на інтегральних схемах потужності по-різному впливає на різні типи апаратури. У стаціонарній апаратурі проблем з живленням немає, оскільки воно може здійснюватися від джерел, розташованих на значних віддальх. Однак і тут зниження кількості спожитої енергії і потужності розсіювання зменшує витрати на живлення і охолодження апаратури і покращує умови праці обслуговуючого персоналу, а отже, підвищує її продуктивність. Для порівняння, потужність, споживана універсальною електронно-обчислювальною машиною на електровакуумних приладах «Урал-2» становила 30 кВт. без системи охолодження, машиною на базі вакуумних приладів і напівпровідників «Мінськ-1» – 14 кВт., а машиною, виготовленою на дискретних напівпровідникових приладах «Раздан-2» – 3 кВт. Потужність живлення аналогових обчислювальних машин на інтегральних схемах не перевищує 0,6 кВт.

Апаратура, призначена для використання на рухомих об'єктах, живиться або від включених у неї джерел (батареї, акумулятори), або від встановлених на об'єкті додаткових конструкцій (генератори, сонячні батареї). Зниження споживаної потужності у випадку РЕА на ІС значно зменшує габарити і масу джерел живлення і збільшує термін їх служби. Менші витрати енергії дають змогу використати батареї меншої ємності

або при тій самій ємності джерел живлення рідше замінювати комплекти батарей чи заряджати акумулятори.

Для живлення бортової апаратури літаків і космічних кораблів використовують акумулятори, що підзаряджаються від генераторів чи сонячних батарей, а також хімічні батареї. Тут економічний ефект від зменшення потужності досягається в результаті зменшення потужності генератора (скорочуються витрати пального), і в результаті зменшення маси й габаритів усіх джерел живлення. Відомо [105], що вартість однієї ват-години електроенергії хімічних батарей з терміном служби 1000 годин коливається від 3 до 10 дол., сонячних батарей з терміном служби 10000 годин 10 – 50 дол., а хімічних батарей, що використовуються сумісно з генераторами – 50 – 500 дол.

Наведені вище переваги апаратури на інтегральних схемах забезпечують зниження експлуатаційних витрат за термін служби у порівнянні з аналогічною апаратурою на дискретних елементах. Наприклад, використання короткохвильового приймача на ІС вартістю 3500 дол. проти аналога на дискретних елементах вартістю 3000 дол., за термін служби дає економію у 9200 дол. [31].

Враховуючи, що РЕА на ІС має ряд особливостей при проектуванні, виробництві та експлуатації, коротко зупинимося на їх розгляді.

Специфіка процесів проектування і виробництва ІС залежить від особливостей технології їх виготовлення. Знання цих особливостей дає змогу повністю реалізувати ті переваги інтегральних схем, котрі вони мають у порівнянні з аналогічними схемами на дискретних елементах.

Відомо, що при виробництві напівпровідникових ІС перевага надається активним елементам (транзисторам і діодам) над пасивними (опори і ємності), оскільки вони займають меншу площу і простіші у виготовленні. Враховуючи це, необхідно змінювати схеми так, щоб число пасивних компонентів було мінімальним.

Технологія виробництва тонкоплівкових інтегральних схем дає змогу одержати широку гаму номіналів пасивних елементів при високій їх

точності, тоді як досягти високої стабільності напівпровідникових приладів тут важко.

Отже, логічні схеми з переважанням напівпровідникових елементів краще виконувати у вигляді твердотілих ІС, а при проектуванні лінійних інтегральних схем краще використовувати тонкоплівкову технологію для виготовлення пасивних елементів і з'єднань сумісно з вмонтованими активними елементами, тобто у вигляді гібридних ІС (мікросхем).

Відомо, що проектування і виготовлення тонкоплівкових й гібридних інтегральних схем у невеликих кількостях вимагає значно менших витрат ніж твердотілих ІС. У масовому чи крупно серійному виробництві перевагу слід надавати напівпровідниковим інтегральним схемам, оскільки процес їх виготовлення можна в значній мірі автоматизувати і за один технологічний цикл обробити одночасно декілька пластин кремнію, на кожній з яких розташовано до 500 інтегральних схем. Отже, тип і параметри компонентів інтегральних схем обирають з врахуванням технології виготовлення і, навпаки, тип схем і необхідна їх кількість можуть впливати на вибір технології їх виготовлення.

При проектуванні інтегральних схем з'являється багато специфічних процесів, що не мають місця при розробці схем на дискретних елементах. Проектована інтегральна схема перетворюється інженером-технологом у топологічне креслення схеми, де в певному масштабі зображено всі компоненти і з'єднання між ними. Пізніше виготовляють збільшені в 200 – 1000 разів топологічні креслення для всіх операцій технологічного процесу виробництва інтегральних схем, за якими шляхом багатократного зменшення і мультиплікації, виготовляють фотошаблони. На цьому процес проектування ІС можна вважати завершеним.

До основних особливостей виробництва інтегральних схем відносять: нову технологію виготовлення, підвищені вимоги до чистоти вихідних матеріалів, високу точність регулювання температури і тиску, групову обробку, низький процент виходу придатних інтегральних схем, особливо на початкових етапах випуску і т.п. При виробництві ІС всі компоненти схеми виготовляються у єдиному технологічному процесі, що

значно покращує їх технічні та економічні характеристики. Так, групова обробка напівпровідникових інтегральних схем є високопродуктивною і її економічні переваги особливо відчутні при масовому виробництві. Позитивний ефект від групової обробки ІС значно знижується внаслідок низького процента виходу придатних інтегральних схем, що викликано невірним вибором робочих характеристик або відхиленнями в технологічному процесі, наприклад, низька якість пластин вихідного матеріалу, не достатньо точне регулювання тиску, температури та кількості домішок, низька якість фотошаблонів тощо. Крім того, процент виходу придатних ІС залежить від складності схеми, фізичних її розмірів, потрібних робочих параметрів і помилок оператора. Складними вважають не ті схеми, де багато елементів взагалі (як у випадку апаратури на дискретних елементах), а ті, де велика їх різноманітність. Від різноманітності компонентів інтегральної схеми залежить кількість технологічних операцій, а відповідно і процент виходу придатних ІС, оскільки кожна додаткова операція збільшує ймовірність виникнення браку. Для того, щоб виробництво ІС було економічним, процент виходу придатних схем на кожній операції повинен бути близьким до 100%. Підвищення процента виходу придатних ІС досягається лише шляхом скрупульозного дослідження кожної операції і виявлення причин браку, а також встановленням жорсткого поопераційного контролю. Скажімо, при проведенні фотолітографії зниження процента виходу придатних ІС слід очікувати від: недбалого поводження з пластиною, неточного суміщення і низької якості фотошаблонів, пористості полімеризації фоторезисту, неякісного травлення, низької адгезії, відслоювання і розриву плівки і т.п. У значній мірі на процент виходу придатних ІС впливає також дотримання вимог вакуумної гігієни.

З наведеного видно, що інженер-схемотехнік повинен не лише добре знати технологію виготовлення, а й уміти вибирати найкращу апаратуру, що використовується у процесі проектування схем. На відміну від проектування схем на дискретних елементах, що здійснюється інженером-схемотехніком (розробником), конструктором і технологом, розробкою

інтегральних схем займається, по суті, одна людина, що дає змогу в ряді випадків скоротити час на проектування і уникнути випадкових помилок, що часто виникають при роботі декількох спеціалістів, які розробляють різні елементи однієї системи. З набуттям розробниками певних навичок скорочується час на проектування інтегральних схем у порівнянні з часом розробки аналогічних схем на дискретних елементах.

Основні переваги інтегральних схем виявляються при їх використанні в радіоелектронній апаратурі, тобто при її проектуванні, виготовленні та експлуатації. Початкові етапи проектування РЕА на ІС (такі як визначення функцій системи, розробка вимог до габаритів, маси, споживаної потужності й інших технічних характеристик) майже нічим не відрізняються від аналогічних етапів проектування апаратури на дискретних елементах. Однак при розробці принципової схеми апаратури з'являються особливості, викликані наявністю ІС серійно випущених промисловістю, котрі можна використовувати в проектованій апаратурі як комплектуючі вироби. Враховуючи, що кожна ІС замінює собою певну схему, наприклад, підсилювач, тригер, мультівібратор тощо, а часом і декілька таких схем, процес розробки принципової схеми виробу значно спрощується. Ця перевага зростає у випадку застосування інтегральних схем з високим рівнем інтеграції, що можуть замінювати цілі блоки. Оскільки ІС застосовуються як комплектуючі вироби, розробників цікавлять лише їх вхідні і вихідні параметри, а отже, немає потреби в їх розрахунку, макетуванні та конструюванні схем і блоків, замінених інтегральною схемою.

Процес конструювання РЕА на ІС можна значно спростити за рахунок використання типових конструкцій вузлів, блоків і приладів у цілому, що не завжди вдається у випадку апаратури на дискретних елементах, оскільки вони на відміну від інтегральних схем мають різні конфігурацію, габарити і масу, що ускладнює можливість застосування типових (заздалегідь розроблених) конструкцій. Відомо [155], що використання типових конструкцій знижує трудомісткість процесу розробки радіоелектронної апаратури на 40 – 66,5% за рахунок зменшення обсягу конструкторських і креслярсько-копіювальних робіт (на вузли,

блоки і прилади, розроблені раніше, не потрібно оформляти конструкторську документацію), а також за рахунок скорочення витрат часу на макетування і виготовлення дослідних зразків (маючи типову конструкцію апаратури, залишається розробити лише комплект друкованих плат і з'єднання між ними).

Час освоєння розробленої апаратури в серійному виробництві залежить від процента використання типових деталей, вузлів і блоків. Чим вищий цей процент, тим менші витрати часу на розробку і підготовку технологічного процесу виготовлення радіоелектронної апаратури, тобто на розробку й оформлення технологічної документації, обсяг якої скорочується на 33 – 47% [168]. Одночасно скорочуються витрати на виготовлення спеціального інструменту та оснащення. Наприклад, для формування виводів радіоелементів використовують спеціальні приспособлення, кількість яких у випадку РЕА на ІС мінімальна, бо вони випускаються у стандартних корпусах, різноманітність яких незначна.

У процесі виробництва радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах у порівнянні з виробництвом апаратури на дискретних елементах досягається зменшення собівартості за рахунок зниження трудомісткості складання, монтажу, наладки, регулювання, випробувань і збуту продукції.

Як зазначалося, переведення РЕА на ІС значно спрощує процес її конструювання, зменшує матеріаломісткість і скорочує асортимент матеріалів та комплектуючих виробів, що знижує витрати на їх придбання, транспортування та зберігання на складах. Крім того, слід очікувати скорочення витрат, пов'язаних зі здійсненням вхідного контролю комплектуючих виробів, оскільки кількість та асортимент інтегральних схем значно менший за кількість та асортимент дискретних елементів.

Застосування типових конструкцій апаратури та блочної її системи збільшує обсяги виробництва однотипних механічних деталей конструкції (корпуси, касети, направляючі тощо), що зменшить витрати на проведення робіт механічними цехами підприємства. Слід очікувати зменшення обсягів робіт і в інших цехах підприємства, оскільки зменшиться потреба в додаткових штампах, пресформах та інших видах оснастки. У гальванічних цехах скорочення обсягів робіт відбудеться не лише в

результаті зменшення числа механічних деталей, а й за рахунок зменшення (в 4 – 10 разів) кількості друкованих плат.

Однак основною особливістю виробництва РЕА на ІС є значне зниження трудомісткості робіт у складальних цехах. Це пояснюється як скороченням кількості друкованих плат, так і можливістю застосування для їх складання та монтажу високопродуктивних засобів автоматизації, а також зниженням обсягів робіт зі складання і монтажу самої апаратури, бо використання інтегральних схем скорочує кількість зовнішніх з'єднань більше, ніж у 6 разів. Кожна друкована плата є окремим блоком, а не його частиною, як часто буває у випадку апаратури на дискретних елементах, тому зменшення їх кількості значно скорочує кількість з'єднань між ними, що, в свою чергу, знижує витрати на монтаж і його контроль.

Можливість автоматизації складальних і монтажних робіт в результаті переходу на інтегральні схеми збільшує обсяг робіт цеху механізації і автоматизації виробничих процесів, а у випадку використання інтегральних схем власного виготовлення – збільшить і обсяг санітарно-гігієнічних робіт у зв'язку з необхідністю дотримання правил вакуумної гігієни. Слід зазначити, що на початковій стадії переходу до виробництва РЕА на ІС потрібні додаткові кошти на стажування і навчання співробітників у заводських та інших навчальних закладах.

Основною особливістю радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах на стадії її експлуатації є покращення її параметрів у порівнянні з апаратурою на дискретних елементах, що безпосередньо впливає на ефективність її використання. Але висока вартість інтегральних схем, неминучість їх повної заміни при ремонті, необхідність у деяких випадках використання інтегральних схем власного виготовлення не дає змоги априорі підходити до економічної оцінки використання радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах. Для цього необхідно здійснювати детальний економічний аналіз такого використання, котрий повинен ґрунтуватися на системі показників, що визначають економічну ефективність радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах.

Радіоелектронна апаратура призначена для виконання широкого кола завдань і тому різні її види можуть бути охарактеризовані різними

технічними та економічними показниками. Отже, для оцінки економічної ефективності РЕА її необхідно класифікувати, тобто поділити на групи, підгрупи і види, для кожної з яких властиві певні комплекси показників. Перехід на інтегральні схеми збільшує кількість технічних параметрів, котрі впливають на розрахунок економічної ефективності радіоелектронної апаратури, що необхідно враховувати при розробці класифікації РЕА на ІС.

Всю апаратуру доцільно розбити на дві групи – наземну і бортову. Апаратура кожної з цих груп у значній мірі відрізняється умовами експлуатації, а отже, і вимогами до неї.

Наземна радіоелектронна апаратура – апаратура, призначена для експлуатації у наземних умовах. Залежно від умов її експлуатації вона поділяється на підгрупи: стаціонарну, пересувну і портативну.

Стаціонарна радіоелектронна апаратура – апаратура, призначена для експлуатації у стаціонарних умовах і встановлена на нерухомих об'єктах.

Пересувна радіоелектронна апаратура – апаратура, призначена для встановлення і експлуатації на наземних засобах пересування (рухомих об'єктах).

Портативна радіоелектронна апаратура – апаратура, пристосована для носіння, має автономне живлення і призначена для експлуатації у стаціонарних і похідних умовах.

Бортова радіоелектронна апаратура – апаратура, яка встановлена та експлуатується на неназемних рухомих об'єктах. Вона, як і наземна, поділяється на підгрупи: корабельну, авіаційну та апаратуру космічних апаратів (космічну).

Корабельна радіоелектронна апаратура – апаратура, що встановлена і експлуатується на засобах надводного і підводного пересування.

Авіаційна радіоелектронна апаратура – апаратура, котра встановлена й експлуатується на борту літальних апаратів усіх типів, що не залишають межі атмосфери.

Космічна радіоелектронна апаратура – апаратура, що встановлена й експлуатується на борту всіх штучних космічних об'єктів.

Вказані групи і підгрупи радіоелектронної апаратури залежно від призначення та умов експлуатації, а отже, і особливостей визначення економічної ефективності можуть поділятися на види. Основні види радіоелектронної апаратури, що використовується у виробничих цілях з різними системами економічних показників, такі: обчислювальна, вимірювальна, зв'язку, апаратура для ядерних досліджень, апаратура для біологічних досліджень, медична, навігаційна, апаратура для геофізичних досліджень, регулююча, радіолокаційна і апаратура життєзабезпечення. Решта видів РЕА можуть приєднуватися до вказаних видів залежно від їх призначення і системи показників, що визначають їх економічну ефективність.

Апаратура широкого вжитку не розглядається, оскільки розрахувати економічний ефект за рахунок зміни витрат її експлуатації немає можливості.

Поділ радіоелектронної апаратури на наземну і бортову обґрунтований специфікою її виробництва та експлуатації, котра і визначає склад технічних й економічних показників для апаратури кожної групи з точки зору її економічної оцінки (аналізу). Оскільки умови експлуатації наземної і бортової апаратури, призначеної для виконання однакових функцій, істотно відрізняються, то виникає необхідність використання різного складу показників для кожної з цих груп. Якщо для першої групи визначальними є такі показники, як економія на витратах експлуатації, термін окупності, точність, чутливість, стабільність, ремонтпридатність, то для другої – надійність, споживана потужність, маса, габарити, стійкість до динамічних навантажень і кліматичних впливів.

Істотна відмінність умов експлуатації, а отже, і показників, що визначають економічну ефективність кожної групи радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах, обумовила необхідність поділу її на підгрупи. Наприклад, для бортової корабельної апаратури показниками, що мають визначальне значення, є стійкість до кліматичних впливів, довговічність, ремонтпридатність, а для бортової авіаційної – стійкість до динамічних навантажень, габарити, маса, надійність.

Класифікація окремих видів радіоелектронної апаратури і рекомендовані показники, що визначають її економічну ефективність, подано в табл. 2.3. (Дана таблиця охоплює деякі види апаратури, не претендуючи на всю РЕА. Аналогічно можуть бути визначені показники для інших видів апаратури. У деяких випадках подані види РЕА можна розбити на підвиди, наприклад, вимірювальну апаратуру на цифрову, показуючу і осцилографічну).

Для радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах специфічним є кількісний склад показників економічної ефективності і їх розрахунок.

Найхарактернішими показниками технічного рівня апаратури на інтегральних схемах є: надійність, довговічність, ремонтпридатність, швидкодія (продуктивність), універсальність, стабільність, а також показники, що уточнюються на пізніших стадіях розробки РЕА (технічний проект або стадія розробки робочої документації) – споживана потужність, маса, габарити, стійкість до динамічних навантажень і кліматичних впливів.

Зупинимось на визначенні та характеристиці технічних параметрів й економічних показників, що визначають економічну ефективність радіоелектронної апаратури, які або не вказані в нормативній літературі, або мають специфіку стосовно радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах.

Швидкодія – максимальний час між моментом введення інформації і часом одержання її на виході. Цей показник має важливе значення при оцінці ефективності апаратури на інтегральних схемах, особливо обчислювальної техніки, де її можна охарактеризувати часом виконання елементарної логічної операції. Затримка розповсюдження сигналу в електронних схемах завдяки використанню інтегральних схем значно знижується, тому РЕА на ІС має значно вищу швидкодію, ніж аналогічна апаратура на дискретних елементах.

Таблиця 2.3

**Система показників для оцінки техніко-економічної ефективності
деяких видів радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах**

Група	Підгрупа	Вид апаратури	Економічні показники					Технічні показники													
			Економічний ефект на витратах виробництва	Економічний ефект на витратах експлуатації	Сумарний економічний ефект	Термін окупності	Коефіцієнт відносної ефективності	Надійність	Довговічність (техн. рес.)	Ремонтопридатність	Швидкодія	Продуктивність	Універсальність	Точність	Чутливість	Стабільність	Маса	Споживана потужність	Габарити	Стійкість до динамічних навантажень	Стійкість до кліматичних впливів
Наземна	Стационарна	Обчислювальна	0	+	+	0		0	0	+	+	+									
		Вимірювальна	0	+	+	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+						
		Зв'язку	0	+	+	0		+	0	+				+	0						
		Для ядерних досліджень	+	0	0		0	0	+	0	0		+	+							
		Для біологічних досліджень	+	0	0		0	0	0	0	0		+	+							
		Медична	+	0	0		0	0	0	0			+	0							
		Навігаційна	+	0	0		0	+	0	+			+	+	0						
	Пересувна	Обчислювальна	0	+	+	0		0	0	+	+	+				0	0	0	+	0	
		Вимірювальна	0	+	+	0	0	0	0	+		0	0	+	+	+	0	0	0	+	0
		Зв'язку	0	+	+	0		+	0	+				+	0	0	0	0	+	0	
		Для геофізичних досліджень	0	+	+	0	0	0	+	+	0		+	+		0	0	0	+	0	
		Медична	+	0	0		0	0	0	0	0		+		0	0	0	0	+	0	
		Радіолокаційна	+	0	0		0	+	0	+			0	+	0	0	0	0	+	0	
	Портативна	Вимірювальна	0	0	0		+	0	0	0			0	+	+	0	+	+	+		0
		Зв'язку	0	0	0		+	+	0	0				+		+	+	+		0	
		Медична	0	0	0		+	0	0	0				+		+	+	+		0	
	Бортова	Корабельна	Зв'язку	+	0	0		+	+	0	+				+		0	0	0	0	+
			Навігаційна	+	0	0		0	+	0	+				+	+	0	0	0	0	+
Вимірювальна			+	0	0		+	0	0	0			0	+	+	+	0	0	0	+	
Авіаційна		Навігаційна	+	0	0		0	+	0	+				+	+		+	+	+	+	0
		Зв'язку	+	0	0		0	+	0	+				+	0	+	+	+	+	0	
		Вимірювальна	+	0	0		+	+	0	0			0	+	+	+	+	+	+	0	
		Радіолокаційна	+	0	0		+	+	0	+				0	+		+	+	+	0	
Космічна		Зв'язку	+	0	0		0	+	+	0				+	+	+	+	+	+	+	
		Для біологічних досліджень	+	0	0		+	0	0						+	+	+	+	+	+	
		Життєзабезпечення	+	0	0		0	+		0					+	+	+	+	+	+	
	Вимірювальна	+	0	0		+	+	0					0	+	+	+	+	+	+		
	Навігаційна	+	0	0		0	+	0	0					+	+	+	+	+	+		

+ – основний показник; 0 – допоміжний показник

Продуктивність – кількість операцій, що здійснюються РЕА в одиницю часу. Наприклад, для обчислювальної техніки – кількість операцій віднімання, додавання і т.д. за одну секунду. В загальному випадку ця величина, обернена часу спрацьовування, а в граничному випадку – величина, обернена швидкодії. Такий зв'язок продуктивності зі швидкодією свідчить про важливість цього показника для визначення технічного рівня та економічної ефективності радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах.

Універсальність – широта використання даного пристрою для різних цілей. Основним показником універсальності є кількість різних операцій, що виконуються даним пристроєм. У випадку РЕА на ІС універсальність легко досягти за рахунок більш повного використання об'єму апаратури.

Стабільність – стійкість параметрів роботи апаратури в часі (за час роботи). Кількісну характеристику стабільності можна одержати, визначивши зміну параметрів апаратури в часі. Стабільність визначається співвідношенням зміни параметрів до часу спостереження. Стабільність РЕА на ІС вища за стабільність апаратури на дискретних елементах, оскільки тут схеми не потребують тривалого припрацювання компонентів, до того ж, на них менше впливають кліматичні чинники і старіння.

Технічні показники – маса, габарити, споживана потужність у випадку РЕА на ІС значно кращі, ніж для апаратури на дискретних елементах. З переходом на ІС покращуються такі показники апаратури, як стійкість до динамічних навантажень і кліматичних впливів, що важливо для деяких її видів.

Економічними показниками, що характеризують ефективність радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах, є: економічний ефект за рахунок зміни витрат виробництва, економічний ефект за рахунок зміни витрат експлуатації, сумарний економічний ефект за термін служби, термін окуплення додаткових витрат і коефіцієнт відносної ефективності. Перший показник наближено може бути визначений уже на стадії ескізного проектування, коли розроблена принципова електрична схема апаратури, а уточнений – по завершенні технічного проекту. Решта показників можуть бути визначені лише після уточнення усіх технічних параметрів,

коли виготовлена експлуатаційна документація на апаратуру, тобто по завершенні стадії розробки робочої документації.

Економічний ефект за рахунок зміни витрат виробництва можна визначити як різницю цін порівнюваних варіантів радіоелектронної апаратури, за умов, що норма прибутку для порівнюваних варіантів буде прийнята однаковою.

За необхідності визначення ціни на ранніх стадіях проектування апаратури можна застосовувати наближені методи, описані у [130;131], з деякими змінами, що враховують специфіку РЕА на ІС.

Економічний ефект за рахунок зміни витрат експлуатації – показник, що залежить від зміни технічних показників і розраховується як алгебраїчна сума економічних ефектів за рахунок зміни всіх видів експлуатаційних витрат нової РЕА в порівнянні з аналогічною. За аналог у даному випадку вибирається апаратура того ж експлуатаційного призначення (морально не застаріла), котра має ту саму сферу використання. Аналог може бути виконаний на дискретних елементах або з використанням інтегральних схем (зазвичай з меншим процентом використання ІС, ніж в новій апаратурі).

З метою спрощення розрахунків доцільно спочатку визначати даний показник у розрахунку на один рік (річний економічний ефект на витратах експлуатації). Економічний ефект за рахунок зміни витрат експлуатації за термін служби визначиться як добуток річного економічного ефекту за рахунок покращення усіх експлуатаційних параметрів апаратури на термін її служби.

Сумарний економічний ефект характеризує загальну економічну ефективність нової радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах і визначається як алгебраїчна сума економічного ефекту за рахунок зміни витрат виробництва та економічного ефекту за рахунок зміни витрат експлуатації протягом всього терміну служби. На основі цього показника можна стверджувати, що апаратура вискоефективна тоді, коли обидві складові більші за 0. Якщо економічний ефект на витратах виробництва і сумарний економічний ефект нижчі за 0 – апаратура неефективна. Якщо ж економічний ефект за рахунок зміни витрат виробництва нижчий за 0, а

сумарний економічний ефект вищий за 0, то для визначення економічної ефективності (доцільності впровадження) нової РЕА на ІС слід використовувати додаткові показники.

Термін окуплення додаткових витрат розраховують лише в тому випадку, коли ціна нової РЕА на ІС вища за ціну аналога, тобто коли економічний ефект за рахунок зміни витрат виробництва від'ємний. Цей показник визначає, протягом якого часу окупляться додаткові витрати на впровадження нової РЕА на ІС. За цим показником судять про економічну ефективність апаратури, прирівнявши його до нормативної величини. Вважається, що апаратуру доцільно впроваджувати у виробництво лише тоді, коли розрахунковий показник терміну окупності менший або дорівнює його нормативній величині.

Коефіцієнт відносної ефективності визначається за наявності двох або більше варіантів покращення технічних показників, котрі неможливо оцінити у грошовому виразі.

$$\varepsilon_o = \frac{\Delta\Pi}{\Delta B} , \quad (2.25)$$

де ε_o – коефіцієнт відносної ефективності покращення експлуатаційного параметра; $\Delta\Pi$ – покращення експлуатаційного параметра в процентах до початкового значення; ΔB – збільшення витрат у зв'язку з покращенням експлуатаційного параметра в процентах до початкового значення.

При одночасному покращенні декількох експлуатаційних параметрів коефіцієнт відносної ефективності визначається як добуток цих коефіцієнтів по кожному з параметрів. Умовами ефективності є нерівності:

$$\varepsilon_o > 1 \quad \text{або} \quad \varepsilon_{o2} > \varepsilon_{o1} \quad (2.26)$$

Поділ показників у табл. 2.3 на основні та допоміжні не означає ігнорування останніх. Дотримання умов економічної ефективності (визначення числових значень показників або їх меж) обов'язкове для тих і

інших. Мова йде про те, що за інших рівних умов перевага надається основним показникам, а допоміжні мають підпорядковане значення. Якщо, наприклад, покращення одного показника досягається за рахунок іншого, то перевагу слід надавати основному показнику.

Склад показників, рекомендований таблицею, не стабільний; у ній вказано лише найтипівіші випадки. Для конкретних умов експлуатації різних видів радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах основні і допоміжні показники можуть мінятися місцями. У певних ситуаціях (різке збільшення якихось технічних параметрів) економічна ефективність деяких видів апаратури може характеризуватися окремими показниками, не поміченими в даній таблиці. Наприклад, при різкому зниженні маси, габаритів і споживаної потужності стаціонарної апаратури у порівнянні з аналогічною, що особливо актуально для обчислювальної техніки, при розрахунку економічного ефекту за рахунок зміни витрат експлуатації слід враховувати економічний ефект за рахунок зменшення площі (частковий показник), що зайнята цією апаратурою.

2.2.2. Визначення економічного ефекту за рахунок зміни витрат виробництва апаратури на інтегральних схемах

Переваги радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах перед апаратурою на дискретних елементах як за технічними, так і за економічними показниками обумовили високі темпи зростання виробництва інтегральних схем та апаратури на них. Одним з визначальних чинників впливу на вартість апаратури на інтегральних схемах протягом перших двох років випуску є зниження витрат на проектування, аналіз впливу котрого здійснено в попередньому підрозділі. Основною перевагою застосування інтегральних схем у радіоелектронній апаратурі, збільшення процента їх використання чи рівня їх інтеграції є зниження на стадії виробництва, вартості апаратури навіть при рівній або більшій вартості комплектуючих виробів [24]. Дія цих чинників описана вище.

Враховуючи наведене, можемо зробити висновок, що з переходом до інтегральних схем структура собівартості радіоелектронної апаратури змінюється не лише в результаті скорочення кількості і трудомісткості складальних і монтажних операцій, а й через зменшення обсягу робіт у механічних, гальванічних, інструментальних та інших цехах підприємства, що викликано спрощенням конструкції і підвищенням рівня уніфікації деталей. Зміну структури собівартості вимірювальної радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах залежно від зростання процента використання ІС проілюстровано в табл. 2.4.

Як видно з таблиці, зміна структури собівартості радіоелектронної апаратури, тобто зміна питомих ваг заробітної плати та вартості основних матеріалів і комплектуючих виробів у собівартості РЕА, тим більша, чим вищий процент використання інтегральних схем у даній апаратурі. Це накладає певні обмеження на вибір аналога для наближеного розрахунку собівартості РЕА на ІС на початкових стадіях її проектування.

Зміна структури собівартості радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах зі зростанням процента використання ІС (на прикладі вимірювальної РЕА)

№ з/п	Назва апаратури	Процент використання ІС	Повна собівартість, умовні одиниці	Витрати на один апарат, умовні одиниці		Питома вага в собівартості, %	
				Матеріали і комплектуючі	Заробітна плата	Матеріали і комплектуючі	Заробітна плата
1.	Приставка до частотоміра	35	136,0	72,9	18,5	53,6	13,6
2.	Частотомір 1	41	115,8	67,1	13,3	58,0	11,5
3.	Вольтметр	48	170,5	105,7	16,4	62,0	9,6
4.	Частотомір 2	51	166,4	105,5	14,6	63,4	8,8
5.	Частотомір 3	62	251,9	167,0	21,2	66,3	8,4
6.	Частотомір 4	77	238,6	160,8	19,6	67,4	8,3

У зв'язку з тим, що економічний ефект за рахунок зміни витрат виробництва повинен визначатися на основі суспільно необхідних витрат праці, розрахунок ведемо шляхом порівняння цін аналога і проектової апаратури. Використання показника ціни замість собівартості дає змогу одержати точніші результати у тому випадку, коли нова апаратура виготовляється на тому ж підприємстві, що й аналог, або коли процент планових нагромаджень на заводі, якому заплановано здійснювати випуск продукції, і заводі, що випускає аналог, буде однаковим. Якщо дана умова не виконується, то при визначенні економічного ефекту від зміни витрат виробництва необхідно розрахувати ціну аналога з врахуванням процента планових нагромаджень, прийнятого при встановленні ціни проектової апаратури на інтегральних схемах.

Розрахунок ціни радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах на ранніх стадіях проектування (технічна пропозиція, ескізний і технічні проекти) – нелегке завдання. У всіх описаних в літературі [81;130;131;204] методах наближеного розрахунку собівартості радіоелектронної апаратури, за винятком методу планової калькуляції, котрий може бути застосований не раніше за час виготовлення і випробування дослідної партії (стадія розробки робочої документації), використано співвідношення між заробітною платою та вартістю основних матеріалів і комплектуючих виробів. Як зазначалося, співвідношення між цими статтями витрат у випадку РЕА на ІС змінюється залежно від процента використання інтегральних схем, а отже, користуватися цими методами можна лише у випадку, коли процент використання ІС у новій та аналогічній апаратурі буде однаковим. Це вносить певні обмеження на вибір аналога для розрахунку ціни РЕА, котрий і без цього є доволі складним завданням з огляду на постійне збільшення процента використання інтегральних схем. Ось чому методи питомих ваг, графоаналітичний чи кореляційний не можуть бути застосовані у вигляді, поданому в роботах [81;102;130;131].

Усунути зазначений недолік і використати дані методи для розрахунку ціни РЕА на ІС на стадії проектування, можна на основі використання заздалегідь дослідженої залежності зміни питомих ваг заробітної плати та вартості основних матеріалів і комплектуючих виробів у собівартості апаратури від зміни процента використання ІС в РЕА для кожного її виду. Для одержання даних залежностей необхідно визначити процент використання інтегральних схем у радіоелектронній апаратурі, методики розрахунку якого не існує.

Найпростіше оцінити процент використання ІС в РЕА можна за кількістю функціональних блоків, де використано інтегральні схеми. Для апаратури, виготовленої у вигляді модулів, це означало б процент модулів, де застосовано ІС у загальній кількості модулів, що складають апаратуру. Однак у модулях паралельно з інтегральними схемами можуть

застосовуватися і дискретні елементи, кількість яких може бути доволі значною, а це свідчить про неповне переведення модуля на ІС.

Найточніше процент використання інтегральних схем в РЕА визначається співвідношенням кількості елементів в інтегральному виконанні до загальної кількості елементів, що входять в апаратуру. Якщо врахувати, що для одного і того ж виду апаратури кількість пасивних елементів майже завжди пропорційна кількості активних елементів, то найправильніше визначати процент застосування ІС в апаратурі за питомою вагою активних елементів в інтегральному виконанні у загальній кількості активних елементів в апаратурі, тобто за формулою:

$$P_B = \frac{N_{a.инт.}}{N_{a.заг.}} \cdot 100\%, \quad (2.27)$$

де P_B – процент використання ІС в РЕА; $N_{a.инт.}$ – кількість активних елементів в інтегральному виконанні; $N_{a.заг.}$ – загальна кількість активних елементів у РЕА.

Кількість активних елементів в еквівалентній схемі ІС можна визначити по паспорту на неї, довіднику чи за даними підприємства, що її виготовило.

Єдиним видом апаратури, для якого не завжди зберігається співвідношення між кількістю активних і пасивних елементів при переході до інтегральних схем, є логічні пристрої обчислювальних машин. До цього спричинилося використання транзисторно-транзисторних і діодно-транзисторних логічних схем, основною причиною розробки котрих були переваги твердотілих інтегральних схем, для яких активні елементи більш технологічні ніж пасивні. Отже, розрахований за формулою (2.27) процент використання інтегральних схем у цьому виді РЕА матиме дещо завищене значення. Та це не вплине на розрахунок ціни і ефективності апаратури в цілому, якщо при побудові залежностей питомих ваг заробітної плати та вартості основних матеріалів і комплектуючих виробів у собівартості

апаратури, як функції від процента використання ІС, останній визначається за тією ж методикою, що й для проектованої апаратури.

Ще одним ускладненням при розрахунку ціни радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах на стадії проектування є постійна зміна цін на ІС, що одержуються у порядку кооперування від підприємств електронної промисловості. Особливо значне зниження цін відбувається у перші 2 – 3 роки, а вже на 5 – 6 році темпи зниження різко падають. Зрозуміло, що нова РЕА розробляється з використанням нових, щойно розроблених або освоєних електронною промисловістю ІС, ціни на які ще не знижувалися, у той час як ціни ІС, з яких виготовлено аналог, що розроблявся за 3 – 5 років до цього, вже стабілізувалися на низькому рівні. Для забезпечення необхідної точності розрахунку економічного ефекту від зміни витрат виробництва потрібно, щоб ціни на ІС для аналога і нової техніки розраховувалися при рівних умовах виробництва. Для цього ціни на нові ІС необхідно перераховувати до умов встановленого виробництва, тобто, коли вони вже в достатній мірі стабілізувалися.

Найперспективнішими з точки зору зниження ціни є напівпровідникові (твердотілі) інтегральні схеми, хоча вартість обладнання для здійснення технологічного процесу їх виготовлення у 10 – 20 разів перевищує вартість обладнання для здійснення технологічного процесу виготовлення тонкоплівкових і гібридних інтегральних схем [161]. Особливо відчутні переваги твердотілої технології при крупно серійному і масовому типах виробництва, що можливе лише на спеціалізованих заводах електронної промисловості. Так, вже при партії 100 – 1000 штук вартість однієї напівпровідникової схеми майже вдвічі нижча за вартість гібридної, а при партії понад мільйон штук ця перевага зростає у 3 – 4 рази [161].

Ціни на твердотілі, тонкоплівкові та інші інтегральні схеми знижуються в часі різними темпами. Тому при перерахунку ціни інтегральних схем до рівня, що відповідає умовам встановленого виробництва, необхідно окремо розглядати групи напівпровідникових і гібридних інтегральних схем. Слід зазначити, що для різних видів

інтегральних схем, котрі належать до однієї групи, можливі різні темпи зниження вартості. Тому різні види інтегральних схем доводиться розглядати окремо при аналізі їх вартості в умовах встановленого виробництва.

Різне зменшення цін на інтегральні схеми протягом перших років випуску пояснюється постійним вдосконаленням технологічного процесу їх виготовлення, а також набуттям досвіду і навичок робітниками, що постійно підвищує процент виходу придатних інтегральних схем від 1 – 2% на першому році випуску, до 20 – 60% – на п'ятому – шостому році випуску. Отже, вартість ІС може знижуватися протягом всього періоду їх випуску. Це зниження може становити 3 – 10 разів.

На рис. 2.2 подано ідеалізовані графіки зміни вартості гібридних (мікросхем) і напівпровідникових (твердотілих) інтегральних схем, що серійно випускаються електронною промисловістю.

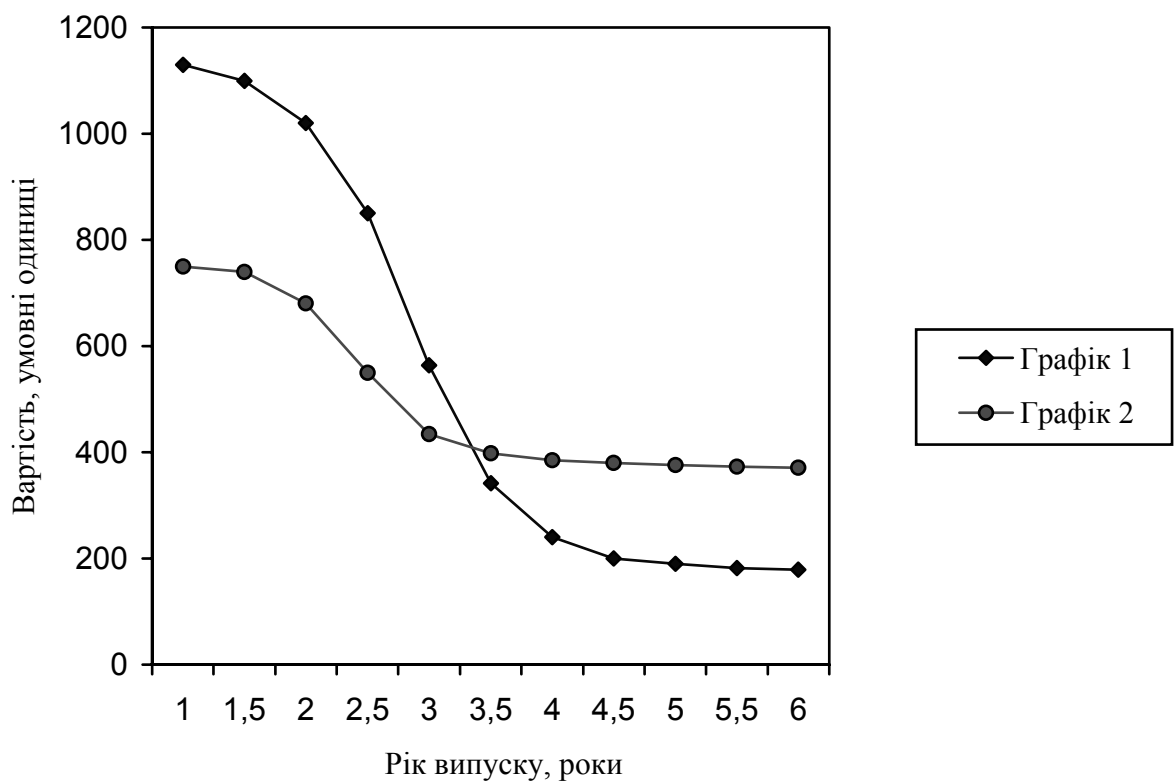


Рис. 2.2. Ідеалізований графік зміни вартості твердотілих (графік 1) та гібридних (графік 2) ІС, що серійно випускаються електронною промисловістю.

Часом при розробці радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах доводиться, крім ІС, що серійно випускаються електронною промисловістю, розробляти і застосовувати ІС поодинокого (приватного) використання. Це має місце у випадках, коли електронна промисловість не випускає потрібних схем або коли розробником доведена принципова неможливість використання в апаратурі ІС загального призначення чи дискретних елементів.

Зазвичай інтегральні схеми поодинокого використання виготовляються у вигляді гібридних ІС (мікросхем), де пасивні елементи і з'єднання виконуються за тонкоплівковою технологією, а активні елементи вмонтовуються у вигляді безкорпусних транзисторів і діодів, що серійно випускаються електронною промисловістю.

До інтегральних схем приватного використання належать мікросхеми різної складності, котрі не входять у номенклатуру типових ІС загального використання. Вони призначені для радіоелектронної апаратури певного типу і розробляються як оригінальні радіодеталі безпосередньо в процесі створення мікроелектронної апаратури. Відповідно на стадії проектування радіоелектронної апаратури мікросхеми приватного використання не є купованими виробами, а освоювати їх виробництво на заводі, що виготовлятиме апаратуру (особливо при одиничному чи дрібносерійному виробництві), недоцільно. У таких випадках мікросхеми для виробника РЕА може поставляти проектна організація, що їх розробила в процесі проектування радіоелектронної апаратури. При цьому вартість мікросхем приватного використання включається заводом-виробником РЕА, до вартості купованих виробів, а при розрахунку вартості радіоелектронної апаратури на стадії проектування це легко врахувати, оскільки проектна організація і буде постачальником цих ІС.

У випадку, коли передбачається крупносерійне чи масове виробництво нової апаратури на інтегральних схемах, а проектна організація не має змоги поставляти ІС приватного використання, необхідно освоювати їх випуск на підприємстві, що випускатиме цю

апаратуру. У цьому випадку вартість мікросхем приватного використання не включається У статтю “куповані вироби”, а при розрахунку собівартості РЕА на стадії проектування всі витрати по їх виготовленню відображаються в інших статтях калькуляції (матеріали, заробітна плата і т.п.).

Якщо застосування ІС приватного використання обмежене однією чи декількома партіями РЕА, що випускаються не більше двох років, то до вартості цих мікросхем слід включати частину витрат на їх розробку. Якщо ж передбачається тривалий випуск апаратури, то ціни на ІС приватного використання слід перераховувати до умов встановленого виробництва. Як правило, вартість ІС приватного використання приймається за даними підприємства, що їх поставляє (дослідний завод, проектна організація тощо).

Вище ми розглянули особливості визначення вартості комплектуючих виробів при розрахунку собівартості радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах. Але на формування собівартості, а отже, і ціни РЕА на ІС впливають і особливості технологічного процесу її виробництва. Значне зниження трудомісткості виготовлення апаратури на інтегральних схемах дасть змогу зменшити питому вагу заробітної плати в собівартості РЕА на ІС. Розрахунок основної і додаткової заробітної плати можна здійснювати методом питомих ваг. При наявності аналога з тим же процентом використання інтегральних схем, що і у новій апаратури, розрахунок здійснюють відомим [131] методом; за відсутності такого аналога доводиться враховувати зміну питомої ваги заробітної плати в собівартості радіоелектронної апаратури зі зміною процента використання інтегральних схем методами, наведеними нижче.

Крім зазначених статей, у собівартості радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах зміниться і решта статей калькуляції. Однак при цьому слід пам'ятати, що на підприємствах, яким вперше доводиться освоювати випуск РЕА на ІС, необхідно переглядати величину процента цехових, загальнозаводських і позавиробничих витрат. Для підприємств,

що освоїли випуск такої продукції раніше, ці показники приймаються на рівні минулорічних.

На основі наведеного можна зробити висновок, що економічний ефект за рахунок зміни витрат виробництва повинен визначатися за різницею цін аналогічної і нової апаратури, тобто за формулою (2.19). Ціна аналогічної апаратури відома за даними підприємства виробника. У випадку, коли процент планових нагромаджень на підприємствах, що випускають нову продукцію і аналог, різний, то ціну аналога коректують відповідно до процента планових нагромаджень підприємства-виробника нової продукції за формулою:

$$C_{a.нр.} = \frac{C_a \cdot (100 + P_n)}{100 + P_a}, \quad (2.28)$$

де, $C_{a.нр.}$ – ціна аналога, приведена до процента планових нагромаджень нової РЕА на ІС; C_a – оптова ціна аналога (за даними підприємства виробника); P_n – процент планових нагромаджень на підприємстві, що виробляє нову РЕА на ІС; P_a – процент планових нагромаджень у виробника аналога.

Як зазначалося, на стадії проектування немає достатньої кількості даних для розрахунку повної собівартості та оптової ціни нової РЕА на ІС, тому доводиться користуватися наближеними методами розрахунку. Серед відомих методів наближеного розрахунку собівартості, що широко використовуються у приладобудуванні, є метод планової (нормативної) калькуляції, графоаналітичний метод, кореляційний метод і метод питомих ваг. Вони описані в роботі [131].

Метод планової калькуляції дає змогу визначати собівартість нової апаратури з точністю до 2 – 3%, але може бути використаний лише на етапі освоєння дослідної партії апаратури, тобто не може бути використаний на ранніх етапах розробки (технічна пропозиція, ескізний проект, технічний проект). Цей метод використовують на пізніших етапах

проектування при здійсненні уточненого розрахунку економічного ефекту за рахунок зміни витрат виробництва.

Графоаналітичний і кореляційний методи використовують у випадку, коли відсутні дані по конкретному аналогу й питома вага вартості основних матеріалів і комплектуючих виробів у собівартості апаратури незначна. Ці методи базуються на припущенні, що висновки, одержані при дослідженні частини групи аналогічної апаратури, можна застосувати для всієї апаратури даної групи. Обидва методи передбачають використання попередньо досліджених залежностей між вартістю основних матеріалів і комплектуючих виробів і заробітною платою по групі апаратури, до якої належить проєктована радіоелектронна апаратура на інтегральних схемах. Точність розрахунку собівартості РЕА на дискретних елементах цими методами становить згідно з [131] $\pm 10\text{--}15\%$, що достатньо для розрахунку економічної ефективності. Для РЕА на ІС точність розрахунків цими методами значно нижча через високу питому вагу основних матеріалів і комплектуючих виробів в собівартості апаратури. Іншою причиною, що не дає змоги використати ці методи для розрахунку собівартості радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах, є зміна питомих ваг заробітної плати та вартості основних матеріалів і комплектуючих виробів у собівартості РЕА на ІС залежно від процента використання інтегральних схем в апаратурі.

Метод питомих ваг ґрунтується на припущенні, що структура собівартості нової РЕА на ІС відповідає структурі аналогічної апаратури. Для визначення собівартості цим методом рекомендується брати за основу витрати на комплектуючі вироби, бо їх найлегше визначити на початкових етапах проєктування (ескізний проєкт – після розробки схеми принципової електричної), а також тому, що їх питома вага в собівартості РЕА на ІС найбільша. Відомо, що точність розрахунків цим методом тим вища, чим вища питома вага базового елемента (вартість комплектуючих виробів), але у випадку РЕА на ІС структура собівартості в значній мірі залежить від процента використання ІС, а тому основна вимога методу питомих ваг стосовно постійності структури собівартості апаратури не виконується.

Таким чином, при розрахунку собівартості цим методом необхідно враховувати зміну питомих ваг заробітної плати та вартості комплектуючих виробів і основних матеріалів залежно від зміни процента використання інтегральних схем у радіоелектронній апаратурі. Для виявлення цих залежностей необхідно дослідити певну групу апаратури, до якої належить проектована РЕА на ІС (див. табл. 2.4). Графічно ці залежності подано на рис. 2.3.

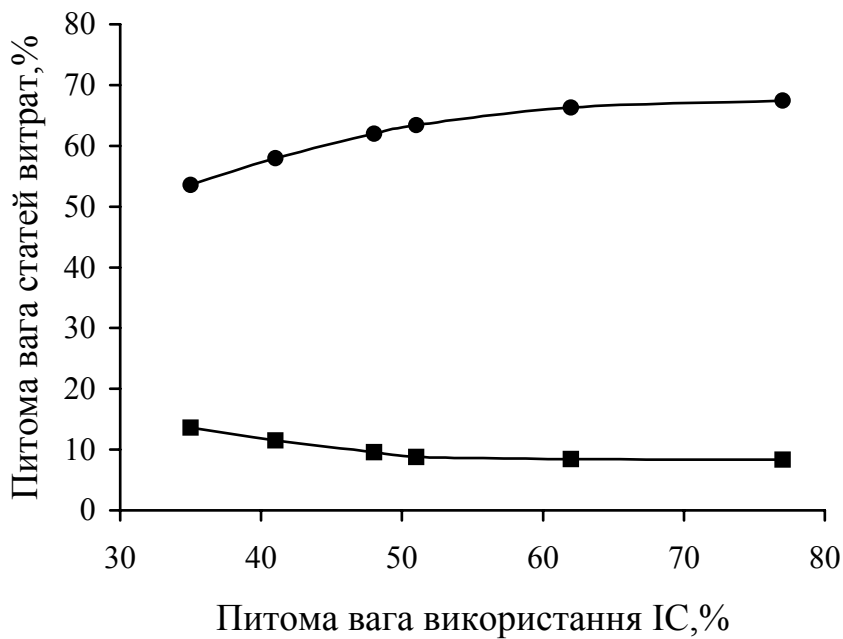


Рис. 2.3. Графік зміни питомих ваг вартості основних матеріалів і комплектуючих виробів – Π_M (графік 1) та заробітної плати – Π_3 (графік 2) у собівартості РЕА зі зміною процента використання ІС – Π_B .

Криву 1 аналітично можна описати рівнянням (2.29), а криву 2 – рівнянням (2.30).

$$\Pi_M = \epsilon + \sqrt{2p(\Pi_B + a)}; \quad (2.29)$$

$$\Pi_B \geq 0$$

$$\Pi_3 = \epsilon - \sqrt{2p(\Pi_B + a)}. \quad (2.30)$$

У випадку, коли нова й аналогічна апаратура має однаковий процент використання інтегральних схем і передбачається, що нова РЕА виготовлятиметься у тому ж цеху, де й аналогічна, то при дотриманні конструктивних ознак порівнюваності повну собівартість можна розрахувати за формулою:

$$C = M \cdot \frac{100}{\Pi_M}, \quad (2.31)$$

де C – повна собівартість нової РЕА на ІС; M – вартість матеріалів і комплектуючих виробів в новій РЕА.

Коли нова апаратура й аналог виготовляються на різних заводах, то навіть при однаковому проценті використання ІС розрахунок за цією формулою дасть невірний результат через різні проценти цехових, загальнозаводських і позавиробничих витрат. У такому випадку спочатку розраховують заробітну плату виробничих робітників за формулою:

$$З = M \frac{\Pi_3}{\Pi_M}, \quad (2.32)$$

де $З$ – основна заробітна плата виробничих робітників.

Питомі ваги заробітної плати та витрат на основні матеріали і комплектуючі вироби у випадку рівності процента використання ІС в аналогічній і новій РЕА можуть прийматися за даними аналога; в решті випадків вони визначаються, виходячи з відомого процента використання ІС у новій апаратурі, за заздалегідь розробленими графіками для даного виду апаратури, наприклад для вимірювальної РЕА на ІС за кривими 1 і 2 (див. рис. 2.3).

Вартість основних матеріалів і комплектуючих виробів – M включає вартість всіх купованих напівфабрикатів і комплектуючих виробів, одержаних в порядку кооперованих поставок, потреба в яких

розраховується на основі принципової електричної схеми і цін на них в умовах встановленого виробництва, з врахуванням транспортно-заготівельних витрат, а також вартість основних матеріалів з транспортно-заготівельними витратами, котра на ранніх стадіях розробки (ескізний і технічний проекти) може визначатися на основі даних за конструктивно подібним аналогом і цін на них. На пізніших стадіях розробки, коли виготовлена конструкторська документація, вартість основних матеріалів можна розраховувати на основі креслень деталей і технологічних документів (креслень на заготовки).

При розрахунку вартості основних матеріалів на основі конструктивно подібного аналога одержується дещо нижча точність розрахунків, але, враховуючи, що питома вага їх у собівартості РЕА дуже низька, даної точності достатньо. Якщо відомий конструктивно-подібний аналог, то розрахунок простіше вести на основі вартості комплектуючих виробів для нової РЕА і співвідношення між вартістю комплектуючих виробів і вартістю основних матеріалів для аналога. Для цього визначають вартість комплектуючих виробів для нової апаратури без врахування транспортно-заготівельних витрат за формулою:

$$K_H = \sum_{i=1}^n C_{IC.i} \cdot N_{IC.i} + \sum_{j=1}^m C_{Д. j} \cdot N_{Д. j}, \quad (2.33)$$

де, K_H – вартість комплектуючих виробів для нової РЕА на ІС без врахування транспортно-заготівельних витрат; $C_{IC.i}$ – ціна інтегральної схеми i -того виду в умовах встановленого виробництва; $N_{IC.i}$ – кількість інтегральних схем i -того виду; n – кількість видів ІС, що відрізняються ціною; $C_{Д. j}$ – ціна дискретних комплектуючих виробів j -того виду; $N_{Д. j}$ – кількість дискретних комплектуючих виробів j -того виду; m – кількість видів дискретних комплектуючих виробів, що відрізняються ціною.

Визначивши вартість комплектуючих виробів, можна розрахувати вартість основних матеріалів за даними по конструктивно-подібному аналогу (без врахування транспортно-заготівельних витрат) згідно з формулою:

$$O_H = \frac{K_H}{K_A} \cdot O_A, \quad (2.34)$$

де, O_H і O_A – вартість основних матеріалів відповідно нової та аналогічної апаратури; K_A – вартість комплектуючих виробів аналогічної апаратури без врахування транспортно-заготівельних витрат.

Загальну вартість матеріальних витрат без врахування транспортно-заготівельних витрат визначимо як суму витрат на основні матеріали та витрат на комплектуючі вироби. Їх вартість з врахуванням транспортно-заготівельних витрат визначається за формулою:

$$M = M^* \left(1 + \frac{\gamma}{100}\right), \quad (2.35)$$

де, M – вартість матеріальних витрат для нової РЕА на ІС з врахуванням транспортно-заготівельних витрат; M^* – сумарна вартість матеріальних витрат для нової РЕА на ІС без врахування транспортно-заготівельних витрат; γ – процент транспортно-заготівельних витрат на підприємстві, якому заплановано виробництво нової РЕА на ІС.

Як зазначалося, при уточненому розрахунку економічної ефективності РЕА на ІС вартість основних матеріалів визначають на основі конструкторсько-технологічної документації та цін на них. При цьому при розрахунку вартості комплектуючих виробів ціни на інтегральні схеми, що випускаються менше п'яти років, повинні приводитися до рівня, що відповідає умовам встановленого виробництва. Це забезпечить порівнюваність вартості нової та аналогічної РЕА.

Чим викликана необхідність перерахунку цін на ІС, що випускаються менше п'яти років? Складність процесів розробки і виготовлення інтегральних схем спричинює високий процент браку (95% і більше) на початкових етапах їх випуску. Це пояснює високу початкову їх вартість, котра в процесі освоєння виробництва систематично знижується. Процес зниження вартості ІС йде повільно, в міру вдосконалення технології, що, в свою чергу, збільшує процент випуску придатних інтегральних схем, який лише на 5 – 6 роках випуску сягає 20 – 60%, після чого він стабілізується. Темпи зростання процента виходу придатних ІС залежать від їх типу і складності. На зниження вартості інтегральних схем впливають дві групи чинників, механізм дії яких описано в попередньому підрозділі.

До першої групи чинників відносять такі, що є, спільними для всієї електронної промисловості: дотримання правил вакуумної гігієни, чистота вихідних матеріалів тощо.

До другої групи чинників відносять такі, що є, специфічними для окремих груп інтегральних схем, що полягають у вдосконаленні технології виробництва (дають змогу постійно підвищувати процент виходу придатних ІС), а також вартість розробки нових інтегральних схем, що передається на вартість випущеної протягом перших двох років продукції.

Зміну вартості інтегральних схем здебільшого визначає обсяг їх виробництва і вибір технології виготовлення. У табл.2.5 зроблено порівняння вартості технологічних процесів виготовлення інтегральних схем різних типів.

На основі аналізу даних таблиці можна зробити висновок, що в радіоелектронній апаратурі з великою кількістю однотипних інтегральних схем (обчислювальна техніка, цифрові вимірювальні прилади тощо), яка призначена для масового або крупносерійного виробництва, доцільно застосовувати напівпровідникові (твердотілі) інтегральні схеми з огляду на їх низьку вартість при великих партіях випуску.

Порівняльна характеристика вартості технологічних процесів виготовлення ІС різного типу і цін на них при різних обсягах продажу [161]

Тип і технологія виготовлення інтегральних схем	Вартість технологічного процесу, долари	Вартість одного приладу при продажу партіями, долари		
		1 – 25 штук	100 – 1000 штук	понад 10 ⁶ штук
Товстоплівкові інтегральні схеми:				
цифрові	1500	50	30	12
лінійні	1500	50	30	12
Тонкоплівкові інтегральні схеми:				
цифрові	2000	75	45	15
лінійні	2000	75	45	15
Напівпровідникові (твердотілі) інтегральні схеми:				
цифрові	20000	30	15	4
лінійні	40000	40	20	5
Звичайні схеми з друкованим монтажем (на дискретних елементах):				
цифрові	1200	50	30	15
лінійні	1200	50	30	15

При початковому освоєнні виробництва інтегральних схем підприємствами електронної промисловості спочатку відчувається вплив на їх вартість першої групи чинників. Причиною цього є відсутність достатнього досвіду у проектувальників ІС і недоліки в організації самого процесу виробництва. Дія ж другої групи чинників повторюється з освоєнням виробництва кожного нового типу інтегральних схем. Дією саме цих чинників пояснюється постійне зниження собівартості інтегральних схем у часі і, як наслідок, зниження ціни ІС, за якою підприємства електронної промисловості поставляють їх підприємствам радіо та інших галузей промисловості, що виготовляють радіоелектронну апаратуру.

Графіки зміни цін на групу з п'яти інтегральних схем одного виду, що серійно випускаються електронною промисловістю, подано на рис. 2.4.

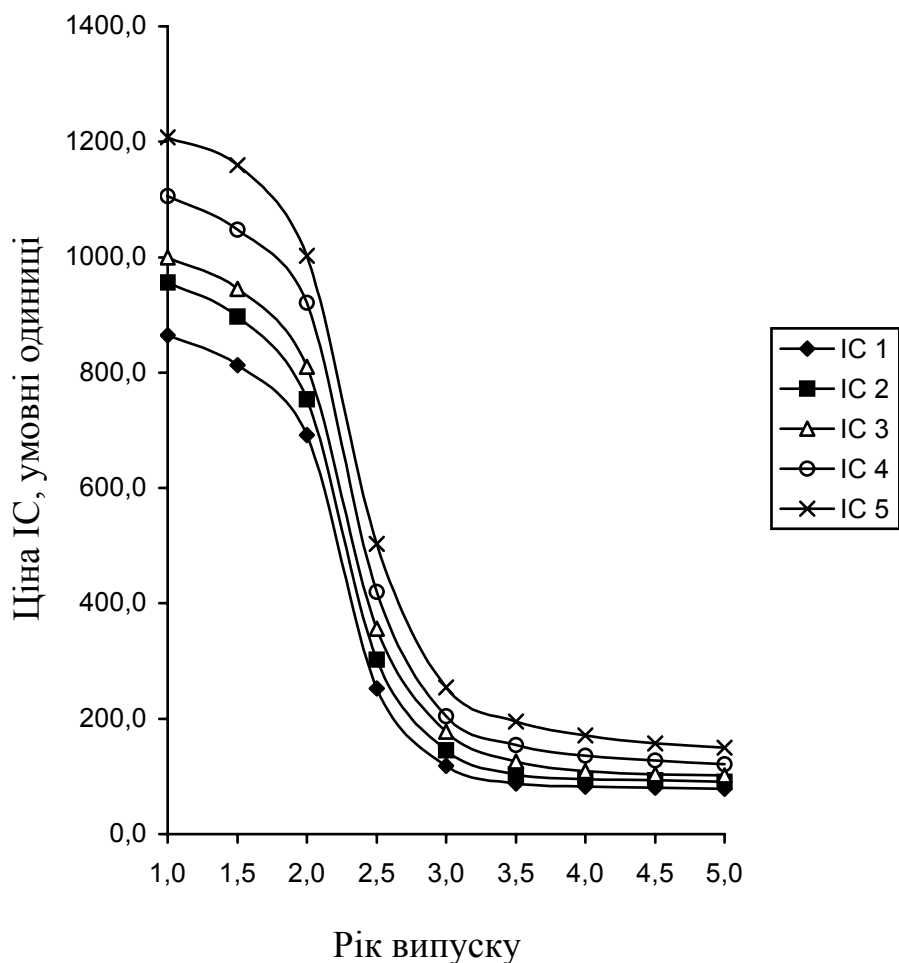


Рис 2.4. Графік зміни в часі вартості ІС, що серійно випускаються електронною промисловістю.

Графіки побудовано на основі статистичних даних про зміну вартості п'яти видів логічних напівпровідникових (твердотілих) інтегральних схем, поданих у табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Зміна в часі вартості п'яти логічних напівпровідникових схем, що серійно випускаються електронною промисловістю

№ з/п	Назва ІС	Ціна ІС на t -тому році випуску, умовні одиниці								
		1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
1.	ІС 1	865	813	692	252	118	88	82	80	79
2.	ІС 2	956	897	754	302	145	104	95	93	91
3.	ІС 3	1000	945	810	356	178	126	109	104	102
4.	ІС 4	1106	1048	921	420	204	154	136	128	121
5.	ІС 5	1208	1160	1002	503	254	195	171	157	150

Велика різниця між ціною інтегральних схем першого і п'ятого року випуску, коли вона стабілізувалася, вимагає врахування такої зміни, оскільки забезпечити необхідну точність визначення економічного ефекту за рахунок зміни витрат виробництва РЕА на ІС можна лише у випадку, коли аналогічна і нова апаратура випускаються у рівних умовах, адже аналогічна апаратура виготовляється в основному на ІС, які випускаються понад п'яти років, а отже, їх вартість вже стабілізувалася, у той же час при розробці нової апаратури використовують нові ІС, що зазвичай випускаються менше п'яти років. Ось чому порівнюваність результатів може бути досягнена лише шляхом відповідного перерахунку цін на ІС, що випускаються менше п'яти років.

Враховуючи, що зміна цін на різні типи ІС відбувається різними темпами, перерахунок їх цін до рівня, що відповідає умовам встановленого виробництва, необхідно здійснювати окремо для кожної групи. Такий перерахунок можна проводити на основі аналітичної залежності, котра дає змогу точно охарактеризувати сімейство кривих, поданих на рис. 2.4.

В загальному випадку ці криві можуть бути описані такою залежністю:

$$Ц_t = \frac{A}{1 + B \cdot (t-1)^c} + D, \quad (2.36)$$

де, $Ц_t$ – ціна інтегральних схем на t -тому році випуску; t – рік випуску інтегральних схем; A, B, C, D – постійні для кожної кривої коефіцієнти, котрі необхідно визначити.

Виберемо характерні для кожної кривої чотири точки (за кількістю невідомих), що відповідають першому, другому, другому з половиною (найбільша крутизна і перегин кривих) та п'ятому рокам випуску, і складемо чотири рівняння:

$$Ц_1 = A + D; \quad (2.37 \text{ а})$$

$$Ц_2 = \frac{A}{1 + B} + D; \quad (2.37 \text{ б})$$

$$Ц_{2,5} = \frac{A}{1 + B \cdot (2,5 - 1)^c} + D; \quad (2.37 \text{ в})$$

$$Ц_5 = \frac{A}{1 + B \cdot (5 - 1)^c} + D. \quad (2.37 \text{ г})$$

З рівняння (2.37 а) визначимо коефіцієнт A :

$$A = Ц_1 - D. \quad (2.38)$$

D визначимо з рівняння (2.37 б) з врахуванням формули (2.38):

$$D = \frac{Ц_2 - Ц_1}{B} + Ц_2. \quad (2.39)$$

Врахувавши формули (2.38) і (2.39) із рівняння (2.37 в) визначимо B :

$$B = \frac{(C_{2,5} - C_1) - (C_2 - C_1) \cdot 1,5^C}{(C_2 - C_{2,5}) \cdot 1,5^C}. \quad (2.40)$$

Значення C визначимо методом послідовних наближень з рівняння (2.41) враховуючи формули (2.38), (2.39) і (2.40) :

$$\frac{(C_5 - C_1)(C_2 - C_{2,5})}{4^C} - \frac{(C_{2,5} - C_1)(C_2 - C_5)}{1,5^C} - (C_2 - C_1)(C_5 - C_{2,5}) = 0. \quad (2.41)$$

Підставимо числове значення C у формулу (2.40) і розрахуємо B , а пізніше за формулою (2.39) визначимо D . Використавши числове значення D , легко за формулою (2.38) розрахувати коефіцієнт A .

З метою скорочення часу розрахунку коефіцієнтів їх доцільно обчислювати за допомогою електронно-обчислювальної машини. Нами було проведено відповідні розрахунки за даними табл. 2.6. Результати знаходження розрахункових коефіцієнтів занесено в табл.2.7.

Таблиця 2.7

Значення розрахункових коефіцієнтів A, B, C, D для визначення вартості (в умовах встановленого виробництва) п'яти логічних напівпровідникових схем, що серійно випускаються електронною промисловістю

№ з/п	Назва ІС	Ціна ІС на першому році випуску, умовні одиниці	Значення розрахункових коефіцієнтів			
			A	B	C	D
1.	ІС 1	865	787,1	0.28171	6,2287	77,9
2.	ІС 2	956	866,7	0.3039	5,70772	89,3
3.	ІС 3	1000	901,6	0,267	5,5166	98,4
4.	ІС 4	1106	986,7	0,23076	5,65065	119,3
5.	ІС 5	1208	1062,9	0,2404	5,1876	145,1

Знаючи числові значення коефіцієнтів A, B, C, D для п'яти однотипних інтегральних схем, можемо побудувати графіки їх зміни залежно від вартості першого року випуску (єдиної відомої величини для нових ІС). На рис. 2.5 подано графіки зміни розрахункових коефіцієнтів A, B, C, D залежно від вартості першого року випуску інтегральних схем, побудовані за даними табл. 2.7.

Знаючи ціну першого року випуску нової інтегральної схеми, використаної у проєктованій радіоелектронній апаратурі та визначивши на основі графіків зміни коефіцієнтів для того ж типу інтегральних схем, величину значень A, B, C, D можемо легко на основі формули (2.36) визначити вартість цієї ІС на будь-якому році випуску, в тому числі і в умовах встановленого виробництва (тобто ціну 5 – 6 року її випуску).

Запропонований метод дає змогу прогнозувати зміну цін на інтегральні схеми в часі з достатньою для економічних розрахунків точністю. Так, максимальне відхилення розрахункових коефіцієнтів A, B, C, D від коефіцієнтів, взятих з графіків (від лінії тренду рис.2.5.), є у випадку першої інтегральної схеми (відхилення мають всі коефіцієнти). Розрахувавши на основі формули (2.36) вартість цієї ІС за коефіцієнтами ($A = 791; B = 0,294; C = 6,063; D = 74$), взятими з графіків, одержимо $Ц_5 = 74,6$ умовної одиниці. Порівнявши одержане значення і взяту з табл. 2.6 реальну вартість цієї ІС на п'ятому році випуску – 79 умовних одиниць, одержимо відхилення 4,4 умовної одиниці, що становить близько 5,6%. Відомо [130;131], що при визначенні ціни нової радіоелектронної апаратури на стадії проєктування допустима точність розрахунків $\pm (10 - 15\%)$. Отже, точність прогнозування вартості ІС в умовах встановленого виробництва на основі використання запропонованого графо-аналітичного методу є достатньою і він може використовуватись при розрахунку економічної ефективності РЕА на ІС.

На основі вартості основних матеріалів і комплектуючих виробів та їх питомої ваги, а також питомої ваги заробітної плати у собівартості РЕА, встановлених з графіка (див. рис. 2.3) або на основі формул (2.29) та (2.30),

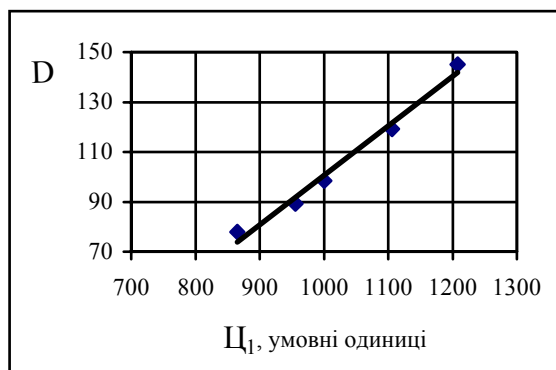
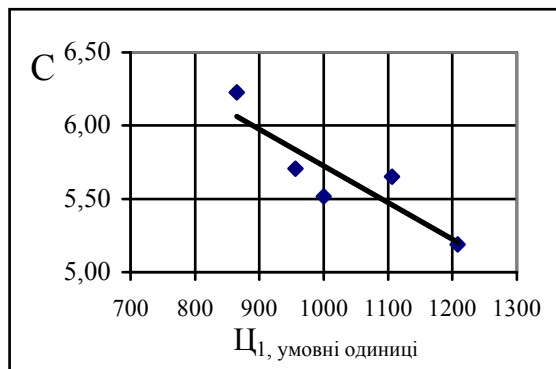
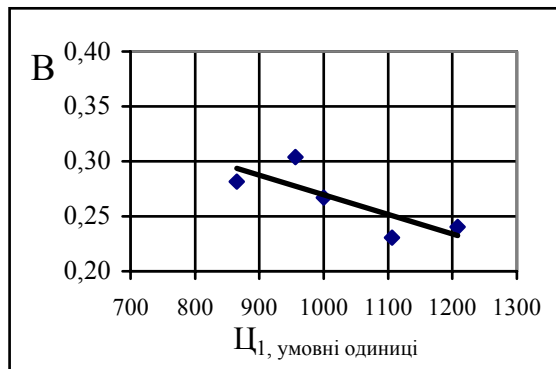
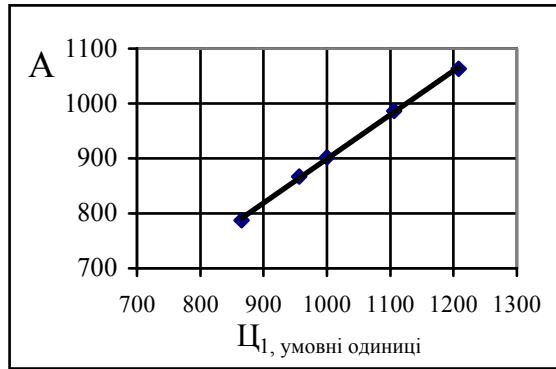


Рис. 2.5. Графіки зміни величини розрахункових коефіцієнтів *A, B, C, D* залежно від ціни ІС першого року їх випуску.

розраховується повна собівартість радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах за формулою:

$$C = \left\{ M \left[1 + \frac{\Pi_3}{\Pi_M} \left(1 + \frac{\alpha + \beta}{100} \right) \right] \right\} \cdot \left(1 + \frac{\theta}{100} \right), \quad (2.42)$$

де, α – процент цехових витрат на підприємстві, якому планується випуск нової радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах; β – процент загальнозаводських витрат на тому ж підприємстві; θ – процент позавиробничих витрат на тому ж підприємстві.

Визначивши повну собівартість нової апаратури на інтегральних схемах і прибуток на основі процента планових нагромаджень (рентабельності виробу), одержимо оптову ціну підприємства.

Порівнявши оптові ціни на аналогічну і нову радіоелектронну апаратуру на інтегральних схемах за формулою (2.19), одержимо економічний ефект за рахунок зміни витрат виробництва.

2.2.3. Особливості визначення економічного ефекту за рахунок зміни витрат експлуатації радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах

Основною перевагою переходу на інтегральні схеми або збільшення процента їх використання у проєктованій радіоелектронній апаратурі є значне підвищення її надійності, але при розрахунку економічного ефекту за рахунок зміни витрат експлуатації, крім цього параметра, необхідно враховувати економічні ефекти за рахунок покращення усіх технічних характеристик РЕА. Як видно з наведеної вище класифікації (табл. 2.3), склад показників, що визначають економічну ефективність радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах, залежить від типу апаратури, а також від її призначення та умов експлуатації.

Основними показниками, що характеризують економічну ефективність РЕА на ІС в умовах експлуатації, є річний економічний ефект за рахунок зміни витрат експлуатації та економічний ефект на витратах експлуатації за термін служби.

Річний економічний ефект від зміни витрат експлуатації залежить від зміни технічних параметрів і розраховується як алгебраїчна сума річних економічних ефектів по кожному з видів експлуатаційних витрат. У випадку РЕА на ІС розрахунок цього ефекту передбачає введення у формулу (2.43) деяких показників, котрі до цього не враховувалися, наприклад показники річних ефектів за рахунок зменшення маси і габаритів радіоелектронної апаратури ($E_{m.p.}$ і $E_{z.p.}$):

$$E_{e.p.} = E_{m.p.} + E_{z.p.} + E_{en.p.} + E_{p.p.} + E_{a.p.} + E_{z.p.} + E_{n.p.} + E_{n.p.} + E_{i.p.}, \quad (2.43)$$

де, $E_{e.p.}$ – річний економічний ефект за рахунок зміни експлуатаційних витрат при впровадженні РЕА на ІС; $E_{m.p.}$ – річний економічний ефект за рахунок зменшення маси апаратури на інтегральних схемах; $E_{z.p.}$ – річний економічний ефект за рахунок зменшення габаритів

апаратури на інтегральних схемах; $E_{en,p}$ – річний економічний ефект за рахунок зменшення споживаної апаратурою на інтегральних схемах потужності; $E_{r,p}$ – річний економічний ефект за рахунок покращення ремонтпридатності апаратури на інтегральних схемах; $E_{a,p}$ – річний економічний ефект за рахунок зміни амортизаційних відрахувань апаратури на інтегральних схемах; $E_{з,p}$ – річний економічний ефект за рахунок зміни заробітної плати персоналу, який працює з апаратурою на інтегральних схемах; $E_{н,p}$ – річний економічний ефект за рахунок підвищення надійності апаратури на інтегральних схемах; $E_{п,p}$ – річний економічний ефект за рахунок підвищення продуктивності апаратури на інтегральних схемах; $E_{i,p}$ – річний економічний ефект за рахунок зміни інших експлуатаційних витрат апаратури на інтегральних схемах.

Кількість складових, що входять у цей показник, залежить від кількості змінених технічних і експлуатаційних параметрів, а також від типу апаратури, її призначення й умов експлуатації. Склад технічних показників, зміна яких приводить до зміни річного економічного ефекту за рахунок поточних витрат, не обов'язково обмежується відміченими в таблиці 2.3. Так, якщо використання інтегральних схем у наземній стаціонарній електронно-обчислювальній апаратурі дає змогу досягти значного зменшення її габаритних розмірів і маси, то незалежно від того, що в таблиці не відмічені вказані показники, річний економічний ефект за рахунок їх покращення необхідно враховувати при розрахунку річного економічного ефекту за рахунок зміни поточних витрат. Це викликано тим, що значне зменшення габаритів і маси дасть змогу скоротити витрати на транспортування і монтаж радіоелектронної апаратури, а також додатково вивільнити виробничі площі, котрі займала раніше апаратура на дискретних елементах.

Розрахунок річних економічних ефектів за рахунок покращення одних технічних параметрів радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах може бути однаковим для всіх підгруп РЕА, а для інших параметрів методика розрахунку ефекту в різних підгрупах буде різною. Наприклад,

річний економічний ефект за рахунок зміни заробітної плати персоналу, який працює з апаратурою, і річний економічний ефект за рахунок зміни суми амортизаційних відрахувань можуть розраховуватися за однаковими формулами для всіх підгруп радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах. У той же час такі показники, як річний економічний ефект за рахунок зміни маси, габаритів і споживаної потужності, повинні розраховуватися за різними методиками для наземної стаціонарної, портативної і пересувної апаратури, а у випадку бортової радіоелектронної апаратури по-різному розраховують річні економічні ефекти за рахунок зміни цих параметрів для авіаційної і корабельної апаратури, з одного боку, і для космічної – з іншого. Літературні джерела переважно зупиняються на методах розрахунку річних економічних ефектів від зміни технічних параметрів, котрі не залежать від групи радіоелектронної апаратури. Це методи визначення річних економічних ефектів за рахунок зміни суми амортизаційних відрахувань, заробітної плати персоналу, який працює з апаратурою, продуктивності і частково ремонтпридатності продукції, котрі розглядатимуться нами лише коротко.

Методи визначення річних економічних ефектів за рахунок зміни маси, габаритів і споживаної потужності або цілком не викладені в літературі, або вимагають додаткового доопрацювання стосовно радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах і будуть ґрунтовно розглянуті в цьому підрозділі.

Знаючи ціну нової апаратури на інтегральних схемах, легко визначити річний економічний ефект за рахунок зміни амортизаційних відрахувань за формулою:

$$E_{a.p.} = \frac{(C_a - C_n) \cdot H}{100}, \quad (2.44)$$

де, H – норма амортизаційних відрахувань для даного виду радіоелектронної апаратури, %.

У випадку, коли ціна нової радіоелектронної апаратури вища за ціну аналогічної, що можливо при підвищенні процента використання нових інтегральних схем внаслідок їх високої вартості, річний економічний ефект за рахунок зміни амортизаційних відрахувань буде від'ємним і відповідно при розрахунку річного економічного ефекту за рахунок зміни витрат експлуатації апаратури на інтегральних схемах враховується зі знаком мінус. Аналогічним чином поступають і при врахуванні річних економічних ефектів за рахунок зміни інших параметрів радіоелектронної апаратури, для яких не досягається позитивний ефект при переході на інтегральні схеми чи при збільшенні процента їх застосування.

При роботі персоналу з радіоелектронною апаратурою на інтегральних схемах річний економічний ефект за рахунок зміни заробітної плати визначається аналогічно розрахунку цього ефекту при роботі персоналу з апаратурою на дискретних елементах. Цей розрахунок здійснюють у випадку, коли відома конкретна сфера використання апаратури і покращення її технічних характеристик змінює час роботи персоналу, який працює з радіоелектронною апаратурою, або змінює його кваліфікацію при виконанні одних і тих же робіт.

Розрахунок річного економічного ефекту за рахунок зміни заробітної плати персоналу, який працює з РЕА на ІС, здійснюють за формулою:

$$E_{з.п.} = C_{з.а.} \cdot t_a - C_{з.н.} \cdot t_n, \quad (2.45)$$

де, $C_{з.а.}$ та $C_{з.н.}$ – годинні тарифні ставки персоналу, який працює з аналогічною і новою апаратурою; t_a та t_n – час виконання одних і тих же робіт протягом року за допомогою аналогічної і нової апаратури.

Як зазначалося вище, однією з основних переваг використання інтегральних схем в електронно-обчислювальній техніці є значне підвищення її продуктивності в порівнянні з апаратурою на дискретних

елементах. Крім обчислювальної техніки, використання інтегральних схем або збільшення процента їх застосування дає змогу підвищувати продуктивність багатьох інших видів радіоелектронної апаратури. Методика визначення річного економічного ефекту за рахунок підвищення продуктивності РЕА подана в роботі [131]. Якщо спроектована радіоелектронна апаратура на інтегральних схемах має декілька сфер використання, то розрахунок річного економічного ефекту за рахунок підвищення її продуктивності слід вести за даними тієї сфери, де вона знайшла найширше використання.

При переході від проектування апаратури на дискретних елементах до РЕА на інтегральних схемах або при збільшенні процента використання ІС покращується ремонтпридатність радіоелектронної апаратури як в результаті зменшення кількості комплектуючих елементів і підвищення їх надійності (надійність схем в інтегральному виконанні набагато вища за надійність аналогічних схем на дискретних елементах), за рахунок чого зменшується кількість відмов у роботі, так і в результаті скорочення часу на виявлення й усунення неполадок і перевірку працездатності апаратури.

В свою чергу, скорочення часу перебування апаратури в ремонті зменшує витрати на заробітну плату ремонтних працівників, а отже, дає можливість одержати додатковий економічний ефект за рахунок скорочення простою РЕА. Відповідно розрахунок річного економічного ефекту від покращення ремонтпридатності радіоапаратури повинен включати такі складові: економічний ефект за рахунок зміни вартості замінюваних елементів, економічний ефект за рахунок зміни заробітної плати ремонтників з врахуванням накладних витрат та економічний ефект за рахунок скорочення часу простою обладнання у ремонті, тобто за формулою:

$$E_{p.p} = E_{el} + E_{zn} + E_{прост} \quad (2.46)$$

де, E_{el} – річний економічний ефект за рахунок зміни вартості замінюваних елементів; E_{zn} – річний економічний ефект за рахунок зміни

заробітної плати ремонтників з врахуванням накладних витрат; E_{zn} – річний економічний ефект за рахунок скорочення часу простою апаратури в ремонті.

Річний економічний ефект за рахунок зміни вартості замінюваних під час ремонту елементів визначиться як різниця вартості цих елементів для аналогічної і нової апаратури за формулою:

$$E_{el} = B_{el.a} - B_{el.n}, \quad (2.47)$$

де, $B_{el.a}$ і $B_{el.n}$ – вартість замінюваних протягом року при ремонті елементів для аналогічної і нової апаратури відповідно.

Якщо вважати, що при відмові будь-якого елемента радіоелектронної апаратури вона виходить з ладу і потребує ремонту, то вартість замінюваних за рік елементів можна розрахувати як добуток кількості здійснюваних протягом року ремонтів на середньозважену вартість одного елемента. Однак на практиці вихід з ладу одного елемента призводить до відмови ще декількох елементів. Ось чому в розрахунок вартості замінюваних елементів необхідно ввести коефіцієнт, що враховує одночасний вихід з ладу елементів радіоелектронної апаратури. Розрахунок здійснюють за формулою:

$$C_{el} = C_{el.c.zv} \cdot K \cdot \varphi, \quad (2.48)$$

де, $C_{el.c.zv}$ – середньозважена вартість одного елемента радіоелектронної апаратури; K – кількість здійснюваних протягом року ремонтів радіоелектронної апаратури; φ – коефіцієнт одночасного (за один ремонт) виходу з ладу елементів радіоелектронної апаратури.

Коефіцієнт одночасного виходу з ладу елементів апаратури – величина змінна і може визначатися періодично на основі статистичних

даних служби, що обслуговує радіоелектронну апаратуру. Для РЕА на інтегральних схемах ця величина близька до одиниці, бо в більшості випадків виходить з ладу одна ІС, котра при ремонті повністю замінюється новою, незалежно від того, що не всі її елементи відмовили.

Середньозважену вартість одного елемента визначають за формулою:

$$C_{\text{ел.с.зв}} = \frac{\sum_{i=1}^m C_i \cdot n_i \cdot \lambda_i}{\sum_{i=1}^m n_i \cdot \lambda_i}, \quad (2.49)$$

де, m – кількість груп елементів з різною вартістю і частотою відмовлень у роботі; C_i – вартість одного елемента апаратури, що належить до i -тої групи; n_i – кількість елементів у складі РЕА, що належать до i -тої групи; λ_i – частота відмовлень елементів, що належать до i -тої групи.

Кількість ремонтів за рік, що, по суті, дорівнює кількості відмовлень у роботі апаратури, може визначатися за формулами, поданими в роботі [131]. Для радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах ця в результаті значно менша, ніж для апаратури на дискретних елементах внаслідок високої надійності ІС і значного зменшення кількості комплектуючих елементів.

$$K = \frac{T_{\text{річ}}}{t_{\text{н.в}}}, \quad (2.50)$$

де, $T_{\text{річ}}$ – час роботи апаратури за рік (однаковий для аналогічної і нової апаратури); $t_{\text{н.в}}$ – час напрацювання радіоелектронної апаратури на відмову.

Час напрацювання апаратури на відмову – величина обернено пропорційна середній частоті відмовлень для даної РЕА визначають за формулою:

$$t_{н.в} = \frac{1}{\lambda_c}, \quad (2.51)$$

де, λ_c – середня частота відмовлень даного типу радіоелектронної апаратури.

Середню частоту відмовлень радіоапаратури визначають за формулою:

$$\lambda_c = \frac{1}{K_m} \cdot \sum_{j=1}^N \lambda_j \cdot k_j, \quad (2.52)$$

де, N – кількість груп елементів з однаковою частотою відмовлень, що входять в радіоелектронну апаратуру; λ_j – частота відмовлень j -тої групи елементів; k_j – кількість елементів j -тої групи в апаратурі; K_m – коефіцієнт, що враховує відмовлення за рахунок механічних пошкоджень радіоелектронної апаратури.

Величина K_m , рекомендована [131] для радіоелектронної апаратури, становить 0,8 – 0,9.

Річний економічний ефект за рахунок зміни заробітної плати ремонтників з врахуванням накладних витрат розраховують за формулою:

$$E_{zn} = B_{zn.a} - B_{zn.n}, \quad (2.53)$$

де, $B_{zn.a}$ та $B_{zn.n}$ – річна сума заробітної плати ремонтників з врахуванням накладних витрат для аналогічної і нової апаратури відповідно.

Річну суму заробітної плати ремонтників з врахуванням накладних витрат розраховують за формулою:

$$P_{zn} = C_2 \cdot t_p \cdot K \cdot \left(1 + \frac{\Pi_{н.в}}{100} \right), \quad (2.54)$$

де, C_2 – середня годинна тарифна ставка ремонтників (залежить від складності апаратури); t_p – середній час знаходження і усунення несправності та перевірки працездатності апаратури (визначається на основі статистичних даних фірм або підрозділів підприємств, що обслуговують апаратуру); $\Pi_{н.в}$ – процент накладних витрат.

Час знаходження й усунення поломки для радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах може бути значно скорочений у порівнянні з апаратурою на дискретних елементах, оскільки ІС не ремонтують, а замінюють новими; місце відмови знаходять шляхом перевірки функціонування окремих блоків. З метою скорочення часу простою радіоелектронної апаратури в ремонті доцільно замінити блоки, що відмовили новими. Блоки, що відмовили, пізніше можуть бути відремонтовані у спеціалізованій майстерні.

Розрахунок річного економічного ефекту за рахунок зменшення збитків, обумовленого скороченням часу простою апаратури в ремонті, здійснюють за формулою:

$$E_{прост} = Z_a - Z_n, \quad (2.55)$$

де, Z_a та Z_n – збитки від простою радіоелектронної апаратури в ремонтах (протягом року) для аналогічної і нової апаратури відповідно.

Для розрахунку річних збитків, обумовлених простоєм апаратури в ремонті, використаємо формулу, подану в роботі [80].

$$Z = Z_2 \cdot T_p, \quad (2.56)$$

де, Z_2 – збитки, обумовлені однією годиною простою апаратури в ремонті; T_p – сумарна тривалість ремонтів апаратури протягом року.

Враховуючи той факт, що аналогом для визначення економічного ефекту за рахунок зміни витрат експлуатації обирається радіоелектронна апаратура, котра має ту ж сферу використання, що й нова, можна зробити висновок, що величина Z_2 для аналогічної і нової РЕА буде однаковою. Отже, формула (2.55) може бути перетворена на формулу:

$$E_{\text{прост}} = Z_2 \cdot (T_{p.a} - T_{p.n}), \quad (2.57)$$

Сумарна тривалість ремонтів апаратури протягом року можна визначити за формулою:

$$T_p = t_p \cdot K, \quad (2.58)$$

Збитки, завдані кожною годиною простою радіоелектронної апаратури в ремонті, будуть різними для різних підгруп РЕА і навіть для однакової апаратури, використаної для різних цілей. Наприклад, для апаратури, встановленої на рухомих об'єктах, призначених для перевезення пасажирів і вантажів, збитки від простою апаратури в ремонті дорівнюють втратам від зменшення кількості перевезень пасажирів і вантажів. Значить для бортової апаратури кораблів, авіаційної апаратури, а також для наземної пересувної радіоелектронної апаратури, якщо це викликає простій транспортних засобів, розрахунок потрібно здійснювати за формулою:

$$Z_2 = \frac{c \cdot S_n \cdot Q_n}{T_{\text{річ}}}, \quad (2.59)$$

де, c – тариф за перевезення вантажу масою в один кілограм на відстань один кілометр; S_n – середньорічний пробіг (наліт) даного виду транспортних засобів; Q_n – маса перевезених протягом року вантажів.

Величина збитків, обумовлених однією годиною простою апаратури в ремонті, зазвичай велика і тому часом доцільно йти на збільшення вартості ремонту (заміна цілих блоків і пристроїв, запрошення спеціалістів-ремонтників вищої кваліфікації і додаткове стимулювання їх роботи), щоб скоротити час ремонту. У таких випадках, як правило вдається одержати значний виграш від скорочення простою апаратури в ремонті. У формулі (2.59) вираз $S_n / T_{pич}$, по суті, відображає середньорічну швидкість пересування транспортних засобів. Враховуючи зазначене, цю формулу можна записати таким чином:

$$Z_z = c \cdot V_c \cdot Q_n, \quad (2.60)$$

де, V_c – середньорічна швидкість пересування транспортних засобів (вона не відповідає середньорічній швидкості руху цих транспортних засобів).

У випадках, коли радіоелектронна апаратура на інтегральних схемах використовується у процесі виробництва, розрахунок збитків, обумовлених однією годиною простою апаратури в ремонті, можна здійснювати за формулою, поданою в роботі [80]:

$$Z_z = q_z \cdot (Ц_в - C_в + B_{y.n.в}), \quad (2.61)$$

де, q_z – годинна продуктивність радіоелектронної апаратури; $Ц_в$ – оптова ціна одного виробу, що виготовляється з допомогою апаратури; $C_в$ – повна собівартість одного виробу, що виготовляється з допомогою апаратури; $B_{y.n.в}$ – умовно-постійні витрати підприємства, що припадають на один виріб.

Для космічної радіоелектронної апаратури збитки, обумовлені простоем апаратури в ремонті, не розраховують, оскільки ця апаратура в звичайному розумінні не підлягає ремонту і відмова її в роботі у більшості випадків призводить до невиконання поставленого завдання. Для радіоелектронної апаратури, що встановлюється на пілотованих космічних об'єктах, розрахувати цю величину надзвичайно важко. Для апаратури, що використовують для інших цілей (медична апаратура, апаратура для наукових досліджень і т. п.), врахувати збитки, обумовлені простоем апаратури в ремонті, немає можливості. У таких випадках розрахунок річного економічного ефекту за рахунок покращення ремонтоздатності радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах повинен проводитися без врахування річного економічного ефекту за рахунок зменшення збитків, обумовлених скороченням часу простою апаратури в ремонті.

Скорочення кількості паяних контактів (приблизно в 6 – 10 разів), різке збільшення надійності схем в інтегральному виконанні у порівнянні зі схемами на дискретних елементах дає змогу досягти високої надійності навіть надзвичайно складної радіоелектронної апаратури. Ця перевага дає можливість одержати певний річний економічний ефект при експлуатації радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах. Розрахунок річного економічного ефекту за рахунок підвищення надійності РЕА широко висвітлюється у літературі [131;133]. Для розрахунку цього показника доцільно користуватися формулами, поданими в роботах [131;133].

При експлуатації радіоелектронної апаратури можуть виникати й інші види експлуатаційних витрат, котрі у формулі (2.43) враховуються як річний економічний ефект за рахунок зміни інших експлуатаційних витрат. Цей річний економічний ефект можна розрахувати як різницю між певними видами витрат аналогічної і нової радіоелектронної апаратури.

Так, якщо при використанні радіоелектронної апаратури споживаються експлуатаційні матеріали і в новій апаратурі змінюється вид матеріалу або норми його витрат на той же обсяг робіт протягом року у порівнянні з аналогом, необхідно розраховувати річний економічний ефект за рахунок зміни вартості витрачених матеріалів. Наприклад,

використання у нових електронно-обчислювальних машинах замість перфокарт для введення інформації перфострічки чи дискет багаторазового використання або зміна їх кількості для запису того ж обсягу інформації у нових реєструючих пристроях в порівнянні з аналогічною РЕА вимагає врахування річного економічного ефекту за рахунок зміни вартості спожитих матеріалів, котрий можна визначити за формулою:

$$E_{\text{мат.р}} = B_{\text{мат.а}} - B_{\text{мат.н}}, \quad (2.62)$$

де, $B_{\text{мат.а}}$ та $B_{\text{мат.н}}$ – вартість витрачених за рік матеріалів для аналогічної і нової радіоелектронної апаратури відповідно.

За аналогічними формулами можна розрахувати річні економічні ефекти за рахунок зміни й інших експлуатаційних витрат, не врахованих формулою (2.43).

Після розрахунку річного економічного ефекту за рахунок зміни витрат експлуатації визначають економічний ефект за рахунок зміни експлуатаційних витрат за термін служби РЕА, що розраховують за формулою:

$$E_e = E_{e.p} \cdot T_{cl}, \quad (2.63)$$

де, E_e – економічний ефект за рахунок зміни витрат експлуатації за термін служби; T_{cl} – термін служби нової радіоелектронної апаратури.

Як і при визначенні економічного ефекту за рахунок зміни витрат виробництва, так і при розрахунку економічного ефекту за рахунок зміни витрат експлуатації необхідно враховувати, що зміна деяких технічних параметрів апаратури залежить від процента використання інтегральних схем у ній. Деякі з них, наприклад, споживана потужність, надійність, довговічність та інші можуть бути розраховані вже на етапі ескізного проектування, тобто після складання схеми принципової електричної. Деякі показники можуть задаватися в технічному завданні та ними можна користуватися при розрахунку економічної ефективності радіоелектронної

апаратури, скажімо, габарити, стійкість до кліматичних впливів і динамічних навантажень тощо.

Розрахунок такого показника, як маса радіоелектронної апаратури, у випадку, якщо він не заданий в технічному завданні, точно може бути здійсненим лише після закінчення технічного проекту, коли розроблена конструкція апаратури.

Як відомо, збільшення процента використання інтегральних схем в радіоелектронній апаратурі зменшує її масу не лише за рахунок зменшення маси комплектуючих виробів, й за рахунок зменшення маси конструкції апаратури (механічні деталі, друковані плати тощо), врахувати яке при розрахунку маси проектованої апаратури на стадіях технічної пропозиції і ескізного проекту немає можливості (відсутня конструкторська документація). Отже, при розрахунку маси радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах на стадіях технічної пропозиції чи ескізного проекту необхідно використовувати наближені методи. Одним з можливих наближених методів розрахунку може бути розрахунок за процентом зниження маси. Для цього потрібно побудувати графіки залежності процента зниження маси від процента використання інтегральних схем для різних видів радіоелектронної апаратури згідно з класифікацією наведеною вище. Якщо будь-який вид апаратури, наведений у класифікації, включає апаратуру, котра має значні особливості конструктивного виконання, його можна додатково розбити на дрібніші класифікаційні одиниці – типи. Приміром, наземну стаціонарну вимірювальну апаратуру доцільно розбити на показуючу вимірювальну апаратуру, цифрову вимірювальну апаратуру та осцилографічну вимірювальну апаратуру.

На рис. 2.6 подана залежність зміни процента зниження маси цифрової вимірювальної радіоелектронної апаратури зі збільшенням процента використання інтегральних схем у ній, побудована за даними табл. 2.8.

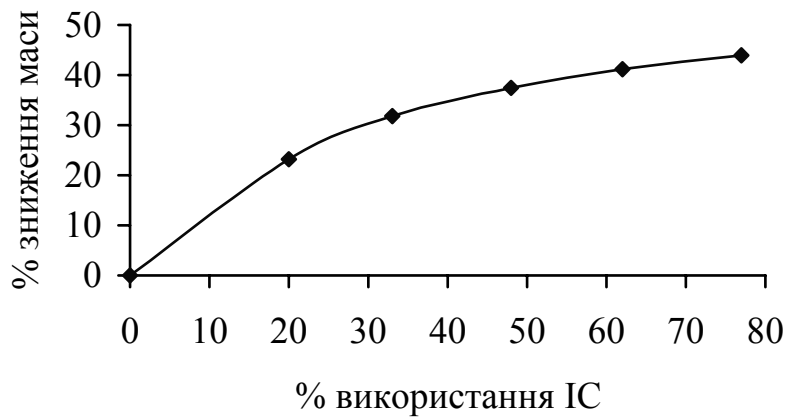


Рис. 2.6. Графік залежності процента зниження маси цифрової вимірювальної РЕА від процента використання інтегральних схем у ній.

Таблиця 2.8

Зміна маси радіоелектронної апаратури зі зростанням процента використання інтегральних схем (на прикладі цифрової вимірювальної РЕА)

№ з/п	Назва апаратури	Процент використання ІС	Маса, кг	Процент зниження маси
1.	Частотомір 1	0	28	0
2.	Частотомір 2	20	21,5	23,2
3.	Частотомір 3	33	19,1	31,8
4.	Вольтметр	48	17,5	37,5
5.	Частотомір 4	62	16,5	41,2
6.	Частотомір 5	77	15,7	43,9

Знаючи масу аналога і проценти зниження маси для нової і аналогічної апаратури, що визначають з графіка (рис. 2.6), за відомими процентами використання інтегральних схем у новій і аналогічній апаратурі можна визначити масу нової РЕА за формулою:

$$Q_n = \frac{Q_a \cdot (100 + \Pi_{з.м.а})}{100 + \Pi_{з.м.н}}, \quad (2.64)$$

де, Q_n – маса нової радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах; Q_a – маса аналогічної радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах; $\Pi_{з.м.а}$ – процент зниження маси аналогічної радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах; $\Pi_{з.м.н}$ – процент зниження маси нової апаратури на інтегральних схемах.

Величина $\frac{Q_a \cdot (100 + \Pi_{з.м.а})}{100}$ представляє собою масу аналога у випадку його виконання повністю на дискретних елементах, тобто коли б процент використання інтегральних схем дорівнював 0. При цьому можна записати:

$$Q_{д.е} = \frac{Q_a \cdot (100 + \Pi_{з.м.а})}{100}, \quad (2.65)$$

де, $Q_{д.е}$ – маса аналога за умов, коли процент використання інтегральних схем у ньому дорівнює нулю (виконаний повністю на дискретних елементах).

Звідси процент зниження маси можна визначити за формулою:

$$\Pi_{з.м.} = \frac{100 \cdot (Q_{д.е} - Q_a)}{Q_a}. \quad (2.66)$$

За даною формулою було розраховано процент зниження маси РЕА на ІС, поданий в табл. 2.8.

Другий метод наближеного розрахунку маси радіоелектронної апаратури на етапі ескізного проекту більш трудомісткий, оскільки вимагає розрахунку маси комплектуючих виробів, а отже, потребує тривалішої попередньої підготовки. Він ґрунтується на припущенні, що питома вага маси комплектуючих елементів у масі апаратури змінюється зі зміною процента використання інтегральних схем в РЕА. Побудувавши залежність зміни питомої ваги маси комплектуючих елементів у масі радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах від процента використання ІС для різних видів апаратури і знаючи масу комплектуючих елементів нової РЕА на ІС (визначається на етапі ескізного проектування після розробки принципової схеми апаратури на основі довідника чи паспортів на комплектуючі елементи), можемо легко розрахувати масу нової апаратури за формулою:

$$Q_n = \frac{Q_{ел}}{P_k} \cdot 100, \quad (2.67)$$

де, $Q_{ел}$ – маса комплектуючих елементів нової радіоелектронної апаратури; P_k – питома вага маси комплектуючих елементів у масі РЕА на ІС (визначається з графіка рис. 2.7, де подана ідеалізована залежність зміни питомої ваги маси комплектуючих елементів у масі апаратури зі збільшенням процента використання інтегральних схем в РЕА).

Другий метод дає змогу визначати масу радіоелектронної апаратури навіть при відсутності аналога.

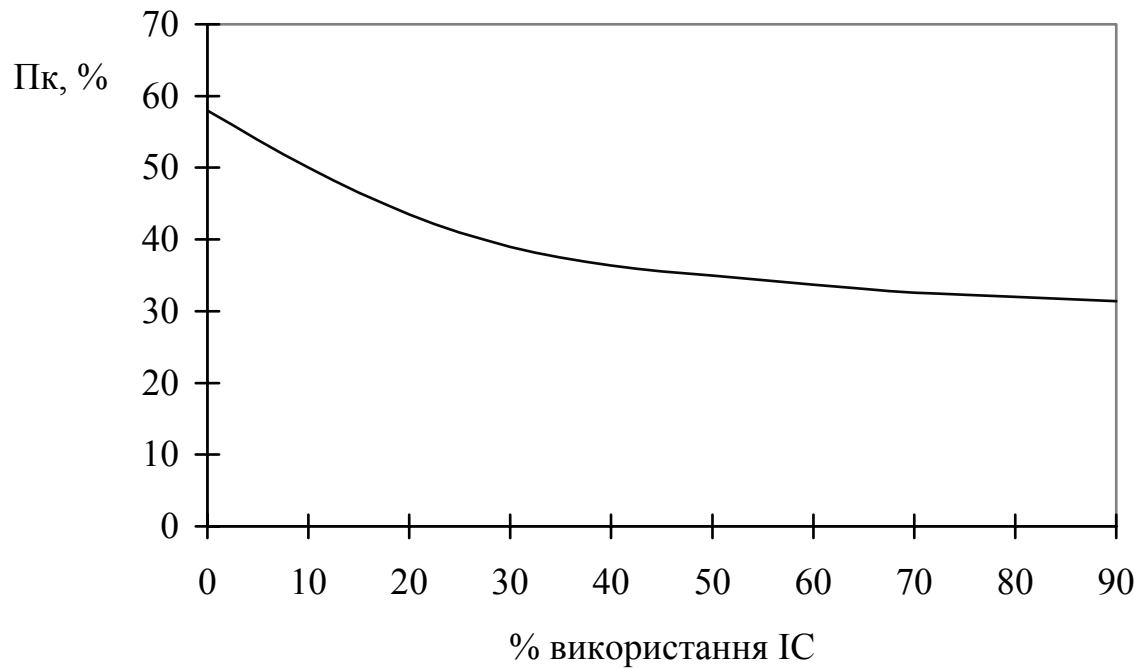


Рис. 2.7. Ідеалізований графік зміни питомої ваги комплектуючих виробів у масі апаратури зі зростанням процента використання інтегральних схем (розробляється по кожному виду РЕА).

Інші експлуатаційні параметри апаратури можна розраховувати на різних стадіях проектування РЕА. Наприклад, споживана радіоелектронною апаратурою потужність може бути розрахована вже на стадії ескізного проектування після створення і випробування лабораторного макета. На цій же стадії можна здійснювати попередні розрахунки надійності і продуктивності. Уточнений розрахунок надійності, маси, продуктивності і габаритів здійснюють лише по закінченні технічного проекту. Таким чином, коли габарити не фігурують у технічному завданні, їх можна розрахувати лише по закінченні технічного проекту.

Проаналізувавши зазначене вище, можна зробити висновок, що на стадії ескізного проектування, коли здійснюють попередній розрахунок економічної ефективності радіоелектронної апаратури, ще немає достатньої кількості даних для повного розрахунку річного економічного ефекту за рахунок зміни витрат експлуатації (поточних витрат), оскільки на цій стадії неможливо розрахувати такий параметр апаратури як

габарити, котрий необхідний для визначення складової формули (2.43). У деяких випадках до цього параметра додається ще й маса апаратури, коли розрахунок її не можна здійснити за жодним з наведених методів з огляду на недостатній статистичний матеріал по кожній з груп, підгруп і видів радіоелектронної апаратури, до котрої належить нова РЕА на ІС.

Річний економічний ефект за рахунок зміни витрат експлуатації у цьому випадку буде дещо заниженим. Це може призвести до відкидання цілого ряду ефективної і потрібної народному господарству апаратури, бо річний економічний ефект за рахунок зміни витрат експлуатації при розрахунку терміну окуплення стоїть в знаменнику, а це значить, що розрахований термін окуплення буде завищеним. Усунути зазначений недолік можна шляхом введення у розрахунок річного економічного ефекту за рахунок зміни витрат експлуатації коефіцієнта (з показників, котрі неможливо визначити на стадії ескізного проектування), що дасть змогу врахувати річний економічний ефект за рахунок зміни неврахованих параметрів і відповідно підвищити величину цього ефекту до реальної величини хоча б у першому наближенні. Величина цього підвищуючого коефіцієнта буде різною для різних груп, підгруп і видів радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах. Ось чому для двох зазначених вище параметрів (а якщо виникає необхідність, то і для деяких інших) потрібно заздалегідь розробляти коефіцієнт, що залежить від призначення та умов експлуатації радіоелектронної апаратури і дає змогу врахувати їх на стадії ескізного проектування. Для цього необхідно визначити питому вагу річного економічного ефекту від покращення кожного з цих параметрів у загальному річному економічному ефекті за рахунок зміни витрат експлуатації. Знаючи цей коефіцієнт і річний економічний ефект в експлуатації без врахування річного економічного ефекту від одного з параметрів, можна в першому наближенні визначити повну величину річного економічного ефекту за рахунок зміни витрат експлуатації за формулою:

$$E_{e.p} = E'_{e.p} \cdot k, \quad (2.68)$$

де, $E_{e.p}$ – повний річний економічний ефект за рахунок зміни витрат експлуатації; $E'_{e.p}$ – річний економічний ефект за рахунок зміни витрат експлуатації без врахування річного економічного ефекту за рахунок зміни одного з експлуатаційних параметрів; k – коефіцієнт збільшення річного економічного ефекту за рахунок витрат експлуатації.

Так, якщо для певного виду бортової космічної радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах річний економічний ефект за рахунок зміни габаритів становить в середньому $\eta\%$ від повного річного економічного ефекту за рахунок зміни витрат експлуатації, то можна записати, що $E'_{e.p}$ відповідає $(100 - \eta)\%$, а повний річний економічний ефект за рахунок зміни витрат експлуатації визначають за формулою:

$$E_{e.p} = E'_{e.p} \cdot \frac{100}{100 - \eta}. \quad (2.69)$$

Порівнявши формули (2.68) та (2.69), можна зробити висновок, що вираз $\frac{100}{100 - \eta}$ і є коефіцієнтом збільшення річного економічного ефекту за рахунок зміни витрат експлуатації у випадку, коли один з параметрів неможливо врахувати при розрахунку $E_{e.p}$ на даній стадії проектування.

Якщо на стадії ескізного проектування неможливо врахувати річний ефект за рахунок покращення двох параметрів, то коефіцієнт збільшення річного економічного ефекту за рахунок зміни витрат експлуатації слід визначати за формулою:

$$k = \frac{100}{100 - (\eta_1 + \eta_2)}. \quad (2.70)$$

На стадії технічного проекту, коли відома конструкція апаратури, з'являється можливість розрахунку всіх необхідних експлуатаційних параметрів, а відповідно і річних економічних ефектів за рахунок їх покращення. Отже, на цій стадії вже відпадає необхідність використання

коефіцієнтів збільшення річного економічного ефекту за рахунок зміни витрат експлуатації.

Перехід від проектування радіоелектронної апаратури на дискретних елементах до апаратури на інтегральних схемах значно знижує споживану нею потужність. Крім цієї переваги, радіоелектронна апаратура на інтегральних схемах має ряд інших переваг, котрі й послужили основною рушійною силою стрімкого розвитку нового напрямку електронної техніки – мікроелектроніки.

Величина економічного ефекту від однакової зміни певних параметрів буде різною для різних підгруп апаратури. Так, зменшення споживаної потужності на однакову величину по-різному вплине на економічну ефективність стаціонарної, портативної, космічної та інших підгруп апаратури. Це свідчить про те, що для радіоелектронної апаратури різних підгруп річний економічний ефект за рахунок зменшення споживаної потужності потрібно визначати за різними формулами залежно від вартості спожитої енергії.

З переходом від дискретних елементів до інтегральних схем споживана потужність зменшується у 5 – 6 разів. Свого часу перехід від електронних ламп до напівпровідникових приладів також дав змогу знизити споживану РЕА потужність майже в 5 разів. Так, якщо електронно-обчислювальна машина “Мінськ-2” споживала 14 кВт, то машина “Раздан-2”, виконана на напівпровідникових приладах, споживала лише 3 кВт, а обчислювальні машини того ж класу, виконані на інтегральних схемах, споживають близько 0,5 кВт. Таке значне зниження споживаної потужності повинно враховуватися при розрахунку економічної ефективності радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах. Різний річний економічний ефект за рахунок зниження споживаної потужності для різних підгруп радіоелектронної апаратури пояснюється тим, що вартість однієї ват-години електроенергії для кожної з цих підгруп РЕА буде різною, наприклад, для стаціонарної і авіаційної, оскільки вони живляться від принципово різних джерел живлення. Відповідно всю радіоелектронну апаратуру необхідно згрупувати таким чином, щоб для

кожної з підгруп розрахунок річного економічного ефекту за рахунок зниження потужності, споживаної апаратурою, можна було вести за певними залежностями.

З цією метою, всю радіоелектронну апаратуру можна поділити на чотири підгрупи, що мають принципово різні джерела живлення і відповідно різну вартість однієї кіловат-години електроенергії: а) стаціонарну; б) портативну; в) пересувну, авіаційну і корабельну; г) космічну. Зауважимо, що наземна стаціонарна радіоелектронна апаратура зазвичай живиться від мережі, портативна має автономне живлення (батареї, акумулятори), пересувна, авіаційна і корабельна апаратура живиться від акумуляторів і бортових генераторів, а космічна – від сонячних батарей та акумуляторів. Враховуючи зазначене, можна стверджувати про необхідність чотирьох різних підходів до розрахунку річного економічного ефекту за рахунок зниження потужності, споживаної радіоелектронною апаратурою.

У загальному випадку річний економічний ефект за рахунок зниження потужності, споживаної радіоелектронною апаратурою при її переведенні на інтегральні схеми або при збільшенні процента їх використання, визначають за формулою:

$$E_{ен.р} = (M_a \cdot A_a - M_n \cdot A_n) \cdot T_{річ}, \quad (2.71)$$

де, M_a та M_n – потужність, споживана аналогічною і новою радіоелектронною апаратурою відповідно; A_a та A_n – вартість однієї кіловат-години електроенергії для аналогічної і нової апаратури відповідно; $T_{річ}$ – час роботи радіоелектронної апаратури протягом року.

Якщо живлення нової й аналогічної апаратури здійснюється від однакових джерел живлення, то розрахунок річного економічного ефекту за рахунок зменшення споживаної апаратурою потужності, враховуючи

однакову вартість однієї кіловат-години електроенергії, слід проводити за формулою:

$$E_{ен.р} = (M_a - M_n) \cdot T_{річ} \cdot A. \quad (2.72)$$

Як зазначалося вище, величина A буде різною для кожної з чотирьох підгруп радіоелектронної апаратури. Живлення наземної стаціонарної радіоелектронної апаратури здійснюється від мережі, а тому вартість однієї кіловат-години електроенергії приймається за затвердженими тарифами.

Живлення наземної портативної апаратури здійснюється від батарей або від акумуляторів. У першому випадку розрахунок вартості однієї кіловат-години електроенергії необхідно здійснювати за формулою:

$$A'_{порт} = \frac{Ц_b \cdot 10^3}{U_{ном} \cdot \epsilon}, \quad (2.73)$$

де, $A'_{порт}$ – вартість однієї кіловат-години електроенергії для наземної портативної радіоелектронної апаратури з батарейним живленням; $Ц_b$ – ціна батареї, що використовується у новій радіоелектронній апаратурі (по прейскуранту цін); $U_{ном}$ – номінальна напруга батареї (вольти); ϵ – ємність батареї (ампер-години).

У випадку, коли наземна портативна апаратура живиться від акумуляторів, вартість однієї кіловат-години електроенергії повинна включати вартість зарядки акумуляторів і частину вартості на їх придбання, тобто має визначатися як сума витрат на їх зарядку і амортизаційні відрахування, що припадають на одну кіловат-годину електроенергії. Першу частину цієї суми можна визначати за аналогією з формулою (2.73), лише замість ціни батареї тут використовують вартість однієї зарядки акумулятора. Враховуючи, що амортизаційні відрахування розраховуються на рік, другу складову потрібно розраховувати шляхом їх

ділення на спожиту новою апаратурою (від акумулятора) протягом року енергію. При цьому розрахунок вартості однієї кіловат-години електроенергії здійснюють за формулою:

$$A''_{порт} = \frac{B_{зар} \cdot 10^3}{U_{ном} \cdot \epsilon} + \frac{Ц_{ак} \cdot H_a \cdot 10}{U_{ном} \cdot I_{ном} \cdot T_{річ}}, \quad (2.74)$$

де, $A''_{порт}$ – вартість однієї кіловат-години електроенергії для наземної портативної апаратури з акумуляторним живленням; $B_{зар}$ – вартість однієї зарядки акумулятора (за даними організації, що її здійснює); $Ц_{ак}$ – ціна акумулятора, що використовується у новій радіоелектронній апаратурі (за прейскурантом цін); H_a – норма амортизаційних відрахувань РЕА (за встановленими нормами амортизації у процентах); $I_{ном}$ – номінальний струм розрядки акумулятора (ампери).

У випадку, коли нова наземна портативна радіоелектронна апаратура живиться від джерел іншого типу чи вартості, ніж аналогічна, то величини $A'_{порт}$ та $A''_{порт}$ повинні розраховуватися окремо для нової і аналогічної апаратури. Відповідно розрахунок річного економічного ефекту за рахунок зниження потужності, споживаної радіоелектронною апаратурою, при переході до інтегральних схем або при збільшенні процента їх використання, здійснюють за формулою (2.71).

Живлення пересувної, авіаційної і корабельної апаратури здійснюється безпосередньо від бортових генераторів або від акумуляторів, що постійно підзаряджаються від цих генераторів. У першому випадку при розрахунку вартості однієї кіловат-години електроенергії необхідно враховувати витрати пального на роботу генератора і його зношення, а в другому випадку до цих витрат додають ще й зношення акумулятора. Підзарядка акумулятора в цьому випадку здійснюється автоматично при роботі генератора і додаткові витрати часу при цьому непотрібні. Зрозуміло, що при розрахунку вартості однієї

кіловат-години електроенергії необхідно включати лише ту частину вартості палива, що витрачається на роботу генератора по виробітку однієї кіловат-години електроенергії, а також річну суму амортизаційних відрахувань генератора та акумулятора, що припадає на одну кіловат-годину виробленої енергії. При цьому розрахунок проводять за формулою:

$$A_n = \frac{B_{n.p} \cdot C_n}{\eta_z \cdot \eta_n \cdot P_{д.ном} \cdot T_{річ}} + \frac{C_z \cdot H_z + C_{ак} \cdot H_a}{100 \cdot P_{г.ном} \cdot T_{річ}}, \quad (2.75)$$

де, A_n – вартість однієї кіловат-години електроенергії для пересувної, авіаційної та корабельної радіоелектронної апаратури; $B_{n.p}$ – середньорічні витрати пального для даного виду транспортних засобів (тонни); C_n – ціна однієї тонни пального; η_z – коефіцієнт корисної дії генератора; η_n – коефіцієнт корисної дії механічної передачі “двигун-генератор”; $P_{д.ном}$ – номінальна потужність двигуна; $P_{г.ном}$ – номінальна потужність генератора; C_z – ціна генератора; $C_{ак}$ – ціна акумулятора; H_z – норма амортизаційних відрахувань для генератора; H_a – норма амортизаційних відрахувань для акумулятора.

При живленні радіоелектронної апаратури лише від генератора, як це часто буває для корабельної апаратури, з формули слід вилучити ціну і норму амортизаційних відрахувань акумулятора.

Живлення космічної радіоелектронної апаратури здійснюється від хімічних батарей або від акумуляторів, що підзаряджаються від сонячних батарей. Значне зниження споживаної потужності, викликане переведенням радіоелектронної апаратури на інтегральні схеми або збільшенням процента їх використання, зменшує номінальну потужність енергетичного обладнання, що, в свою чергу, зменшує його масу. Отже, при розрахунку вартості однієї кіловат-години електроенергії, крім тієї частини вартості сонячних батарей та акумуляторів, котра переноситься на вартість однієї кіловат-години електроенергії, необхідно враховувати і

зменшення маси джерел живлення при зниженні їх номінальної потужності, необхідної для забезпечення роботи радіоелектронної апаратури (на один кіловат). Розрахунок у цьому випадку слід проводити за формулою:

$$A_k = \frac{(C_{c.b.} + C_a) \cdot 10^5}{U_{ном.а} \cdot I_{ном.а} \cdot T_{сл} \cdot T_{річ}} + k_{з.м} \frac{B_{зан}}{Q \cdot T_{ск} \cdot T_{річ}}, \quad (2.76)$$

де, A_k – вартість однієї кіловат-години електроенергії для космічної апаратури; $C_{c.b.}$ – ціна сонячних батарей; $k_{з.м}$ – коефіцієнт збільшення маси енергетичного обладнання (кг) при підвищенні його номінальної потужності на один кіловат (за статистичними даними); $B_{зан}$ – вартість запуску космічного об'єкта; Q – маса космічного об'єкта, що запускається; $T_{сл}$ – термін служби (час функціонування) космічного об'єкта.

Коефіцієнт $k_{з.м}$ можна визначати на основі статистичних даних за формулою:

$$k_{з.м} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta Q_i}{\sum_{i=1}^n \Delta M_i}, \quad (2.77)$$

де, ΔQ – приріст маси нового джерела живлення (сонячні батареї в комплекті з акумулятором) стосовно базового; ΔM – приріст номінальної потужності нового джерела живлення у порівнянні з базовим; n – кількість досліджуваних об'єктів.

Таким чином, використовуючи формули розрахунку вартості однієї кіловат-години електроенергії для всіх чотирьох підгруп радіоелектронної апаратури, можна визначити річний економічний ефект за рахунок зменшення потужності, спожитої радіоапаратурою у процесі її експлуатації.

Використання інтегральних схем у радіоелектронній апаратурі пориводить до значного зниження її маси і габаритів як в результаті зменшення маси і габаритів комплектуючих елементів, так і за рахунок спрощення конструкції РЕА, про що детально йшлося вище. При існуючій практиці визначення економічної ефективності радіоелектронної апаратури часто нехтують економічним ефектом за рахунок зменшення маси і габаритів, вважаючи, що вони є важливими лише для бортової апаратури. Аналіз, проведений однією з проектних приладобудівних організацій, показав, що використання вимірювальної радіоелектронної апаратури з процентом використання інтегральних схем, що дорівнює 80%, дає змогу в результаті зменшення габаритів і маси РЕА зменшити площу столу до 80% і одночасно підвищити продуктивність праці розробників радіоелектронної апаратури на 10 – 15% за рахунок компактності робочого місця, зручності в роботі і зниження фізичних навантажень.

Річний економічний ефект за рахунок зменшення маси і габаритів радіоелектронної апаратури залежить від її призначення та умов експлуатації. Для кожної з підгруп радіоелектронної апаратури, наведених в табл. 2.3, зниження маси і габаритів по-різному впливає на річний економічний ефект за рахунок зміни витрат експлуатації.

Приступати до розрахунку річного економічного ефекту за рахунок зниження маси радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах можна лише визначивши її масу, методами, наведеними вище, якщо розрахунок проводять на стадії ескізного проектування, і на основі конструкторської документації, коли розрахунок проводять на наступних стадіях розробки РЕА. Знаючи масу аналогічної і нової радіоелектронної апаратури, можна розрахувати річний економічний ефект за рахунок зниження маси за формулою:

$$E_{m,p} = (Q_a - Q_n) \cdot K, \quad (2.78)$$

де, Q_a та Q_n – маса аналогічної і нової радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах відповідно; K – річна вартість експлуатації одного кілограма маси.

Цю формулу використовують для розрахунку річного економічного ефекту за рахунок зниження маси будь-якого виду радіоелектронної апаратури. Однак річна вартість експлуатації одного кілограма маси буде різною для різних підгруп апаратури і вимагає різного підходу до її розрахунку.

На перший погляд здається, що ця величина для певної підгрупи радіоелектронної апаратури постійна в часі. Насправді ж це не так. Наприклад, для космічної радіоелектронної апаратури (апаратура супутника зв'язку тощо) річна вартість експлуатації одного кілограма маси можна визначати за формулою:

$$K_k = \frac{B_{зан}}{T_\phi \cdot Q_k}, \quad (2.79)$$

де, K_k – річна вартість експлуатації одного кілограма маси для космічної радіоелектронної апаратури; $B_{зан}$ – вартість запуску даного типу космічних об'єктів (за даними поточного року); T_ϕ – час функціонування (в роках) радіоелектронної апаратури космічного об'єкта (будь-яке додатне число, визначене з розрахунку довговічності); Q_k – маса космічного об'єкта.

Вартість запуску космічного об'єкта змінюється в часі шляхом вдосконалення засобів доставки техніки на орбіту. Крім того, може змінюватися час функціонування цієї радіоелектронної апаратури, що викликає зміну в часі розрахункової величини – річної вартості експлуатації одного кілограма маси. Слід також враховувати, що величина $B_{зан}$ залежить від того, куди доставляють радіоелектронну апаратуру,

тобто необхідно розрізняти короткі неорбітальні польоти, польоти по орбіті навколо Землі і доставку космічних об'єктів з радіоелектронною апаратурою у глибокий космос. Найменша вартість запуску космічного об'єкта буде при коротких неорбітальних польотах (майже в 10 разів меншою, ніж при польотах навколо Землі), а найбільша – при доставці радіоелектронної апаратури в глибокий космос (у 10 разів більшою, ніж при польотах навколо Землі) [105].

Для авіаційної, корабельної та пересувної радіоелектронної апаратури річний економічний ефект за рахунок зниження маси РЕА одержують шляхом можливого збільшення вантажообігу і розраховують за формулою (2.78), а річну вартість експлуатації одного кілограма маси визначають за формулою:

$$K_n = T_n \cdot V_{c.p} \cdot c_1, \quad (2.80)$$

де, K_n – річна вартість експлуатації (перевезення) одного кілограма маси для пересувної, авіаційної та корабельної радіоелектронної апаратури; T_n – час перевезення вантажів протягом року; $V_{c.p}$ – середня швидкість руху транспортних засобів; c_1 – тариф за перевезення одного кілограма маси на відстань одного кілометра.

У цьому випадку середня швидкість руху залежить від виду транспортних засобів і часу перевезення вантажів протягом року, що змінюються під впливом технічного прогресу.

При розрахунку річного економічного ефекту за рахунок зниження маси стаціонарної радіоелектронної апаратури слід розрізняти два випадки, для яких розрахунок річної вартості експлуатації одного кілограма маси повинен здійснюватися за різними формулами. У першому випадку, коли радіоелектронну апаратуру встановлюють раз на весь термін служби (студійна апаратура телецентру, апаратура центру управління польотами тощо), розрахунок слід проводити за формулою:

$$K'_c = \frac{\Delta T_{м.} \cdot C_{з.м}}{60 \cdot T_{сл}} + \frac{\Delta T_p \cdot C_{з.р}}{60}, \quad (2.81)$$

де, K'_c – річна вартість експлуатації одного кілограма маси для стаціонарної радіоелектронної апаратури, що встановлюють раз на весь термін служби; $\Delta T_{м.}$ – зменшення тривалості монтажу апаратури (у хвилинах) при зниженні її маси на один кілограм; $C_{з.м}$ – середня годинна тарифна ставка монтажників; $T_{сл}$ – термін служби апаратури; ΔT_p – зменшення тривалості ремонту апаратури (у хвилинах) протягом року при зниженні її маси на один кілограм; $C_{з.р}$ – середня годинна тарифна ставка ремонтників.

Величини $\Delta T_{м.}$ та ΔT_p можна визначати за допомогою нормування або на основі статистичних даних.

У другому випадку, коли стаціонарну радіоелектронну апаратуру не встановлюють на постійно, а можуть переносити з місця на місце залежно від виробничої необхідності, річну вартість експлуатації одного кілограма маси можна визначати за формулою:

$$K''_c = \frac{\Delta T_{пер} \cdot n \cdot C_{з.н} \cdot N_p}{60}, \quad (2.82)$$

де, K''_c – річна вартість експлуатації одного кілограма маси стаціонарної радіоелектронної апаратури, котру в процесі експлуатації можна переносити з місця на місце; $\Delta T_{пер}$ – зменшення середньої тривалості одного перенесення (у хвилинах) при зниженні маси радіоелектронної апаратури на один кілограм (визначається на основі статистичних даних); n – середня кількість перенесень апаратури протягом року; $C_{з.н}$ – середня годинна тарифна ставка робітників, що переносять апаратуру; N_p – середня кількість робітників, що переносять апаратуру.

Для портативної радіоелектронної апаратури, призначеної для використання у виробництві і для аналогічних цілей (наприклад медична апаратура), розрахунок можна здійснювати за формулою:

$$K_{порт} = \frac{T_{пер} \cdot \gamma \cdot C_{2.0}}{100}, \quad (2.83)$$

де, $K_{порт}$ – річна вартість експлуатації одного кілограма маси для портативної радіоелектронної апаратури, що використовують для виробничих потреб; $T_{пер}$ – час перенесень апаратури (години) протягом року (визначається на основі даних за аналогом); γ – процент зменшення тривалості переносу апаратури при зниженні її маси на один кілограм; $C_{2.0}$ – годинна тарифна ставка оператора, що працює з радіоелектронною апаратурою.

Як зазначалося вище, перехід від проектування радіоелектронної апаратури на дискретних елементах до РЕА на інтегральних схемах, а також збільшення процента використання останніх дає змогу значно зменшити габарити апаратури. Річний економічний ефект за рахунок зменшення габаритів можна розрахувати практично для будь-якої підгрупи радіоелектронної апаратури. Для стаціонарної апаратури, скажімо, економічний ефект при значному зменшенні габаритів РЕА одержують за рахунок ефективнішого використання виробничих площ. Наприклад, на площі, де розміщували універсальну електронно-обчислювальну машину “Мінськ-2”, виконану на дискретних елементах (150 м²), можна розмістити три електронно-обчислювальні машини з удвічі більшим об’ємом пам’яті ЕС-1020, виконані на інтегральних схемах. При цьому економічний ефект на витратах експлуатації за рахунок зменшення габаритів включає зменшення частини амортизаційних відрахувань будинку, пов’язаних з експлуатацією РЕА на ІС, а також збільшення зняття продукції з кожного квадратного метра вивільненої виробничої площі.

Річний економічний ефект для стаціонарної апаратури в даному випадку можна визначити за формулою:

$$E_{z.p.c} = (S_a - S_n) \cdot \left(\frac{A}{S_b} + \frac{Q_b}{S_3} \right), \quad (2.84)$$

де, $E_{z.p.c}$ – річний економічний ефект за рахунок зменшення габаритів радіоелектронної апаратури; S_a та S_n – виробнича площа, котру займає аналогічна і нова радіоелектронна апаратура відповідно; A – річна сума амортизаційних відрахувань за будинок, де встановлено радіоелектронну апаратуру; S_b – виробнича площа будинку, де встановлено радіоелектронну апаратуру; Q_b – обсяг випуску продукції підприємством; S_3 – загальна виробнича площа всіх будинків підприємства.

Зрозуміло, що цей показник розраховують лише для апаратури з великими габаритами, коли використання інтегральних схем або збільшення процента їх використання приводить до зменшення виробничих площ, зайнятих РЕА, більше ніж на один квадратний метр.

У випадку пересувної, авіаційної та корабельної радіоелектронної апаратури зменшення габаритів збільшує обсяг перевезень за рахунок кращого використання корисного об'єму транспортних засобів. При цьому розрахунок річного економічного ефекту за рахунок зменшення габаритів РЕА можна здійснювати за формулою:

$$E_{z.p.n} = (V_a - V_n) \cdot \Pi_{c.zv} \cdot V_{c.p} \cdot T_{n.v} \cdot C_1, \quad (2.85)$$

де, $E_{z.p.n}$ – річний економічний ефект за рахунок зменшення габаритів пересувної, авіаційної та корабельної апаратури; V_a та V_n – об'єм, який займає аналогічна і нова радіоелектронна апаратура (m^3)

відповідно; $P_{c.зв}$ – середньозважена величина питомої ваги маси перевезеного протягом року вантажу (визначається на основі статистичних даних для певного виду транспортних засобів); $V_{c.p}$ – середня швидкість руху транспортних засобів; $T_{н.в}$ – час перевезення вантажів протягом року (середньозважена величина для даного виду транспортних засобів); c_1 – тариф за перевезення одного кілограма вантажу на відстань одного кілометра.

При зменшенні габаритів портативної радіоелектронної апаратури зростає зручність її використання, що скорочує витрати часу на перенесення апаратури і роботу з нею. У цьому випадку розрахунок річного економічного ефекту за рахунок зменшення габаритів радіоелектронної апаратури можна проводити за формулою:

$$E_{z.p.норм} = \frac{(V_a - V_n) \cdot T_{річ} \cdot \beta \cdot C_{z.o}}{100}, \quad (2.86)$$

де, $E_{z.p.норм}$ – річний економічний ефект за рахунок зменшення габаритів портативної радіоелектронної апаратури; V_a та V_n – об'єм, який займає аналогічна і нова радіоелектронна апаратура (дм³) відповідно; $T_{річ}$ – час роботи з апаратурою протягом року; β – процент зниження витрат часу на перенесення апаратури при зменшенні її об'єму на один кубічний дециметр (визначається шляхом нормування або на основі статистичних даних); $C_{z.o}$ – годинна тарифна ставка оператора, який працює з радіоелектронною апаратурою.

Зменшення габаритів космічної радіоелектронної апаратури зменшує і габарити космічного корабля, що неминуче приводить до зменшення його маси. Між зменшенням маси космічного корабля і зменшенням об'єму радіоелектронної апаратури існує залежність, при розрахунку якої необхідно враховувати форму і розміри космічного корабля, товщину

стінок, питому вагу матеріалу та коефіцієнт зменшення об'єму корабля у порівнянні зі зменшенням об'єму апаратури. Розрахунок річного економічного ефекту за рахунок зменшення габаритів космічної радіоелектронної апаратури можна здійснювати за формулою:

$$E_{z.p.k} = (V_a - V_n) \cdot K_2 \cdot \frac{B_{зан}}{Q_k \cdot T_\phi}, \quad (2.87)$$

де, $E_{z.p.k}$ – річний економічний ефект за рахунок зменшення габаритів космічної радіоелектронної апаратури; V_a та V_n – об'єм, який займає аналогічна і нова радіоелектронна апаратура (дм³) відповідно; K_2 – коефіцієнт зменшення маси космічного об'єкта (кг) при зменшенні об'єму радіоелектронної апаратури на один кубічний дециметр; $B_{зан}$ – вартість запуску космічного об'єкта; Q_k – маса космічного об'єкта; T_ϕ – час функціонування апаратури (роки) космічного об'єкта.

На стадії ескізного проектування можна проводити лише наближений розрахунок річного економічного ефекту за рахунок зменшення маси і габаритів радіоелектронної апаратури, оскільки маса може бути розрахована лише наближено, а габарити приймаються на основі технічного завдання (якщо вони там вказані). У випадку, коли в технічному завданні габарити не вказані, то врахувати річний економічний ефект за рахунок їх зменшення можна за допомогою формули (2.69). Уточнений розрахунок річного економічного ефекту за рахунок зменшення маси і габаритів радіоелектронної апаратури проводять лише після закінчення стадії технічного проектування, тобто на стадії розробки робочої документації, коли маса і габарити РЕА можуть бути точно розраховані на основі креслень.

Використання рекомендацій, викладених у цьому розділі, попередить значні збитки на розробку і впровадження явно неефективної радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах, а також дозволить

запобігти відкиданню цілого ряду ефективної апаратури з причини неповного обліку всіх переваг РЕА на ІС (зокрема через невміння врахувати економічні ефекти за рахунок зменшення її маси і габаритів).

2.3. Особливості оцінки економічної ефективності впровадження нових форм організації та управління виробництвом (на прикладі автоматизованих систем управління технологічними процесами)

Забезпечення високої конкурентоспроможності вітчизняної продукції на внутрішньому та зовнішньому ринках вимагає не лише значних змін щодо якості самої продукції, а в першу чергу зміни процесів організації її виробництва та управління ними. Вимоги до умов і змісту трудових процесів швидко змінюються, оскільки старі методи, що в основному передбачали ручне і машинно-ручне виконання операцій, не можуть забезпечити високої якості продукції, а отже, і її конкурентоспроможності в умовах ринку. Крім того, низько кваліфіковані, монотонні та важкі ручні роботи стають непрестижними, непривабливими, а згодом можуть стати і соціально неприйнятними. Все це вимагає здійснення не лише технічних, а й організаційних інноваційних процесів, таких, як впровадження нових методів і форм організації виробництва (див. рис. 1.2). Серед них важливе місце належить автоматизації виробничих процесів, що забезпечить значне зростання продуктивності праці. Що ж стосується шкідливих робіт, то сьогодні без автоматизації їх виконання просто неможливе. Тому автоматизація таких робіт – процес необхідний і неминучий. Якщо врахувати, що автоматизація виробництва це одночасно і нові технологічні процеси, то мова йде вже про техніко-організаційні нововведення. У свою чергу, автоматизація виробництва передбачає значне ускладнення технологічних процесів, управління якими в ручному режимі неможливе, оскільки, значно знижуючи оперативність, ручне управління зменшує корисний ефект від автоматизації. Отже, автоматизація виробництва забезпечує найвищу економічну ефективність у випадку, коли автоматизуються не лише технологічні процеси

виготовлення продукції, а й процеси управління ними, тоді коли йдеться про впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУ ТП).

Якщо врахувати, що впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами вимагає значних витрат матеріальних і фінансових ресурсів, то постає питання про необхідність автоматизації виробництва відповідно до вимог економіки, а не шляхом вирішення соціальних завдань без огляду на витрати. Якщо будемо здійснювати автоматизацію будь-якою ціною, то вийдемо з цього процесу технічно переозброєними, але зубожілими [37].

На перший погляд, безперечна перспективність і прогресивність таких інноваційних процесів, як впровадження нових технічних засобів, особливо засобів автоматизації виробничих процесів і управління ними, викликали у свідомості багатьох впевненість у безумовній ефективності їх застосування всюди і завжди. При цьому результативність інноваційної діяльності почала оцінюватись не покращенням результуючих показників виробничо-господарської діяльності підприємства, а кількістю впроваджених автоматизованих систем, в тому числі й автоматизованих систем управління технологічними процесами. Як бачимо, має місце підміна цілей засобами. Насправді ж метою автоматизації є підвищення якості продукції, збільшення її кількості, зниження собівартості і, як результат, збільшення прибутку.

Слід пам'ятати, що навіть найпрогресивніша нова техніка, застосована не там, не так і не тоді де, як і коли вона необхідна, дає від'ємний результат і її впровадження тягне за собою лише необґрунтовані витрати, не забезпечуючи належного технічного, економічного чи соціального ефекту. Тому при визначенні ефективності використання АСУ ТП необхідно враховувати внутрішню взаємодію технічних, організаційних, економічних і соціальних чинників у процесі організації виробництва.

Враховуючи складність і слабку розробку методологічних підходів до визначення доцільності впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами на основі розрахунку економічної ефективності та встановлення раціональних меж їх застосування, саме вони були обрані як приклад.

2.3.1. Теоретичні основи використання автоматизованих систем управління технологічними процесами

На основі зазначеного вище (див. підрозділ 2.1) для оцінки доцільності здійснення інноваційних процесів, зокрема визначення ефективності впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами як основного (критеріального) показника, використаємо сумарний економічний ефект, що розраховується як алгебраїчна сума економічних ефектів на одноразових і поточних витратах. При цьому слід зауважити, що ми не можемо говорити про сумарну економію при підсумовуванні ефектів, а лише про сумарний економічний ефект, оскільки він може виявитися як позитивним (економією), так і негативним (збитком) залежно від абсолютної величини ефектів на витратах проектування, виготовлення та експлуатації АСУ ТП.

Слід зауважити, що одним з видів економічного ефекту при впровадженні автоматизованих систем управління технологічними процесами є відвернений збиток, тобто той негативний ефект, котрий не виник завдяки їх впровадженню.

З юридичної точки зору розрізняють два види збитків: по-перше, це зменшення наявного майна або так званій позитивний збиток (наприклад втрати від браку); по-друге, це упущена вигода, тобто недоодержані майнові блага, котрі могли б бути одержані (наприклад недоодержання підприємством прибутку внаслідок зупинки верстата з причини його раптової відмови). Якщо впровадження АСУ ТП дасть змогу зменшити втрати від браку та внаслідок зупинки верстата, ми вважатимемо їх економією (позитивним економічним ефектом), оскільки ця збережена суспільна праця одержана в результаті нововведення.

Отже, при розрахунку економічного ефекту за рахунок впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами необхідно визначати грошовий вираз збереженої з їх допомогою суспільної праці.

Розглядаючи об'єктивні причини, що приводять до необхідності розробки і використання автоматизованих систем управління технологічними процесами зазначимо, що життєздатність господарюючих суб'єктів в умовах ринку визначається їх спроможністю швидко реагувати на зміни, що відбуваються у ринковому середовищі, для створення предметів і засобів праці з високими споживчими властивостями. Одним з основних шляхів, спрямованих на вирішення цих проблем, є вдосконалення і постійний розвиток виробничо-технічної бази і застосування прогресивних технологічних процесів.

Практика впровадження нових технологій у галузях матеріального виробництва дає змогу стверджувати, що нормальне здійснення виробничих процесів при забезпеченні гарантованої якості продукції можливе лише при автоматизованому управлінні ними. Автоматизація виробництва суттєво підвищує продуктивність праці та якість продукції навіть при збереженні традиційних методів управління технологічними процесами в таких галузях, як чорна металургія (прокат металу), машинобудування, текстильна, швейна та харчова промисловість. Але найсуттєвіший ефект від застосування автоматизованих систем одержується при ліквідації дільниць ручної праці в результаті вивільнення зайнятих, економії матеріалів, палива, сировини, електроенергії.

За останній час в галузі автоматизації визначилися три пріоритетні напрямки розвитку: розробка та масове впровадження автоматизованих систем управління окремими, одиничними засобами праці – їх блоками чи вузлами (наприклад, верстати з числовим програмним управлінням – ЧПУ); створення автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУ ТП) та технологічними комплексами (АСУ ТК); створення автоматизованих систем управління гнучкими виробничими системами (АСУ ГВС).

Розвиток кожного з вказаних напрямків повинен бути підпорядкований вирішенню загального завдання, а саме – технічного переозброєння підприємств і галузей національної економіки при комплексному впровадженні автоматизованих систем на всіх рівнях управління виробництвом.

Як показує практика, сьогодні значна увага приділяється впровадженню на підприємствах різних галузей автоматизованих систем управління технологічними процесами. Це зумовлено тим, що зростання масштабів виробництва, підвищення вимог до якості продукції обумовлюють необхідність оптимального управління, досягти яке за допомогою традиційних методів диспетчеризації надзвичайно важко, а часом і зовсім неможливо. Причиною цього є те, що людина, яка управляє виробництвом, не спроможна за відносно короткий проміжок часу опрацювати великі масиви інформації, розробити чіткі рекомендації стосовно ведення процесів в оптимальних режимах. Ефективно це можуть реалізувати керуючі обчислювальні машини у поєднанні з системами автоматичного контролю технологічного процесу, автоматичної стабілізації його параметрів, алгоритмами, за котрими здійснюється управління і людиною-оператором, що власне і складають АСУ ТП [49].

В управлінні виробництвом виділяють дві системи: систему організаційного (адміністративного) управління і систему управління технологічними процесами. При цьому слід зазначити, що рівень інтеграції цих систем у значній мірі визначає результативність автоматизованого управління виробничим процесом, а отже, і його ефективність. Перша з цих систем пов'язана з координацією та узгодженням функціонування виробничих підрозділів, а друга – безпосередньо зі здійсненням технологічних процесів. У зв'язку з цим розрізняють автоматизовані системи управління підприємствами (АСУ П) та автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП). При цьому слід зазначити, що ці системи відрізняє не лише об'єкт управління, а й рівень управління. Так, якщо АСУ ТП здійснює регулювання на найнижчому

рівні управління, то АСУ П охоплює вищі рівні (підприємство, об'єднання).

Більшість автоматизованих систем управління технологічними процесами частково реалізують і функції організаційного управління. Недостатня ефективність систем організаційного та технологічного управління за останній час викликала необхідність перерозподілу функцій між АСУ ТП і АСУ П з одночасною їх інтеграцією. При цьому необхідною умовою створення ефективних інтегрованих систем організаційно-технологічного управління є обов'язкове паралельне підвищення рівня АСУ ТП та оперативності й якості їх проектування.

Первинною ланкою створення матеріальних цінностей є технологічні процеси. У широкому розумінні поняття «технологічний процес» включає як процеси виробництва певної продукції, так і процеси, що забезпечують його нормальне функціонування. Отже, є можливість з єдиної точки зору підійти до вирішення завдань управління процесом виробництва певного продукту в цілому і завдань управління окремими агрегатами.

Вимоги, що ставляться до готової продукції, котра виготовляється на даній технологічній лінії, а також взаємозв'язки, що існують між окремими агрегатами цієї лінії, визначають вимоги до кожного об'єкта технологічної лінії. Ось чому при розробці системи управління конкретним технологічним процесом неможливо розглядати будь-який агрегат ізольовано від інших агрегатів технологічної лінії. Функціонування конкретного технологічного процесу пов'язане зі здійсненням значної кількості операцій, виконання яких підпорядковане загальному технологічному процесу, а тому розробка системи управління цими операціями повинна відбуватись одночасно зі створенням системи управління всім технологічним процесом.

Хоча управління технологічними процесами перебуває на нижньому рівні ієрархічної системи управління виробництвом, воно забезпечує виготовлення певної кількості продукції заданої якості та виконання інших показників виробництва. Зазначені системи управління

відіграють основну роль у будь-якому виробництві, оскільки задану продукцію можна одержати лише при наявності досконалих систем управління саме технологічними процесами. Системи більш високих рівнів ієрархії управління виробництвом повинні мати можливість впливати на систему управління технологічним процесом, а остання, в свою чергу, мусить мати можливість виконувати це управління. Такими можливостями володіють тільки досконалі й повні системи управління технологічними процесами.

Найбільший прогрес у створенні та впровадженні АСУ ТП досягається в галузях з безперервним характером виробництва, таких, як хімічна, нафтопереробна, целюлозно-паперова промисловості, а також промисловість будівельних матеріалів та енергетика. У цих галузях є найсприятливіші умови для автоматизації в результаті використання жорстко пов'язаного між собою обладнання (агрегатів, верстатів тощо), а також стабільного запрограмованого управління.

Здійснення безперервних технологічних процесів з високою швидкістю реакцій і значною кількістю вихідних продуктів, якість яких залежить від оптимізації багатьох параметрів технологічного процесу, можливе лише за умов застосування автоматизованих систем управління технологічними процесами. Якщо врахувати, що в безперервних процесах часто використовують токсичні речовини, шкідливі для організму людини, то стає зрозумілим, що автоматизація є єдиним засобом, котрий дає змогу обслуговуючому персоналу перебувати поза зоною підвищеної небезпеки для людей, у диспетчерських пунктах. Слід зазначити, що значна кількість технологічних процесів безперервного типу характеризується пожежо- та вибухонебезпечністю. У цих випадках виникає необхідність у постійному контролі за відхиленнями технологічного процесу від нормальних умов і миттєвій реакції на ці відхилення. Звичайно, що можливості приладів автоматики стосовно цього значно переважають можливості людини. Автоматизація технологічних процесів у харчовій промисловості забезпечує точне дотримання рецептури продукції, підвищує її якість і поліпшує санітарно-гігієнічний стан виробництва.

Більшість підприємств характеризується дискретним характером виробництва і відрізняється значною номенклатурою продукції, купованих напівфабрикатів та комплектуючих виробів, матеріалів, а також великою кількістю різноманітного обладнання. До таких виробництв в першу чергу належать машино- та приладобудування. Переважаючими в цих галузях є системи монтажу, контролю і налагодження електронних блоків, управління випробуваннями генераторів, електромоторів, управління конвеєрами, автоматичними складами тощо. Питома вага автоматизованих систем управління технологічними процесами такого типу тут становить близько 30% від загальної кількості АСУ ТП [108].

Впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами у випадку дискретного виробництва залежить від серійності (обсягу) випуску продукції, котра в основному визначає доцільність використання автоматичного обладнання. Серед підприємств з дискретним виробництвом в першу чергу підлягають автоматизації процеси управління і технологічні процеси з масовим випуском продукції, як це має місце при виробництві інтегральних схем або приладів з їх використанням. Як показує зарубіжний досвід, технологічні процеси виготовлення ІС масового використання повністю автоматизовані, що значно збільшує їх продуктивність. Першочерговість автоматизації цих процесів викликана соціальними причинами, оскільки ручні операції з виготовлення ІС здійснювалися жінками під мікроскопом, що викликало передчасну хворобу очей і відповідне швидке (протягом двох – трьох років) катастрофічне погіршення зору. В умовах масового виробництва використовують автоматичні лінії та автоматичне обладнання, що дає змогу обробляти лише обмежену номенклатуру предметів виробництва (найчастіше один предмет), оскільки зміна об'єкта виготовлення вимагає значних витрат на переналагодження обладнання, а часом і взагалі неможлива.

Автоматизація технологічних процесів дискретного виробництва при серійному випуску продукції стала можливою завдяки широкому випуску

обладнання з числовим програмним управлінням (ЧПУ). Верстати з ЧПУ дають змогу швидко переходити з обробки одних виробів до партії інших виробів шляхом заміни програми управління верстатом, котра може бути записана на магнітних (дискета), лазерних (компакт диск) або інших носіях інформації (перфострічка тощо). Проте слід зауважити, що у верстатах з ЧПУ автоматизований лише основний процес обробки, а функції заміни інструменту, зняття обробленої деталі та установки наступної заготовки виконує людина (оператор).

Подальше розширення меж автоматизації технологічних процесів дискретного виробництва пов'язують з розробкою і впровадженням промислових роботів, котрі забезпечують автоматизацію транспортних і вантажно-розвантажувальних робіт, а також зі створенням робототехнічних комплексів. Робототехнічний комплекс – система, що складається з однієї або декількох одиниць технологічного обладнання і обслуговується одним або декількома промисловими роботами (наприклад бункерними завантажувальними пристроями). Така система здатна автоматично вести обробку деталей протягом тривалого часу за наявності необхідного запасу заготовок, інструменту і тари.

Ще одним різновидом автоматизації дискретного виробництва є гнучкі виробничі модулі (ГВМ), котрі включають технологічне обладнання з ЧПУ та автоматизовані системи завантаження заготовок, зняття готових деталей і заміни інструменту. Гнучкий виробничий модуль здатний тривалий час (наприклад робоча зміна) автоматично вести обробку різної продукції встановленої номенклатури. Гнучкість, тобто здатність швидко переналагоджувати обладнання з випуску одного виду виробів на інший, вкрай необхідна в умовах середньосерійного і особливо дрібносерійного виробництва. Те, що гнучкість дає змогу швидко переходити на випуск нових виробів особливо важливо в ринкових умовах коли закони конкурентної боротьби вимагають прискорення процесів впровадження досягнень науково-технічного прогресу у виробництво з метою забезпечення випуску конкурентоспроможної продукції.

Власне на базі робототехнічних комплексів і гнучких виробничих модулів створюються гнучкі виробничі системи (ГВС). Ці системи можуть створюватися у масштабі лінії, дільниці, цеху, підприємства (заводи-автомати). До складу ГВС обов'язково входять системи управління на базі електронно-обчислювальних машин, а отже, вони являють собою АСУ ТП дискретного виробництва. Для забезпечення безперебійної роботи устаткування гнучкої виробничої системи необхідно мати запаси заготовок і оснащення. Основна маса виробничих запасів перебуває у повністю автоматизованому складі, а частина заготовок може перебувати на локальних нагромаджувачах гнучких виробничих модулів. Наявність таких нагромаджувачів поліпшує вимоги до транспортної системи, виключає простой технологічного обладнання, котрі можуть виникати через обмежені можливості транспортної системи. Світовий досвід стверджує [51], що технологічне роботобудування є перспективнішим за звичайну автоматизацію вантажно-розвантажувальних робіт завдяки підвищенню якості продукції та продуктивності обладнання.

Найповніше втілення концепції побудови ієрархічних автоматизованих систем з розподілом функцій управління досягається при створенні гнучкого автоматизованого виробництва (ГАВ). Створення ГАВ вимагає інтеграції АСУ ГВС з автоматизованими системами технологічної підготовки виробництва (АСТПВ), системами проектування нових видів продукції (САПР) та автоматизованими системами управління підприємством (АСУ П).

Впровадження гнучкого автоматизованого виробництва за умов використання передових методів організації виробництва (безлюдні треті зміни, групова технологія) дає можливість на підприємствах з дрібносерійним і одиничним типом виробництва скоротити тривалість виробничого циклу, кількість використовуваного технологічного обладнання (верстатний парк), зменшити обсяг незавершеного виробництва, вивільнити виробничі площі та частину виробничих робітників, підвищити завантаження обладнання та обсяги випуску продукції.

Практика використання автоматизованих систем управління технологічними процесами різного ієрархічного рівня свідчить про їх економічну ефективність. При цьому одноразові вкладення коштів на впровадження АСУ ТП (витрати на розробку, виготовлення та установку) окупуваються, як правило, за 1 – 3 роки. Така швидка окупність витрат забезпечується збільшенням випуску продукції на 2 – 8%, збільшенням фондівіддачі на 2 – 5%, зниженням витрат праці, підвищенням якості продукції, зменшенням чи повною ліквідацією відходів і втрат від випуску бракованої продукції [48]. Структуру економічного ефекту, одержаного від впровадження АСУ ТП на підприємствах різних галузей промисловості, можна простежити на основі даних табл. 2.9.

Таблиця 2.9

Структура економічного ефекту, одержаного за рахунок впровадження АСУ ТП [118]

Ефект, одержаний за рахунок:	Питома вага даної частини ефекту, %	Питома вага кількості підприємств, де одержано ефект, %
збільшення випуску продукції	38	73
покращення якості продукції	17	42
зменшення витрат матеріальних ресурсів	29	57
умовне вивільнення працюючих	6	33
інше	10	15
всього	100	100

Дані таблиці свідчать, що основним видом ефекту слід вважати збільшення випуску продукції, оскільки його одержували аж 73%

підприємств, котрі аналізувалися. Другим за значимістю економічним ефектом є зменшення витрат і раціональне використання матеріальних ресурсів, який одержали 57% підприємств, що впровадили АСУ ТП.

Як свідчить практика, найбільший ефект забезпечує впровадження АСУ ТП на підприємствах атомної енергетики, дещо нижчий у нафтовій і газовій, а ще нижчий у хімічній та металургійній промисловості.

Аналіз та узагальнення досвіду функціонування АСУ ТП на промислових підприємствах України [3; 78; 109; 122; 203; 206] та зарубіжних країн [116; 188; 190] стверджує, що їх впровадження і застосування забезпечують значний ефект. Загальний ефект від впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами можна охарактеризувати як суму технічного, організаційного, соціально-психологічного та економічного ефектів. Найчастіше ці види ефектів тісно взаємопов'язані між собою, а переважна більшість з них може бути подана у вартісному виразі, тобто має економічне підґрунтя. Коротко зупинимося на характеристиці цих ефектів і джерел їх одержання.

Технічний ефект від використання АСУ ТП у:

- а) підвищенні технічного рівня виробництва;
- б) підвищенні надійності технологічних процесів і виробничої системи в цілому;
- в) підвищенні рівня автоматизації виробництва;
- г) забезпеченні гнучкості виробничої системи;
- д) зростанні ступеня активного використання обладнання і виробничих площ.

Організаційний ефект виявляється у:

- а) реалізації більш точних режимів технологічних процесів;
- б) скороченні термінів і покращенні організації запуску у виробництво продукції та переходу з одного на інший режим виконання технологічних процесів;
- в) скороченні тривалості виробничого циклу;
- г) розширенні сфери багатостатного обслуговування;

- д) підвищенні організаційного рівня виробничої системи;
- е) підвищенні серійності виробництва продукції;
- є) зростанні коефіцієнта змінності роботи обладнання і рівня його завантаження;
- ж) підвищенні оперативності, достовірності та точності інформації про режим перебігу технологічного процесу;
- з) вдосконаленні системи управління технологічними процесами.

Соціально-психологічний ефект забезпечується:

- а) підвищенням безпеки та поліпшенням умов праці;
- б) зменшенням частки фізичної праці (особливо на важких і шкідливих роботах);
- в) підвищенням творчого рівня праці;
- г) зменшенням напруженості праці за рахунок зниження її монотонності;
- д) поліпшенням організації праці;
- е) зміною професійного складу працюючих;
- є) зростанням змістовності праці та можливості професійного зростання;
- ж) зміною у структурі управлінського персоналу.

Економічний ефект проявляється в економії поточних витрат на виробництво і споживання продукції, виготовленої з використанням АСУ ТП. До основних джерел економічного ефекту відносять:

- а) збільшення обсягів виробництва;
- б) підвищення якості продукції;
- в) зростання продуктивності праці у сфері виробництва і управління ним;
- г) зниження рівня браку;
- д) зменшення витрат матеріальних ресурсів і обсягу незавершеного виробництва;
- е) вивільнення основних і допоміжних робітників;

- є) зменшення капітальних вкладень у виробничу систему;
- ж) скорочення витрат на утримання обладнання і виробничих площ;
- з) зниження витрат на управління технологічними процесами.

Зростання обсягів випуску продукції в умовах функціонування автоматизованих систем управління технологічними процесами досягається в результаті: покращення використання обладнання за потужністю і часом, підвищення оперативності управління технологічними процесами, оптимізації режимних параметрів. Все це забезпечує зростання інтенсивності завантаження обладнання і збільшує випуск продукції без введення додаткових виробничих потужностей.

Отже, застосування АСУ ТП спричинює підвищення продуктивності технологічних процесів, що особливо відчутно в таких трудомістких галузях, як машинобудування, приладобудування, електротехнічна промисловість і металообробка. Продуктивність процесу зростає тому, що ліквідуються ручні роботи та скорочується час на допоміжні операції, котрі тепер виконуються автоматично. Так, введення в дію АСУ ТП СМ 1803 на Львівському ВО «Мікроприлад» дало змогу скоротити тривалість процесу перевірки (продзвонювання) друкованих плат з двох тижнів на одну плату до 2 – 2,5 днів.

Крім підвищення продуктивності технологічних процесів функціонування автоматизованих систем управління технологічними процесами спричинює відносне вивільнення основних робітників, дозволяє розширює зону обслуговування, а також значно зменшує витрати на управління. Слід зазначити, що, крім прямого економічного ефекту, впровадження АСУ ТП у значній мірі впливає на зміну характеру діяльності управлінського персоналу, тобто приводить до важливих соціальних результатів, змінюючи характер праці та поліпшуючи її умови.

Для ефективного використання автоматизованого обладнання необхідні висококваліфіковані й технічно грамотні працівники, які володіють високою професійною майстерністю і різнобічними знаннями. Автоматизація управління технологічними процесами викликає глибокі

якісні зміни трудових функцій працівника, перетворюючи їх у функції налагодження, спостереження і контролю. Наприклад, на сучасних металургійних комбінатах робітники багатьох професій більшу частину робочого часу зайняті розумовою працею: контролем за роботою обладнання, виконанням певних розрахунків тощо.

Зрозуміло, що найважливішим є здійснення автоматизації виробничих процесів у виробництвах зі шкідливими та важкими умовами праці. Впровадження АСУ ТП дає змогу в ряді випадків повністю запобігти контакту обслуговуючого персоналу з робочими місцями і обладнанням, на якому здійснюються технологічні процеси. Це в першу чергу стосується таких галузей, як чорна металургія, хімічна промисловість, атомна енергетика. Так, створення повністю автоматизованих заводів з переробки уранових руд дає змогу одержати значний соціальний ефект, адже здоров'я і життя людей не підлягає ніякому порівнянню з коштами (навіть значними), витраченими на введення у дію таких об'єктів. У таких випадках управління технологічним процесом без впровадження АСУ ТП просто неможливе. При цьому, крім соціального, буде одержано також значний технічний ефект. Так, на Слов'янському содовому комбінаті системи автоматичного регулювання використовуються на всіх технологічних процесах аміачного виробництва, шкідливі продукти якого завдають чималої шкоди здоров'ю працюючих. Тут для централізованого управління виробництвом створено центральний пункт, де встановлено всі прилади автоматичного контролю і стабілізуючі регулятори. Впровадження системи автоматичного регулювання на стадії карбонізації, що входить до аміачного циклу, підвищило продуктивність обладнання на 2 – 5%, знизило собівартість соди на 0,8 – 1% та підвищило коефіцієнт використання натрію на 0,5 – 1,5% [49].

Автоматизація виробничих процесів є важливою формою оновлення основних фондів, забезпечуючи їх розширене відтворення. Технічна політика у сфері автоматизації управління конкретним технологічним процесом, агрегатом чи виробництвом повинна розглядатись як частина технічного переозброєння відповідної галузі промисловості. Якщо в

минулому автоматизацію розглядали як автономний етап діяльності, до котрого слід приступати на тому чи іншому етапі використання вже діючого технологічного обладнання, то сьогодні завдання полягає у створенні технологічних процесів і агрегатів, відразу зорієнтованих на автоматизоване управління.

Ще однією важливою економічною перевагою впровадження АСУ ТП є позитивні зрушення у технологічній структурі капітальних вкладень. При впровадженні автоматизованих систем управління технологічними процесами має місце збільшення питомої ваги активної частини основних виробничих фондів – машин і обладнання у порівнянні з витратами на їх пасивну частину – будівлі і споруди. Співвідношення капітальних вкладень, що направляються на придбання обладнання і будівельно-монтажні роботи, у випадку АСУ ТП становить 90:10 (в той час, як в середньому по промисловості дане співвідношення становить близько 50:50), що є важливим чинником підвищення ефективності капітальних вкладень [48].

Всі зазначені переваги впровадження АСУ ТП дають змогу одержати прямий економічний ефект як у виробника, так і у споживача продукції за рахунок зниження її собівартості. Крім того, застосування автоматизованих систем управління технологічними процесами дає змогу одержати непрямий ефект. Цей ефект в разі виявлення на ранніх стадіях розробки неефективних АСУ ТП є відверненими збитками і “зеконормлені” таким чином кошти можуть бути використані за іншим призначенням.

Крім наведених ефектів, важливе значення має одержання екологічного ефекту, оскільки використання у промисловості АСУ ТП часто приводить до різкого зниження шкідливих викидів в атмосферу, водний простір, забруднення ґрунтів і т. д., а то й взагалі виключає їх. Часто вартісну оцінку соціальних і екологічних наслідків впровадження АСУ ТП проводять взаємопов’язано і подають одним показником.

На підставі наведених результатів дослідження можна констатувати, що об’єктивна необхідність масової розробки, виготовлення

(впровадження) та використання автоматизованих систем управління технологічними процесами диктується такими причинами.

По-перше, прискорення темпів науково-технічного прогресу викликає необхідність активізації інноваційної діяльності підприємства, в тому числі і шляхом впровадження АСУ ТП.

По-друге, в умовах ринкової економіки значні зміни кон'юнктури ринку викликають необхідність своєчасної реакції на них виробничої системи, що досягається при функціонуванні гнучких автоматизованих виробництв, складовою частиною яких є АСУ ТП.

По-третє, сучасна інтеграція автоматизованої системи управління підприємством вимагає розробки АСУ ТП як нижчої ланки ієрархії системи управління підприємством.

По-четверте, викладені переваги використання АСУ ТП доводять їх значний вплив на ефективність виробництва, а також їх роль у вирішенні ряду економічних і соціальних проблем на підприємстві.

Однак слід мати на увазі, що ефективність впровадження АСУ ТП на підприємстві не є безумовною, адже є значна кількість підприємств, котрі просто не готові до впровадження АСУ ТП через відсталість парку обладнання та технології, низький рівень організації і культури виробництва. Впровадження АСУ ТП на таких підприємствах призведе до даремного витрачання значних фінансових ресурсів і, як наслідок, до затримки розвитку справді перспективного напрямку науково-технічного прогресу. Отже, розробка економічних питань розвитку АСУ ТП є надзвичайно актуальною, оскільки вона в повній мірі розкриває їх переваги, а негативні наслідки зводить до мінімуму.

Таким чином, об'єктивна необхідність створення, виготовлення і використання АСУ ТП може бути визначена на підставі досліджень соціально-економічної ефективності цих систем, виявлення умов для пріоритетного їх застосування, розробки рекомендацій щодо економічного обґрунтування комплексного розвитку АСУ ТП на промислових підприємствах.

Перш ніж приступити до розгляду і розробки методики розрахунку економічного ефекту, одержаного в результаті впровадження АСУ ТП, зупинимось на розгляді функцій, які вони виконують, оскільки ці функції обумовлюють різний склад експлуатаційних витрат, а отже, і різну величину економічного ефекту при скороченні цих витрат. Залежно від того, які функції виконує АСУ ТП, їх можна поділити на інформаційні, дорадчі, прийняття рішень, локального регулювання і комплексної автоматизації.

До інформаційних належать системи збору, реєстрації і обробки даних, що виконують функції по збиранню первинної інформації, її реєстрації та обробці, а розгляд варіантів вирішення задачі та саме рішення приймає оператор.

Дорадчі системи звільняють оператора від вироблення декількох варіантів рішення, а його функція полягає лише у виборі кращого серед запропонованих АСУ ТП варіантів.

Автоматизовані системи прийняття рішень спрощують працю оператора (знижують вимоги до його кваліфікації), дають змогу зменшити непродуктивні витрати робочого часу. Це знаходить своє відображення у величині експлуатаційних витрат.

АСУ ТП локального регулювання, крім функцій, що виконуються вищезгаданими системами, автоматично виконують функції локального регулювання технологічного процесу, а рішення щодо управління процесом в цілому приймає і реалізує оператор.

Комплексно автоматизовані системи всі функції, включаючи управління всім технологічним процесом, виконують автоматично, без участі оператора. При використанні комплексно-автоматизованих систем особливо важливим є дотримання принципу автоматизованого управління – загальної впорядкованості. Впорядкованість приводить до формалізації системи управління процесом уніфікації, що особливо ефективно при автоматизації масових операцій, що часто повторюються. Все це обумовлює скорочення обсягу робіт з управління технологічним процесом, а отже і зміну величини поточних витрат.

Аналізуючи вплив показників технічного рівня і якості АСУ ТП на величину затрат і ефектів при її експлуатації, слід зазначити, що інформаційна потужність АСУ ТП, тобто кількість контрольованих нею технологічних параметрів, може коливатись від 10 до 2500 і більше. Використання АСУ ТП з малою інформаційною потужністю (10 – 160 контрольованих параметрів) характерне для робочих місць і ліній (промислові роботи, верстати з ЧПУ, гнучкі виробничі модулі, гнучкі виробничі лінії, робототехнічні комплекси), а автоматизовані системи управління технологічними процесами на рівні цеху, підприємства повинні забезпечувати контроль 650 – 2500 параметрів (гнучкі виробничі системи). Звичайно, витрати та ефекти в таких випадках будуть різними. Наприклад, витрати на впровадження й експлуатацію токарного верстата з числовим програмним управлінням, де АСУ контролює такі параметри технологічного процесу, як глибина, швидкість та час різання, ступінь зношення ріжучого інструменту, в декілька сотень разів менші за витрати на автоматизацію цеху з виробництва синтетичних шкір, де число контрольованих параметрів досягає декількох десятків, а спостереження за роботою АСУ ТП ведуть один – два оператори. Зрозуміло, що величини ефектів від впровадження таких автоматизованих систем будуть різними.

Як зазначалося, величина ефекту від впровадження автоматизованої системи управління технологічним процесом перебуває у прямій залежності від організаційного типу виробництва. Велике значення має те, яка кількість однотипної продукції виготовляється за допомогою технологічного процесу, що автоматизується, тобто чи є виробництво одиничним, серійним чи масовим. Справа в тому, що сума одноразових витрат на АСУ ТП у випадку автоматизації технологічних процесів з масовим або одиничним типом виробництва буде однаковою, але висновок про доцільність впровадження системи можна робити лише врахувавши, яка кількість продукції виготовляється (чи одиниці, чи партія, чи маємо справу з масовим випуском), оскільки сума одноразових і експлуатаційних витрат розподіляється на весь обсяг випуску продукції (загальновідома концепція змінних і постійних витрат). Для того, щоб

зробити висновок про доцільність впровадження АСУ ТП, визначають мінімально-допустимий і оптимальний обсяг випуску продукції, про що йтиме мова в наступному підрозділі.

Як відомо, впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами майже завжди супроводжується підвищенням якості продукції, що виготовляється. Якщо мова йде про використання предметів споживання підвищеної якості, то економічний ефект від впровадження АСУ ТП (тобто забезпечення їх якості) одержується лише у споживача самої продукції. Так, забезпечення якості побутової техніки дає змогу споживачеві використовувати її протягом встановленого терміну без витрат на ремонт. Зростання якості виробів, що не підлягають ремонту, (неремонтованих) спричинює економію засобів (відвернені збитки) у розмірі вартості цих виробів, а у випадку виробів, що підлягають ремонту – скорочення витрат на ремонт.

У випадку продукції, що належить до засобів виробництва, економічний ефект від забезпечення якості може одержуватися, по-перше, за рахунок зменшення експлуатаційних витрат самого виробу, по-друге, за рахунок скорочення витрат у тому виробничому процесі, куди цей виріб вмонтовано, по-третє, за рахунок витрат у тих галузях, де може використовуватися продукція, виготовлена за допомогою цього виробу.

Нарешті, розглянемо суть і необхідність диференціації суб'єктів економічного аналізу – витрат і ефекту від впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами.

Всі витрати на впровадження АСУ ТП у виробництво поділяються на одноразові і поточні, прямі й непрямі, постійні і змінні. Методи оцінки одноразових і поточних витрат при впровадженні АСУ ТП у значній мірі відрізняються, оскільки одноразові витрати включають витрати на проектування, виготовлення і впровадження АСУ ТП у виробництво, а поточні витрати є сумою всіх витрат, пов'язаних з експлуатацією системи.

Як зазначалось, в результаті впровадження автоматизованої системи управління технологічним процесом можна одержати різного роду ефекти. В першу чергу дослідженню підлягає економічний ефект, але важливе

значення має також і соціальний ефект (полегшення важких і шкідливих умов фізичної праці, автоматизація монотонних і повторюваних робіт, підвищення безпеки праці), екологічний ефект (розробка природозахисних заходів), а також моральний ефект (підвищення рівня престижності підприємства, ступінь задоволення працівників результатами своєї праці тощо).

З метою запобігання логічних помилок, неправельних розрахунків економічного ефекту і, як наслідок, одержання неправильних висновків і прийняття невірних рішень у практиці господарювання необхідно розрізняти економію і відвернений збиток, оскільки ці поняття не тотожні. Наприклад, не можна говорити про окупність додаткових витрат на впровадження автоматизованої системи управління технологічним процесом за рахунок відверненого збитку, бо окупність засобів можлива лише за рахунок економії, котра може виникати внаслідок скорочення експлуатаційних витрат при використанні АСУ ТП: на заробітну плату, сировину і матеріали, ремонти, амортизацію тощо. Ефект у вигляді відверненого збитку виникає від дійсного, невиявленого і фіктивного браку, незалежно від того, коли він виявлений (на етапі виробництва продукції чи на етапі її експлуатації) і в кого фіксується (у виробника чи у споживача).

Виокремлення ефектів у виробника і у споживача АСУ ТП викликана необхідністю роздільної оцінки госпрозрахункового ефекту підприємств-виробників і підприємств-споживачів.

Необхідність диференціації порядків одержуваних економічних ефектів обумовлена відмінностями сфер прояву ефектів і необхідна для їх ретельнішого обліку. Для економічного аналізу достатньо обмежитися ефектом 1-го, 2-го і 3-го порядків.

Ефекти 1-го порядку у споживача одержуються за рахунок зміни експлуатаційних витрат на АСУ ТП, а ефекти 2-го порядку одержують за рахунок зміни витрат в тому процесі, де застосовують автоматизовану систему. Ефекти 3-го і вищих порядків одержують за рахунок зміни витрат

у тих галузях, де може використовуватися продукція, виготовлена за допомогою автоматизованого технологічного процесу.

2.3.2. Розрахунок економічного ефекту на витратах проектування, виготовлення та експлуатації автоматизованих систем управління технологічними процесами й визначення оптимальних меж їх застосування

У випадку автоматизованих систем управління технологічними процесами мова йде не просто про нову техніку, як у підрозділі 2.2, а про нову техніку, об'єднану в систему, тому згадані там чинники економічної ефективності для нової техніки не можуть бути автоматично перенесені на АСУ ТП. Вони повинні бути трансформовані з врахуванням властивостей неадитивності* та емерджентності** системи. Враховуючи зазначене, пропонуємо прийняти як чинники економічної ефективності такі чинники:

- критерій економічної ефективності АСУ ТП: економія суспільної праці за рахунок впровадження АСУ ТП;
- основний (критеріальний) показник: річна зміна прибутку за рахунок функціонування АСУ ТП ($\Delta\Pi^A$);
- умова економічної ефективності:

а) $\Delta\Pi^A > 0$ (при визначенні абсолютної ефективності – коли порівнюють АСУ ТП з замінюваним варіантом організації виробництва);

б) $\Delta\Pi^A = \max$ (при визначенні порівняльної економічної ефективності – коли вибирають кращий з декількох варіантів АСУ ТП).

* Неадитивність системи – властивість системи не є сумою властивостей її складових частин.

** Емерджентність системи – поява нових властивостей системи, відсутніх у її складових частин.

Загальні методичні положення щодо оцінки економічної ефективності АСУ ТП, на аналізі яких ми зупинимося, були розроблені в “Методичних вказівках з визначення економічної ефективності автоматизованих систем управління дискретними технологічними процесами” [115].

Згідно з вказаною методикою оцінка економічної ефективності впровадження АСУ ТП розпочинається з вибору аналога, з яким порівнюється автоматизована система управління технологічними процесами, що розробляється. Як таку базу даних для порівняння при визначенні технічної ефективності приймають:

- на етапі науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт з розробки АСУ ТП – показники кращої, спроектованої вітчизняними чи зарубіжними конструкторами АСУ ТП, котра може бути закуплена або виготовлена в Україні на основі придбаної ліцензії і забезпечує найменші приведені витрати на дане виробництво;
- на етапі впровадження та експлуатації АСУ ТП на конкретному виробничому об’єкті – показники роботи об’єкта автоматизації, що мали місце до її впровадження.

При розрахунках економічної ефективності розмір впливу АСУ ТП на конкретні показники роботи об’єкта визначається відповідно до функцій системи шляхом порівняння використання виробничих ресурсів до і після її впровадження. При цьому повинні бути використані лише ті показники, що безпосередньо належать до роботи об’єкта, котрий автоматизується.

Про абсолютну економічну ефективність АСУ ТП судять на основі порівняння розрахункових величин коефіцієнта економічної ефективності – E_p або терміну окупності капітальних вкладень – T_p з їх нормативними величинами (E_n і T_n). При цьому вважають, що створення АСУ ТП є економічно доцільним за умов коли: $E_p \geq E_n$ або $T_p \leq T_n$.

Згідно з методикою, котру ми аналізуємо, розрахункові показники слід визначати за формулами:

$$E_p = \frac{\Delta\Pi^A}{KK^A}; \quad (2.88)$$

$$T_p = \frac{KK^A}{\Delta\Pi^A}, \quad (2.89)$$

де, $\Delta\Pi^A$ – збільшення річного прибутку за рахунок функціонування АСУ ТП; KK^A – капітальні вкладення на створення АСУ ТП.

Зупинимося на аналізі складових наведених формул.

До одноразових витрат відносять витрати на створення і впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами. Згідно з методикою [115] під капітальними витратами на створення АСУ ТП (KK^A) розуміють витрати, пов'язані з придбанням і модернізацією обладнання, будівельно-монтажними роботами, а також залишкову вартість обладнання, що ліквідується і не підлягає подальшій реалізації та обладнання, що вивільнюється і реалізується на сторону (за межі підприємства).

У той же час одноразові витрати, пов'язані зі створенням і впровадженням АСУ ТП ($KД^A$), включають витрати на створення автоматизованої системи управління технологічним процесом, передвиробничі витрати ($KП$) і зміну величини оборотних засобів (O_C). Отже, різниця між ($KД^A$) і (KK^A) становить витрати, пов'язані з процесом впровадження АСУ ТП. Таким чином, за методикою до складу витрат на впровадження АСУ ТП повинні включатися витрати ($KП$) і (O_C).

На наш погляд, O_C ще можна пов'язати з впровадженням АСУ ТП, але K_{II} , що включають витрати на передпроектні наукові і експериментальні дослідження, розробку технічного і робочого проектів, підготовку технологічного процесу до впровадження автоматизованої системи управління, проектування, виготовлення і відлагодження дослідного обладнання і пристроїв, нестандартного устаткування, не можна назвати витратами на впровадження АСУ ТП, оскільки це витрати на розробку автоматизованої системи управління технологічним процесом.

Пропонуємо всі одноразові витрати, пов'язані зі створенням і впровадженням АСУ ТП, визначати за формулою:

$$K_O = K_{II} + K_B + K_{ВП} \quad (2.90)$$

де, K_O – одноразові витрати пов'язані зі створенням і впровадженням АСУ ТП; K_{II} – передвиробничі (проектні) витрати на АСУ ТП; K_B – витрати на виготовлення нестандартного обладнання АСУ ТП; $K_{ВП}$ – витрати на впровадження АСУ ТП на підприємстві.

Передвиробничі витрати на АСУ ТП (K_{II}), тобто витрати на розробку автоматизованої системи, включають витрати на:

- а) передпроектні наукові та експериментальні дослідження (аналіз об'єкта управління, постановку завдань управління, розробку технічного завдання тощо);
- б) розробку технічного і робочого проектів (вибір стандартних і проектування нестандартних технічних засобів та розробку комплектів робочих креслень на них; розробку алгоритмів і програм, прив'язку типових програмних засобів до конкретного об'єкта управління; складання інструкцій, довідників та інших документів щодо експлуатації АСУ ТП; підготовку та перепідготовку кадрів тощо);

- в) розробку проектів модернізації діючого обладнання;
- г) проектування, виготовлення та відлагодження дослідного обладнання і пристроїв, виготовлення нестандартного обладнання.

Враховуючи, що АСУ ТП часто розробляються в розрахунку на її впровадження (одночасне чи послідовне) відразу на декількох підприємствах, то (K_{Π}) повинні включати витрати на розробку систем автоматизації (K_P) і витрати на прив'язку проекту до конкретних умов на кожному підприємстві $(K_{\Pi P})$. При цьому, передвиробничі витрати по кожному з підприємств, на яких планується впровадити АСУ ТП, розраховуються за формулою:

$$K_{\Pi} = \frac{K_P}{n} + K_{\Pi P}, \quad (2.91)$$

де, n – прийнята кількість підприємств, де буде впроваджена дана АСУ ТП.

Формула (2.91) в поданому вигляді використовується, якщо впровадження АСУ ТП на декількох підприємствах відбувається одночасно. Отже, у випадку оригінальних проектів з врахуванням зазначеного формула (2.90) набуде вигляду:

$$K_O = K_P + K_B + K_{ВП}. \quad (2.92)$$

Якщо ж процес впровадження типового проекту АСУ ТП рознесений в часі, то формула (2.90) набуде вигляду:

$$K_O = \frac{K_P \cdot \alpha_t}{n} + K_{\Pi P} + K_B + K_{ВП}, \quad (2.93)$$

де, α_t – коефіцієнт приведення різночасових капітальних вкладень, що розраховується за відомою [115] формулою (2.94).

$$\alpha_t = (1 + E_K)^t \quad (2.94)$$

де, E_K – норматив приведення капітальних вкладень ($E_K = 0.1$);
 t – кількість років, що відділяє впровадження АСУ ТП на першому і даному підприємстві.

Як бачимо, величина K_P ділиться на кількість впроваджуваних АСУ ТП і коректується на коефіцієнт, що враховує різночасовість витрат, у той час як величина витрат на прив'язку проекту – K_{PP} буде різною в кожному випадку впровадження.

Витрати на виготовлення АСУ ТП (K_B) включають витрати, пов'язані з виготовленням нестандартного обладнання АСУ ТП.

Витрати на впровадження АСУ ТП ($K_{ВП}$) – це всі витрати, пов'язані з впровадженням АСУ ТП на підприємстві. Вони включають витрати на будівельно-монтажні роботи, придбання стандартного і модернізацію діючого обладнання у зв'язку з впровадженням у виробництво АСУ ТП; залишкову вартість обладнання, що ліквідується, пристроїв, будівель, споруд, що знімаються з подальшого використання і підлягають реалізації, за мінусом залишкової вартості вивільненого обладнання, пристроїв, будівель, споруд, котрі будуть реалізовані стороннім організаціям; витрати на підготовку та перепідготовку кадрів.

Крім зазначеного, до витрат на впровадження АСУ ТП слід віднести збільшення «+» і зменшення «-» величини оборотних засобів в результаті впровадження АСУ ТП.

Другою складовою формул (2.88) і (2.89) є $\Delta\Pi^A$ – збільшення річного прибутку за рахунок функціонування АСУ ТП. Річна зміна прибутку залежно від технологічного об'єкта управління визначається за

різними формулами. Методика пропонує два підходи до визначення економічної ефективності АСУ ТП, з якими можна погодитися за умов урахування наших зауважень.

1. Якщо об'єктом автоматизації управління є окремі виробництва, цехи, дільниці, то річну зміну прибутку слід визначати за формулою:

$$\Delta\Pi^A = \frac{A_2 - A_1}{A_1} \cdot \Pi_1 + (C_1 - C_2) \cdot A_2 + \Pi_H^A + E_H \cdot K_{\text{ПО}} \cdot (A_2 - A_1) + E_H \cdot R_{\Phi} \cdot S_{\text{ВИЕ}} \quad (2.95)$$

де, A_1 , A_2 – річний обсяг виробництва товарної (валової) продукції до і після впровадження АСУ ТП відповідно; C_1 , C_2 – витрати на одну гривню товарної (валової) продукції до і після впровадження АСУ ТП, відповідно; Π_1 – річний прибуток від реалізації продукції до впровадження АСУ ТП; Π_H^A – додатковий прибуток за рахунок скорочення невиробничих витрат, що не входять у собівартість продукції (штрафи, пені, неустойки), який має місце при впровадженні АСУ ТП; E_H – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень; $K_{\text{ПО}}$ – галузеві питомі капітальні вкладення на одиницю приросту обсягу випуску продукції; $E_H \cdot R_{\Phi} \cdot S_{\text{ВИЕ}}$ – економія від додаткового використання виробничих фондів у результаті вивільнення робітників при впровадженні АСУ ТП; R_{Φ} – фондоозброєність одного працівника; $S_{\text{ВИЕ}}$ – кількість вивільнених працюючих.

Здійснимо аналіз всіх складових зміни річного прибутку наведених у формулі (2.95):

$$1) \quad \frac{A_2 - A_1}{A_1} \cdot \Pi_1.$$

Цей показник визначає величину прибутку, одержаного за рахунок збільшення випуску товарної продукції в результаті впровадження АСУ

ТП. У цьому випадку збільшення обсягу виготовленої продукції одержується за рахунок зростання продуктивності обладнання. Впровадження АСУ ТП дає можливість значно скоротити простої обладнання за рахунок чіткого і точного виконання технологічних операцій. В результаті цього має місце економія робочого часу в розрахунку на одиницю виготовленої продукції і як підсумок цього – зростання обсягу виробництва, а отже, і прибутку, що зростає з кожною одиницею додатково випущеної продукції (тобто пропорційно зростанню її обсягу).

$$2) \quad (C_1 - C_2) \cdot A_2.$$

Ця складова показує економію на поточних витратах, порядок розрахунку яких буде наведено нижче.

Якщо C_1 і C_2 – це витрати на одну гривню товарної (валової) продукції, то, помноживши їх на обсяг випуску цієї продукції після впровадження АСУ ТП, ми також одержимо приріст прибутку в гривнях, адже при сталій ринковій ціні зниження витрат автоматично означає зростання прибутку на ту ж величину. Скорочення поточних витрат в результаті впровадження АСУ ТП досягається тому, що при автоматизації технологічного процесу, по-перше, зростає продуктивність праці, а отже, знижуються витрати робочого часу на одиницю продукції, що дає змогу одержати зниження собівартості продукції за рахунок зменшення величини основної заробітної плати, по-друге, покращується якість виробів, що дає змогу ліквідувати або значно зменшити витрати на виправлення браку, що також суттєво знижує поточні витрати в цілому.

$$3) \quad \Pi_H^A.$$

Ця складова є додатковим прибутком від скорочення непродуктивних витрат (що ліквідуються за рахунок підвищення якості продукції в результаті впровадження АСУ ТП), таких, як сплата штрафів, пені, неустойок. Справа в тому, що дохід підприємства розбивається на дві

частини: одна з них йде на покриття поточних нематеріальних витрат, які включаються у собівартість продукції (економія на поточних витратах, врахована нами в попередній складовій), а інша – прибуток. Саме з прибутку відшкодовуються всі непродуктивні витрати.

Підвищення якості продукції з переходом до автоматизованого виробництва забезпечується за рахунок підвищення точності виконання всіх технологічних операцій і підвищення ритмічності виробництва, що виключає будь-які дефекти в продукції та затримку в доставці її споживачам, а отже, витрати на штрафи, пені, неустойки відсутні.

$$4) \quad E_H \cdot K_{ПО} \cdot (A_2 - A_1).$$

Цей показник показує віддачу від додаткових капітальних вкладень, що забезпечили приріст випуску продукції $A = A_2 - A_1$. При впровадженні АСУ ТП приріст обсягів випуску продукції має місце відразу без додаткових $K_{ПО}$. На наш погляд, цю складову річного прибутку не слід включати у формулу і підсумовувати з іншими, оскільки це не економія, а відвернені збитки.

$$5) \quad E_H \cdot R_\Phi \cdot S_{ВИВ}.$$

Ця складова показує віддачу, котра може бути одержана в результаті вивільнених виробничих фондів.

В результаті впровадження АСУ ТП у виробництво вивільнюється деяка кількість працюючих – $S_{ВИВ}$. Якщо прийняти, що фондоозброєність працюючого становить R_Φ , то добуток $R_\Phi \cdot S_{ВИВ}$ показує додаткові капітальні вкладення K , тобто умовне вивільнення основних фондів. У свою чергу, добуток $E_H \cdot K$ дає додаткову віддачу (нормативний прибуток), котра не врахована в інших складових формули (2.95).

2. Якщо технологічний об'єкт управління (технологічний процес, група обладнання, верстат,) не є суттєвою частиною підприємства і немає значного впливу на результати його роботи, то економічний ефект (зміну прибутку) слід визначати через зміну собівартості продукції по конкретній дільниці, групі обладнання, процес виготовлення продукції на якому автоматизується.

При цьому розрахунок зміни величини річного прибутку повинен здійснюватися за формулою:

$$\Delta\Pi^A = (C'_1 - C'_2) \cdot A'_2 + \Pi_H^A + E_H \cdot R_\phi \cdot S_{ВИБ}, \quad (2.96)$$

де, C'_1, C'_2 – собівартість виготовлення одиниці продукції на технологічному обладнанні до і після впровадження АСУ ТП, відповідно; A'_2 – річний обсяг випуску продукції в натуральному виразі, виготовленої на автоматизованому обладнанні; $(C'_1 - C'_2) \cdot A'_2$ – умовно річна економія на поточних витратах виробництва в результаті впровадження АСУ ТП.

Як зазначалося, зниження собівартості продукції на певну величину при незмінній її ціні (залежить від ринку) означає адекватне збільшення величини прибутку (на ту ж величину).

Переходимо до розгляду методики визначення складових витрат на проектування та виготовлення автоматизованих систем управління технологічними процесами, поточних витрат на їх експлуатацію, а також розрахунку річного економічного ефекту (зміни суми прибутку) від впровадження АСУ ТП, тобто складових формул (2.90) – (2.96).

Перед тим, як безпосередньо викласти теоретичні основи визначення економічного ефекту на стадіях проектування, виготовлення та експлуатації АСУ ТП, слід зазначити, що раціональні способи і засоби виробництва автоматизованих систем управління технологічними

процесами повинні вибиратися на основі порівняння і комплексного аналізу їх матеріально-технічної, організаційної, соціальної та економічної доцільності.

Аналіз матеріально-технічної доцільності варіантів, створених автоматизованих систем полягає у встановленні можливості їх виготовлення згідно з технічними умовами, тобто можливості забезпечення необхідних фізико-механічних та інших властивостей, дотримання точності обробки деталей і чистоти їх поверхні тощо.

Для того, щоб забезпечити порівняність техніки, створеної на різних підприємствах, в різних країнах і в різний час, користуються незмінними масштабами виміру величини показників технічного рівня.

Враховуючи, що створювані АСУ ТП можуть виготовлятися на підприємствах з різною організаційною структурою виробничих підрозділів, різною технологією виробництва, аналіз організаційної доцільності повинен встановити можливість виготовлення даної АСУ ТП заданої якості в необхідні терміни та в потрібній кількості. При виборі варіантів враховується також можливість прискорення підготовки виробництва, скорочення тривалості виробничого циклу, забезпечення безперервності та ритмічності процесу виробництва.

Організаційну доцільність варіантів АСУ ТП визначають на основі розрахунку і зіставлення показників, що характеризують:

- а) організацію технічної підготовки виробництва (тривалість і складність циклу підготовки виробництва і т.д.);
- б) виробничу структуру підрозділів (кількість і питома вага основних і допоміжних підрозділів виробництва, ступінь спеціалізації цехів, дільниць, робочих місць і т.д.);
- в) організацію виробничого процесу в просторі (ступінь прямоочності процесу – довжина транспортного пробігу заготовок, кількість заходів в інші цехи тощо);
- г) організацію виробничого процесу в часі (розмір і тривалість циклу випуску партії деталей, ритм запуску партії деталей, коефіцієнт ритмічності виробництва, ступінь паралельності процесів і т.д.);

- д) режим роботи і використання засобів виробництва в часі (фонд часу роботи обладнання, коефіцієнт завантаження обладнання та інші);
- е) галузеву організацію виробництва (ступінь спеціалізації підприємств, рівень кооперування і т.д.).

Базовий рівень організації виробництва може визначатися по підприємствах, що зайняті виготовленням цієї ж продукції (АСУ ТП), на основі аналізу чи методом експертних оцінок.

Якщо використання будь-якого способу та засобу виготовлення АСУ ТП супроводжується покращенням одного або декількох організаційних показників стосовно аналогічних показників за іншими варіантами виготовлення АСУ ТП, але залишаються незмінними соціальні, екологічні, технічні або будь-які інші показники, то власне організаційні показники дають змогу зробити висновок про порівняльну ефективність зіставляваних варіантів (проектів).

Показники, що характеризують зміну професійного і кваліфікаційного складу працюючих, покращення умов праці та інші використовуються для аналізу соціальної доцільності впровадження і використання автоматизованих систем управління технологічними процесами. Ці показники можуть мати вирішальне значення у тих випадках, коли нові АСУ ТП створюються спеціально з метою досягнення певних соціальних результатів. Наприклад, вивільнення робітників з важких і шкідливих робіт, покращення екологічної ситуації. Загалом ці показники мають допоміжне значення і доповнюють економічну характеристику раціональності варіантів.

Аналіз технічних, організаційних і соціальних показників кожного з варіантів АСУ ТП дає змогу підійти до вибору найраціональнішого з них, а в окремих випадках зробити висновок про надання переваги тому чи іншому варіанту.

Однак оцінка економічної ефективності інноваційних процесів за допомогою зазначених показників має доволі обмежене застосування,

оскільки природа цих показників різна і, як правило, покращення одного з них викликає погіршення інших. Усунути цей недолік можна шляхом узагальнення цих різних за своїм змістом показників з допомогою методу бальних оцінок, в основі якого – метод коефіцієнтів відносної ефективності, що характеризують відносну зміну технічних параметрів, як зазначалося в п. 2.2.1, формула (2.25).

Коефіцієнт відносної ефективності – \mathcal{E}_O можна використовувати за наявності двох і більше нових варіантів. При цьому умовою ефективності другого варіанта в порівнянні з першим є перевищення числового значення його коефіцієнта відносної ефективності стосовано базового згідно з формулою (2.26).

Якщо ж новий варіант один, то за абсолютним значенням цього коефіцієнта важко зробити висновок про економічну ефективність, але бажано, щоб він був більшим за одиницю. Часто при незначному покращенні технічного параметра $\Delta\Pi$ значно зростають витрати ΔB , тоді коефіцієнт відносної ефективності менший за одиницю.

В окремих випадках, коли це пов'язано з особливими вимогами, наприклад, техніка безпеки, системи життєзабезпечення тощо, варіант може бути ефективним навіть, коли цей коефіцієнт менший за одиницю.

Якщо покращується один будь-який технічний параметр, то збільшення витрат визначається як різниця собівартості двох порівнюваних варіантів нової техніки. При покращенні декількох параметрів по кожному з них розраховується коефіцієнт відносної ефективності. Тоді в кожному конкретному випадку збільшення витрат визначається як процентне співвідношення витрат при досягненні покращення певного експлуатаційного параметра до тих витрат, що мали місце без цього покращення. Загальний коефіцієнт відносної ефективності при цьому визначиться як добуток коефіцієнтів по кожному з параметрів, тобто за формулою:

$$\mathcal{E}_O = \mathcal{E}_{O1} \cdot \mathcal{E}_{O2} \cdot \mathcal{E}_{O3} \cdots \quad (2.97)$$

На наш погляд, об'єктивну узагальнену характеристику переваг і недоліків технічного, організаційного і соціального аспектів може дати лише економічний аналіз. Саме він повинен забезпечувати весь комплекс аналітичної роботи щодо оцінки ефективності варіантів нововведення, зокрема впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами.

Зрозуміло, що планування, проектування, виготовлення і експлуатація передової техніки, технології та організації виробництва необхідно будувати на раціональній економічній основі (мається на увазі економічна та соціальна доцільність), хоча нерідко при створенні нової техніки забувають про те, що вдосконалення – не самоціль. На практиці, часом зустрічаються випадки, коли впроваджують надзвичайно складні верстати й обладнання, розробляють дорогі пристрої тощо, не беручи до уваги те, що інколи передова за деякими параметрами техніка не є ефективною. Це має виправдання лише в тих випадках, коли без цієї техніки неможливо виготовити певну продукцію, котра забезпечує престиж держави (космонавтика, обороноздатність країни) або пов'язана зі збереженням здоров'я людей.

Економічний аналіз порівнюваних варіантів АСУ ТП полягає у визначенні і порівнянні виробничих ресурсів (матеріальних і трудових), необхідних для кожного варіанта; витрат суспільної праці за окремими елементами і в цілому; економічного ефекту, що одержує підприємство.

Визначення порівняльної ефективності варіантів базується на зіставленні якісних і кількісних показників, їх переваг і недоліків.

Якісний аналіз виконують спеціалісти-експерти на базі оцінок «краще», «гірше», «те ж саме». Якісний аналіз може бути здійснений також на основі визначення технічного рівня виробів. Переваги такого аналізу у тому, що тут мають місце мінімальні витрати часу і засобів на обґрунтування вибору варіанта. Але цей аналіз не завжди дає вичерпну характеристику ефективності варіанта. Для цього потрібна кількісна визначеність.

Кількісний аналіз ефективності нововведення полягає у зіставленні витрат сукупної суспільної праці по варіантах і визначенні економічної ефективності. З цією метою по кожному з варіантів визначають відповідні часткові й узагальнюючі показники витрат. Такий аналіз дає змогу перейти від характеристики варіантів інновації за допомогою технічних та інших окремих показників до узагальнюючої однозначної їх оцінки. При цьому слід пам'ятати, що технічні та економічні показники взаємопов'язані, оскільки при зміні технічних параметрів АСУ ТП змінюються й економічні показники. Як зазначалося вище (див.п. 2.1), у загальному випадку зміна (зазвичай покращення) одного або декількох технічних параметрів АСУ ТП пов'язана зі зміною витрат на виробництво автоматизованої системи (E_g) і витрат у процесі її експлуатації (E_e), тобто зі зміною сумарного економічного ефекту (E_c), формула (2.16).

Для аналізу експлуатаційних витрат при зміні технічних параметрів АСУ ТП необхідно визначити розумні (допустимі) межі зміни цих параметрів з нерівності:

$$E_c = E_g + E_e > < 0 . \quad (2.98)$$

Якщо зі зміною будь-якого технічного параметра АСУ ТП дорожчає, тобто $E_g < 0$, але одночасно є економія на експлуатаційних витратах, тобто $E_e > 0$, то розумною межею зміни технічного параметра є таке його значення, коли має місце нерівність $E_c > 0$.

Зміна E_g залежно від зміни технічних параметрів АСУ ТП визначається при порівнянні собівартості різних варіантів розроблених автоматизованих систем управління технологічними процесами. Зміна (покращення) технічних параметрів системи позначиться безпосередньо на вартості матеріалів, купованих напівфабрикатів і комплектуючих виробів, оскільки для покращення параметрів потрібні досконаліші, а отже, і дорожчі матеріали та комплектуючі вироби.

Зрозумілим є факт, що покращення технічних параметрів системи впливає також і на іншу статтю витрат – заробітну плату, адже підвищення ступеня досконалості технічних параметрів створюваних автоматизованих систем управління технологічними процесами вимагає не лише збільшення часу їх реалізації, а й залучення фахівців вищої кваліфікації (вищі тарифні ставки та оклади).

Наведене дає змогу стверджувати, що зміна технічних параметрів АСУ ТП позначиться на собівартості продукції через такі статті витрат, як матеріали, комплектуючі вироби, заробітна плата, непрямі витрати. При цьому джерелами сумарного економічного ефекту є:

- економія витрат суспільно-необхідної праці (зниження витрат на проектування і виробництво нової техніки, а також у процесі її експлуатації);
- задоволення якісно нових потреб суспільства;
- покращення якості продукції в результаті підвищення точності та надійності техніки, міцності і стійкості матеріалів;
- поліпшення умов праці, техніки безпеки, промсанітарії та екологічного становища;
- покращення охорони здоров'я (профілактика, лікування, реабілітація);
- прискорення і підвищення якості підготовки та навчання кадрів;
- вирішення нових наукових проблем (якісно нові наукові результати, дослідження космосу, високі технології, принципово нові конструктивні рішення).

Беручи за основу загальнометодичний підхід до визначення економічної ефективності інновацій формулу (2.16) для розрахунку сумарного економічного ефекту від виробництва, впровадження і використання АСУ ТП, можна подати у вигляді:

$$E_{\Sigma} = E_{od} + E_{no}, \quad (2.99)$$

де, E_{Σ} – сумарний економічний ефект від виробництва, впровадження і використання АСУ ТП; E_{od} – економічний ефект на одноразових витратах (пов'язаних із розробкою, виготовленням і установкою АСУ ТП); E_{no} – економічний ефект на поточних витратах за термін служби АСУ ТП (відповідає ефекту на витратах експлуатації системи і тому надалі позначатимемо символом E_e).

У величині ефекту на одноразових витратах слід окремо виділяти економічний ефект на стадії проектування АСУ ТП і на стадії виробництва. Отже, формула (2.99) набуде вигляду:

$$E_{\Sigma} = E_n + E_e + E_e, \quad (2.100)$$

де, E_n – економічний ефект, одержаний на стадії проектування АСУ ТП; E_e – економічний ефект, одержаний на стадії виготовлення (виробництва) АСУ ТП; E_e – економічний ефект, одержаний на стадії експлуатації АСУ ТП.

На наш погляд, виділення E_n як окремої складової можна виправдати тим, що витрати на проектування і впровадження у виробництво (тобто технічну підготовку виробництва) АСУ ТП значні, іноді сягають мільйонів гривень, а якщо при цьому врахувати, що випускають їх одиниці, відповідно на них і переносяться всі витрати на проектування.

Наближено величину економічного ефекту на стадії проектування АСУ ТП можна визначити за формулою:

$$E_n = \frac{K_{p.a}}{N_a} - \frac{K_{p.n}}{N_n}, \quad (2.101)$$

де, $K_{p.a}$, $K_{p.n}$ – витрати на розробку і впровадження аналога та нової АСУ ТП відповідно; N_a , N_n – кількість виготовлених аналогічних і нових (проеКТованих) систем відповідно.

Як зазначалося, для того, щоб визначити техніко-економічну ефективність інновації, необхідно мати базу для порівняння – аналог. Підходи до вибору аналогів 1, 2 і 3 детально описані в підрозділі 2.1.

Крім зазначених аналогів, при проектуванні і виготовленні автоматизованих систем управління технологічними процесами слід виділяти ще аналог 4, необхідний для визначення структури витрат на проектування АСУ ТП. Як такий аналог може бути раніше спроеКТована АСУ ТП того ж рівня (наприклад, автоматизована система управління окремим технологічним процесом, дільницею, цехом і т.д.).

Після вибору аналогів слід перейти до безпосередніх розрахунків економічної ефективності АСУ ТП і в першу чергу до визначення витрат на розробку і впровадження нової систему управління. Як зазначалося, всі одноразові витрати поділяють на витрати, пов'язані з проектуванням, виготовленням і установкою на місці експлуатації АСУ ТП.

Спочатку зупинимось на методах визначення витрат на проектування автоматизованих систем управління технологічними процесами.

На початкових стадіях проектування АСУ ТП (технічне завдання, технічна пропозиція, ескізний проект) немає достатньої кількості даних для визначення передвиробничих витрат (витрат на проектування). Як відомо, витрати на проектування АСУ ТП доволі значні, тому, чим раніше будуть виявлені неефективні системи, тим менше коштів буде втрачено на розробку неефективної техніки. Ось чому розрахунок ефективності АСУ ТП необхідно починати з найранніших стадій проектування.

Процес проектування (розробки) автоматизованих систем управління технологічними процесами включає наступні етапи:

- а) розробка технічного завдання (завдання на проектування);
- б) розробка проекту;
- в) розробка робочої документації.

Оскільки АСУ ТП включає цілий ряд технічних засобів, що серійно випускаються промисловістю і збираються в систему, необхідність у виконанні дослідно-конструкторських розробок (ДКР) при створенні АСУ ТП виникає лише тоді, коли відсутні будь-які стандартні технічні засоби, необхідні для її створення. Часто проектним організаціям доводиться самостійно розробляти і виготовляти такі технічні засоби, як пристрої спряження, виконавчі робочі механізми тощо. Крім того, необхідність здійснення ДКР виникає тоді, коли серійні технічні засоби не відповідають вимогам, що ставляться до об'єкта автоматизації.

Послідовність виконання дослідно-конструкторських розробок подано на рис. 2.8.

Стадії розробки	Розробка конструкторської документації			Виготовлення виробів
Розробка технічного завдання	Технічне завдання на розробку системи			–
Розробка проекту	Технічна пропозиція	Ескізний проект	Технічний проект	Макети
Розробка робочої документації	Робоча документація дослідного зразка			Дослідний зразок
	Робоча документація встановної партії			Встановна партія
	Робоча документація серійного виробництва			Серійне виробництво

Рис. 2.8. Послідовність виконання дослідно-конструкторських розробок.

У проектуванні АСУ ТП важливе місце займає розробка технічного завдання, де обґрунтовують необхідність і можливість створення АСУ ТП, а також готують інші матеріали, необхідні для початку проектування системи. Технічне завдання складає замовник разом з проектною організацією. Вони вивчають особливості технологічного процесу, визначають критерії управління об'єктом, розробляють і перевіряють принципи функціонування системи, розробляють технічні умови на складові частини системи та АСУ ТП в цілому.

Робота розбивається на чотири етапи. На першому етапі виконують попереднє обстеження технологічного процесу, що автоматизується, на другому етапі виконують передпроектні науково-дослідні розробки, на третьому етапі розробляють ескізну розробку АСУ ТП, а на четвертому етапі закінчують технічне завдання на створення АСУ ТП (завдання на проектування).

На стадії розробки проекту АСУ ТП проектною організацією представляються технічна пропозиція, ескізний і технічний проекти.

Як стверджує Г.Л. Смілянський, власне на стадії технічного проекту необхідно здійснювати розрахунок: витрат, економічної ефективності, виробничих площ, штатів обслуговуючого персоналу, необхідного для забезпечення функціонування АСУ ТП [164]. На наш погляд, вже на стадії технічної пропозиції необхідно мати дані для наближеного розрахунку ефективності системи, котра розробляється, щоб запобігти витратам коштів на подальшу розробку неефективної системи. Крім того, на цій стадії необхідно визначити величину витрат на розробку АСУ ТП. Отже, технічна пропозиція повинна відображати (хоча б наближено) витрати на проектування, виробництво та експлуатацію автоматизованої системи.

Згідно з [164] кошторис витрат на проектування складається за фактичними витратами часу (людино-дні). По кожному з етапів підготовки і виконання робіт розраховують потреби витрат часу спеціалістами за категоріями. Далі на основі вартості людино-дня визначають кошторисну вартість етапу. Перед закінченням етапу рекомендовано здійснити

контрольну звірку фактичних витрат і уточнити кошторис. Недоліком такого підходу є те, що він не враховує матеріальних витрат на виготовлення макетів, дослідних зразків і першої (встановної) партії.

Вартість проектування засобів автоматизації визначається за довідниками і нормативами вартості проектних і пошукових робіт у відсотках від загальної вартості будівельно-монтажних робіт по об'єкту.

До наближених методів оцінки вартості проектування АСУ ТП ставляться такі вимоги: простота оцінки, наочність, допустима точність (тобто відповідність оцінки до фактичних витрат проектної організації), порівнюваність (тобто можливість зіставлення результатів оцінки вартості проектування декількох АСУ ТП), стабільність або незмінність методичного підходу до визначення витрат на проектування АСУ ТП протягом певного часу, можливість контролю.

З одного боку, на ранніх стадіях проектування задовольнити всі вимоги неможливо, а з іншого – нас цікавить ефективність коштів ще до їх вкладення в розробку автоматизованої системи управління технологічними процесами. Методом, котрий дасть змогу максимально узгодити ці вимоги, є наближений розрахунок вартості проектування шляхом порівняння нововведення з базовим варіантом. За базу не обов'язково брати АСУ ТП того ж призначення, головне, щоб рівень автоматизації аналога (окремий технологічний процес, дільниця, цех тощо) відповідав рівню автоматизації проектуваного об'єкта. Належність АСУ ТП до того чи іншого рівня автоматизації встановлюється залежно від кількості автоматизованих агрегатів і складності системи управління. Якщо базова АСУ ТП відсутня, то за базу для порівняння можна взяти діючу технологію. Природно, що нова техніка значно складніша і прогресивніша, ніж базова тому в розрахунок доцільно ввести коефіцієнт, котрий враховує зростання кількості виконуваних функцій у порівнянні з базовим варіантом або з АСУ ТП нижчого рівня (ступеню новизни і т.п.). Так, промислові роботи, верстати з ЧПУ та гнучкі виробничі модулі використовуються лише в масштабі робочого місця і мають мінімальну інформаційну потужність (кількість контрольованих технологічних параметрів), а гнучкі

автоматизовані лінії і дільниці (ГАЛ та ГАД) – середню інформаційну потужність. Отже, технічні засоби АСУ ТП, що застосовуються на робочих місцях поступають своєю складністю ГАЛ та ГАД.

Припустимо, що трудомісткість розробки промислового робота становила 2 тис. нормо-годин, а вартість однієї нормо-години 4 тис. грн., тоді вартість проектування всього базового варіанта (без матеріальних витрат на виготовлення макетів і дослідних зразків) дорівнює:

$$2000 \cdot 4000 = 8000000 \text{ грн.}$$

Якщо тепер нам необхідно визначити вартість проектування гнучкої автоматизованої лінії, то спочатку необхідно визначити середній коефіцієнт зростання складності, котрий враховує зростання інформаційної потужності цієї системи у порівнянні з базовим варіантом, її новизну і розширення функціональних можливостей.

Середній коефіцієнт зростання складності системи – K_{zc} можна знайти із залежності:

$$K_{zc} = K_{i.n} \cdot K_n \cdot K_{\phi.m}, \quad (2.102)$$

де $K_{i.n}$ – коефіцієнт зростання інформаційної потужності АСУ ТП; K_n – коефіцієнт новизни АСУ ТП; $K_{\phi.m}$ – коефіцієнт зростання функціональних можливостей АСУ ТП.

Коефіцієнт зростання інформаційної потужності АСУ ТП визначають таким чином: інформаційну потужність аналога приймають за одиницю, а тоді знаходять співвідношення кількості контрольованих параметрів нової системи до кількості параметрів контрольованих аналогом.

Коефіцієнт новизни АСУ ТП залежить від кількості технологічних операцій, які виконує АСУ ТП, і від кількості оригінальних деталей, вузлів, блоків у виконавчих механізмах і розраховується за формулою:

$$K_n = 1 + \frac{N_{\partial.o}}{N_{\partial.z}}, \quad (2.103)$$

де, $N_{д.о}$ – кількість, оригінальних деталей, вузлів, блоків у проєктованій АСУ ТП; $N_{д.з}$ – загальна кількість деталей, вузлів, блоків у проєктованій АСУ ТП.

Як впливає з формули коефіцієнт новизни АСУ ТП може набувати значення від 1 (відсутні оригінальні деталі) до 2 (всі деталі оригінальні).

Коефіцієнт зростання функціональних можливостей АСУ ТП визначається як співвідношення кількості функцій виконуваних новою АСУ ТП до кількості функцій, котрі виконує аналог.

На основі середнього коефіцієнта зростання складності можна визначити зміну трудомісткості проєктування АСУ ТП. Так, добуток вартості проєктування промислового робота і середнього коефіцієнта зростання складності системи дасть вартість проєктування гнучкої автоматизованої лінії. Допустимо, що $K_{zc} = 2,35$, тоді витрати на розробку ГАЛ становитимуть 18,8 млн. грн.

З часом, коли в проєктній організації нагромадиться банк даних, тоді залежність трудомісткості від технічних параметрів можна зобразити графічно і на основі експлуатаційних параметрів АСУ ТП з достатньою точністю визначити трудомісткість процесу проєктування, а отже, і вартість розробки АСУ ТП. При цьому слід пам'ятати, що тарифні ставки проєктувальників АСУ є змінними величинами.

Оскільки на ранніх стадіях проєктування (стадія технічної пропозиції) немає достатньої кількості даних для визначення двох інших складових формули (2.90) – витрат на виготовлення обладнання і витрат на впровадження АСУ ТП на підприємстві, то їх розрахунок також слід проводити аналогічними наближеними методами.

Коротко зупинимося на методах визначення витрат на виготовлення і впровадження (установку і монтаж) системи.

Усі витрати пов'язані з виготовленням і придбанням технічних засобів автоматизованої системи управління технологічними процесами можна визначити за формулою:

$$B_{виг} = B_{д.с} + B_{д.о}, \quad (2.104)$$

де, $B_{виг}$ – витрати на придбання і виготовлення технічних засобів АСУ ТП; $B_{д.с}$ – витрати на придбання комплекту стандартних технічних засобів АСУ ТП (обладнання, прилади, блоки, вузли та деталі); $B_{д.о}$ – витрати на виготовлення оригінальних (нестандартних) технічних засобів АСУ ТП (пристрої спряження, виконавчі робочі механізми тощо).

Починаючи зі стадії ескізного проекту, коли відомий набір технічних засобів АСУ ТП, розрахунок вартості комплекту стандартних засобів проводять шляхом складання кошторису витрат на виробництво, а витрати на виготовлення оригінальних технічних засобів визначають одним з наближених методів розрахунку (питомих ваг, графоаналітичний, кореляційний, планової калькуляції), які описано в підрозділі 2.2.2 та [131].

Для визначення загальних витрат, пов'язаних з впровадженням АСУ ТП, необхідно розробити кошториси витрат на виконання кожного з етапів робіт. Послідовність виконання робіт з впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами на підприємстві подана в табл. 2.10.

Підсумувавши витрати на проектування системи, придбання та виготовлення технічних засобів, а також на її впровадження на підприємстві, одержимо загальну суму одноразових витрат на впровадження АСУ ТП, після чого можна приступати до розрахунку економічного ефекту на одноразових витратах за формулою:

$$E_{од} = K_{о.а} - K_{о.н} \quad (2.105)$$

де, $K_{о.а}$ – сума одноразових витрат, пов'язаних зі створенням і впровадженням автоматизованої системи управління технологічними процесами, вибраної в якості аналога; $K_{о.н}$ – сума одноразових витрат, пов'язаних зі створенням і впровадженням нової автоматизованої системи управління технологічними процесами.

Послідовність виконання робіт по впровадженню АСУ ТП

Етапи робіт	Види робіт
1. Підготовка об'єкту до впровадження	1.1. Організаційні роботи, що передують роботам з впровадження 1.2. Будівельні роботи і роботи з модернізації технологічного обладнання 1.3. Комплектація системи 1.4. Монтажні роботи 1.5. Навчання персоналу
2. Налагоджувальні роботи	2.1. Автономне налагодження комплексу технічних засобів 2.2. Налагодження загального програмного забезпечення 2.3. Автономне налагодження функцій системи 2.4. Комплексне налагодження системи 2.5. Налагодження системи на працездатність перед її передачею у дослідну експлуатацію
3. Дослідна експлуатація	3.1. Включення системи в дослідну експлуатацію 3.2. Визначення експлуатаційних характеристик системи 3.3. Додаткове налагодження програм і пристроїв
4. Приймально-здавальні випробування і здача АСУ ТП комісії	4.1. Перевірка поданої технічної та іншої документації на відповідність вимогам технічного завдання на АСУ ТП та ДСТУ 4.2. Проведення випробувань

В результаті зіставлення одноразових витрат (на проектування, виготовлення і впровадження системи) по аналогічному і новому варіанту АСУ ТП частіше виявляється, що $K_{o.n} > K_{o.a}$, тоді ефект буде зі знаком “мінус”, тобто впровадження АСУ ТП вимагає додаткових витрат.

Тепер перейдемо до розрахунку поточних витрат (виникають на стадії експлуатації системи). У загальному випадку економія на експлуатаційних (поточних) витратах визначається як різниця цих витрат до і після впровадження АСУ ТП. Оскільки на величину річної економії на поточних витратах впливають не всі складові, що формують собівартість продукції, то вважаємо за доцільне проводити розрахунок не на основі

сумарних експлуатаційних витрат, а зупинитися на розрахунку економії лише на тих складових, котрі змінюються з переходом до автоматизованого управління технологічними процесами.

При цьому слід враховувати [115], що величина поточних витрат, пов'язаних з експлуатацією автоматизованої системи, може бути визначена за формулою:

$$B_{екс}^A = B_a^A + B_y^A + B_{ен}^A + B_{зн}^A + B_{ін}^A, \quad (2.106)$$

де, $B_{екс}^A$ – поточні витрати, пов'язані з експлуатацією системи; B_a^A – амортизаційні відрахування на повне відновлення нововведеного обладнання АСУ ТП; B_y^A – витрати на утримання і експлуатацію обладнання АСУ ТП; $B_{ен}^A$ – витрати на спожиту встановленим обладнанням АСУ ТП електроенергію; $B_{зн}^A$ – заробітна плата (з відрахуваннями на соціальні заходи) персоналу, що обслуговує АСУ ТП; $B_{ін}^A$ – інші витрати, пов'язані з експлуатацією системи.

На наш погляд, витрати на утримання і експлуатацію обладнання АСУ ТП, включені у формулу необгрунтовано, адже вони включають витрати, котрі вже знайшли своє відображення в інших складових формули. Тому в розрахунок економії на поточних витратах включати їх не доцільно. Натомість формула (2.106) не враховує цілого ряду чинників, що мають важливе значення (витрати на матеріали, втрати від браку, запчастини для ремонту обладнання тощо). Отже, доцільнішим слід вважати такий набір чинників, що враховуються при розрахунку економії на поточних витратах:

- а) витрати на основні і допоміжні матеріали;
- б) витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу з нарахуваннями;
- в) амортизаційні відрахування на повне відновлення;

- г) витрати на ремонт обладнання;
- д) витрати на електроенергію;
- е) умовно-постійні (накладні) витрати;
- є) втрати від браку;
- ж) інші витрати.

Враховуючи зазначене, складову формули (2.95) $(C_1 - C_2) \cdot A_2$, яка згідно з методикою [115] відображає економію за рахунок зниження собівартості продукції у зв'язку з впровадженням автоматизованої системи управління технологічним процесом, представимо як річний економічний ефект на поточних витратах, котрий може бути визначений за формулою:

$$E_{\text{потр}} = E_{\text{м.р}} + E_{\text{зн.р}} + E_{\text{р.р}} + E_{\text{енр}} + E_{\text{б.р}} + E_{\text{а.р}} + E_{\text{унр}} + E_{\text{інр}}, \quad (2.107)$$

де, $E_{\text{потр}}$ – річний економічний ефект на поточних витратах; $E_{\text{м.р}}$ – річний економічний ефект за рахунок зменшення матеріальних витрат; $E_{\text{зн.р}}$ – річний економічний ефект за рахунок зменшення витрат на заробітну плату персоналу, що обслуговує АСУ ТП, з нарахуваннями на соціальні заходи; $E_{\text{р.р}}$ – річний економічний ефект за рахунок зменшення витрат на всі види ремонтів обладнання; $E_{\text{енр}}$ – річний економічний ефект за рахунок зменшення витрат на електроенергію (силову та на технологічні цілі); $E_{\text{б.р}}$ – річний економічний ефект за рахунок зменшення втрат від браку продукції; $E_{\text{а.р}}$ – річний економічний ефект за рахунок амортизаційних відрахувань на повне відновлення АСУ ТП; $E_{\text{унр}}$ – річний економічний ефект від зміни умовно-постійних витрат на одиницю продукції; $E_{\text{інр}}$ – річний економічний ефект за рахунок інших витрат, які не враховані в попередніх складових і виникають при використанні АСУ ТП в конкретних умовах виробництва.

Як зазначалося у підрозділі 2.3.1 ефекти 1-го і 2-го порядків виникають у виробника продукції, який використовує АСУ ТП, за рахунок зміни експлуатаційних (поточних) витрат у технологічному процесі. Ефекти 3-го, 4-го і вищих порядків виникають у зв'язку з використанням виробів, що випускаються за допомогою автоматизованих систем управління технологічними процесами. На наш погляд, доцільно обмежитися розглядом ефекту 3-го порядку, який матиме місце при зниженні витрат експлуатації у споживача продукції АСУ ТП. На рис. 2.9 подано класифікацію складових сумарного економічного ефекту.

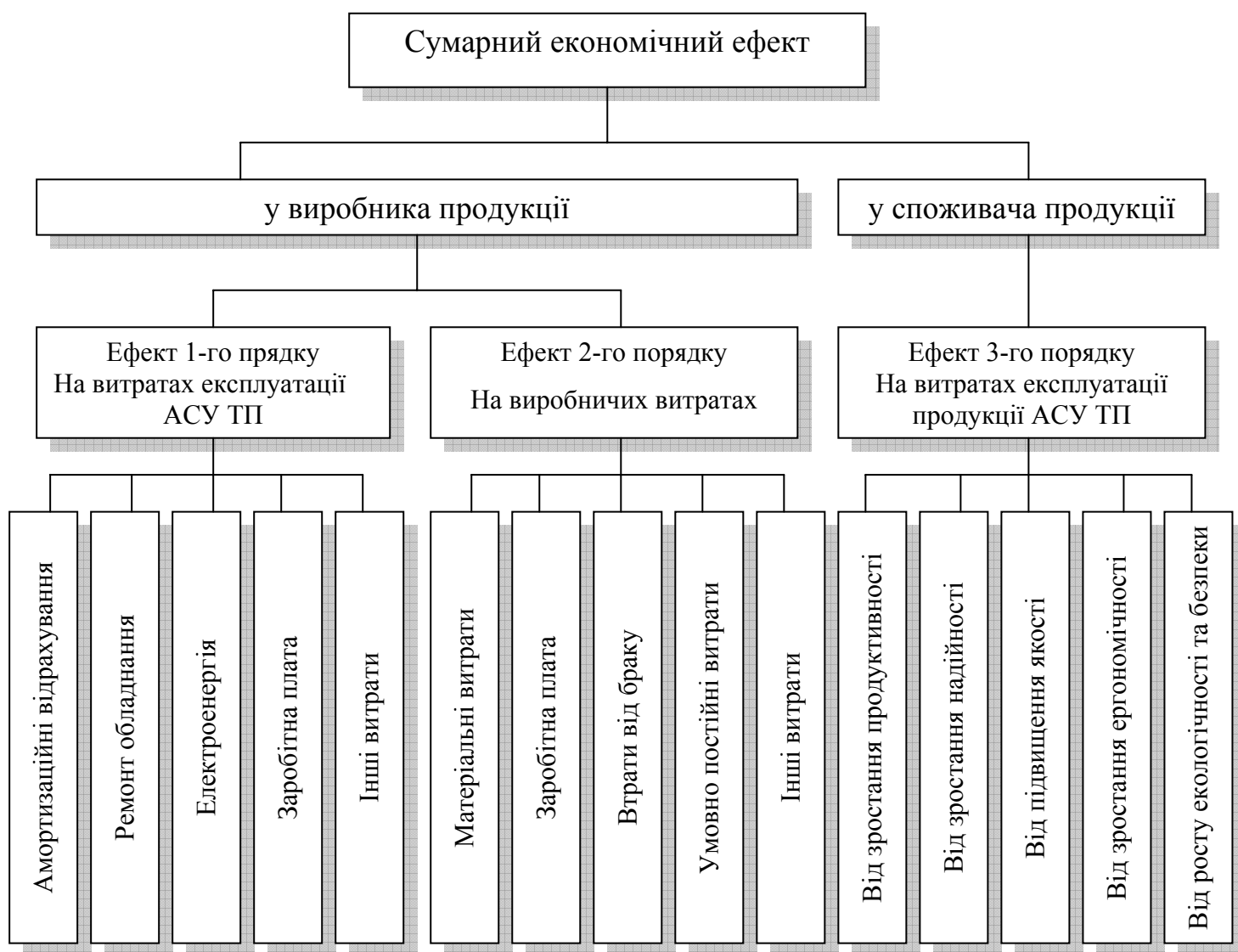


Рис. 2.9. Класифікація складових сумарного економічного ефекту від впровадження АСУ ТП.

Розрахунок кожного з видів ефектів, зазначених у формулі (2.107) в загальному виді може бути здійснений за формулою (2.23). При цьому, обов'язковим є дотримання правила тотожності ефектів. Суть цього правила у приведенні до тотожного виду одноразових і поточних витрат, пов'язаних з використанням двох порівнювальних видів техніки [98], у нашому випадку витрат до і після впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами. Зупинимося на визначенні кожної складової загального річного економічного ефекту на поточних витратах.

Річний економічний ефект за рахунок зменшення матеріальних витрат буде визначатися як різниця між сумами матеріальних витрат при базовій технології та при застосуванні системи автоматизованого управління технологічним процесом і може бути розрахована за формулою:

$$E_{m.p} = B_{m.a} - B_{m.n} \quad (2.108)$$

де, $B_{m.a}$ – річна сума матеріальних витрат для аналога (до впровадження АСУ ТП); $B_{m.n}$ – річна сума матеріальних витрат після впровадження АСУ ТП.

При цьому сума витрат на матеріали включатиме, як витрати на основні матеріали (на виготовлення продукції), так і витрати на допоміжні матеріали, пов'язані з виготовленням продукції і з роботою технічних засобів АСУ ТП (експлуатація системи).

Включення витрат на основні матеріали викликане тим, що в умовах автоматизованого виробництва можливе зниження норм витрат матеріальних ресурсів (на одиницю продукції), оскільки базова технологія могла вимагати більших припусків на заготовки внаслідок нижчої точності обробки, менш точного дозування певних речовин, компонентів тощо.

Річні витрати на основні матеріали (як для аналога, так і для АСУ ТП) можна визначити за формулою:

$$M_{осн} = H_{\epsilon} \cdot N, \quad (2.109)$$

де, $M_{осн}$ - річна сума витрат на основні матеріали; $H_с$ - норма витрат усіх видів основних матеріалів на одиницю продукції; N - річний обсяг випуску продукції.

Сума витрат на допоміжні матеріали визначається на основі норм їх витрат на потреби, що виникають при виготовленні продукції і в процесі експлуатації автоматизованої системи управління технологічним процесом (припої, флюси, спирт, мастило, емульсії тощо) укрупнено, відразу в розрахунку на рік.

Якщо говорити про порядок економічного ефекту на матеріальних витратах, то він може бути 1-го і 2-го порядку. Коли мова йде про економію основних і допоміжних матеріалів, що виникає у самому технологічному процесі виготовлення продукції, то тут має місце економічний ефект 2-го порядку. Якщо ж виникає економія на витратах допоміжних матеріалів у процесі експлуатації самої АСУ ТП, то це є ефектом 1-го порядку.

Річний економічний ефект за рахунок зменшення витрат на заробітну плату персоналу, що обслуговує АСУ ТП, з відрахуваннями на соціальні заходи буде визначатися як різниця між річною сумою цих витрат при базовій технології і при застосуванні АСУ ТП, тобто за формулою:

$$E_{зн.р} = B_{зн.а} - B_{зн.н}, \quad (2.110)$$

де, $B_{зн.а}$ – річні витрати на заробітну плату з відрахуваннями для аналога (до впровадження АСУ ТП); $B_{зн.н}$ – річні витрати на заробітну плату з відрахуваннями для АСУ ТП.

Витрати на заробітну плату включають основну заробітну плату (тарифну, доплати і надбавки в межах чинного законодавства) та відрахування на соціальні заходи (державне соціальне страхування, до Пенсійного фонду, до Державного фонду сприяння зайнятості населення і фінансування заходів щодо реалізації Закону України “Про статус і

соціальний захист громадян, які потерпіли внаслідок Чорнобильської катастрофи”) основних робітників-операторів і наладчиків обладнання. Ці витрати можуть бути розраховані за формулою:

$$B_{zn} = Z_{o-o} + Z_n, \quad (2.111)$$

де, Z_{o-o} – річні витрати на основну заробітну плату основних робітників та робітників-операторів з відрахуваннями на соціальні заходи; Z_n – річні витрати на основну заробітну плату робітників-наладчиків з відрахуваннями на соціальні заходи.

Заробітну плату основних робітників до впровадження АСУ ТП і основних робітників-операторів при її використанні можна обчислити за формулою:

$$Z_{o-o} = \mathcal{C}_{o-o} \cdot Z_{c.m} \cdot 12 \cdot \left(1 + \frac{P_{c.z}}{100} \right), \quad (2.112)$$

де, \mathcal{C}_{o-o} – явочна чисельність основних робітників-операторів, що обслуговують технологічне обладнання чи АСУ ТП; $Z_{c.m}$ – середньомісячна заробітна плата одного робітника; $P_{c.z}$ – процент відрахувань на соціальні заходи.

Річні витрати на основну заробітну плату робітників-наладчиків з відрахуваннями на соціальні заходи можуть бути розраховані за формулою:

$$Z_n = \frac{N_{obl} \cdot S}{H_{obl}} \cdot Z_{c.m} \cdot 12 \cdot \left(1 + \frac{P_{c.z}}{100} \right), \quad (2.113)$$

де, N_{obl} – кількість одиниць обладнання (технічних засобів АСУ ТП); S – режим роботи (зміни за день); H_{obl} – норма обслуговування для наладчиків.

Річний економічний ефект за рахунок зменшення витрат на всі види ремонтів обладнання буде визначатися за формулою:

$$E_{p.p} = B_{p.a} - B_{p.n}, \quad (2.114)$$

де, $B_{p.a}$ – річна сума витрат на ремонт обладнання для аналога (до впровадження АСУ ТП); $B_{p.n}$ – річна сума витрат на ремонт АСУ ТП.

Витрати на ремонт обладнання включають витрати на замінені в час ремонту деталі і вузли технологічного обладнання чи АСУ ТП та витрати на заробітну плату ремонтників (тарифну з доплатами і надбавками та відрахуваннями на соціальні заходи) і можуть бути визначені за формулою:

$$B_p = B_{z.e} + Z_{рем}, \quad (2.115)$$

де, $B_{z.e}$ – вартість замінюваних в час ремонту деталей і вузлів (протягом року); $Z_{рем}$ – річні витрати на заробітну плату ремонтників (тарифну з доплатами і надбавками та відрахуваннями на соціальні заходи).

Річні витрати на замінювані в час ремонту елементи можна обчислити за формулою:

$$B_{z.e} = C_{сер} \cdot n \cdot N, \quad (2.116)$$

де, $C_{сер}$ – середня вартість замінюваного елемента; n – середня кількість замінюваних одночасно елементів (за один ремонт); N – кількість ремонтів, що проводяться протягом року.

Середня вартість одного замінюваного за час ремонту елемента може бути розрахована за формулою:

$$C_{сер} = \frac{\sum_{i=1}^m C_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^m n_i}, \quad (2.117)$$

де, C_i – вартість i -того замінюваного елемента; n_i – кількість замінюваних елементів i -того виду; m – кількість різних видів елементів.

Середня кількість замінюваних за один ремонт елементів може бути визначена за формулою:

$$n = \frac{\sum_{j=1}^N n_j}{N}, \quad (2.118)$$

де, n_j – кількість елементів, що замінюються за час j -того ремонту.

Розрахунок кількості ремонтів, котрі необхідно здійснити протягом року, може проводитись за формулою:

$$N = \frac{\Phi_{\partial}}{t_{н.в}}, \quad (2.119)$$

де, Φ_{∂} – дійсний річний фонд робочого часу АСУ ТП; $t_{н.в}$ – час напрацювання АСУ ТП на відмову.

Дійсний фонд часу роботи АСУ ТП протягом року можна розрахувати за формулою:

$$\Phi_{\partial} = [\Phi_k - (B + C)] \cdot t_{зм} \cdot S, \quad (2.120)$$

де, Φ_k – календарний річний фонд робочого часу; B – кількість вихідних днів у році; C – кількість святкових днів у році; $t_{зм}$ – тривалість зміни; S – режим роботи АСУ ТП (зміни за день).

Витрати на заробітну плату ремонтників з відрахуваннями на соціальні заходи можуть бути визначені за формулою:

$$Z_{рем} = C_{год} \cdot t_{рем} \cdot N \cdot \left(1 + \frac{П_{с.з}}{100} \right), \quad (2.121)$$

де, $C_{год}$ – середня годинна тарифна ставка ремонтних робіт; $t_{рем}$ – середня тривалість одного ремонту.

Ці середні величини визначаються як середньозважені, де в якості ваги прийнято: для $C_{год}$ – кількість ремонтних робітників, а для $t_{рем}$ – кількість одночасно замінюваних елементів.

Економічний ефект від зміни витрат на ремонт АСУ ТП є ефектом 1-го порядку, оскільки ці витрати пов'язані з експлуатацією самої автоматизованої системи.

Річний економічний ефект за рахунок зменшення витрат на силову електроенергію та електроенергію на технологічні цілі може бути визначений за формулою:

$$E_{ен.р} = B_{ен.а} - B_{ен.н}, \quad (2.122)$$

де, $B_{ен.а}$ – річні витрати на електроенергію для аналога (до впровадження АСУТП); $B_{ен.н}$ – річні витрати на електроенергію, пов'язані з роботою АСУТП.

Величина річних витрат на електроенергію може бути визначена за формулою:

$$B_{ен} = M \cdot \Phi_{\delta} \cdot K_{\epsilon} \cdot a, \quad (2.123)$$

де, M – сумарна потужність усіх встановлених струмоприймачів; K_{ϵ} – коефіцієнт використання встановлених струмоприймачів у часі; a – тариф за користування електроенергією (вартість 1 кВт-год).

При цьому слід зауважити, що економія на витратах силової електроенергії – це ефект 1-го порядку, а економічний ефект на витратах електроенергії на технологічні цілі – ефект 2-го порядку.

Річний економічний ефект за рахунок зменшення втрат від браку може бути розрахований за формулою:

$$E_{\bar{b}.p} = B_{\bar{b}.a} - B_{\bar{b}.n}, \quad (2.124)$$

де, $B_{\bar{b}.a}$ – річні втрати від браку для аналога (до впровадження АСУ ТП); $B_{\bar{b}.n}$ – річні втрати від браку в умовах функціонування АСУ ТП.

Цей ефект є ефектом 2-го порядку, оскільки брак виникає в самому технологічному процесі виготовлення продукції, а АСУ ТП впливає лише на окремі його параметри, від яких і залежить зменшення кількості бракованої продукції.

Величину втрат від браку в загальному вигляді можна визначити за формулою [70]:

$$B_{\bar{b}} = B_o + B_e + B_d - B_y - B_l - B_n, \quad (2.125)$$

де, B_o – річна вартість остаточно бракованої продукції, виявленої у виробника і споживача, включаючи витрати споживача на транспортування; B_e – річні витрати виробника на виправлення браку, включаючи витрати на гарантійний ремонт продукції; B_d – додаткові річні витрати з метою подальшого використання бракованої продукції за іншим призначенням; B_y – річні суми, отримані з винних за випуск бракованої продукції; B_l – ліквідаційна річна вартість остаточно забракованої продукції, що використовується у виробництві або реалізується; B_n – річні суми відшкодування збитків, отримані від постачальників за поставку неякісної сировини, матеріалів і напівфабрикатів.

Річний економічний ефект за рахунок амортизаційних відрахувань на повне відновлення може визначатися за формулою:

$$E_{a.p} = B_{a.a} - B_{a.n}, \quad (2.126)$$

де, $B_{a.a}$ – річна сума амортизаційних відрахувань на повне відновлення технологічного обладнання при існуючій технології; $B_{a.n}$ – річна сума амортизаційних відрахувань на повне відновлення АСУ ТП.

Оскільки методика розрахунку річної суми амортизаційних відрахувань загальновідома, зазначимо лише, що економічний ефект, який виникає в результаті її зміни, є ефектом 1-го порядку.

Якщо при переході до АСУ ТП забезпечується значне підвищення продуктивності процесу, то виникає економічний ефект на умовно-постійних витратах, котрі припадають на одиницю продукції.

Річний економічний ефект від зміни умовно-постійних витрат на одиницю продукції можна обчислити за формулою:

$$E_{yn.p} = Y_n \cdot \left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right), \quad (2.127)$$

де, Y_n – річна сума умовно-постійних витрат при виготовленні продукції; P_1 і P_2 – річна продуктивність обладнання при діючій технології і після впровадження АСУ ТП відповідно.

Економічний ефект на умовно-постійних витратах є ефектом 2-го порядку.

Економічний ефект на інших витратах може включати, наприклад, ефект за рахунок витрат на догляд і повірку вимірювальних засобів АСУ ТП (ефект 1-го порядку), ефект від зміни витрат на

сертифікацію продукції, якість якої підвищується при впровадженні АСУ ТП (ефект 2-го порядку), ефект за рахунок покращення показників екологічності та безпеки продукції, показників надійності, естетичних та ергономічних показників продукції, показників якості продукції.

У кожному конкретному випадку підхід до обчислення цих витрат і відповідно економії на них є індивідуальним.

Соціальний ефект визначається техніко-технологічними, економічними, організаційними, соціально-економічними аспектами.

Соціальні та екологічні наслідки реалізації АСУ ТП доцільно визначати за ступенем покращення соціальних та екологічних показників у порівнянні з цільовими нормативами, котрі повинні бути встановлені для країни в цілому і по галузях. Вартісна оцінка соціальних та екологічних результатів впровадження АСУ ТП [118] здійснюється за формулою:

$$P_t^c = \sum_{j=1}^M R_{tj} \cdot a_{tj}, \quad (2.128)$$

де, P_t^c – сукупні річні доходи при функціонуванні АСУ ТП; R_{tj} – кількість соціальних чи екологічних j -тих результатів, одержаних протягом року; a_{tj} – вартісна оцінка одиниці j -того результату в t -тому році, що встановлюється вищим органом і виплачується підприємству чи вилучається у нього ($- a_{tj}$); M – кількість результатів, що враховуються при визначенні впливу АСУ ТП на оточуюче середовище та соціальну сферу.

Соціально-екологічний ефект від впровадження АСУ ТП є ефектом 3-го порядку. У даний час соціальні результати впровадження АСУ ТП розглядаються окремо і не включаються в єдину оцінку техніко-економічної ефективності автоматизованих систем управління технологічними процесами.

Далі зупинимося на визначенні оптимальних меж застосування АСУ ТП.

Автоматизовані системи управління технологічними процесами впроваджуються у тих випадках, коли маємо справу з масовим продуктом, тобто таким, потреба суспільства в якому значно перевищує можливості підприємства з випуску цього продукту. Отже, крім нашого підприємства, існує ряд підприємств, що випускають дану продукцію. А це значить, що підприємство працює в умовах досконалої конкуренції. Досконалою вважається конкуренція, коли на ринку існує значна кількість виробників певного продукту і потреба в ньому практично не обмежена. Прикладом може бути виробництво продуктів харчування і цілого ряду споживчих товарів. Зрозуміло, що в умовах досконалої конкуренції жоден з окремо взятих продавців чи покупців товару не може суттєво вплинути на його ціну. Такими масовими продуктами в приладобудуванні є компоненти радіоелектронної апаратури, такі, як резистори, транзистори, мікросхеми, конденсатори тощо.

Визначення оптимальних меж застосування АСУ ТП пов'язане з оптимізацією показників виробничо-господарської діяльності підприємства. Серед головних показників, що обумовлюють оптимальні межі використання АСУ ТП, є випуск продукції, який оптимізується за різними критеріями (досягнення максимального прибутку або мінімальних витрат).

Аналіз виробничих та інвестиційних процесів, що відбуваються на підприємстві, може охоплювати моментальний, короткий чи тривалий період.

Моментальним називають період, для якого всі чинники виробництва (капітал і праця) є величинами постійними.

Короткотерміновий (короткий) – це період, коли капітал (капітальні вкладення) є величиною постійною, а праця (поточні витрати) – змінною.

Довготерміновий (тривалий) – це період, коли всі чинники виробництва є величинами змінними.

У довготерміновому періоді підприємство може змінювати всі чинники виробництва, впливаючи навіть на розмір підприємства. Так, із введенням АСУ ТП змінюється технологічний процес виробництва продукції, залучаються у виробництво нові виробничі фонди, ліквідовуються старі, має місце рух робочої сили, змінюється величина запасів матеріальних ресурсів тощо. Тому з метою оптимізації обсягу випуску продукції в умовах функціонування АСУ ТП використаємо методику оптимізації обсягу випуску продукції підприємства в довготерміновому періоді. При цьому вважаємо, що підприємство приймає рішення про обсяг виробництва на основі максимізації прибутку, що за умови, коли ціна встановлюється ринком, є рівнозначним мінімізації витрат на виробництво (при незмінній структурі випуску).

Оптимальний обсяг виробництва продукції підприємства в довготерміновому періоді знаходиться в точці перетину середніх і граничних валових витрат. У цьому випадку потрібно чітко визначити, які витрати є постійними, незалежними від зміни обсягу виробництва, а які – змінними, тобто такими, що змінюються зі зміною обсягу випуску продукції.

При незначних обсягах випуску продукції автоматизація може бути недоцільною, а в умовах масового виробництва впровадження АСУ ТП, як правило, високоефективне. Отже, існує певний обсяг випуску продукції, при якому є рівнозначним автоматизувати чи не автоматизувати технологічний процес. Це і є мінімально допустимий обсяг (Q_{min}), при якому (рівнозначно, яку технологію використовувати) вже доцільно впроваджувати АСУ ТП. За цієї умови теперішні приведені витрати при неавтоматизованому виробництві дорівнюють приведеним витратам при використанні АСУ ТП. Отже, можна записати рівняння:

$$C_1 \cdot Q_{min} + H_{np} \cdot K_1 = C_2 \cdot Q_{min} + H_{np} \cdot K_2. \quad (2.129)$$

Звідси можна записати:

$$C_1 \cdot Q_{min} - C_2 \cdot Q_{min} = H_{np} \cdot K_2 - H_{np} \cdot K_1. \quad (2.130)$$

Звідси:

$$(C_1 - C_2) \cdot Q_{min} = (K_2 - K_1) \cdot H_{np}. \quad (2.131)$$

Якщо врахувати, що $(K_2 - K_1)$ – додаткові витрати на впровадження автоматизованого технологічного процесу K , то можна записати:

$$Q_{min} = \frac{H_{np} \cdot K}{C_1 - C_2}, \quad (2.132)$$

де, H_{np} – середня норма прибутку (відносні одиниці) в галузі де впроваджується АСУ ТП; C_1 і C_2 – собівартість одиниці продукції до і після автоматизації технологічних процесів відповідно.

Знаючи Q_{min} , завжди можна прийняти правильне рішення про доцільність впровадження АСУ ТП.

При обсязі виробництва $Q = 0$ постійні витрати дорівнюють валовим. Щоб отримати валові витрати, слід змінні витрати додати до постійних. Середні витрати на одиницю продукції визначаються діленням валових витрат на кількість одиниць продукції:

$$B_{сер} = \frac{B_{вал}}{Q}, \quad (2.133)$$

де $B_{сер}$ – середні витрати на одиницю продукції в довготерміновому періоді; $B_{вал}$ – валові витрати на річний обсяг випуску продукції; Q – річний обсяг випуску продукції у натуральних одиницях.

Для визначення оптимального обсягу випуску продукції, що забезпечує максимальний прибуток, необхідно прирівняти середні і граничні витрати.

Під граничними витратами розуміють приріст валових витрат, пов'язаний з одиничним (безмежно малим) приростом випуску продукції. Вони можуть визначатися за формулами:

$$B_{гр} = \frac{\Delta B_{вал}}{\Delta Q} \quad \text{або} \quad B_{гр} = \frac{\partial B_{вал}}{\partial Q}, \quad (2.134)$$

де, $B_{гр}$ - граничні витрати в довготерміновому періоді; $\Delta B_{вал}$ і $\partial B_{вал}$ – приріст валових витрат на одиничний і безмежно малий приріст випуску продукції відповідно; ΔQ і ∂Q – одиничний і безмежно малий приріст випуску продукції відповідно.

Постійні витрати – це витрати на будівництво приміщень, придбання обладнання тощо, що не залежать від обсягу виробництва продукції.

Змінні витрати – це витрати, що збільшуються з кожною додатково випущеною одиницею продукції (матеріальні і трудові витрати в розрахунку на одиницю продукції). Коли продукція не випускається, змінні витрати дорівнюють нулю. Зі збільшенням випуску продукції вони спочатку зростають дуже швидко, але потім, внаслідок дії чинника економії на масовому виробництві їх зростання уповільнюється в порівнянні зі зростанням (розширенням) виробництва. Однак при дальшому зростанні виробництва, коли починає діяти закон спадаючої дохідності при інших незмінних чинниках, змінні (поточні) витрати починають зростати швидше, ніж зростає виробництво.

Середні валові витрати спочатку високі внаслідок того, що доволі значні постійні витрати розподіляються на незначний випуск продукції. При випуску одиниці продукції середні витрати дорівнюють постійним, тобто надзвичайно великі, але вони швидко знижуються зі зростанням виробництва, адже тепер постійні витрати майже не впливають на них. Тут

більшого значення набувають змінні витрати. Отже, можна зазначити, що крива середніх витрат спочатку спадає, оскільки постійні витрати діляться на щораз більшу кількість продукції та в результаті економії на масовому виробництві, а пізніше починає зростати через дію закону спадаючої дохідності (див. рис.2.10).

Оскільки підприємця цікавить, при якому обсязі виробництва він отримає максимальний прибуток, нас цікавить точка на кривій середніх витрат, де вони мінімальні (в ній найнижча собівартість одиниці продукції, а отже, найвищий прибуток при сталій ціні).

Як зазначалося, для виявлення цієї точки достатньо порівняти середні та граничні витрати, оскільки крива граничних витрат завжди перетинає криву середніх витрат у її мінімумі (див. рис.2.10)

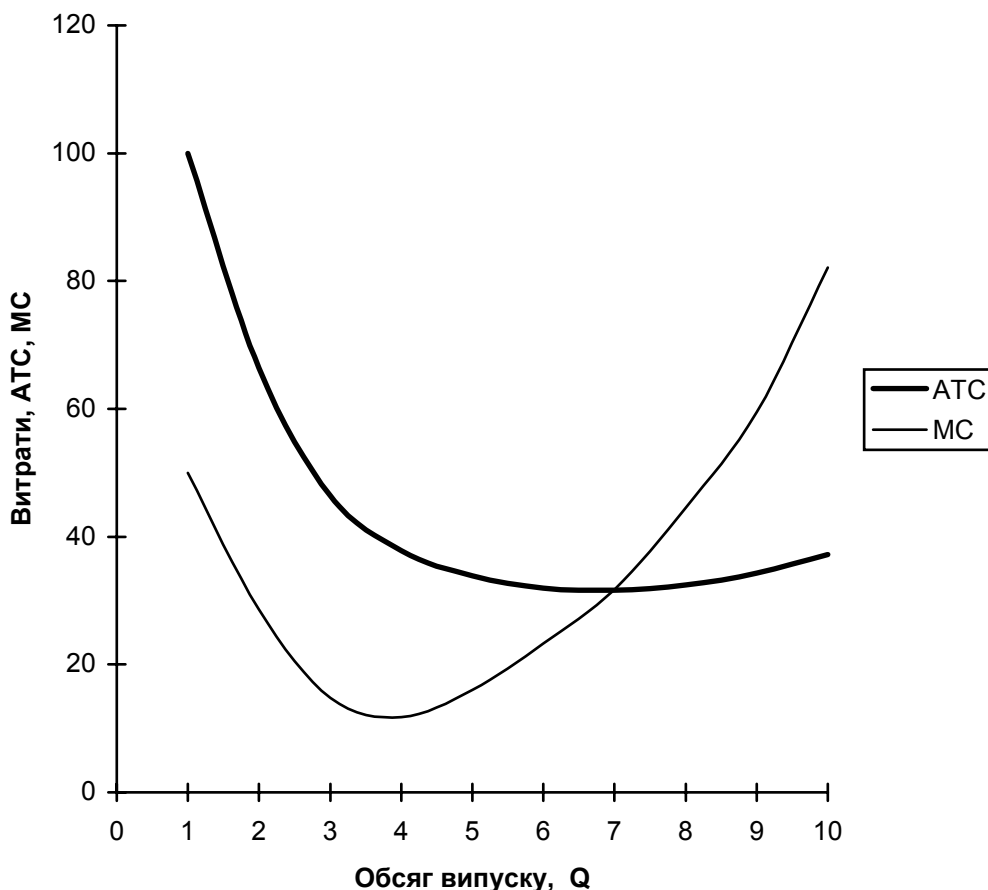


Рис. 2.10. Розрахунок оптимального обсягу випуску продукції.

Розрахуємо оптимальний обсяг виробництва продукції при впровадженні АСУ ТП. Як приклад візьмемо умовні числа про виробництво мікросхем на заводі електронної промисловості “Полярон” (м. Львів).

Вихідні дані подано у вигляді таблиці 2.11.

Таблиця 2.11

Вихідні дані для розрахунку оптимального обсягу виробництва мікросхем

Річний обсяг випуску продукції Q, млн. шт.	Постійні витрати FC, млн.грн.	Змінні витрати VC, млн. грн.	Валові витрати TC, млн. грн.	Середні витрати ATC, грн./шт.	Граничні витрати MC, грн./шт.
0	50	0	50	-	-
1	50	50	100	100	50
2	50	92	142	71	42
3	50	115	165	55	23
4	50	118	168	42	3
5	50	130	180	36	12
6	50	148	198	33	18
7	50	170,5	220,5	31,5	22,5
8	50	210,8	260,8	32,6	40,3
9	50	256	306	34	45,2
10	50	340	390	39	84

Валові витрати є сумою постійних і змінних витрат. Середні витрати – це валові витрати в розрахунку на одиницю продукції. Граничні витрати знаходимо як співвідношення приросту валових витрат до приросту обсягу виробництва. У даному випадку під постійними витратами розуміємо витрати на впровадження АСУ ТП. Отже, вони стосовно базового варіанта

також змінилися. Значить твердження, що в довготерміновому періоді всі витрати змінні правильне.

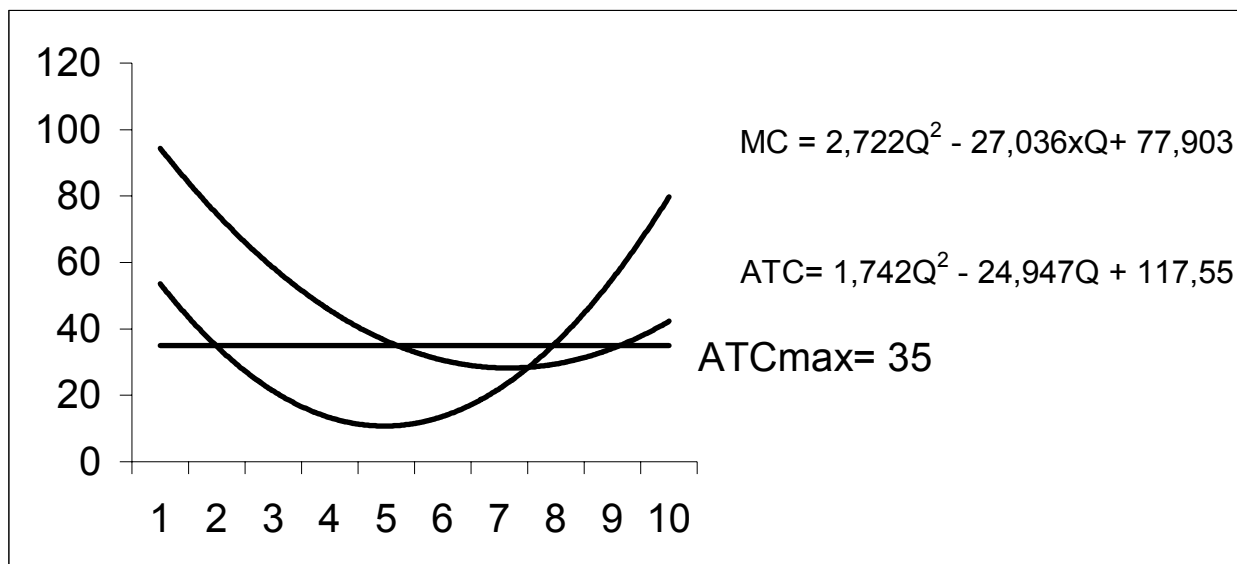
Визначимо мінімальний обсяг виробництва мікросхем, при якому доцільне впровадження АСУ ТП за формулою (2.132), прийнявши попередньо, що норма прибутку в електронній промисловості $H_{np} = 0,15$ (рентабельність виробу – 15%), а собівартість одиниці продукції знизилася з 33,0 до 31,5 грн./шт.

$$Q_{min} = \frac{0,15 \cdot 50}{33,0 - 31,5} = 5 \text{ млн. шт.}$$

Отже, можна зробити висновок, що мінімально допустимим обсягом виробництва мікросхем, при якому вже доцільно впроваджувати АСУ ТП є обсяг – 3,5 млн.шт.

На основі даних табл.2.11 знайдемо оптимальний обсяг річного випуску продукції порівнявши граничні і середні валові витрати. Побудову графіків і знаходження аналітичної залежності їх тренду здійснимо на персональному комп'ютері з допомогою програми Microsoft Excel.

АТС	МС	АТСmax
100	50	35
71	42	35
55	23	35
42	3	35
36	12	35
33	18	35
31,5	22,5	35
32,6	40,3	35
34	45,2	35
39	84	35



Як зазначалося, оптимальне значення обсягу виробництва буде в точці перетину кривих, а це значить, що розв'язок можна знайти прирівнявши ці функції. Звідси й одержимо квадратне рівняння:

$$0,98Q^2 - 2,089Q - 39,647 = 0.$$

Розв'язавши рівняння, знайдемо, що оптимальним (тим, що забезпечує найнижчу собівартість, а отже, і максимальний прибуток) буде обсяг виробництва $Q_{opt} = 7,5$ млн. шт./рік.

Як раніше зазначалося, $Q_{min} = 5$ млн. шт./рік. Підтвердити дане положення можна дослідивши на екстремум (продиференціювавши) функцію граничних витрат, при цьому одержимо $Q_{min} = 4,966$ млн. шт./рік. Підставивши це значення у рівняння середніх валових витрат, одержимо максимальне значення середніх валових витрат (собівартості), при яких можна впроваджувати АСУ ТП. Вони складають $ATC_{max} = 35$ грн./шт. Максимальний річний обсяг випуску продукції, при якому середні валові витрати ще залишаються в межах 35 грн./шт., на графіку знаходиться шляхом проведення горизонталі на рівні $ATC_{max} = 35$ грн./шт. Він становитиме 9,5 млн. шт./рік. Аналогічний результат можна

отримати аналітичним шляхом, підставивши значення $ATC_{max} = 35$ грн./шт. у рівняння ATC .

Підсумовуючи, можемо зауважити, що АСУ ТП доцільно впроваджувати за умов, коли на виробництві буде запланований обсяг випуску продукції в межах від 5 до 9,5 млн. шт./рік.

Підставивши в рівняння середніх валових витрат оптимальний обсяг виробництва мікросхем $Q_{opt} = 7,5$ млн. шт./рік, можемо зробити висновок, що при ньому буде досягнуто найнижчих середніх витрат $ATC_{opt} = 28,24$ грн./шт., а отже буде забезпечено максимальний прибуток підприємства.

ВИСНОВКИ

У країнах з перехідною економікою, де не вдається успішно реалізувати програми ринкового реформування і підвищити ефективність виробництва, актуальними є проблеми активізації інноваційної діяльності підприємств.

Проведене дослідження стану інноваційної діяльності вітчизняних машинобудівних підприємств Західного регіону України показало відставання його розвитку порівняно з підприємствами країн з розвинутою ринковою економікою. Аналіз основних тенденцій розвитку інноваційної діяльності дає можливість зробити висновок про її згортання, незважаючи на поліпшення економічного становища.

Значний вплив інноваційних процесів на ефективність виробництва підтверджує і практика господарювання машинобудівних підприємств регіону. Так, згідно зі статистичними даними інновації впливають на більшість економічних показників, пов'язаних зі зниженням собівартості продукції. Найсуттєвішим є їх значний вплив на підвищення конкурентоспроможності продукції підприємства. Зрозуміло, що все вищезазначене веде до зниження витрат, зростання прибутків, а значить – до підвищення ефективності виробництва. Комплексний аналіз рівня рентабельності виробництва досліджуваних машинобудівних підприємств дав змогу встановити, що найсуттєвіший вплив тут мають такі показники, як рівень наукомісткості й оновлення продукції на підприємстві. Впровадження цих показників у практику роботи машинобудівних підприємств дасть можливість оцінити не лише стан, а й перспективи розвитку інноваційної діяльності підприємства.

Для усунення недоліків в інноваційній політиці України, виявлених за допомогою аналізу, в монографії запропоновано: вдосконалити законодавчо-нормативну базу щодо регулювання інноваційної діяльності;

ввести ряд диференційованих податкових пільг для підприємств залежно від їх активності в інноваційному процесі; ввести прогресивну шкалу оподаткування для венчурних підприємств; запровадити статистичну звітність малих інноваційних підприємств.

Важливе значення для активізації інноваційної діяльності має розвиток мережі венчурних підприємств, невеликих за розміром, гнучких ризикових фірм, котрі створюються з метою апробації, доопрацювання і доведення до промислової реалізації інновацій, що характеризуються високим ступенем ризику. Виваженим і найдоцільнішим методом упровадження інновацій є створення при великих підприємствах внутрішніх венчурів, що дає змогу значно зменшити ризик великих підприємств, оскільки вони братимуть до впровадження лише перевірені венчурними підприємствами вискоєфективні інноваційні проекти.

Однією з найсуттєвіших перешкод активізації інноваційної діяльності в умовах перехідної економіки є нестача інформації. Для усунення цих перешкод необхідно налагодити роботу регіональних інформаційних центрів, а на рівні господарських одиниць (підприємств) – інноваційно-інформаційних центрів, що дасть можливість використати внутрішні та зовнішні резерви активізації інноваційної діяльності. Функціями даного структурного підрозділу будуть: інформаційне забезпечення досліджень і розробок, налагодження електронних комунікацій, активізація винахідницько-раціоналізаторської роботи на підприємстві.

Результати досліджень підтвердили, що на жодному з діючих підприємств, котрі аналізуються, ще не склався дієвий механізм маркетингового забезпечення інноваційної діяльності. Даний недолік пропонуємо усунути шляхом створення групи інноваційного маркетингу, фахівці якої брали б активну участь у генеруванні нових ідей. Запропонований у монографії механізм маркетингового забезпечення інноваційної діяльності, котрий дасть змогу значно підвищити її ефективність, можна рекомендувати для використання у маркетингових відділах промислових підприємств.

Запропоновані механізми активізації інноваційної діяльності доцільно враховувати при формуванні нормативних документів, які її регламентують. Крім цього, Державному комітету статистики України та обласним управлінням варто усунути обмеження щодо надання зацікавленим установам (вченим, науковцям) необхідної інформації з питань інноваційної діяльності підприємств.

Подана у другому розділі методика економічної оцінки інноваційної діяльності та інноваційних процесів проілюстрована на прикладах: обґрунтування доцільності освоєння виробництва нової продукції (наприклад радіоелектронної апаратури на інтегральних схемах), а також обґрунтування доцільності впровадження нових методів організації та управління виробництвом (наприклад автоматизованих систем управління технологічними процесами).

Наведені у другому розділі приклади наглядно проілюстрували необхідність індивідуального, творчого підходу до оцінки економічної ефективності кожного з інноваційних процесів із врахуванням специфічних умов діяльності підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Абібулаєв М. С. Фінансування інноваційної діяльності // Фінанси України. – 2001. – № 3. – С. 111 – 116.
2. Абовян А. Х. К вопросу выбора инновационно-маркетинговой стратегии // Регіональні перспективи. – 2000. – №2 – 3. – С. 68 – 71.
3. Автоматизация управления в гибких производственных системах. Шкуркин Ю.П., Брискин А.З., Капитич Г.И. К.:Техника, 1988.– 182 с.
4. Азаренкова Г. Структурна перебудова та проблеми ресурсозбереження // Економіка України. – 1997. – №8. – С. 88 – 90.
5. Александрова В. П. Формування державних науково – технічних програм та стимулювання їх реалізації // Проблеми науки. – 1998. – № 9. – С. 8 – 10.
6. Амоша А.И., Иванов Е.Р. Каноны рынка и законы экономики. Кн. 1. Методология экономико-математического анализа. – Донецк: ИЭП НАН Украины. – 1998. – 420 с.
7. Андрощук Г., Денисюк В. Государственная инновационная политика в США // Бизнес – Информ. – 1998. - №17-18.- С.33-40.
8. Ансофф И. Стратегическое управление: Пер. с англ. – М.: Экономика, 1989. – 519 с.
9. Арсеенко А. Инновационный процесс и инвестирование нововведений (экономические, социологические и социально-психологические аспекты) // Віче. – 1995.- №7. – С. 76 – 94.
10. Асонов Г. Ф., Желтан Т. А. Информационное обеспечение инновационных процессов в новых условиях хозяйствования: Вып. 6. – К.: Б. И., 1990. – 60 – 62 с.
11. Бажал Ю. М. Економічна теорія технологічних змін: Навч. посібник для вузів / Міжнародний фонд “Відродження”. – К.: Заповіт, 1996. – 240с.
12. Бендерський Ю. Роль інвестицій та інновацій у реструктуризації економіки // Економіка України. – 1998. – №9. – С. 39 – 48.
13. Беленький П. Ю., Соловйов В. П., Сенишин М. О. Проблеми розвитку в Україні інноваційного підприємництва // Регіональна економіка. – 1997. – №3. – С. 47.
14. Бик І. Реструктуризація машинобудування як фактор економічного зростання // Економіка України. – 1997. – №11. – С. 15 – 23.
15. Біла С. Державне управління структурно-інноваційними зрушеннями в економіці України // Вісник Української Академії державного управління при Президентіві України. – 2000. – №4. – С. 66 – 78.
16. Біла С. Структурно - інноваційні пріоритети // Віче. – 2000. –№8. – С. 44 – 57.

17. Битюкова И. Е. Инновационный подход к использованию информационных технологий с целью повышения эффективности внедрения результатов науки в производство // Наука та наукознавство. – 2000. – №1 – 2. – С. 154 – 159.
18. Богиня Д., Волинський Г. Структурна перебудова економіки і проблема інвестицій // Економіка України. – 1997. – №12. – С.41 – 50.
19. Бойко Є., Горін М. Активізація інвестування та господарського функціонування промисловості регіону // Регіональна економіка. – 1997. – №4. – С. 52 – 58.
20. Бондаренко А. Інвестиції у нововведення // Банківська справа. – 1998. – №2. – С. 44 – 45.
21. Бондаренко А. Ф. Джерела фінансування інноваційного бізнесу // Фінанси України. – 1998. – №10. – С. 39 – 41.
22. Бондаренко О. Оптимізація інвестиційного забезпечення інновацій в Україні // Банківська справа. – 1999. – №4. – С. 32 – 35.
23. Бондарь О. Проблемы развития инновационной деятельности // Бизнес – Информ. – 1998. – №9. – С. 32 – 35.
24. Борисенко Л.И Оценка эффективности применения интегральных схем. Сб. трудов ЛИИЖТа, вып. 312. – Ленинград, 1970.
25. Будянський В. Інноваційна діяльність і проблеми совершенствования ее правового регулювання // Предпринимательство, хозяйство, право. – 2000. - №2. – С. 7 – 10.
26. Букіна В. М. Управління інноваціями // Регіональні перспективи. – 2000. – №2 – 3. – С. 44 – 46.
27. Вареник М. О., Музичук В. Т. Про стан і перспективи розвитку малого підприємництва в Україні // Економіка, фінанси, право. – 1997.- № 7. – С. 19-34.
28. Вашків О. Основні виробничі фонди підприємств вантажного автотранспорту: проблеми ефективного використання. – Тернопіль: Економічна думка, 1999. – 172 с.
29. Васильев Г. А., Лапаев Ю. В. Экономическая эффективность гибкой автоматизации машиностроения. – М.:Изд-во МАИ, 1990. – 108 с.
30. Васюренко О., Пасічник І. Шляхи розвитку кредитного забезпечення інноваційної діяльності // Економіка України. – 2000. – № 2. – С.23 – 28.
31. Введение в микроэлектронику. Под ред. Степаненко И.П. – М.6 Советское радио, 1968.
32. Власова А. М., Краснокутська Н. В. Інноваційний менеджмент: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 1997. – 92 с.
33. Вовканич С. Й., Копистянська Х. Р., Цапок С. О. Інноваційний розвиток України як стратегія реалізації її національної ідеї // Регіональна економіка. – 1999. – №2. – С. 37 – 50.
34. Водачек Л., Водачкова О. Стратегия управления инновациями на предприятии. – М.: Экономика, 1989. – 168 с.
35. Волосович С. В. Заощадження населення та інвестиційний потенціал України // Фінанси України. – 1998. – №8. – С. 83 – 90.

36. Волощенко В. Маркетингова підтримка інноваційного процесу // Підприємництво, господарство, право. – 1996. – №6. – С. 15 – 20.
37. Волчкевич Л.И. Роботы и здравый смысл. – Изобретатель и рационализатор, 1986, №4.
38. Гаврилов С.Н. Микроэлектроника. – М.: Энергия, 1970.
39. Геєць В. Ще раз про складові економічного піднесення в Україні // Економіка України. – 1998. – №11. – С. 17 – 29.
40. Гінгбург Б. І. Про управління інноваційним процесом в умовах переходу України до ринкової економіки // Наука та наукознавство. – 1994. – №1 – 2(4). – С. 60 – 65.
41. Глазьев С. Ю. Экономическая теория технического развития. – К.: Наукова думка, 1990. – 232 с.
42. Голосовский С. И. Эффективность научных исследований в промышленности. – М.: Экономика, 1986. – 159 с.
43. Гончаров В. В. В поисках совершенства управления: руководство для высшего управленческого персонала: В 2-х т. – М.: МНИИПУ, 1997. – Том 2. – 736 с.
44. Гончаров В. В. Роль организационных нововведений в ускорении НТП промышленных фирм Западных стран. – М.: ЕКОС, 1987. – 81 с.
45. Гончарова Н. П., Перерва П. Г. и др. Маркетинг инновационного процесса: Учеб пособие. – К.: "Вира – Р", 1998. – 267 с.
46. Горемыкина Л. Е. Инновационные процессы и роль государства в их стимулировании. – М.: ВНИИСИ, 1990. – Вып.3. – 83 с.
47. Гринев В. Ф. Инновационный менеджмент: Учеб пособие. – К.: МАУП, 2000. – 148 с.
48. Горнштейн М.Ю. Развитие технико-экономических основ автоматизации управления технологическими и организационно-техническими процессами. – Вопросы промышленной кибернетики. – М.: Энергия, 1977, выпуск 53.
49. Грубов В.І. Ефективність застосування АСУ ТП. – К.: Знання УРСР, 1973 – 32 с.
50. Данько М. Проблеми прогнозування інноваційно-технологічного розвитку економіки // Економіка України. – 2000. – №5. – С. 35 – 40.
51. Демченко В.С., Милета В.И. Системный анализ деятельности предприятий. – М.: Финансы и статистика, 1980. – 182 с.
52. Долішній М. У пошуках відповіді на інноваційний виклик економічного розвитку // Регіональна економіка. – 2001. – №1. – С. 236 – 240.
53. Друкер П. Рынок как выйти в лидеры. Практика и принципы. – М.: БУК ЧЕМБЕР ИНТЕРНЭШНЛ, 1992. – 352 с.
54. Економіка підприємств: Навч. посібник / За ред проф. Харіва П. С. – Тернопіль: Економічна думка, 2000. – 450 с.
55. Економічна енциклопедія: В 3-х томах. – К.: Видавничий центр "Академія", 2000. – Том 1. – 864 с.
56. Економічний і соціальний розвиток України в 1995 році. Щорічна доповідь Президента України (березень 1996 р.) // Урядовий кур'єр. – 1996. – № 63 – 64 .

57. Завлин П. Н., Васильева А. В. Оценка эффективности инноваций. – С.Пб.: Издательский дом "Бизнес-Пресса", 1998. – 216 с.
58. Загорський В. С., Вовчак О. Д. Інноваційна стратегія підприємства та напрямки її реалізації на сучасному етапі // Регіональні перспективи. – 2000. – №2 – 3. – С. 1 – 2.
59. Закон України “Про науково-технічну інформацію” / www.rada.kiev.ua.
60. Закон України "Про власність" / www.rada.kiev.ua.
61. Закон України “Про авторське право та суміжні права” / www.rada.kiev.ua.
62. Закон України "Про інформацію" / www.rada.kiev.ua.
63. Закон України “Про захист інформації в автоматизованих системах” / www.rada.kiev.ua.
64. Закон України “Про охорону прав на винаходи та корисні моделі” / www.rada.kiev.ua.
65. Закон України “Про охорону прав на промислові зразки” / www.rada.kiev.ua.
66. Закон України “Про інноваційну діяльність” // Україна – Business. – 2000. - № 12. – с. 8.
67. Закон України "Про лізинг" / www.rada.kiev.ua.
68. Закон України "Про наукову та науково-технічну діяльність" / www.rada.kiev.ua
69. Закон України “Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки” № 2623 від 11 липня 2001 р. // Урядовий кур’єр. – 2001. – 8 серпня. – С. 14.
70. Захарченко В. И. Инновации: теория и практика реализации // Фондовый рынок. – 2000. – №40. – С.32 – 36.
71. Зыков Ю. А. Актуальные проблемы экономики НТП / Отв. ред. В. П. Логинов, В. К. Даучела. – М.: Наука, 1986. – 253 с.
72. Іванух Р. А., Колобова Л. В., Ягодка А. Г. Інвестиційна політика держави і розвиток науково-технічного прогресу // Фінанси України. – 1998. – №4. – С. 77 – 86.
73. Инновационный менеджмент: Учебник для вузов / С. Д. Ильенкова, Л. М. Гохберг, С. Ю. Ягудин и др.; Под ред. С. Д. Ильенковой. - М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. – 327 с.
74. Ілляшенко С. Інноваційний розвиток ринкових можливостей вітчизняних підприємств в умовах перехідного періоду // Економіка, фінанси, право. – 1999. – №9. – С. 4 – 6.
75. Кардаш В. Я. Товарна інноваційна політика: Навч. посібник. – К.: КНЕУ. – 1999. – 124 с.
76. Касич О.А., Мовшиц Б. Й., Третьяков О. В. Вплив факторів конкуренції на організаційні інновації підприємств // Фондовый рынок. – 2000. – №43. – С. 32 – 34.
77. Колосов А.А., Горбунов Ю.И., Наумов Ю.Е. Полупроводниковые твердые схемы. – М.: Советское радио, 1965.
78. Колосов А.Н. Организация и экономика гибкого автоматизированного производства. – К.: Вища школа, 1991. – 167 с.

79. Колосов О. Деякі аспекти державного управління залученням іноземних інвестицій в економіку України // Економіка України. – 1998. – №11. – С. 27 – 36.
80. Консон А.С. Экономика ремонта машин. – Л.: Машиностроение, 1970.
81. Кореневский Л.И. Статистические методы определения себестоимости продукции на стадии проектирования. МВиССО РСФСР Московский экономико-статистический институт. – М., 1966.
82. Коренной А. А., Карпов В. И. Курс инновационного менеджмента. – К.: НИИ Статистики, 1997. – 336 с.
83. Короткий статистичний довідник. Інноваційна діяльність: Україна у цифрах 2000 р. / За ред О. Г. Осауленка. – К.: Техніка, 2001. – 256 с.
84. Кошовий Д. Венчурні фонди: позики на прийнятних умовах // Галицькі контракти. – 1999. – №10. – С.16 – 18.
85. Коршунов В. И. Роль и место инновационной стратегии в комплексной стратегии предприятия // Регіональні перспективи. – 2000. – №2 – 3. – С. 18 – 21.
86. Крупка М. І. Фінансові інструменти державного регулювання та підтримки інноваційної сфери // Фінанси України. – 2001. – № 4. – С. 77 – 85.
87. Кузьмін О. Є., Загородній А. Г, Гром'як Л. С. Малі форми підприємництва – Львів: Вид-во “Центр Європи”, 1996. – 96 с.
88. Кузьмін О. Є., Георгіаді Н. Г. Маркетингові дослідження в процесі формування організації на засадах функціонального підходу // Вісник державного університету “Львівська політехніка” “Проблеми економіки та управління”. – Львів. – 1998. – № 353
89. Кузьмін О. Є., Князь С. В. Проблеми регулювання інвестиційної діяльності в Україні // Науково-практичний журнал “Регіональна економіка”. – 2001. – №1. – С. 165 – 170.
90. Курочкин К. Стратегический маркетинг и инновационная деятельность // Бизнес – Информ. – 1999. - №9 – 10. – С. 139 –140.
91. Кутейников А. А. Искусство быть новатором (Мировой опыт “рискового бизнеса”). – М.: Знание, 1990. – 63 с.
92. Крыкин М., Краснобаев В. Формирование и реализация инновационного потенциала предприятия // Финансовый бизнес. – 2001. – №1. – С. 29 – 35.
93. Лапішко М. Л. Основи фінансово-статистичного аналізу економічних процесів. – Львів: Світ, 1995. – 328 с.
94. Лагутін В. Д. Кредитування: теорія і практика: Навч. посібник. – К.: Знання КОО, 2000. – 215 с.
95. Лапко О. О. Інноваційна діяльність як фактор підвищення ефективності вітчизняної економіки // Фінанси України. – 1998. – №6. – С. 31 – 37.
96. Лапко О. Інноваційна діяльність в системі державного регулювання. – К.: ІЕП НАНУ, 1999. – 254 с.

97. Лапко О. О. Реформування системи управління інноваційною діяльністю в регіонах // Регіональна економіка. – 1999. - №1. – С. 65 – 74.
98. Лапко О. Державна політика регулювання інновацій // Вісник ТАНГ. – 2000. – Вип.7. – С. 23 – 29.
99. Лукінов І. І. Економічні основи технологічного процесу // Наука та наукознавство. –1994. – №1 – 2(4). – С. 58 – 60.
100. Луценко Ю. В. Шлях інноваційного розвитку економіки України: регіональні аспекти // Регіональна економіка. –1998. – №3. – С. 125 – 127.
101. Лысый И. Инвестиционный климат в Украине. // Бизнес – Информ. – 1998. - №3. – С. 44 – 47.
102. Львов Д.С. Экономика качества продукции. – М.: Экономика, 1972.
103. Макконнел К. Экономикс: принципы, проблемы и политика. – М. : ИНФРА – М, 2000. – 785 с.
104. Макаренко І. Інновація: порятунок чи "кризова пастка" // Вісник НАН України. – 1997. – №7 – 8. – С. 28 – 42.
105. Малин Б.В. Основы микроэлектроники. МВиССО Московский ордена Трудового Красного Знамени инженерно-физический институт. – М., 1968.
106. Мальчиков К. Правове регулювання інноваційної діяльності // Предпринимательство, хозяйство, право.– 2000.– №6. – С. 72 – 74.
107. Мальчиков К. Економічна оцінка інноваційної діяльності промислового підприємства // Фондовый рынок. – 2001. – №5. – С. 24 – 27.
108. Маскарев Р.Ю., Горнштейн М.Ю. АСУ ТП в машиностроении. Методы обоснования. – М.: Машиностроение, 1984. – 84 с.
109. Матвеев М.Г., Гаца А.А., Якунин А.А. Эффективность АСУ. – К.: Техника, 1989. – 152 с.
110. Махмудов О. Інвестиційна політика виходу з депресії // Економіка України. – 1998. -№5. – С. 37 – 44
111. Медленд Г.Р. и др. Интегральные схемы. – М.: Советское радио, 1973.
112. Медынский В. Г., Ильдеменов С. В. Реинжиниринг инновационного предпринимательства / Под ред проф. В. А. Ирикова. – М.: ЮНИТИ, 1999. – 414 с.
113. Медынский В. Г., Шаршукова Л. Г. Инновационное предпринимательство: Учебное пособие. – М.: ИНФРА – М, 1997. – 240 с.
114. Мельник О. О. Інвестиційний клімат в Україні // Фінанси України. – 1998. – №8. – С. 61 – 68.
115. Методические указания по определению экономической эффективности автоматизированных систем управления дискретными технологическими процессами (АСУ ДТП). – Пермь: НИИУМС, 1985. – 91 с.
116. Микропроцессоры: социально-экономические аспекты внедрения. Под ред. М. Уортнера. – М.: Экономика, 1989. – 223 с.

117. Микроэлектронные схемы и некоторые вопросы их применения. Отделение НТИ по приборостроению, средствам автоматизации и системам управления. – М., 1965.
118. Минскер И.Н., Ицкович А.Л. Методы анализа АСУ химико-технологическими процессами. – М.: Химия, 1990. – 120 с.
119. Михайлов В. Інноваційна діяльність в промисловості України: стан і проблеми // Цінні папери України. – 1999. – №27. – С.3.
120. Міщенко В. І., Луб'янський О. П., Слав'янська Н. Г. Основи лізингу: Навч. посібник. – К.: Товариство “Знання” КОО, 1997. – 138 с.
121. Мосійчук В. Світова практика проведення лізингових операцій та проблеми її впровадження в Україні // Економіка України. – 1995. – №3.-С. 37 – 42.
122. Невлюдов И.Ш. Обновление производства. – К.: Знание УССР, 1989. 32 с.
123. Общая теория статистики: статистическая методология в изучении коммерческой деятельности: Учебник / А. И. Харламов, О. Е. Башина. В. Т. Бабурин и др. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 296 с.
124. Панасюк Б. Криза платежів: шляхи її подолання // Економіка України. – 1997. – №11. –С.4 – 14.
125. Панасюк Б. Деякі підходи до прогнозування науково-технологічної та інноваційної сфер // Економіка України.– 1999.– №3. – С. 10 – 21.
126. Патон Б. Інноваційний шлях розвитку економіки України // Вісник національної Академії наук України. – 2001. – № 2. – С. 11 – 16.
127. Перлаки А. И. Нововведения в организациях: Пер. со словац.. – М.: Экономика, 1980. – 144 с.
128. Перминов С. Б., Петров А. И. Малые научно-технические фирмы: (Зарубежный и отечественный опыт). – М.: Знание, 1990. – 63 с.
129. Підвищення конкурентоспроможності підприємств: оперативна реструктуризація: Методичні матеріали базового курсу. – К., 1999. – Частина 1.
130. Плоткин Я. Д. Методы определения себестоимости и цены приборов на стадии их проектирования. – М.: Машиностроение, 1968.
131. Плоткин Я. Д. Техничко-економічна ефективність измерительных и регулирующих устройств.– К.:Техника, 1965.-202с.
132. Плоткин Я. Д. Экономика качества и надежности измерительных приборов. – М.: Изд-во стандартов, 1976. –192 с.
133. Плоткин Я. Д. Экономические вопросы надежности и долговечности приборов. – М. : Машиностроение, 1971.
134. Плоткин Я. Д., Львов Д. С. Экономическая эффективность новой техники. – Львов: Вища школа. Изд-во при Львовском ун-те, 1986. – 142 с.
135. Плотников А. Экономика Украины: зтягнувшееся перепутье // Віче. – 1998. - №1. – С. 86 – 93.
136. Повышение эффективности производства: в 3-х томах. – К.: Наукова думка, 1990. – Том 2. – 232 с.
137. Покропивний С. Ф., Колот В. М. Підприємництво: стратегія, організація, ефективність: Навч. посібник – К.: КНЕУ, 1998. – 352 с.

138. Покропивный С. Ф., Савченко А. В., Сладков А. А. Эффективность инновационных процессов в машиностроении. –К.: Техника, 1988. – 136с.
139. Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 7 “Основні засоби” // Все про бухгалтерський облік. – 2000. – 24 травня. – С. – 11 – 18.
140. Поручник А. М., Антонюк Л. Л. Венчурний капітал: зарубіжний досвід та проблеми становлення в Україні: Монографія. – К.: КНЕУ, 2000. – 172 с.
141. Поршнеv А. Об экономической базе развития инновационной сферы //Российский экономический журнал.– 1992.–№12.–С.28– 35.
142. Постанова Верховної Ради України від 13 липня 1999 р. № 916-XIV “Про Концепцію науково-технологічного та інноваційного розвитку України” / www.rada.kiev.ua.
143. Постанова Кабінету Міністрів України від 29 квітня 1996 р. №471 "Про Міжвідомчу раду з координації діяльності щодо організації та функціонування технопарків та інноваційних структур інших типів" / www.rada.kiev.ua.
144. Постанова Кабінету Міністрів України від 22 травня 1996 р. №549 “Про затвердження Положення про порядок створення і функціонування технопарків та інноваційних структур інших типів” / www.rada.kiev.ua.
145. Постанова Кабінету Міністрів України від 20 грудня 1997 р. №1441 “Про затвердження Переліку державних науково-технічних програм з пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки” / www.rada.kiev.ua.
146. Постанова Кабінету Міністрів України від 18 лютого 1992 р. № 77 "Про створення Державного інноваційного фонду" / www.rada.kiev.ua.
147. Постанова Кабінету Міністрів України “Про утворення Української державної інноваційної компанії” // Офіційний вісник нормативних актів з фінансів, податків та бухгалтерського обліку. – 2000. – № 17. – С. 28 – 29.
148. Прангишвили И.В. и др. Микроэлектроника и однородные структуры для построения логических и вычислительных устройств. – М.: Наука, 1967.
149. Пригожин А. И. Нововведения: стимулы и препятствия: (Социальные проблемы инноватики).–М.:Политиздат, 1989.– 270 с.
150. Прилуцкий Л. Финансовый лизинг. Правовые основы, экономика, практика. – М.: Изд-во "Ось - 89". – 1997. – 272 с.
151. Пузыня К. Ф., Запаснюк А.С. Экономическая эффективность научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. Л.:Машиностроение, 1980.
152. Розпорядження Кабінету міністрів України від 4 вересня 2000 р. № 342-р. Про деякі питання Української державної інноваційної компанії. // Офіційний вісник України. – 2000. – №36. – С. 74 – 75.

153. Розпорядження Президента України "Питання створення технопарків та інноваційних структур інших типів" від 23.01. 1996 р. № 17/ 96-рп / www.rada.kiev.ua.
154. Савченко А. В. Экономические методы управления инновационными процессами. – К.: Выща школа, 1990. –111 с.
155. Санто Б. Инновация как средство экономического развития: пер. с венг.. – М.: Прогрес, 1990. – 296 с.
156. Сизоненко А. Інформаційне забезпечення інноваційного підприємництва // Державний інформаційний бюлетень про приватизацію. – 2001. – №5. – С. 57 – 60.
157. Сіденко В. Пастка посткомуністичних економічних перетворень // Політична думка. – 1997. – №4. – С. 61 – 76.
158. Скворцов Н. Н. Экономика гибких производственных систем. – К.: Вища школа, 1988. – 52 с.
159. Слепокуров О. Інновації підтримують економіку // Урядовий кур'єр. – 2001. – 15 лютого. – С. 8.
160. Смоляр Л. Г. Управління інноваціями – вимога часу // Регіональні перспективи. – 2000. – №2 – 3. – С. 2 – 4.
161. Снигирев М.М. Применение микросхем при конструировании электронной аппаратуры и перспективы развития микроэлектроники. ЦНИИ информации и технико-экономических исследований приборостроения, средств автоматизации и систем управления. – М., 1970.
162. Соколенко С. И. Глобальные рынки XXI столетия: Перспективы Украины. – К.: Логос, 1998. – 568 с.
163. Соколовська І. П. Національні джерела капіталотворення: стан та перспективи розвитку // Фінанси України.– 1998.– №8. – С. 69 – 76.
164. Справочник проектировщика АСУ ТП. Под ред. Смилянського Г.Л. – М.: Машиностроение, 1983. – 527 с.
165. Статистичний щорічник України за 1999 р. / За ред. О. Г. Осауленка. – К.: Техніка, 2001. – 256 с.
166. Собко О. Деякі аспекти державної підтримки інноваційної діяльності // Науковий вісник “Дослідження соціально-економічних проблем перехідного періоду”. – Випуск 3. –Чернівці: ЧТЕІКНТЕУ. – 2001. – С. 307 – 311.
167. Статистика: Підручник / А. В. Головач, А. М. Єріна, О. В. Козирев та ін. – К.: Вища школа, 1993. – 623 с.
168. Стуколов П.М., Скворцов Н.Н. Экономическая эффективность инженерных и плановых решений. Киев: Вища школа, 1974.
169. Твисс Б. Управление научно-техническими нововведениями: Сокр. пер. с англ. – М.: Экономика, 1989. – 271 с.
170. Терехов В.І. Інвестиційна та інноваційна діяльність промислових підприємств і джерела їх фінансування // Міжгалузевий науково-технічний журнал “Проблеми науки”. – 2000. – №11.
171. Терехов В. І. Економіко-правове забезпечення лізингових операцій в Україні // Міжгалузевий науково-технічний журнал “Проблеми науки”. – 2001. – №4.

172. Терехов В. І. Фінансування науково-технічної та інноваційної сфер діяльності в Україні // Міжгалузевий науково-технічний журнал "Проблеми науки". – 2001. – №11.
173. Трегуб Д. Нову якість державному регулюванню інноваційної діяльності // Банківська справа. – 2000. – №2. – С. 48 – 50.
174. Тканка Л. Я. Система інноваційно-інвестиційних фондів в Україні // Фінанси України. – 1999. – №1. – С. 68 – 72.
175. Ткачева Н. Н., Чернов С. А. Проблемы развития инновационной деятельности в Украине // Менеджер. – 2000. – №3. – С. 66 – 71.
176. Указ Президента України "Про державну підтримку малого підприємництва" від 12.05.1998 р. № 456 .98. www.rada.kiev.ua
177. Указ Президента України "Про зміни у структурі центральних органів виконавчої влади" від 15.12.99 р. № 1573.99./ www.rada.kiev.ua.
178. Управленческие нововведения в США: Проблемы внедрения /Под ред. Ю. А. Ушакова. – М.: Наука, 1986. – 244с.
179. Устенко О. Інноваційне підприємництво в Україні: стан та перспективи розвитку // Економіка, фінанси, право. – 1999. – №6. – С.11 – 14.
180. Уткин Э. А., Морозова Г. И., Морозова Н. И. Инновационный менеджмент. – М.: АКАЛИС, 1997. – 208 с.
181. Фалько С. Г. Измерение и оценка эффективности инноваций // Вестник машиностроения. - 1998.- №6. – С.40 - 43.
182. Фасхиев Х. А. Оценка технико-экономической эффективности инвестиций и новой техники в рыночных условиях // Вестник машиностроения. – 1998. – №8. – С.36 – 43.
183. Ферстер Е., Ренц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 304 с.
184. Харив П. С. Техничко-економическая эффективность радиоэлектронной аппаратуры на интегральных схемах. – Тернополь: ТКІ, 1995. – 142 с.
185. Харив П., Собко О. Активізація інноваційної діяльності підприємницьких структур та ефективність виробництва // Вісник Тернопільської академії народного господарства. - 1999. – Вип. 5. – С. 32 – 38.
186. Харив П., Шпак Н., Собко О. Фінансове та інформаційне забезпечення інноваційних процесів в промисловості // Збірник наукових праць "Економіка: проблеми теорії та практики". Випуск 92. – Дніпропетровськ ДНУ. – 2001. – С. 49 – 60.
187. Харив П., Собко О. Економічна ефективність інноваційної діяльності та методи її оцінювання в умовах ринку// Вісник Тернопільської академії народного господарства. – Випуск 14. – 2001. – С. 108 – 113.
188. Хауштайн Н.Д. Гибкая автоматизация. – М.: Прогресс, 1990. – 200 с.
189. Хачатуров Т. С. Эффективность капитальных вложений. – М.: Экономика, 1979. – 335 с.
190. Хокс Б. Автоматизированное проектирование и производство. – М.: Мир, 1991. – 296 с.

191. Хмелевський Є. Амортизаційна політика й оновлення промислово-виробничих основних фондів. // Економіка України. – 1999. – № 3. – С. 41 – 47.
192. Хучек М. Социально-экономическое содержание инновации на предприятии // Вестник Московского университета. Серия экономика. – 1995. – №1. – С. 62 – 71.
193. Циба Т. Є. Взаємозалежність ринкового та державного управління інноваційною діяльністю // Регіональні перспективи. – 2000. – №40. – С. 32 – 36.
194. Чеботарев В. Сквозь гостернии к средствам // Капитал. – 1998. – № 7 – 8. – С. 118 – 121.
195. Черевко Г. В., Калитка Г. Б. Лізинг: реалії, проблеми, перспективи // Фінанси України. – 1999. – №2. – С. 40 – 47.
196. Чукин С. А. Расчеты экономической эффективности организационно-технических мероприятий в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1986.
197. Чумаченко М.Г. Проблеми регіональної науково-технічної політики // Регіональна політика України: наукові основи, методи, механізми: Зб. Наук. праць за матеріалами доповідей міжнародної науково-практичної конференції. – Львів, 1988. – С. 319 – 327.
198. Чумаченко Н.Г., Заботина Р.И. Теория управленческих решений: Учеб. пособ. – К.: Вища школа, 1981. – 247 с.
199. Чумаченко М.Г., Грубіч Т.К., Землякін А.І. Концепція державної науково-технічної політики України в перехідний період./ Ін-т економіки промисловості НАН України. – Донецьк, 1996. – 35 с.
200. Чухно А.А. Постіндустріальна економіка: теорія, практика та їх значення для України // Економіка України. – 2001. – №11 (480). – С. 42 – 50.
201. Чухрай Н. І. Маркетингове дослідження інноваційної діяльності промислових підприємств Західного регіону // Регіональна економіка. – 2000. – №3. – С. 53 – 61.
202. Швиданенко Г. О., Оголь О. В., Заїкіна В. В. Обґрунтування інвестиційних проектів у процесі трансформації форм власності: Навч. посібник / За заг. ред. Г. О. Швиданенко. –К.: КНЕУ, 1998. – 172 с.
203. Шелякова Т. Инновационная стратегия – ядро “японского чуда” // Бизнес - Информ. – 1998. – №20. – С. 22 – 25.
204. Шпрыгин В.И. Цены и качество машин. – М.: Экономика, 1974.
205. Шумпетер Й. Теория экономического развития (Исследование предпринимательской прибыли, кредита, процента и цикла конъюнктуры): Пер. с нем. – М.: Прогресс, 1982. – 453 с.
206. Шпак Н.О. Економічна оцінка регулювання ефективності інноваційних підприємницьких проектів // Автореферат на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук. – Львів, 1999. – 18 с.
207. ЭВМ в ускорении научно-технического прогресса. – Знание, 1988. – 48 с.

208. Экономическая восприимчивость производства к научно-техническим инновациям. – К.: Наукова думка, 1991. – 294 с.
209. Юрлов Ф. Ф. Техничко-экономическая эффективность сложных радиоэлектронных систем. – М.: Сов. Радио, 1980. – 278 с.
210. Яковенко Е.Г. Вычислительная техника в экономике. – М.: Знание, 1987. 64 с.
211. Яковлев А. І. Соціально-економічна ефективність нововведень за умов ринку: Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1994. –228 с.
212. Яковлев А. І. Оцінка ефективності нововведень при імовірнісному характері економічних процесів // Фінанси України. – 1999. – №7. – С. 10 – 21.
213. Druker P. Management: Tasks. Responsibilities. Practices. – New-York. - 1985, - p. 783, 787-788.
214. Griffin R. Management. – Boston. – 1990. – p. 424-428.
215. Kanter R. M. The Change Masters: Corporate Entrepreneurs at Work. – London: Allen and Unwin. – 1983. – p. 20.
216. Kimberly R. Managerial innovation; in P. C. Nystrom and W. H. Starbuck (Eds), – Handbook of Organizational Design. – Oxford: Oxford University Press. – 1981. – h. 84-86, 95.
217. King N. Innovation in elderly care organizations. – Unpublished Ph.D. Thesis, – University of Sheffield, - UK. – 1989. – p. 55-57.
218. Kreitner R. Management. – Boston Houghton Mifflin Company. – 1989. – p. 118- 120.
219. Lovelace R. F. Stimulating creativity through managerial intervention. R & D Managment. – 1986. – p. 161 – 174.
220. Pasiczny L., Wiechowski J. Ekonomia przedsiębiorstwa. – Warszawa. - 1981.- p. 122 – 124.
221. Poznanski K. Innowacje w gospodarce kapitalistycznej. - Warszawa, 1979
222. Strategic Planning in the Small Business. – Dallas: South – western Publishing co. – 1987. – p. 113 – 114.
223. Siropolis N. Small Business Management. – Boston: Houghton Mifflin Compang. - 1990. – p. 12 – 13.
224. Schiffman L., Kanuk L. Consumer Behavior. – New- York: Prentice Hall Englewood Cliffs. - 1991. – p.514 - 518
225. The Measurement of Scietific and Technological Activities. Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development: FRASKATY Manual. – 1993. – s. 277.
226. Zaltman G., Duncan R. and Holbeek J. Innovations and Organizations. – London: John Wiley and Sons. – 1973. – p. 12, 40-67, 164.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Обчислення параметрів кореляційної залежності частки витрат на фінансування НДДКР від частки витрат на придбання засобів виробництва

Визначення параметрів кореляційної залежності частки витрат на фінансування НДДКР від частки витрат на придбання засобів виробництва здійснюється шляхом складання і розв'язання методом Жордана – Гауса системи нормальних рівнянь. Лінійну модель подає система рівнянь з двома невідомими:

$$\begin{cases} na + b \sum x = \sum y \\ a \sum x + b \sum x^2 = \sum xy \end{cases}$$

На основі здійснених за допомогою ЕОМ розрахунків необхідних складових ($\sum x$, $\sum y$, $\sum xy$, $\sum x^2$) отримуємо наступні системи рівнянь для визначення впливу кожного з досліджуваних чинників:

$$\begin{cases} 5a + 188,96b = 175,41; \\ 188,96a + 9962,978b = 4106,859 \end{cases}$$

5	188,96	175,41
188,96	9962,978	4106,859
<hr/>		
1	37,792	35,082
188,96	9962,978	4106,859
<hr/>		
1	37,792	35,082
0	2821,801	-2522,24
<hr/>		
1	37,792	35,082
0	1	-0,89
<hr/>		
1	0	68,86
0	1	-0,89
<hr/>		

Для встановлення щільності зв'язку між результативною і чинниковою ознаками необхідно розрахувати коефіцієнт детермінації, аналогічний кореляційному співвідношенню, за формулою:

$$R^2 = \frac{\delta_{yx}^2}{\delta_{заг}^2},$$

де δ_{yx}^2 , $\delta_{заг}^2$ середньоквадратичні відхилення (дисперсія), котрі розраховуються за формулою:

а) дисперсія теоретичних значень (чинникова), що характеризує варіацію результативної ознаки, пов'язану з варіацією чинникової ознаки:

$$\delta_{yx}^2 = \frac{\sum (y_x - \bar{y})^2}{n};$$

б) залишкова дисперсія, котра характеризує варіацію результативної ознаки, не пов'язану з варіацією чинникової ознаки:

$$\delta_y^2 = \frac{\sum (y - y_x)^2}{n}.$$

На основі даних про зв'язок ознак здійснимо необхідні підрахунки, попередньо обчисливши з допомогою ЕОМ відповідні розрахункові суми, отримаємо:

$$\delta_{yx}^2 = \frac{2254,47}{5} = 450,89$$

$$\delta_y^2 = \frac{652,61}{5} = 130,522$$

$$\delta_{заг}^2 = 450,89 + 130,522 = 581,412$$

Тоді коефіцієнт детермінації становитиме $R^2 = 450,89 / 581,4111 = 0,78$.

Отже, 78% результативної ознаки пояснюється різними рівнями чинникової.

Для вимірювання щільності і напрямку зв'язку слід розрахувати лінійний коефіцієнт кореляції (r) згідно з формулою:

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\delta_x \cdot \delta_{заг}};$$

$$\delta_x = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n} - \left(\frac{\sum x}{n}\right)^2} = \sqrt{\frac{9963}{5} - \left(\frac{188,96}{5}\right)^2} = 23,6;$$

$$r = \frac{821,3718 - 37,792 \cdot 35,082}{568,76} = -0,8.$$

Для підтвердження лінійного зв'язку потрібно довести, що виконується нерівність:

$$\eta - r < 0,1.$$

Оскільки $\eta^2 = R^2$, то $\eta = \sqrt{R^2}$, тобто дорівнює індексу кореляції.

$$\eta = \sqrt{0,78} = 0,88$$

Отже, $0,88 - 0,8 < 0,1$.

Тобто між часткою витрат на фінансування НДДКР і часткою витрат на придбання засобів виробництва існує обернений лінійний зв'язок.

Перевірка істотності зв'язку здійснюється за допомогою F -критерію, що обчислюється за формулою:

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \times \frac{k_2}{k_1},$$

де $k_1 = m - 1$; $k_2 = n - m$, де m і n відповідно кількість елементів сукупності і груп.

Для лінійної моделі $k_1 = 1$.

$$F = \frac{0,78}{1 - 0,78} \times \frac{3}{1} = 17,73.$$

Фактичне значення F -критерію порівнюється з критичним, що береться з відповідних таблиць його критичних значень. У нашому випадку F -критичне = 10,1.

Середня помилка коефіцієнта регресії розраховується згідно з формулою:

$$\mu = \sqrt{\frac{\delta_y^2}{\delta_x^2(n-2)'}}$$

де

$$\delta_x^2 = \frac{\sum x^2}{n} - \left(\frac{\sum x}{n}\right)^2.$$

Тоді
$$\delta_x^2 = \frac{9962,978}{5} - \left(\frac{188,96}{5}\right)^2 = 564,360336,$$

$$\mu = \sqrt{\frac{581,41}{564,36 \times (5-2)}} = 0,58.$$

Величина граничної помилки залежить від імовірності P :

$$\Delta\mu = t\mu,$$

де t – коефіцієнт довіри.

Для імовірності $P = 0,954$, $t = 2$ (див. табл. значень інтеграла ймовірностей нормального закону розподілу). Отже,

$$\Delta\mu = 2 \times 0,58 = 1,16.$$

Тоді довірчі межі коефіцієнта регресії становитимуть:

$$\begin{aligned} -0,89 - 0,58 &\leq b \leq -0,89 + 0,58 \\ -1,47 &\leq b \leq -0,31. \end{aligned}$$

ДОДАТОК Б

Обчислення параметрів кореляційної залежності рентабельності виробництва машинобудівних підприємств Західного регіону України

Визначення параметрів кореляційної залежності рентабельності виробництва від впливу таких чинників як коефіцієнт наукомісткості виробництва й оновлення продукції здійснюється шляхом складання і розв'язання методом Жордана – Гауса системи нормальних рівнянь. Лінійну модель подає система рівнянь з двома невідомими:

$$\begin{cases} na + b \sum x = \sum y \\ a \sum x + b \sum x^2 = \sum xy \end{cases}$$

20	4,2327	4,14124
4,2327	1,086565	1,101286
1	0,211635	0,207062
4,2327	1,086565	1,101286
1	0,211635	0,207062
0	0,190778	0,224855
1	0,211635	0,207062
0	1	1,18
1	0	-0,04
0	1	1,18

На основі здійснених за допомогою ЕОМ розрахунків необхідних складових ($\sum x$, $\sum y$, $\sum xy$, $\sum x^2$), отримуємо наступні системи рівнянь для визначення впливу кожного з досліджуваних чинників:

а) коефіцієнт наукомісткості виробництва:

$$4,14124 = 20 a + 4,2327 b;$$

$$1,101286 = 4,2327 a + 1,086565 b;$$

б) коефіцієнт оновлення продукції:

$$4,14124 = 20 a + 4,3024 b;$$

$$1,1063 = 4,3024 a + 1,1011 b.$$

Для встановлення щільності зв'язку між результативною (рентабельність виробництва) і чинниковою (коефіцієнт наукомісткості виробництва і коефіцієнт оновлення продукції) ознаками необхідно розрахувати коефіцієнт детермінації, аналогічний кореляційному співвідношенню (η^2), за формулою:

$$R^2 = \frac{\delta_{yx}^2}{\delta_{заг}^2},$$

де δ_{yx}^2 , $\delta_{заг}^2$ середньоквадратичні відхилення (дисперсія), які розраховуються за формулою:

а) дисперсія теоретичних значень (чинникова), яка характеризує варіацію результативної ознаки, пов'язану з варіацією чинникової ознаки:

$$\delta_{yx}^2 = \frac{\sum (y_x - \bar{y})^2}{n};$$

б) залишкова дисперсія, що характеризує варіацію результативної ознаки, не пов'язану з варіацією чинникової ознаки:

$$\delta_y^2 = \frac{\sum (y - y_x)^2}{n}.$$

На основі даних про зв'язок рентабельності виробництва машинобудівних підприємств регіону від коефіцієнта наукомісткості виробництва здійснимо необхідні підрахунки, попередньо обчисливши з допомогою ЕОМ відповідні розрахункові суми, отримаємо:

$$\delta_{yx}^2 = \frac{0,27}{20} = 0,0135;$$

$$\delta_y^2 = \frac{0,26}{20} = 0,013;$$

$$\delta_{заг}^2 = 0,0135 + 0,013 = 0,0265.$$

Тоді коефіцієнт детермінації становитиме $R^2 = 0,0135 / 0,0265 = 0,51$.

Отже, 51% рентабельності виробництва пояснюється різними рівнями коефіцієнта наукомісткості виробництва.

Оскільки залежність лінійна, то для вимірювання щільності зв'язку слід розрахувати лінійний коефіцієнт кореляції (r) згідно з формулою:

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\delta_x \cdot \delta_{заг}};$$

$$\delta_x = \sqrt{0,01} \approx 0,1;$$

$$r = \frac{0,0550643 - 0,211635 \cdot 0,207062}{0,017} \approx 0,66.$$

Це свідчить, що між даними ознаками існує прямий зв'язок. Існування прямолінійної залежності обґрунтуємо, довівши, що справджується нерівність:

$$\eta - r < 0,1.$$

Оскільки $\eta^2 = R^2$, то $\eta = \sqrt{R^2}$, тобто дорівнює індексу кореляції:

$$\eta = \sqrt{0,51} = 0,71.$$

У нашому випадку отримаємо:

$$0,71 - 0,66 < 0,1;$$

$$0,05 < 0,1.$$

Таким чином, можна стверджувати, що між коефіцієнтом наукомісткості і рентабельності виробництва існує прямий лінійний зв'язок.

Перевірка істотності зв'язку здійснюється за допомогою F -критерію, що обчислюється за формулою:

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} \times \frac{k_2}{k_1},$$

де $k_1 = m - 1$; $k_2 = n - m$, де m і n відповідно кількість елементів сукупності і груп.

Для лінійної моделі $k_1 = 1$.

$$F = \frac{0,51}{1-0,51} \times \frac{18}{1} = 18,73.$$

Фактичне значення F -критерію порівнюється з критичним, котре береться з відповідних таблиць його критичних значень. У нашому випадку F -критичне = 4,41.

Середня помилка коефіцієнта регресії розраховується згідно з формулою:

$$\mu = \sqrt{\frac{\delta_y^2}{\delta_x^2(n-2)}};$$

де

$$\delta_x^2 = \frac{\sum x^2}{n} - \left(\frac{\sum x}{n}\right)^2.$$

Тоді

$$\delta_x^2 = \frac{1,086565}{20} - \left(\frac{4,2327}{20}\right)^2 = 0,00933.$$

В цілому по машинобудівних підприємствах Західного регіону України на основі даних про залежність рентабельності виробництва від коефіцієнта наукомісткості:

$$\mu = \sqrt{\frac{0,013}{0,00933(20-2)}} = 0,278.$$

Величина граничної помилки залежить від імовірності P :

$$\Delta\mu = t \cdot \mu,$$

де t – коефіцієнт довіри.

Для імовірності $P=0,954$, $t=2$ (див. табл. значень інтеграла ймовірностей нормального закону розподілу). Отже,

$$\Delta\mu = 2 \times 0,278 = 0,6.$$

Тоді довірчі межі коефіцієнта регресії становитимуть:

$$1,18 - 0,6 \leq b \leq 1,18 + 0,6;$$

$$0,58 \leq b \leq 1,178.$$

Коефіцієнт еластичності обчислимо за формулою:

$$E = b \frac{\bar{y}}{\bar{x}};$$

$$E = 1,18 \frac{0,207062}{0,211635} = 1,15\%.$$

За аналогією здійснюються обчислення за другою чинниковою ознакою – коефіцієнтом оновлення продукції.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

П. С. Харів,
доцент, кандидат економічних наук,
професор кафедри економіки підприємств і корпорацій
Тернопільської академії народного господарства

ІННОВАЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВА ТА ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

МОНОГРАФІЯ

Редактор Легкий Б.С.
Коректор Легка Н.Б.
Комп'ютерна верстка Романець І.Є.

Підписано до друку _____ Формат паперу 60×84 1/16 _____

Друк. аркушів 18 Тираж 300 Замовл. _____

Віддруковано на різнографі

Видавництво Тернопільської академії народного господарства
“Економічна думка”, 46000, м. Тернопіль, вул. Львівська, 11