

МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ ПРОЕКТУВАННЯ

УДК 621.396.6.001.63

М. Лобур

Національний університет “Львівська політехніка”

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ

© Лобур М., 2004

Запропоновано алгоритм проектування вбудованих систем, який враховує специфіку і особливості цих пристроїв. Проведено класифікацію ВС, що дозволяє розділити вбудовані системи за їх принципом дії.

Design algorithm for build-in systems development is proposed. Classification of build-in systems, which allow to divide build-in systems by principle of action, is made.

Вступ

Мікроелектроніка сьогодні розвивається надзвичайно швидкими темпами. Розробляються нові технології і зразу ж з'являються нові інструментальні засоби для їх проектування. Один з швидкопрогресуючих напрямків у галузі мікроелектроніки сьогодні – МЕМС [1–7] (МікроЕлектроМеханічні Системи), як називають його в західній науковій пресі, або альтернативна назва цього напрямку в Україні – вбудовані системи.

Основною особливістю вбудованих систем (ВС) є те, що вони поєднують електронну та механічну частини. Одним з основних компонентів вбудованих систем є давачі (мікросенсори) [8], модуль обробки інформації (мікропроцесор) та виконуючі механізми (актюатори) [9].

Сучасний етап розвитку твердотільної мікроелектроніки дозволяє, практично, вирішити всі проблеми, які виникають під час розроблення та виготовлення модуля мікропроцесорної обробки інформації. Цілком інша ситуація спостерігається при проектуванні та виготовленні сенсорів і актюаторів.

Перш за все це визначається тим, що всі складові вбудованої системи необхідно виготовити в одному технологічному процесі. По-друге, сенсори та актюатори можуть містити складові, які виконують значні механічні переміщення в часі. По-третє фізичний принцип роботи цих пристроїв базується на стику наукових галузей: механіки, електрики, біології, мікроелектроніки, оптики та ін.

Тому розробка підходів до проектування та аналізу ВС та наскрізних САПР ВС є актуальною науковою задачею сьогодення.

Основні етапи проектування вбудованих систем

Процес проектування вбудованих систем має свої особливості, на відміну від технології проектування інтегральних схем (ІС), яка на сьогоднішній день досить добре відпрацьована і використовує сучасні програмні засоби, які дозволяють швидко та ефективно організовувати процес проектування та виготовлення нових інтегральних пристроїв.

Під час проектування вбудованих систем використовується класичне низхідне проектування [10], тобто проектування “зверху – вниз”. Цей підхід передбачає, що процес проектування ВС розбивається на розв’язання окремих підзадач. Для прикладу, на проектування функціонально довершених модулів вбудованої системи, а саме: сенсорів, мікропроцесорного модуля, виконуючих пристроїв та ін. Подальша декомпозиція процесу проектування передбачає розбиття задач проектування сенсорів та актюаторів на задачі проектування елементів. Це є задачі, пов’язані з проектуванням статора чи ротора мікродвигуна, пружини чи джерела живлення електростатичного актюатора. Наступний крок декомпозиції передбачає розбиття задач проектування елементів ВС на задачі проектування компонентів вбудованих систем. Тому структурна схема проектування

вбудованих систем, яка наведена на рис. 1, визначає три рівні задач проектування. Перший рівень називається функціональним рівнем вбудованої системи, другий – елементним рівнем вбудованої системи, а третій – компонентним.

Цей підхід до проектування вбудованих систем має ряд переваг, а саме: з простішими об'єктами проектування зручніше працювати, побудувати математичну модель цього об'єкта, провести моделювання його роботи, виконати верифікацію та тестування результатів проектування та ін.

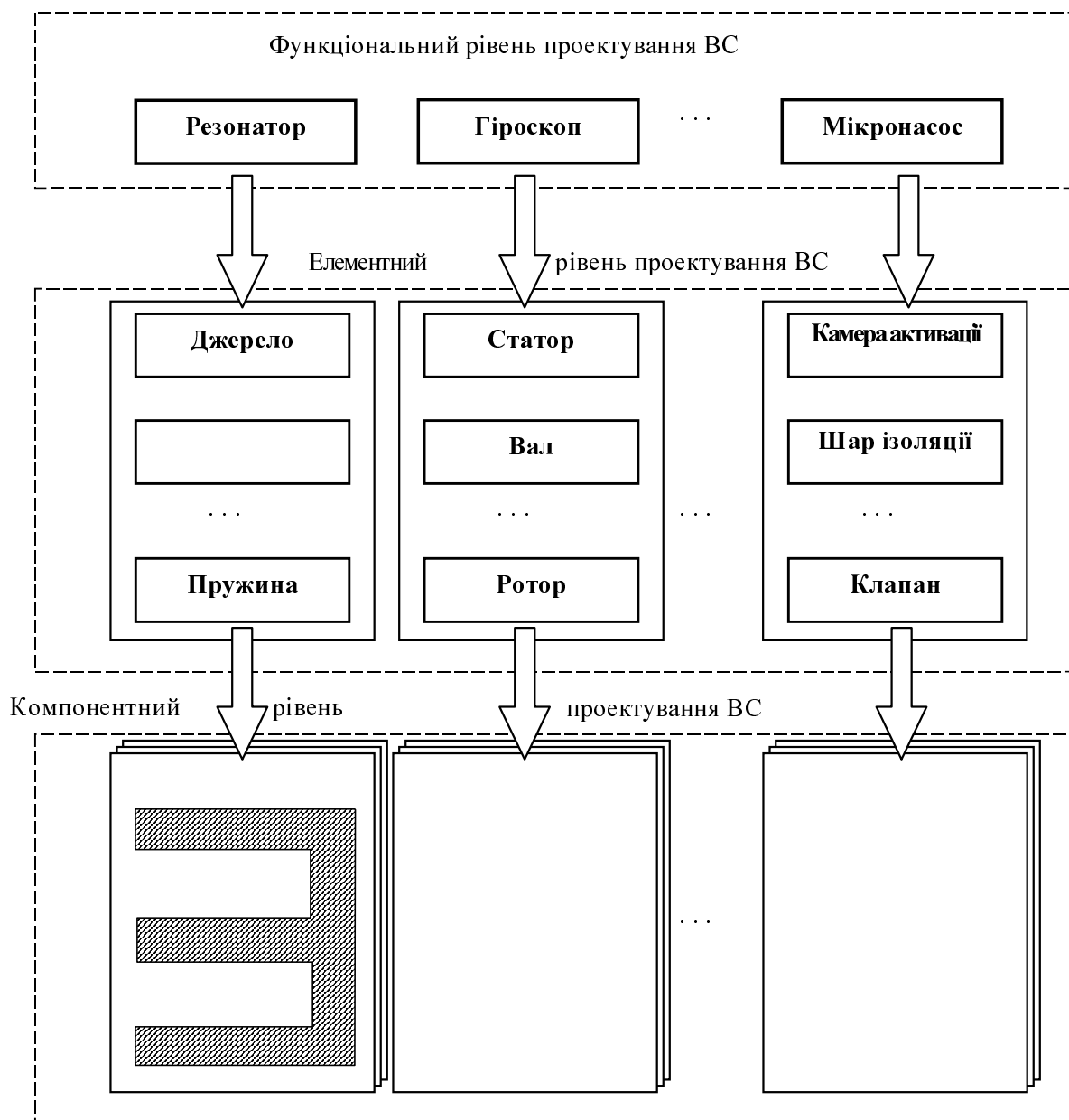


Рис. 1. Структура проектування вбудованих систем “зверху–вниз”

Разом з тим, процес проектування та виготовлення вбудованих систем має свої особливості та певну специфіку на відміну від проектування ІС. Відповідний алгоритм проектування наведений на рис. 2.

На початковому етапі проектування відбувається опис вбудованої системи. Опис містить як електричні параметри системи, так і механічні.

Наступний крок роботи алгоритму передбачає проектування електричної схеми вбудованої системи з наступним її аналізом за допомогою відповідних програмних засобів [11–13].

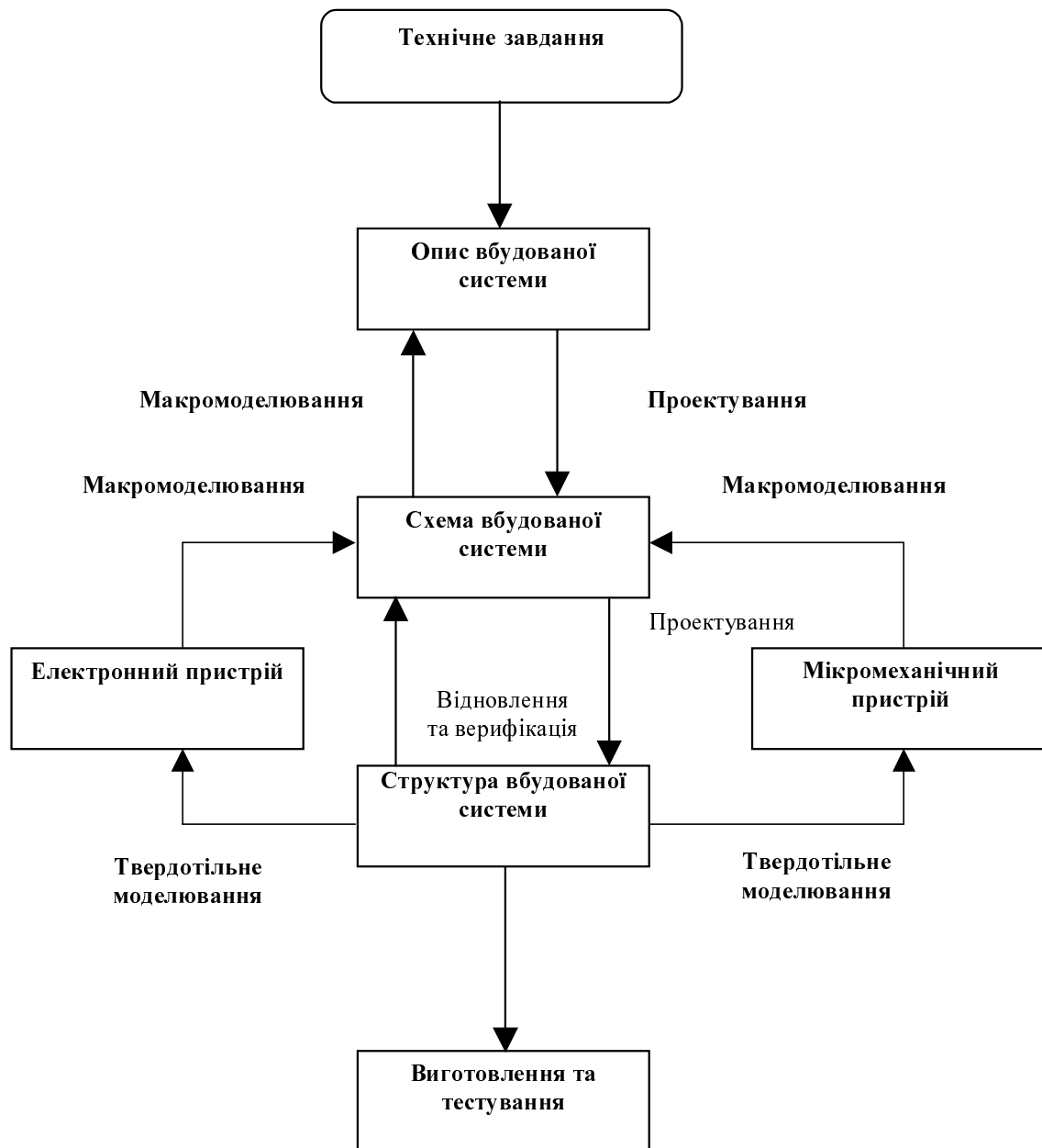


Рис. 2. Алгоритм проектування та виготовлення вбудованих систем

За результатами побудови першого наближення електричної схеми ВС відбувається проектування її конструкції з подальшим моделюванням вихідних характеристик механічної системи.

Так, цей ітераційний процес продовжується до того часу, коли всі вихідні електричні та механічні параметри не будуть задовольняти технічне завдання. Після цього алгоритм проектування передбачає виготовлення та тестування вбудованих систем.

Побудова структурної схеми основних складових вбудованих систем

Вбудовані системи поєднують кремнієву технологію, яка базується на мікроелектроніці з технологією механічної мікрообробки, внаслідок чого вдається реалізувати на одному кристалі нові мікропристрої, або по-іншому їх називають “системи на чіпі” чи мікроелектромеханічні системи (MEMS). Отже, MEMS технологія – це технологія проектування та виготовлення інтелектуальних пристроїв, які збільшують обчислювальну здатність мікроелектроніки і надають можливість сприймати інформацію та керувати виконуючими мікропристроями.

У цьому разі, інтегральні схеми (IC) можна розглядати як “мозок” мікросистеми, а пристрої сприйняття інформації та виконуючі пристрої – як “очі” та “руки”.

Отже, вбудована система, як було зазначено вище, об'єднує в собі три основні складові:

- засоби перетворення неелектричної інформації в електричні сигнали (сенсори);
- мікропроцесорні системи обробки отриманої інформації;
- виконуючі пристрої (актюатори).

Засоби перетворення неелектричної інформації в електричний сигнал дозволяють зчитувати дані про стан навколишнього середовища. До цих засобів належать давачі та сенсори.

Мікропроцесорна система обробляє отриману інформацію та видає керуючий сигнал для виконуючого пристрою, який виконує ті чи інші дії. Як правило, виконуючі пристрої, або по-іншому їх називають актюаторами, перетворюють енергію електричного сигналу в механічний рух.

Тому до основних складових вбудованої системи входять такі галузі, як електроніка, матеріалознавство та спеціалізовані компоненти ВС – давачі і актюатори (рис. 3).

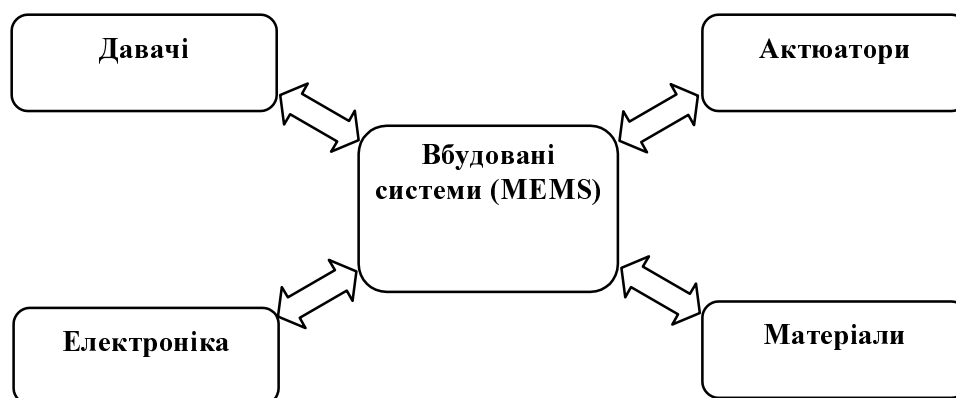


Рис. 3. Основні складові вбудованих систем

Особливістю структурної схеми є те, що вона містить таку галузь науки, як матеріалознавство. Оскільки матеріали, що використовуються в мікроелектроніці, не забезпечують повною мірою необхідні вихідні характеристики сенсорів та актюаторів (Si, Si₃Nu, SiO₂). Відповідно, останім часом, надзвичайно активно виконуються наукові роботи із дослідження нових матеріалів, які у найближчому майбутньому будуть використовуватися у виробництві вбудованих систем.

Побудова структурної схеми вбудованої системи

У загальному випадку вбудовані системи можна розділити на дві великі групи. Перша група вбудованих систем передбачає, що сенсор, процесор та актюатор розміщені на одному напівпровідниковому кристалі та виготовлені за єдиним технологічним маршрутом. Розміри такого кристала на перевищують декількох квадратних сантиметрів. Назвемо цю групу вбудованих систем – мікробудованими системами.

Інша група називається макробудованими системами. Особливістю макробудованих систем є те, що їх не можливо розмістити на одному напівпровідниковому кристалі. Окремі складові цієї системи, як правило, набагато більші за розмірами від розмірів напівпровідникового кристала і дозволяють виконувати великі механічні зусилля й переміщення. Разом з тим, частини цієї макробудованої системи, як сенсор та мікропроцесор чи мікропроцесор і виконуючий пристрій, можуть бути розміщені також на одному напівпровідниковому кристалі.

Загальна структура вбудованої системи наведена на рис. 4. Кожна така система містить сенсор, що виконує роль чутливого елемента, який перетворює вхідні фізичні, хімічні та інші величини в електричний сигнал. Отриманий сигнал, як правило, є аналоговим. Тому наступний модуль виконує функцію приведення аналогового сигналу до необхідного рівня з подальшим перетворенням його в цифрову форму, що виконує АЦП.

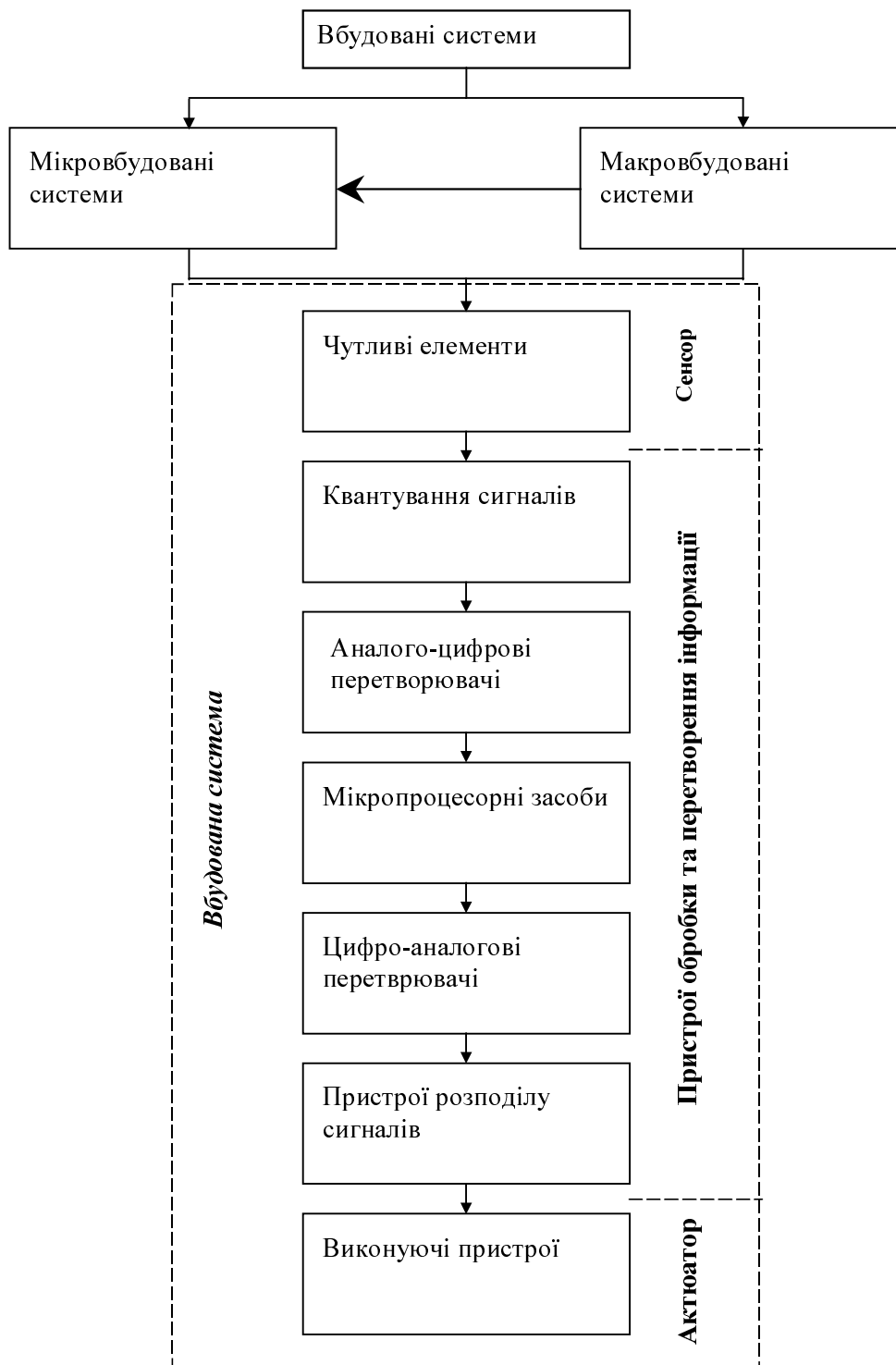


Рис. 4. Структура вбудованої системи

Мікропроцесорні засоби обробляють отриману цифрову форму вхідного сигналу згідно з заданим алгоритмом. До цього модуля можуть входити як мікропроцесори, так і контролери, процесори сигналів, запам'ятовуючі пристрої та цифрові схеми. Вихідною інформацією блоку мікропроцесорних засобів є генерація керуючого цифрового сигналу (або групи керуючих сигналів), який за допомогою ЦАП перетворюється в аналогову форму. Останній модуль в ряді мікробудованих систем може бути відсутній. Далі сигнал передається на пристрій розподілу аналогових та цифрових сигналів (аналогові комутатори, демультиплексори, буферні регістри та ін.), з якого передається на виконуючий пристрій.

Слід зауважити, що макровбудовані системи можуть включати в свою структуру мікро-вбудовані системи або їх частини.

Класифікація вбудованих систем

Залежно від фізичних принципів дії датчиків та актуаторів усі вбудовані системи можна розділити на ряд груп, які, в свою чергу, залежать від таких галузей науки і техніки, як електрика, механіка, оптика та біологія (рис. 5).

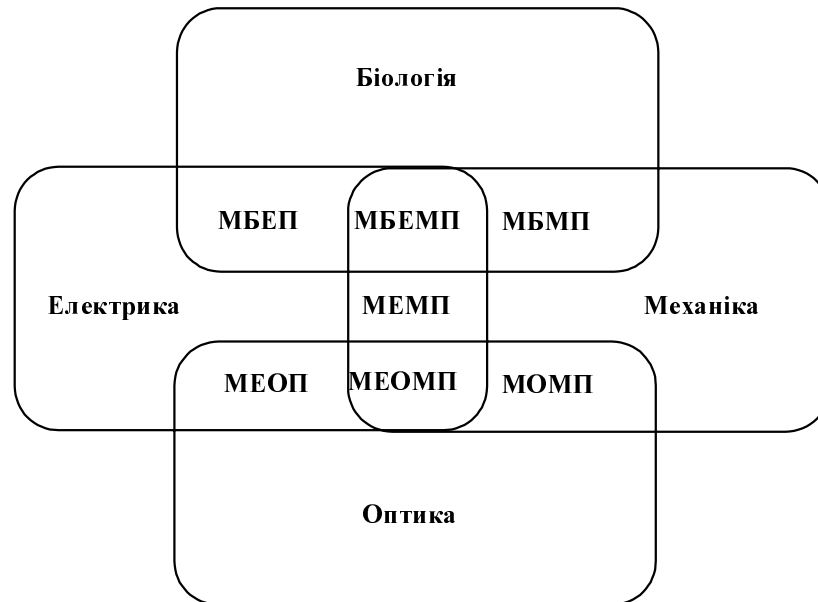


Рис. 5. Класифікація вбудованих систем за фізичним принципом дії

Поєднання цих основних галузей науки дозволяє провести класифікацію вбудованих систем на такі групи:

- мікроелектромеханічні пристрої (МЕМП);
- мікрооптикомеханічні пристрої (МОМП);
- мікробіоелектричні пристрої (МБЕП);
- мікробіомеханічні пристрої (МБМП);
- мікробіоелектромеханічні пристрої (МБЕМП);
- мікроелектрооптикомеханічні пристрої (МЕОМП).

Слід зазначити, що в західній науковій пресі термін MEMS (Мікроелектромеханічні системи) досить часто використовують до всіх зазначених вище мікропристроїв. Проведена класифікація дозволяє чітко розділити вбудовані системи за фізичним принципом дії.

Разом з тим, варто зауважити, що протягом останніх років та декількох наступних може зазнати суттєвої зміни ця класифікація вбудованих систем. Оскільки з'явилися вбудовані системи, що використовують для своєї роботи інші фізичні принципи [14].

Висновки

Отже, в запропонованій статті:

- дано визначення вбудованої системи;
- дано визначення мікро- та макровбудованої системи;
- запропоноване нисхідне проектування ВС, яке враховує особливості та специфіку даних пристроїв;
- запропоновано алгоритм проектування та виготовлення ВС; проведено класифікацію вбудованих систем за принципом дії.

1. *Wing Rotation and the Aerodynamic Basis of Insect Flight* // *Science*. 18 June 1999. – Vol. 284. – № 5422. 2. *Kirchner F. Development of Terrestrial Ambulatory Autonomous Robots* // *Proc 2'nd DARPA-CBS Workshop on controlled biological systems, Tuscon, Arizona, USA, January 1999*. 3. *Kirchner F. Scorpion-25 Meilen autonom durch die Wüste* // *GMD-Spiegel* 3-4-1999. 4. *Linnemann R., Paap K., Klaassen B. Modeling and Simulation of the Robot GMD-Snake2* // *Computational Intelligence for modeling control and automation (Hrsg.) M. Mohammadian. IOS Press Amsterdam*. 5. *Klaassen B., Paap K. GMD-SNAKE2: A Snake-like Robot Driven by Wheels and a Method for Motion Control* // 6. *IEEE, International Conference on Robotics and Automation, IEEE Robotics and Automation Society*. – P. 3014–3019. 7. *Ayers J., Crisman J.D. and Massa D. A Biologically-based Controller for an Underwater Ambulatory Robot* // *Proc. Int. Symp. Unmanned Untethered Submersible Technology. Autonomous Undersea Systems Institute, Portsmouth, N.H., 1993*. – P. 60–68. 8. *Maluf, Nadim An introduction to microelectromechanical system engineering* // *Library of Congress Cataloging-in-Publication Data*. 9. *Петренко А.И., Семенов А.И. Основы построения систем автоматизированного проектирования*. – К.: Вища школа, 1984. – 296 с. 10. *Петренко А.И. Основы автоматизации проектирования*. – К.: Техніка, 1982. – 295 с. 11. <http://www.tanner.com>. 12. <http://www.memcap.com>. 13. <http://www.cadence.com>. 14. *Ayers J. A Reactive Ambulatory Robot Architecture for Operation in Current and Surge* // *Proc. of the Autonomous Vehicles in Mine Countermeasures Symposium. Naval Postgraduate School. 1995*. 15–31.

УДК 621.391.83

Ю. Стех, А. Керницький

Національний університет “Львівська політехніка”

ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АЛГОРИТМІВ СТИСНЕННЯ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

© Стех Ю., Керницький А., 2004

Наведено результати дослідження розвитку математичного забезпечення алгоритмів стиснення цифрових зображень. Розглянуто два класи алгоритмів – алгоритми стиснення без втрат і алгоритми стиснення із втратами. Проаналізовано переваги і недоліки кожного алгоритму. Виділено критерії порівняння. Для кожного алгоритму наведено його характеристики.

Presents results of the research on the history of digital images compression algorithms. The two classes of algorithms are considered – compression algorithms without losses and compression algorithms with losses. Advantages and shortcomings of these algorithms are analysed. Comparability criteria are emphasized. For every algorithm its features are presented.

Під задачею стиснення інформації у цифровій обробці зображень (ЦОЗ) розуміють пошук шляхів зменшення об'єму даних, які необхідні для кодування зображень при збереженні прийнятної якості декодованого зображення.

Математичне забезпечення алгоритмів стиснення цифрових зображень повинно враховувати особливості зображень як типу даних класи застосувань і характеризується певними критеріями.

Зображення як тип даних, характеризується трьома особливостями:

1) зображення (як і відео) звичайно вимагають зберігання значно більшої ємності пам'яті, ніж текст. Ця особливість зображень визначає актуальність алгоритмів архівації графіки;

2) людський зір під час аналізу зображень оперує контурами, загальним переходом кольорів і нечутливий до малих змін у зображенні. Це дає змогу створювати ефективні алгоритми архівації