

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

**КРИТЕРІАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ  
ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ПРИСТРОЇВ ТА СИСТЕМ**

**Навчальний посібник**

Вінниця  
ВНТУ  
2014

УДК [681.5+004.3](075)  
ББК [32.965+32.97]я73  
К82

Автори:

**Філінюк М. А., Багацький В. О., Ліщинська Л. Б., Войцеховська О. В.**

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямком підготовки «Радіоелектронні апарати» (лист № 1/11-17618 від 18.11.2013 р.).

Рецензенти:

**Яковлев Ю. С.,** доктор технічних наук, професор

**Азаров О. Д.,** доктор технічних наук, професор

**Гамаюн В. П.,** доктор технічних наук, професор

**Критеріальне оцінювання ефективності інформаційних пристроїв та систем : навчальний посібник.** / [Філінюк М. А., Багацький В. О., Ліщинська Л. Б., Войцеховська О. В.] – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 143 с.

ISBN 978-966-641-556-4

В навчальному посібнику розглянуто питання побудови і застосування критеріїв ефективності і якості інформаційних пристроїв і систем.

Призначений для студентів старших курсів спеціальностей «Радіоелектронні апарати та засоби», «Технології та засоби телекомунікацій», «Електронні прилади та пристрої», «Комп'ютерні системи та мережі», «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика», «Лазерна та оптоелектронна техніка», «Метрологія та вимірвальна техніка», «Мікро- та наноелектронні прилади та пристрої» денної та заочної форм навчання, які можуть використовувати його при підготовці курсових і дипломних проектів, бакалаврських та магістерських робіт.

УДК [681.5+004.3](075)

ББК [32.965+32.97]я73

**ISBN 978-966-641-556-4**

© М. Філінюк, В. Багацький, Л. Ліщинська, О. Войцеховська, 2014

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ВИЗНАЧЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ПРИСТРОЇВ.....	7
1.1 Визначення та класифікація інформаційних систем.....	7
1.2 Визначення та класифікація інформаційних пристроїв.....	11
1.3 Класифікація параметрів інформаційних систем і пристроїв .....	14
Контрольні запитання та вправи .....	16
2 АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І ПРИСТРОЇВ.....	17
2.1 Визначення понять ефективності та якості інформаційних систем та пристроїв.....	17
2.2 Класифікація критеріїв ефективності .....	19
2.3 Вимоги до критеріїв ефективності .....	21
2.4 Аналіз однопараметричних критеріїв ефективності .....	22
2.5 Аналіз багатопараметричних критеріїв ефективності .....	23
Контрольні запитання та вправи .....	26
3 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ .....	27
3.1 Узагальнені вимоги до формування критеріїв ефективності інформаційних систем .....	27
3.2 Часткові критерії оцінювання ефективності інформаційних систем ..	34
3.3 Узагальнений функціонально-статистичний критерій оцінювання ефективності процесу контролю та керування АСКК .....	38
3.4 Критерії оцінювання завадозахищеності інформаційних систем.....	41
Контрольні запитання та вправи .....	44
4 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ.....	45
4.1 Узагальнена математична модель ефективності інформаційних пристроїв .....	45
4.1.1 Інформаційний ККД .....	48
4.1.2 Енергетичний ККД .....	52
4.1.3 Економічний ККД.....	53
4.1.4 Динамічний ККД.....	54
4.1.5 Шляхи підвищення ефективності інформаційних пристроїв.....	55
4.2 Оцінювання ефективності перетворювачів інформації .....	56
4.2.1 Основні задачі системного оцінювання ефективності перетворювачів інформації .....	57
4.2.2 Алгоритм синтезу комплексних критеріїв ефективності перетворювачів інформації .....	59
4.3 Критеріальне оцінювання ефективності вимірювальних засобів.....	63
4.4 Критеріальне оцінювання ефективності каналів передавання вимірюваної інформації.....	66

4.5 Критеріальне оцінювання ефективності оптоелектронної елементної бази .....	69
4.6 Критеріальне оцінювання ефективності НВЧ-фільтрів .....	71
4.7 Критеріальне оцінювання ефективності струмових конвеєрів .....	73
Контрольні запитання та вправи .....	79
<b>5 КРИТЕРІАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УЗАГАЛЬНЕНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ІМІТАНСУ І ІНФОРМАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ НА ЇХ ОСНОВІ .....</b>	<b>80</b>
5.1 Визначення і параметри узагальнених перетворювачів імітансу .....	80
5.2 Критеріальне оцінювання ефективності узагальнених перетворювачів імітансу.....	89
5.2.1 Концепція побудови критерію ефективності УПІ.....	89
5.2.2 Коефіцієнти корисної дії УПІ за робочими параметрами .....	90
5.3 Оцінювання ефективності елементів керування на базі транзисторних узагальнених перетворювачів імітансу .....	94
5.3.1 Аналітичний метод оцінювання ефективності КЕ .....	94
5.3.2 Графоаналітичний метод оцінювання ефективності керуючих елементів .....	102
Контрольні запитання та вправи .....	109
<b>6 МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ І ЯКОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ .....</b>	<b>110</b>
6.1 Поняття про інформаційні середовища розробки та виробництва промислової продукції.....	110
6.2 Нормативні документи з оцінювання технічного рівня та якості промислових виробів .....	111
6.3 Системний рівень проектування електронних пристроїв.....	114
6.4 Методика оцінювання інтегральної якості.....	115
6.4.1 Формулювання задачі.....	115
6.4.2 Вибір нормувальної функції .....	118
6.4.3 Вибір цільової функції .....	122
6.4.4 Вибір вагових коефіцієнтів .....	124
6.4.5 Оцінювання якості перетворювачів за різними нормувальними та цільовими функціями.....	125
6.5 Кількісне оцінювання ступеня спеціалізації .....	126
6.6 Перетворювачі загального застосування.....	127
6.7 Оцінювання технічного рівня та якості АЦП з урахуванням розсіюваної потужності.....	129
6.8 Методика оцінювання технічного рівня, якості та ступеня спеціалізації .....	134
Контрольні запитання та вправи .....	136
ЛІТЕРАТУРА.....	137
ГЛОСАРІЙ .....	141

Присвячується

90-річчю

*Кузьміна Івана Васильовича,*

доктора технічних наук, професора,  
заслуженого діяча науки і техніки України,  
який зробив значний внесок в розвиток  
теорії ефективності автоматичних систем  
контролю і керування

## ВСТУП

У різних областях науки і техніки дослідники стикаються з необхідністю порівнювати між собою об'єкти, властивості яких визначаються числовими характеристиками. Формальне вирішення цієї задачі полягає в тому, що вводиться деякий критерій якості або ефективності, тобто деякий математичний вираз, що дозволяє протиставити числовим характеристикам, що описують об'єкт, деяке число, яке визначає якість цього об'єкта. Вибір критерію знаходиться в компетенції дослідника, який, опираючись на свої знання про об'єкт дослідження і області його застосування, конструює цей критерій. При виборі критерію разом з об'єктивним елементом (критерій завжди будується з урахуванням аналізу реального об'єкта і аналізу поставленого перед ним завдання) завжди є частка суб'єктивності, оскільки критерій вибирає людина.

Вибір критерію для системи завжди пов'язаний з деяким (великим або малим) ризиком для розробника. При цьому необхідно всебічно зважувати призначення системи, її взаємозв'язок з іншими частинами, якщо система не автономна, наслідки того або іншого вибору критерію.

Поки оцінюванню якості підлягали окремі технічні засоби, елемент суб'єктивізму був хоч і небажаний, але допустимий. Проте, враховуючи, що останнім часом коло об'єктів, що підлягають оцінюванню, значно розширився, актуальність підвищення об'єктивності методів також істотно зросла. Саме цим пояснюється виникнення нового напрямку – кваліметрії – наукової області, що вивчає і розробляє принципи і методи кількісного оцінювання якості.

При синтезі (проектуванні) інформаційної системи і пристрою характерними є такі завдання.

1. Синтез структури системи (пристрою).
2. Вибір оптимального варіанта побудови системи або пристрою зі скінченної кількості заданих (знайдених) елементів.
3. Вибір оптимальних значень параметрів системи (пристрою).

Кожне з цих завдань зазвичай вирішується поєднанням математичних і

евристичних методів шляхом використання критеріїв ефективності системи (пристрою). Під технічною ефективністю в більшості випадків розуміється ступінь пристосованості засобів інформаційної техніки до виконання поставлених завдань (функцій). Вибір конкретних критеріїв ефективності залежить від призначення системи і вимог, що висуваються до неї.

У технічній літературі є велика кількість публікацій, присвячених розробці та застосуванню часткових показників ефективності і якості. Проте кількість публікацій, що узагальнюють результати досліджень в цій області, обмежена або присвячена якомусь одному виду інформаційного пристрою або системи. Це перш за все монографії авторів Кузьміна І. В. [1], Цапенка М. П. [2], Гуткіна Л. С. [3], Моїсеєва В. С. [4], Касаткіна А. С. [5], Новицького П. В. [6], Юрлова Ф. Ф. [7], результати досліджень яких частково узагальнені в даному навчальному посібнику. Основний зміст базується на результатах авторів, отриманих при проведенні наукових досліджень.

Метою навчального посібника є дати користувачеві систематичні уявлення про принципи побудови і застосування критеріїв ефективності, визначення якості інформаційних систем і пристроїв.

Виходячи з цього, в першому розділі даються визначення і класифікація інформаційних систем та пристроїв, а також їх параметрів. У другому розділі визначається поняття ефективності і якості. Наводиться класифікація критеріїв ефективності, обґрунтовуються вимоги до критеріїв ефективності, проводиться аналіз відомих однопараметричних та багатопараметричних критеріїв ефективності.

Третій і четвертий розділи присвячені опису і застосуванню узагальнених критеріїв ефективності інформаційних систем і пристроїв. У п'ятому розділі проводиться критеріальне оцінювання ефективності узагальнених перетворювачів імітансу і інформаційних пристроїв на їх основі. Методиці оцінювання технічного рівня і якості інформаційних пристроїв присвячений шостий розділ.

Ряд питань розглядається з досить загальних позицій, що дозволяє застосовувати отримані результати при проектуванні різних видів інформаційних пристроїв і систем.

Навчальний посібник розрахований на студентів старших курсів спеціальностей 7(8).05090201 – «Радіоелектронні апарати та засоби», 7(8).05090303 – «Технології та засоби телекомунікацій», 7(8).05080201 – «Електронні прилади та пристрої», 7(8).05010201 – «Комп'ютерні системи та мережі», 7(8).05020101 – «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика», 7(8).05100402 – «Лазерна та оптоелектронна техніка», 7(8).05100101 – «Метрологія та вимірювальна техніка», 7(8).05080101 – «Мікро- та наноелектронні прилади та пристрої» денної та заочної форм навчання, які можуть використовувати його при підготовці курсових і дипломних проектів, бакалаврських і магістерських робіт.

# 1 ВИЗНАЧЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ПРИСТРОЇВ

## 1.1 Визначення та класифікація інформаційних систем

Відповідно до стандарту ISO/IEC 2382-1 інформаційна система – це система обробки інформації, яка працює разом з організаційними ресурсами, такими як люди, технічні засоби та фінансові ресурси, що забезпечують та розподіляють інформацію.

В інформаційні системи включаються засоби, призначені для отримання, перетворення, передачі, накопичення, відображення та зберігання інформації, одержуваної від людини, природи, машини, взагалі від будь-якого об'єкта спостереження і керування.

Інформаційні системи відрізняються від інших природних або штучних (технічних) систем тим, що в них присутні органи та зв'язки спостереження або керування, процеси обігу інформації, сигнальні форми відображення речових або енергетичних явищ. Інформаційні системи завжди можуть бути подані або технікою, або людьми. Наприклад, інформаційна система старовинного корабля складається з людей (дозорні, сигнальники, боцмани, лоцмани), а сучасного корабля – з автоматичних пристроїв передачі, обробки даних і керування.

Характерною особливістю сучасних інформаційних систем є високий ступінь автоматизації. Все різноманіття інформаційних систем можна поділити на такі основні класи [8]:

Централізовані інформаційні системи (ЦІС), призначені для контролю і керування складними інформаційними процесами. До централізованих інформаційних систем відносяться:

- ЦІС для контролю безперервних технологічних процесів;
- ЦІС для контролю дискретних технологічних процесів і продукції;
- ЦІС для контролю виробництва масової продукції.

Автоматичні випробувальні системи (АВС), призначені для автоматизації складних інформаційних процесів. Автоматичні випробувальні системи поділяються на:

- АВС для випробування простих виробів та обладнання;
- АВС для випробування радіоелектронного обладнання;
- АВС для випробування електротехнічного обладнання, машин і механізмів.

Складні автоматизовані інформаційні системи, призначені для здійснення централізованого контролю і керування складними об'єктами, що включають автоматичні й автоматизовані системи керування (АСК). Ці системи поділяються:

- за галузями застосування;
- за складністю;

– за ступенем автоматизації.

Всі інформаційні системи, крім контролю, більшою або меншою мірою здійснюють керування або ведуть контроль для потреб керування.

До інформаційних систем також відносяться інформаційно-вимірювальні системи (ІВС) [2] і системи автоматичного регулювання та керування.

В наш час ІВС поділяються за функціональним призначенням на вимірювальні, контрольні, діагностичні та інші системи [2]. Класифікація систем за принципом їх побудови виконується відносно систем часткового виду. Так, наприклад, розглядаються сканувальні системи, системи з багатократним і однократним використанням каналів контролю, системи з комутаторами і под.

Основна умова ефективності будь-якої класифікації – це раціональний вибір ознак, які дозволили б достатньо просто описати всю систему класів і віднести об'єкт, що розглядається, до певного класу. При виборі класифікаційних ознак ІВС доцільно відволіктися від численних особливостей, що визначаються вузьким призначенням систем і їх технологічно-конструктивним виконанням. Кількість класифікаційних ознак повинна бути обмеженою, але достатньою для характеристики основних видів ІВС.

При класифікації ІВС враховується:

- вид вхідних (досліджуваних) величин;
- вид вихідної інформації;
- принципи побудови систем.

Ця класифікація побудована за принципом розділення області, яка характеризується ознакою, на дві непересічні підобласті. Основні варіанти «бінарного» вигляду при класифікації реальних систем можуть доповнюватися їх комбінаціями. Так, наприклад, реально існують ІВС не тільки з послідовним або паралельним, але й з паралельно-послідовним виконанням операцій отримання інформації.

Незважаючи на важливість знання характеристик ІВС вибір їх як класифікаційних ознак пов'язаний з істотними труднощами, оскільки всі спільні характеристики (похибка, швидкодія, надійність та ін.) є кількісними. В межах діапазону значень тієї чи іншої характеристики можна виділити ряд інтервалів. Однак зіставлення ІВС за їх місцем в такій системі ознак (особливо за бінарним принципом) у загальному випадку умовне. Справді, похибка 0,5 % при лабораторних умовах роботи системи може вважатися відносно великою порівняно з тією ж похибкою у системи, що працює у важких експлуатаційних умовах. Тому зіставлення ІВС за кількісними характеристиками ефективно тільки для ІВС з однаковим, порівняно вузьким функціональним призначенням.

При класифікації різних ІВС використовуються терміни вимірювана або контрольована величина.

У табл. 1.1 наведено класифікацію вхідних величин ІВС, запропоновану в [2]. Кількість досліджуваних величин  $i$  визначається сумою всіх (у то-



му числі однорідних) величин. При  $i \geq 2$  вхідні величини можуть бути незалежними і взаємопов'язаними. Досліджувані величини можуть змінюватися з часом і бути розподіленими в просторі за різними законами, можуть мати неперервний або дискретний характер.

Під активними розуміються величини, здатні здійснювати енергетичні впливи на вхідні пристрої системи без залучення додаткових джерел енергії. До них, наприклад, відносяться електричний струм і напруга, іонізуючі, світлові, теплові випромінювання, механічні сили, тиски і т. п. До пасивних – опори електричних кіл, механічні опори, твердість, жорсткість і т. п.

Таблиця 1.1 – Класифікація вхідних величин ІВС

Номер п/п	Класифікаційна ознака	Підкласи	
1	Кількість величин $i$	$i = 1$	$i \geq 2$
2	Поведінка в часі $t$	Незмінна	Змінна
3	Розташування в просторі $s$	Зосереджене	Розподілене в просторі
4	Характер величин	в точці	Дискретні
5	Енергетична ознака	Неперервні	Пасивні
6	Суміш завод з досліджуваними величинами	Активні	Заводи, пов'язані з досліджуваними величинами
		Незалежні заводи	

Зовнішні відносно ІВС заводи часто невіддільні від досліджуваних величин, оскільки фізично викликаються тими ж явищами. Розмежування їх з величинами, що вивчаються, у багатьох випадках пов'язане зі значними труднощами. Заводи можуть характеризуватися тими ж ознаками, що і вимірювані величини. Тому їх розділяють на незалежні від вхідних величин і з ними пов'язані.

Розглянуті класифікаційні ознаки дозволяють підійти до орієнтовного розподілу областей використання різного ступеня складності технічних засобів інформаційної вимірювальної техніки.

Основні різновиди вхідних величин  $X_i$  характеризуються їх кількістю  $i$  та кількістю аргументів ( $t$  – час,  $s$  – просторова координата).

Подальша деталізація області використання ІВС залежно від вигляду вихідної інформації та інших класифікаційних ознак наведена в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Класифікація видів вихідної інформації ІВС

Номер п/п	Класифікаційна ознака	Підкласи	
1	Характер вихідної інформації	Вимірювана інформація – іменовані числа, їх співвідношення, графіки і т. п.	Кількісні судження – контрольна і діагностична інформація
2	Ступінь обробки вихідної інформації	Результати оцінювання одного параметра	Показники – функціональні, статистичні та ін.
3	Споживач інформації	Людина-оператор	АСК

Відповідно до табл. 1.2 ІВС можна поділити на вимірювальні, контрольні, діагностичні системи та системи розпізнавання образів. На практиці велике поширення мають також змішані системи, наприклад контрольно-вимірювальні.

Спостерігається зв'язок між характером вихідної інформації та параметрами досліджуваних величин, з одного боку, і внутрішньою структурою ІВС – з іншого. Так, наприклад, при кількості досліджуваних взаємопов'язаних величин  $i \geq 2$  для отримання результатів оцінювання кожної величини необхідно організувати процедури їх окремого оцінювання. При незалежних величинах, кількість яких невелика ( $i \leq 20$ ), реєстрація їх проводиться багатоканальними приладами. Якщо кількість вимірюваних величин велика і дані про кожну з них потрібно подати в цифровому вигляді, то ці функції виконуються ІВС. Класифікаційна ознака – «споживач інформації» – характеризує автономність ІВС. Автономність припускає видачу вихідної інформації безпосередньо від ІВС людині-оператору. Неавтономні ІВС є частинами відповідних систем – АСК, та ін.

У системах автоматичного контролю та технічної діагностики виконуються специфічні задачі, які вирішуються спільно засобами вимірювальної та обчислювальної техніки.

Залежно від рівня автоматизації системи обробки інформації можна поділити на:

1. Неавтоматизовані (ручні) системи – системи, в яких машинній (механізованій) обробці піддаються тільки прості, але найбільш трудомісткі з точки зору людської праці операції. Ці системи слугують для того, щоб подолати вузькі місця, з якими не можна впоратися при ручній роботі, а також усунути певні типи помилок, пов'язаних з ручною працею. При цьому в основному використовуються найпростіші пристрої для виконання нескладних обчислювальних робіт.

2. Механізовані системи – системи, в яких для машинної обробки використовуються цілі підсистеми, проте зв'язок між цими підсистемами здійснюється через людину. Системи обробки цього типу можна віднести до класу систем «людина–машина», де людина є однією з ланок системи.

3. Автоматизовані системи – системи обробки, в яких діяльність людини обмежена збором даних, оцінюванням результатів та прийняттям рішень на їх основі. Всі інші операції виконуються автоматично з використанням складних електронних пристроїв перетворення, передачі і подання інформації, безпосереднього введення-виведення її в ЕОМ і т. п.

4. Автоматичні системи – системи власне автоматичної обробки, де технічним пристроям передаються функції збору інформації, розпізнавання ситуацій і генерації рішень, і людина майже повністю виключена зі сфери обробки. Її функції зводяться до підготовки системи для обробки даних та прийняття в процесі обробки рішень в ситуаціях, які не були запрограмовані для системи заздалегідь. Автоматичні системи застосовуються для ке-

рування виробничими і технологічними процесами. В системах збору й обробки інформації при проведенні наукових експериментальних досліджень проблема прийняття рішення залишається сферою діяльності людини.

## **1.2 Визначення та класифікація інформаційних пристроїв**

Як б не була складна інформаційна система, вона складається з окремих найпростіших інформаційних пристроїв (ІП), призначених для здійснення інформаційних процесів малої складності [8]. До найпростіших інформаційних пристроїв відносять: сигналізатори та індикаторні пристрої; зчитувальні та реєструвальні пристрої, в тому числі пристрої зчитування магнітних і перфораційних записів; датчики; пристрої для автоматичної обробки діаграм; обчислювальні пристрої; лінеаризатори, логічні елементи, інтегратори, усереднювачі і пристрої статичної обробки випадкових величин і процесів та ін.

Інформаційні пристрої, алгоритм функціонування яких не залежить від алгоритму функціонування інформаційної системи, призначені для перетворення повідомлень в сигнал і навпаки, а також для зміни фізичної природи або параметрів сигналу, називаються інформаційними пристроями перетворення (ІПП). Прикладами таких пристроїв є: пристрої кодування та декодування, аналого-цифрові перетворювачі, цифро-аналогові перетворювачі, вимірювальні перетворювачі, акустично-електричні та електронно-оптичні перетворювачі, перетворювачі імітансу, логічні пристрої і т. п.

Інформаційні пристрої, алгоритм функціонування яких змінюється з часом за законом, який визначається алгоритмом функціонування інформаційної системи (тобто відбувається керування алгоритмом функціонування), називаються інформаційними пристроями керування (ІПК). Прикладами таких пристроїв є: комутатори, керовані атенюатори, фазообертачі, керовані фільтри і т. п.

Враховуючи, що в більшості інформаційних систем основним носієм інформації є електричний сигнал, в подальшому розглядаються ІП перетворення та керування електричними сигналами. Узагальнену функціональну схему цих пристроїв подано на рис. 1.1.

Пристрої мають три основні види сигналів: вхідний сигнал, вихідний сигнал та сигнал керування. Залежно від виду ІП кола для вхідних та вихідних сигналів можуть бути різними (пристрої прохідного типу), або вони можуть бути об'єднані (пристрої відбивного типу), як показано на рис. 1.1. В ІПП відсутні сигнали керування, але може бути опорний сигнал. Крім інформаційних сигналів в ІП поступає сигнал перешкоди. Він може потрапити як по колах основного сигналу та сигналу керування, так і по колах живлення або породжується в самому інформаційному пристрої.

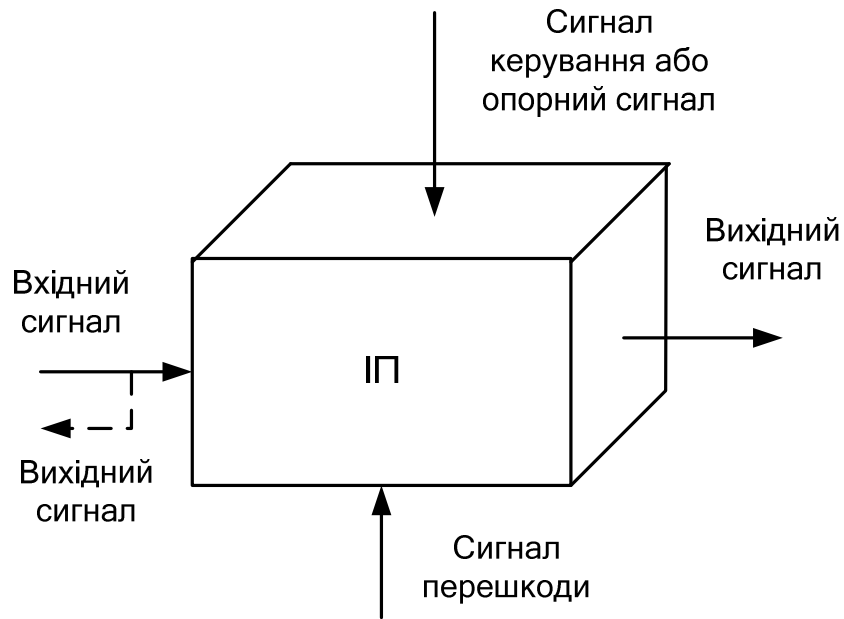


Рисунок 1.1 – Узагальнена функціональна схема інформаційного пристрою

Розглянемо ознаки, за якими також можна класифікувати ІП.

Першою класифікаційною ознакою є вид вхідного сигналу. На вході ІП може бути велика кількість однорідних або різнорідних за фізичною природою сигналів (електричних, механічних, теплових та ін.) і супутніх їм завад, що мають різні характеристики.

Другою класифікаційною ознакою є принцип побудови ІП. Він залежить від його призначення, умов експлуатації та інших вимог. При цьому ІП будуються на базі різноманітних фізичних ефектів, що забезпечують їх найбільшу ефективність.

Третя класифікаційна ознака характеризує функціональне призначення ІП. При цьому вид вихідної інформації багато в чому визначає функціональне призначення ІП.

Залежно від видів електричних сигналів, всі ІП поділяються на ІП, що використовують відеоімпульсні сигнали, та на ІП, що використовують гармонічні сигнали (рис. 1.2). Інформаційні пристрої другого виду поділяються на аналогові та радіоімпульсні.

Основним елементом більшості типів ІП є активний компонент. Як активні компоненти сучасні ІП використовуються напівпровідникові прилади, які утворені різними напівпровідниковими структурами. Вони відрізняються в залежності від використовуваного матеріалу, діапазону робочих частот, потужності розсіювання, призначення. Крім того, всі напівпровідникові структури можна поділити на напівпровідникові структури, що мають негативні опори (НО) і не мають НО.

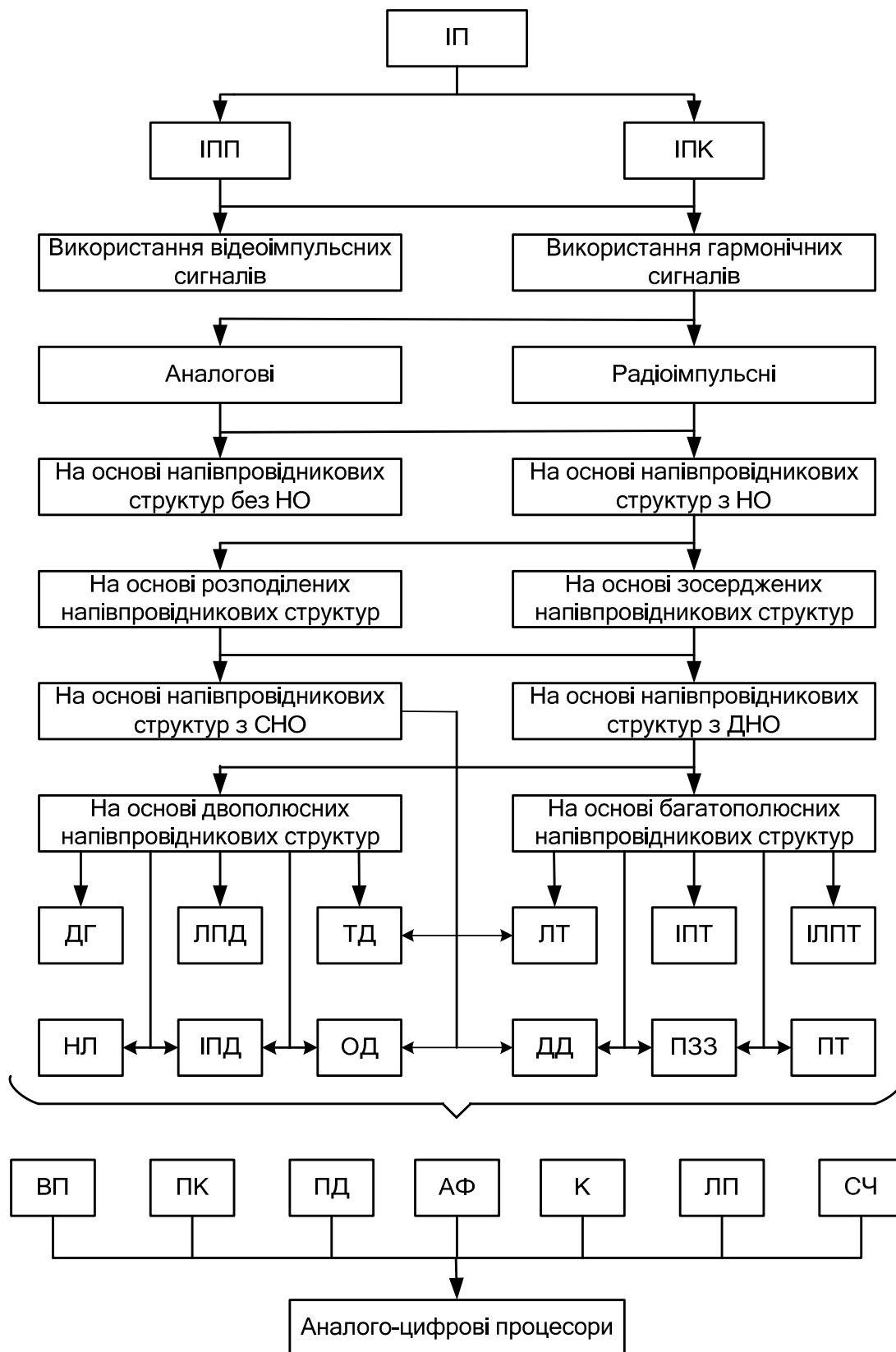


Рисунок 1.2 – Класифікація інформаційних пристроїв: ВП – вимірювальні перетворювачі, ПК – пристрої кодування, ПД – пристрої декодування, АФ – активні фільтри, К – комутаційні пристрої, ЛП – логічні пристрої, СЧ – синтезатори частоти

Напівпровідникові структури з НО, які одержали назву негатрони, поділяються на дві групи: на двоелектродні, які використовуються в діодах, та на багатоелектродні, які переважно використовуються в транзисторах, тиристорах, польових тетрадах, двобазових діодах (ДД) та приладах із зарядовим зв'язком (ПЗЗ). В свою чергу напівпровідникові структури цих груп можна поділити на ті, в яких НО спостерігається на спадній ділянці статичної вольт-амперної характеристики – статичні НО (СНО) (наприклад, напівпровідникові структури, що використовуються в тунельних діодах (ТД), обернених діодах (ОД), лавинних транзисторах (ЛТ)) та на напівпровідникові структури, в яких цей опір спостерігається тільки в динамічному режимі – динамічні НО (ДНО) (наприклад: напівпровідникові структури, що використовуються в лавинно-пролітних діодах (ЛПД), інжекційно-пролітних діодах (ІПД), інжекційно-пролітних транзисторах (ІПТ), інжекційно-лавинно-пролітних транзисторах (ІЛПТ), польових транзисторах (ПТ), діодах Ганна (ДГ), надпровідних лініях (НЛ)).

Перевагою останньої групи структур, а тому і ПП на їх основі, є вища надійність та стабільність, пов'язані з наявністю ДНО в обмеженому діапазоні частот, що виключає загрозу їх самозбудження за робочим діапазоном і дозволяє відмовитися від застосування спеціальних кіл стабілізації, а отже, покращити масогабаритні характеристики та спростити проектування.

В загальному випадку всі напівпровідникові структури з НО є елементами з розподіленими параметрами. Але в залежності від співвідношення між довжиною електромагнітної хвилі  $\lambda_e$  та її геометричними розмірами, вони поділяються на структури з розподіленими та із зосередженими параметрами. Коли довжина хвилі  $\lambda_e$  співрозмірна з геометричними розмірами напівпровідникового кристалу – їх розглядають як структури з розділеними параметрами. Під напівпровідниковими структурами із зосередженими параметрами розуміють такі, геометричні розміри яких значно менші довжини хвилі  $\lambda_e$  електромагнітних коливань в них.

### **1.3 Класифікація параметрів інформаційних систем і пристроїв**

Будь-які інформаційні системи (ІС) та інформаційні пристрої і умови їх функціонування характеризуються певною сукупністю параметрів. На різних етапах аналізу, синтезу, виробництва й експлуатації необхідні різні засоби їх опису і, відповідно, використовуються різні групи параметрів, що називаються параметричними базисами. Їх можна класифікувати за такими основними ознаками [4].

1. **Відношення до даних ІС або ПП**, що може бути безпосереднім або непрямим. Безпосередні параметри безпосередньо характеризують дані ІС та ПП. Непрямі параметри характеризують умови, в яких вони функціонують.

2. **Характер відображуваних функціональних і вартісних властивостей**. До функціональних параметрів відносять усі параметри, що характе-

рижують інформаційні системи та пристрої, з погляду на їх функціональні можливості (точність, надійність, швидкодія та ін.). Вартісні параметри характеризують усі витрати на забезпечення функціональних можливостей.

**3. За ступенем важливості параметрів.** Ці параметри поділяються на домінуючі і недомінуючі, другорядні для заданих умов експлуатації.

**4. За ступенем комплексності відображення якості.** Ці параметри можна розділити на внутрішні, зовнішні та узагальнені. Внутрішні параметри характеризують ІС та ІІ з точки зору розробника і підлягають визначенню в процесі розробки. Зовнішні параметри описують ІС та ІІ із точки зору споживача. Узагальнені параметри є показниками якості у даних системних умовах. Вони пов'язують у необхідних пропорціях домінуючі зовнішні параметри і в кінці-кінців, залежать від внутрішніх і непрямих параметрів.

**5. За наявністю (або відсутністю) зв'язку між числовими значеннями параметрів і якістю ІС та ІІ.** Числові значення внутрішніх або узагальнених параметрів відображають певні властивості ІС та ІІ або сукупність їх властивостей і тому вони відносяться до кількісних параметрів. Якісними є також параметри, за якими неможливо «ранжувати» ІС та ІІ у порядку зростання або спадання певних властивостей.

**6. За характером взаємозв'язку (якщо такий існує) числових значень параметрів із якістю ІС та ІІ.** Параметр є підвищувальним, якщо його більшому значенню відповідає більш висока якість пристрою, і знижувальним – у протилежному випадку.

**7. За властивістю параметрів, коли вони поділяються на скалярні і векторні.** Параметр називається векторним, якщо його можна подати у вигляді сукупності компонентів, кожен із яких у свою чергу є параметром групи одного виду: внутрішнім, зовнішнім, узагальненим. Параметри, які не можна розкласти на складові компоненти, відносять до скалярних.

Для порівняння різних систем обробки інформації розглядаються основні характеристики цих систем з точки зору виконання технологічних операцій і вимог до вхідної та вихідної інформації. Такими характеристиками систем обробки є:

1. Пропускна здатність, що визначається швидкістю виконання обчислювальних робіт і робіт з введення та виведення інформації (біт за секунду, масивів за добу та ін.);

2. Продуктивність, яка залежить від трудомісткості роботи із алгоритмізації та програмування задач та від пропускну здатності системи (кількість задач за добу, обчислювальних операцій за секунду та ін.);

3. Точність, що визначається величиною та кількістю помилок, які виникають при обробці інформації;

4. Надійність, можливість контролю і самоперевірки;

5. Рівень автоматизації операцій в системі.

6. Принцип організації інформаційних потоків і масивів, який визначається об'ємом даних, які одночасно вводяться в систему, формами та мовами подання інформації, зручністю поділу вхідних масивів на підмасиви,

складністю вихідної інформації для сприйняття, паралельністю або послідовністю операцій, можливістю безпосереднього керування потоками та ін.

7. Економічність, що визначається затратами на придбання та експлуатацію автоматизованого обладнання та їх математичного забезпечення.

8. Часовий режим роботи системи, регулярність, безперервність або періодичність видачі інформації.

9. Гнучкість, тобто здатність системи переналаштовуватись на вирішення нових задач, її пристосовуваність до перерозподілу задач, до розподілу обчислювальних робіт.

### **Контрольні запитання та вправи**

1. Що об'єднує і що відрізняє між собою інформаційні системи та інформаційні пристрої?
2. Яке призначення централізованих інформаційних систем?
3. Яке призначення автоматизованих інформаційних систем?
4. За якими класифікаційними признаками поділяються ІВС?
5. Наведіть класифікацію видів вихідної інформації ІВС.
6. На які рівні поділяються системи обробки інформації?
7. Наведіть визначення інформаційного пристрою та приклади найпростіших інформаційних пристроїв.
8. За якими признаками класифікують інформаційні пристрої?
9. Вкажіть основні інформаційні бази, за якими класифікуються параметри інформаційних пристроїв та систем.
10. Чим відрізняються скалярні та векторні параметри інформаційних пристроїв та систем?



## 2 АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І ПРИСТРОЇВ

### 2.1 Визначення понять ефективності та якості інформаційних систем та пристроїв

Поняття ефективності нерозривно пов'язане з поняттям якості інформаційних систем та пристроїв. Якість інформаційної системи (пристрою) – це сукупність властивостей системи, що обумовлюють можливість її використання для задоволення визначених потреб користувачів відповідно до її призначення. Основними показниками якості інформаційних систем і пристроїв є надійність, достовірність, безпека.

Надійність – властивість системи зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих умовах застосування. Надійність інформаційних систем (пристроїв) є засобом забезпечення актуальної і достовірної інформації на виході системи (пристрою).

Достовірність функціонування – властивість системи (пристрою), що обумовлює безпомилковість виконуваних нею перетворень інформації. Достовірність функціонування інформаційної системи (пристрою) повністю визначається і вимірюється достовірністю її результатної інформації.

Безпека інформаційної системи (пристрою) – властивість, що полягає в здатності системи (пристрою) забезпечити конфіденційність і цілісність інформації, тобто захист інформації від несанкціонованого доступу.

Ефективність – це властивість системи (пристрою) виконувати поставлену мету в заданих умовах використання і з певною якістю. Показники ефективності залежать від локальних показників, якими є надійність, достовірність, безпека. Узагальнюючими є показники економічної ефективності системи, що характеризують доцільність затрат на створення і функціонування системи. Ефективність системи (пристрою) є складною, інтегральною властивістю, що залежить від ряду простих властивостей, таких як:

- дієвість системи, тобто ступінь реалізації системою свого призначення (прагматична ефективність);
- технічна досконалість системи (технічна ефективність);
- простота і технологічність розробки і створення системи (технологічна ефективність);
- зручність використання і обслуговування системи (експлуатаційна ефективність) та ін.

Показники ефективності повинні відображати кількісну оцінку ступеня досягнення системою (пристроєм) поставленої мети.

Як показники прагматичної ефективності можуть виступати:

- показники достовірності перетворення інформації;
- показники безпеки інформаційної системи;

- показники точності обчислень і перетворення інформації;
- показники повноти формування системою результатної інформації;
- показники оперативності.

Показники технічної ефективності повинні оцінювати технічну досконалість інформаційної системи (пристрою), оцінювати науково-технічний рівень організації та функціонування цієї системи (пристрою).

Показники технічно-експлуатаційної ефективності дуже різноманітні. Як такі показники можуть виступати показники надійності, функціональні можливості, кількість обслуговуваних абонентів, продуктивність, пропускна здатність, тактова частота, тимчасові затримки, ємність пам'яті, експлуатаційні характеристики, технології обслуговування і т. п.

Узагальнюючими показниками ефективності інформаційної системи (пристрою) є показники економічної ефективності, що характеризують доцільність затрат на створення і функціонування системи (пристрою). Розрахунок витрат зазвичай не складний, а от розрахунок результатів залишається складною, до кінця не вирішеною проблемою. Часто прибуток визначається шляхом експертного оцінювання за аналогією з іншими подібними системами, а соціальний ефект кількісно взагалі не визначається.

Економічна ефективність характеризує відношення результатів – величини прибутку до величини сумарних витрат на створення та експлуатацію системи (пристрою). Як показники економічної ефективності зазвичай використовуються:

- річний економічний ефект  $C = C_p - C_n \cdot K_c$ ;
- коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень  $C_e = C_p / K_c$ ;
- строк окупності капітальних вкладень  $T_c = K_c / C_p$ ,

де  $K_c$  – одноразові (капітальні) витрати (вкладення) на створення ІС;

$C_p$  – річна економія (прибуток), одержувана при використанні ІС;

$C_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

Коефіцієнт  $C_n$  характеризує середній рівень ефективності капітальних вкладень. Він повинен бути не менший відсоткової ставки банківського кредиту.

Аналітично технічну ефективність ІС та ІІ прийнято оцінювати критеріями ефективності. Критерій (грец. *criterion*) – признак, на базі якого формується оцінювання якості об'єкта процесу, мірило такого оцінювання. Наприклад, критерій ефективності характеризує рівень ефективності системи, а критерій оптимальності – наскільки система близька до оптимального стану.

## 2.2 Класифікація критеріїв ефективності

При розробці інформаційної системи тип ІІІ зазвичай вибирається, виходячи з критерію його роботоздатності, який має одну з можливих форм запису:  $b_i \geq b_T$ ,  $b_i \leq b_T$ ,  $b_i = b_T \pm \Delta b_T$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , де  $b_T, \Delta b_T$  – потрібне значення та допустимий розкид  $b_i$  параметра ІІІ відносно параметра  $b_T$  [9, 10]. При цьому нерідко виникає ситуація, коли критерію роботоздатності відповідає більше ніж один тип ІІІ. В такому випадку він вибирається практично інтуїтивно, з урахуванням досвіду розробника. Аналогічна ситуація спостерігається при проектуванні ІІІ на базі нового фізичного явища, коли потрібно виконати кількісне оцінювання ефективності однотипних ІІІ, які характеризуються сукупністю параметрів  $b_i$ . Найгостріше ця задача стоїть при створенні складних інформаційних систем, оскільки похибка на початкових стадіях може так збільшити вартість системи, що її впровадження стане недоцільним. З метою виключення такого ризику використовуються різні критеріальні оцінки ефективності складних інформаційних систем.

Побудова критерію ефективності ІІІ є одним із найважливіших і найвідповідальніших етапів проектування. По суті на цьому етапі будується "шкала цінностей", за якою повинні порівнюватися різні варіанти ІІІ. Критерій ефективності не можна одержати тільки засобами математики. Розв'язання цієї задачі є евристичною процедурою, що виконується з урахуванням призначення й умов функціонування ІІІ.

В теорії інформаційних пристроїв і систем використовуються різні їх характеристики: точність, швидкодія, надійність, вартість і ін. Кожну з них можна розглядати як однопараметричний (частковий) критерій ефективності. Однопараметричні критерії не дають достатньо повного уявлення про його ефективність у цілому. Спроба вибору кращого варіанта ІІІ одночасно за декількома частковими критеріями зазвичай позбавлена змісту, тому що практично поліпшення одного параметра супроводжується погіршенням, принаймні, одного іншого параметра. Все це вказує на необхідність використання узагальнених (комплексних) критеріїв, що пов'язують у необхідних пропорціях основні, найважливіші часткові параметри ІІІ.

В наш час знаходять застосування технічні, економічні і техніко-економічні критерії ефективності (рис. 2.1).

Під технічною ефективністю в більшості випадків розуміється ступінь пристосованості засобів інформаційної техніки до виконання поставлених задач.

Якщо формувати вимоги до критерію ефективності ІІІ, то в загальному вигляді критерієм ІІІ є функціонал вигляду (3.1).

Через різноманіття аспектів, з урахуванням яких можуть розглядатися критерії ефективності ІІІ, в [10] запропоновано таку їх класифікацію.

1. Часткові критерії ефективності – характеризують окрему сторону ефективності ІІІ і відображують якусь одну характеристику ІІІ (точність,

надійність, швидкодію і т. п.). Проте ефективний ІІІ за одним з цих критеріїв, може виявитися не оптимальним за іншим критерієм.

2. Узагальнені критерії ефективності – характеризують загальну ефективність ІІІ у цілому і є функцією часткових критеріїв.

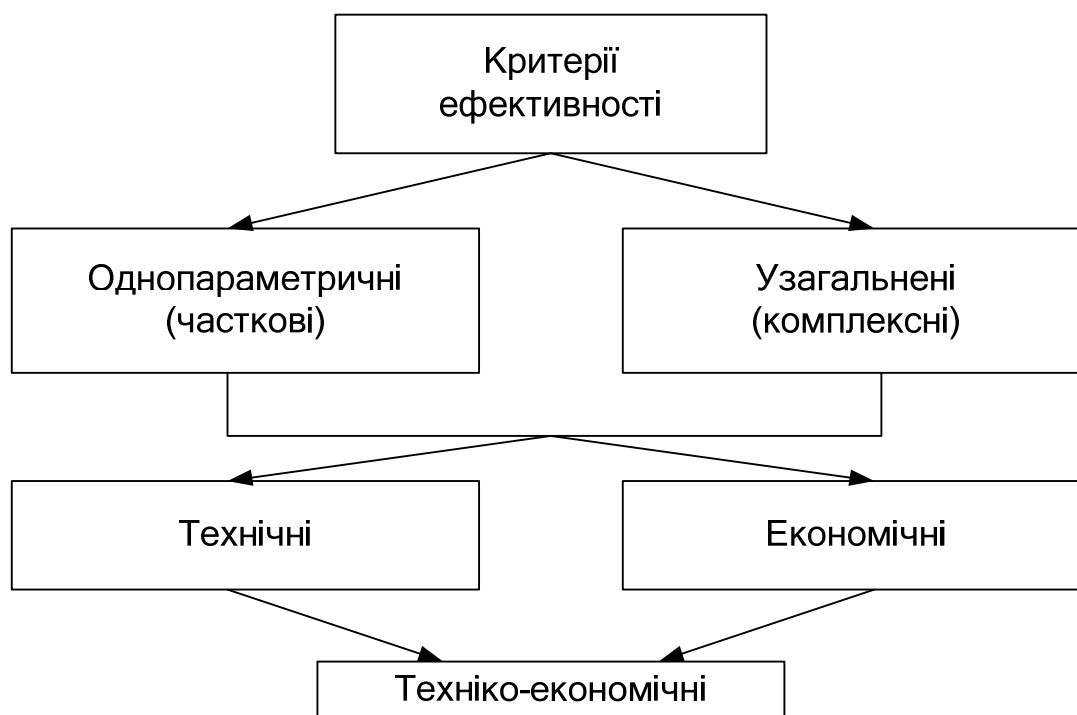


Рисунок 2.1 – Узагальнена класифікація критеріїв ефективності

Як часткові, так і узагальнені критерії можуть бути якісними і кількісними. Якісний критерій показує, досягнута або не досягнута мета (ефект), поставлена перед ІІІ. Цей критерій ефективності можна розглядати як той, що приймає тільки два значення: 1 – якщо мета досягнута, 0 – у протилежному випадку. Кількісний критерій є деякою величиною, що характеризує в чисельному вигляді виконання ІІІ його функції. Цей критерій приймає безперервний або дискретний ряд значень. При цьому прагнуть одержати чисельне значення критерію в межах від 0 до 1.

Технічні критерії ефективності застосовують, коли фіксовані затрати на придбання і функціонування ІІІ (одержання максимального ефекту при заданих затратах).

Економічною ефективністю технічних засобів називають ступінь їхньої відповідності умові, коли економічний ефект від використання засобів повинен окупити затрати на їхню розробку, виробництво й експлуатацію за заданий час. Основними показниками даного критерію є:

- капітальні вкладення, необхідні для здійснення заходів щодо впровадження ІІІ;
- продуктивність праці (у розрахунку на одного працюючого);
- термін окупності капітальних вкладень;
- собівартість продукції об'єкта, на якому використовується новий ІІІ;

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кузьмин И. В. Оценка эффективности и оптимизации АСКУ / Кузьмин И. В. – М. : Сов. радио, 1971. – 296 с.
2. Цапенко М. П. Измерительные информационные системы / Цапенко М. П. – М. : Энергия, 1974. – 320 с.
3. Гуткин Л. С. Оптимизация радиоэлектронных устройств / Гуткин Л. С. – М. : Сов. радио, 1975. – 367 с.
4. Моисеев В. С. Системное проектирование преобразователей информации / Моисеев В. С. – Л. : Машиностроение, 1982. – 255 с.
5. Касаткин А. С. Эффективность автоматизированных систем контроля / Касаткин А. С. – М. : Энергия, 1975. – 88 с.
6. Новицкий П. В. Основы информационной теории измерительных устройств / Новицкий П. В. – Л. : Энергия, 1968. – 248 с.
7. Юрлов Ф. Ф. Технико-экономическая эффективность сложных радиоэлектронных систем / Юрлов Ф. Ф. – М. : Сов. радио, 1960. – 280 с.
8. Кузьмин И. В. Основы теории информации и кодирования / И. В. Кузьмин, В. А. Кедрус– К. : Вища школа, 1977. – 280с.
9. Негатроника / [Серьезнов А. Н., Степанова Л. Н., Филинюк Н. А. и др.] – Новосибирск : Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1995. – 315 с. – Эффективность информационных устройств на основе негатронов. – С. 219–231.
10. Филинюк М. А. Критерий эффективности информационных устройств преобразования и управления / Филинюк М. А. – М. : Изв. вузов СССР. – Сер. «Приборостроение», 1989. – № 3 С. 3–8.
11. Багацкий В. А. Методика оценки технического уровня и качества проектирования и производства электронных устройств / Багацкий В. А. – К. : Знание, 1989. – 43 с.
12. Ле Туан Ту. Аналитические требования к критериям эффективности информационных устройств / Ле Туан Ту, Анфилов Р. А., Филинюк Н. А. – В кн. "Контроль і управління в технічних системах". – Вінниця : Вища школа, 1997. – С. 56–62.
13. Шарейко Л. А. Проблема эффективности вычислительных систем и пути её решения / Шарейко Л. А. – М. : АН СССР. – Научн. совет по комплексной проблеме "Кибернетика", 1981. – 315 с.

14. Чуманов Н. М. Оценка эффективности сложных технических устройств / Чуманов Н. М., Серебряный Е. Н. – М. : Сов. радио, 1980. – 191 с.
15. Росин М. Ф. Статическая динамика и теория эффективности систем управления / Росин М. Ф. – М. : Машиностроение, 1970. – 336 с.
16. Бриллюэн Л. Наука и теория информации / Бриллюэн Л. – М. : Физматгиз, 1960. – 392 с.
17. Новицкий П. В. Система основных понятий при анализе качества измерительных средств / Новицкий П. В., Зегджа П. Д. // Измерительная техника, 1971. – № 6. – С.18–20.
18. Оптоэлектронная схемотехника / [Кожемяко В. П., Натрошвили О. Г., Мартинюк Т. Б., Имнаишвили Л. Ш.] – К. : УМК ВО, 1988. – 276 с.
19. Симин А. В. Критерий качества СВЧ фильтров / Симин А. В., Холодняк Д. В., Вендик Н. Б. // Крымико : материалы международной научно-технической конференции. – 2005. – С. 576–577.
20. Філінюк М. А. Критеріальна оцінка ефективності узагальнених перетворювачів імітансу // Філінюк М. А., Ле Туан Ту, Піддубний О. П. // Вісник ВПІ. – 1999. – № 1. – С. 85–90.
21. Лищинская Л. Б. Критеріальна оцінка ефективності многопараметрических ОПИ / Лищинская Л. Б. // Прикладная радиоэлектроника. – 2010. – том 9. – № 4. – С. 542–546.
22. Ліщинська Л. Б. Ефективність комбінованих керованих елементів на основі однокристалного узагальненого перетворювача імітансу / Ліщинська Л. Б., Барабан М. В., Філінюк М. А. // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2011. – № 1(21). – С. 69–75.
23. Лищинская Л. Б. Графоаналитический метод оценки эффективности комбинированных управляющих элементов на основе многопараметрических обобщенных преобразователей иммитанса / Лищинская Л. Б. // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2011. – № 2. – С. 67–72.
24. Комп'ютерна програма «Алгоритм ефективності узагальнених перетворювачів імітансу» / Ліщинська Л. Б., Войцеховська О. В., Барабан М. В., Філінюк М. А. // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 40301. – К. : Державна служба інтелектуальної власності України. – Дата реєстрації 07.10.2011 р.

25. Комп'ютерна програма “Ефективність керованих комбінованих елементів на основі однокристалного узагальненого перетворювача іммітансу” / Л. Б. Ліщинська, О. В. Войцеховська, О. В. Войцеховська, [та ін.] // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 42792. – К. : Державна служба інтелектуальної власності України. – Дата реєстрації: 19.03.2012 р.

26. Высокопроизводительные преобразователи формы информации / [Кондалев А. И., Багацкий В. А., Романов В. А., Фабричев В. А.] – Киев : Наук. думка, 1987. – 280 с.

27. Методические указания по оценке технического уровня и качества промышленной продукции РД – 50-149-79. – Изд-во стандартов. – 1979. – 78 с.

28. Геминтерн В. И. Оптимизация в задачах проектирования / В. И. Геминтерн, М. С. Шпильман. – М. : Знание, 1982. – 63 с.

## Список умовних позначень

АВС – автоматична випробувальна система  
АСК – автоматизована система контролю  
АСКК – автоматична система контролю і керування  
АСК – автоматизована система керування  
АЦП – аналого-цифровий перетворювач  
АЧХ – амплітудно-частотна характеристика  
ВО – від’ємний опір  
ДВО – динамічний від’ємний опір  
ЕОМ – електронно-обчислювальна машина  
ІВС – інформаційно-вимірювальна система  
ІМС – інтегральна мікросхема  
ІІ – інформаційний пристрій  
ІІК – інформаційний пристрій керування  
ІІІ – інформаційний пристрій перетворення  
ІС – інформаційна система  
КЕ – керуючий елемент  
ККД – коефіцієнт корисної дії  
КСХ – коефіцієнт стоячої хвилі  
НВЧ – надвисокі частоти  
ІІ – перетворювач інформації  
СВО – статичний від’ємний опір  
ССІІ – струмовий конвеєр другого покоління  
УІІ – узагальнений перетворювач імітансу  
УІІ<sub>Н</sub> – багатопараметричний УІІ  
ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач  
ЦІС – центральна інформаційна система



## ГЛОСАРІЙ

- Автоматизована система керування – automatize system of operation
- Автоматична випробувальна система – automatic testing system
- Вартість – value
- Вимірювальний засіб – measuring device
- Економічність - economy
- Ентропія – entropy
- Ефективність – efficiency
- Завадозахищеність – hindrance-protected
- Імовірність – probability
- Ідеальна система – perfect system
- Інформаційна система – information system
- Інформаційний пристрій – information device
- Інформаційно-вимірювальна система – information and measuring system
- Керуючий елемент – operating element
- Коефіцієнт ефективності – coefficient of efficiency
- Компонент – component
- Критерій ефективності – criterion of efficiency
- Надійність – reliability
- Неавтоматизована система – non-automatize system
- Механізована система – mechanized system

Оцінювання ефективності – estimation of efficiency

Оптимальність – optimality

Оптоелектроніка – optoelectronic

Параметр – parameter

Перетворювач інформації – information transformer

Показник ефективності – index of efficiency

Показник якості – index of quality

Прилад – device

Продуктивність – productivity

Синтез – synthesis

Точність – precision

Узагальнений критерій – generalized index

Узагальнений перетворювач імітансу – generalized immittance converter

Фільтр – filter

Частковий критерій – particular index

Швидкодія – fast-acting

Якість – quality

*Навчальне видання*

**Філінюк Микола Антонович  
Багацький Валентин Олексійович  
Ліщинська Людмила Броніславівна  
Войцеховська Олена Валеріївна**

# **КРИТЕРІАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ ТА СИСТЕМ**

Навчальний посібник

Редактор В. Дружиніна

Коректор З. Поліщук

Оригінал-макет підготовлено О. Войцеховською

Підписано до друку 27.01.2014 р.  
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman  
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 9,14.  
Наклад 300 (1-й запуск 1-100) прим. Зам. №2014-004.

Вінницький національний технічний університет,  
навчально-методичний відділ ВНТУ,  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Тел. (0432) 59-85-32.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті  
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Тел. (0432) 59-85-32.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.