

УДК 621.717.112.6

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2313-5352-2019-15-3>Григор'єва Н.С., д.т.н., проф., Шабайкович В.А., д.т.н., проф., Марчук І.В., к.т.н., доц.
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна

МОДУЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ

Значне підвищення ефективності виробництва в приладобудуванні дає застосування модульної технології при наявності використання модульних конструкцій приладів тощо. Під модульним принципом розуміється побудова різних технічних систем приладобудування з різноманітними характеристиками шляхом компоновки їх з типових модулів обмеженої номенклатури. Під модулем розуміється однозначний стабільний елемент, який описується мінімальним набором характеристик і відрізняється обмеженою номенклатурою та розділяється на свої різновиди за прийнятими критеріями. Це конструкційні, технологічні, організаційні, експлуатаційні, економічні, розрахункові та інші модулі, що представляють новий напрямок розвитку приладобудування. Описати їх класифікацію можна з допомогою 3D-матриць. Сутність її полягає в представленні модуля трьома напрямками розширення характеристик кожного елемента, котрі також представляються своєю тріадою і т.д. до повного його описання. В основу формування таких модулів покладається конструкція приладів, спосіб її виготовлення, виконання рухів і дій при складанні, технологічне розчленування необхідних робіт тощо. Їх структура залежить від конструкційних, технологічних, організаційних і інших чинників.

Ключові слова: модуль, різновиди, класифікація, матриця 3D.

Вступ. Розробка модульних технологій є новим напрямком в приладобудуванні, а її основою виступають модулі, з яких компонується як технологічні процеси, так і технологічне обладнання з оснащенням. Поняття модуля відоме давно, як і його використання. Найбільш загальне поняття модуля було сформульоване Бор-Раменським [1] - модуль це цілісність, спряжувана з іншими елементами (об'єктами) структури так, що можлива її оперативна заміна на іншу цілісність того ж функціонального призначення. Модульний принцип в машинобудуванні запроваджений Васильєвим А.Л. [2], який його визначає, як особливість побудови технічних систем і полягає в підпорядкуванні їх розмірів проектним модулям, забезпеченні можливості комплектування різноманітних складних нестандартних технічних систем з великою різноманітністю характеристик з невеликої, економічно обґрунтованої кількості типів і типорозмірів однакових первинних загальних модуль-елементів. Більш чітко визначення дав Базров Б.М. [3], який вважається розробником модульної технології обробки деталей машин. У Базрова Б.М. під модульним принципом розуміється побудова різних технічних систем з різноманітними характеристиками шляхом компоновки їх з типових модулів обмеженої номенклатури, а під модулем – однозначний стабільний елемент, який описується мінімальним набором характеристик і відрізняється невеликою номенклатурою.

Базров Б.М. при класифікації модулів машинобудівних виробів передбачає їх поділ на модулі проектні (простору, співвідношення розмірів) та фізичні (функціональні та конструктивні) з відповідною їх градацією на лінійні, площинні, об'ємні, золотого січення, зубчатого колеса, відношення довжини до діаметру, технологічні, обслуговування, деталі, складальної одиниці, модулі з'єднання з виділенням базових модулів поверхні, посадки з'єднання, матеріалу з'єднання, часу виконання з'єднання та виду модульного технологічного процесу складання. Будь-яка деталь виробів може бути представлена 26 найменуваннями модулів поверхні і 14 базових модулів, а їх з'єднання 7 модулями. Виділені модулі спряження, технологічного процесу складання, технологічних баз, обладнання, інструментального налагодження, пристрою, що дозволило створити елементну базу технологічного забезпечення на модульному рівні. Такий підхід є більш конструкційним, ніж технологічним. Це мабуть є наслідком охоплення якомога більшого кола питань, особливо загальних для складання.

Таким чином, метою даної роботи є розробка класифікації складальних модулів, як найбільш складних і відповідальних, і її опис за допомогою матриць з довільним розширенням.

Викладення основного матеріалу. Якщо підходити до класифікації складальних модулів з точки зору виробництва виробів і їх експлуатації (життєвого циклу), то основними модулями будуть: конструкційні, технологічні, технологічних засобів, організаційні, експлуатаційні та економічні, котрі розділяються на свої різновиди за прийнятими критеріями (рис. 1). Під складальним модулем розуміється добре відпрацьована зоптимізована конструкційна, технологічна, організаційна чи експлуатаційна складальна одиниця багаторазового користування обмеженої номенклатури з характерними рисами автономності, стикувальності,

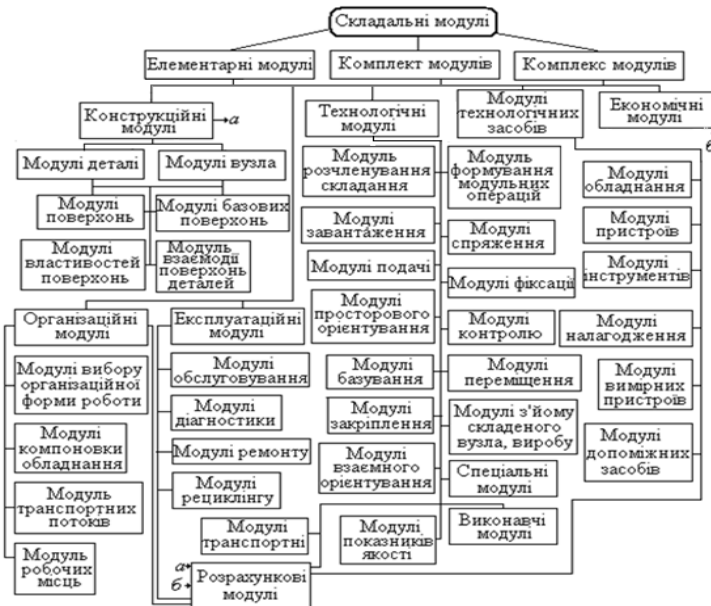


Рис. 1. Класифікація різновидів складальних модулів в приладобудуванні

зв'язаності та надмірності.

Так конструкційні можуть бути модулями деталей та вузлів, поверхонь, (окремо базових і робочих поверхонь), їх властивостей та взаємодії базових, робочих і зв'язуючих поверхонь в вузлі. Класифікація конструкційних модулів добре розроблена у Базрова Б.М. і тому може бути лише доповнена. Ці модулі мають вирішальне значення в забезпеченні якості виробів, на що мало звертають увагу. Особливе місце займають розрахункові модулі за видами потрібних розрахунків, які напряду зв'язані крім конструкційних з усіма модулями, де такі розрахунки потрібні. Технологічні модулі складаються як з модулів розчленування складальних робіт під майбутні модулі та формування структури модульних операцій, так і в основному відповідно елементів складальної операції: модулі завантаження, подачі, базування, просторового орієнтування, закріплення, взаємного орієнтування, спряження, фіксації, контролю, зняття та переміщення складеного вузла, виробу. Модулі технологічних засобів – це в основному конструкційні модулі технологічного обладнання, пристроїв, контрольно-вимірних засобів, їх налагодження, допоміжних засобів і т.п. Особливе місце займають виконавчі модулі, класифіковані за характером чи принципом дії. Наприклад, адаптивні, самопошукові, пневмовихрвові, механічні, пневматичні, електромагнітні та інші для складання окремих видів з'єднань, нанесення речовин (клеїв, тощо), спеціальні. Обов'язкове виділення транспортних модулів і модулів якості. Транспортні модулі описують технологічні переміщення деталей, вузлів, виробів за їх технологічними процесами виготовлення, а модулі якості відносяться як до забезпечення якості складаних виробів, так і якості функціонування технологічного обладнання та оснащення, персоналу.

Організаційні модулі охоплюють основні питання організації модульного складального виробництва від встановлення організаційної форми роботи, компоновки технологічного та допоміжного обладнання, апаратури до організації транспортних потоків, робочих місць і т.п., які складаються з більш простих елементарних модулів. До експлуатаційних відносяться модулі обслуговування, діагностики, підналагодження обладнання з оснащенням, ремонту, запасних частин, рециклінгу та інші.

Економічні модулі включають модулі визначення витрат виробництва, технологічної собівартості, економічного ефекту, інших економічних розрахунків, а в загальному економічному обґрунтування прийнятих рішень при проектуванні конструкції виробу чи технологічного обладнання з оснащенням, розробці технологічних процесів виготовлення виробів, їх оптимізації.

В загальному складальний модуль є закінченою частиною певного обсягу робіт, стикується з іншими функціональними модулями і характеризується автономністю, універсальністю, переналагоджуваністю та надлишковістю [4]. Надлишковість необхідна для охоплення більш широкого діапазону виробів модульного складання, але вона повинна завжди бути технологічно та економічно узasadненою. Кожному різновиду модуля має повністю відповідати інший різновид і це є підставовою засадою модульної складальної технології, оскільки формуються вони паралельно, забезпечуючи єдність технології, конструкції та організації.

На формування складальних модулів головний вплив мають: конструкція виробу, складальних з'єднань, технічні вимоги, програма випуску, переналагоджуване складальне обладнання та оснащення і т.п., тобто всі первинні вхідні дані: особливості переналагодження модульної технології, технологічні можливості переналагоджуваного складального обладнання та оснащення, степінь концентрації модульної технології, рівень технологічності конструкції виробів, рівень автоматизації, тощо.

Класифікація складальних модулів може бути виконана за принципом об'ємної кубічної матриці, або матриці 3D. Сутність її полягає в представленні модуля трьома напрямками розширення характеристик кожного елемента, котрі також представляються своєю трійкою і т.д. до повного його описання. Наприклад, модуль A описується трьома напрямками підставових характеристик A_{11} , A_{12} , A_{13} , кожна з яких уточнюється наступною трійкою і т.д., тобто кожний модуль представляється матрицею

$$M = \begin{vmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ A_{n1} & A_{n2} & A_{n3} \end{vmatrix},$$

де: A_{i3} - характеристики модуля по n ієрархічних рівнях. При такому підході до класифікації модулі легко програмуються, математично обробляються, що є перевагою, а саме її можливістю необмеженого розширення, тобто абсолютно повного опису.

Першою трійкою характеристик модуля деталі є підставові особливості конструкції, технології та організації, котрі в свою чергу уточнюються своїми трійками. Так відомі різні класи складаних деталей, матеріалів, що застосовуються, їх маса. Основними поверхнями складаних деталей, як відомо, є базові, орієнтуючі та робочі, котрі за своїм різновидом можуть бути різними, які в свою чергу уточнюються наступними трійками за вибраними потрібними класифікаційними критеріями. Це ж саме можна віднести і до розмірів деталі.

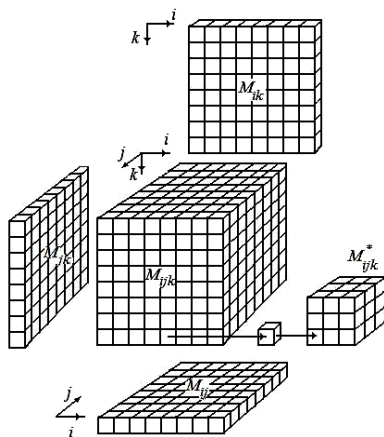


Рис. 2. Схема формування матриці 3D характеристик складальних модулів

Модуль складального з'єднання описується також трійками характеристик, які можуть бути необмежено розширеними. Перша трійка - це посадка (з гарантованим зазором, натягом і перехідна), розміри з'єднання - мало-, середньо- та великогабаритні, та особливості - механічні з'єднання, зварювані чи спаювані, одержані з додатковим елементом (клеєні з пружним елементом, замазкою), тощо. Кожна з вказаних характеристик має можливість уточнення, наприклад, механічні з'єднання можуть бути циліндричними, плоскими і фасонними і т.д. Останні підрозділятимуться на різьбові, шліцьові, комбіновані, тощо.

Основними елементами модульної складальної технології є складальні модулі, котрі математично записуються матрицею 3D, скомпонованою з звичайних (рис. 2). Об'ємна матриця M_{ijk} описує загальну класифікацію складальних модулів за вибраними критеріями в трьох напрямках. Передня вертикальна матриця M_{jk} описує різновиди модулів за типом складального з'єднання (напрямок j) і формою з'єднаних поверхонь (k). Будь-який елемент цієї матриці, наприклад, з'єднання з циліндричними поверхнями уточнюється за двома іншими критеріями, розміром і точністю, що творить верхню горизонтальну матрицю M_{ij} , а її елемент є початком бокової вертикальної матриці M_{ik} , що конкретизує спосіб складання та продуктивність.

Висновок. В основу формування складальних модулів в приладобудуванні покладається модульна конструкція приладів, спосіб виконання складальних рухів і дій, технологічне розчленування складальних і інших робіт. Їх структура залежить від конструкційних, технологічних, організаційних і інших чинників. Опис модулів виконується послідовним рядом об'ємних матриць 3D, які розкривають його параметри.

Список літератури

1. Бор-Раменский А.Е. Технологические и технические модули автоматизированных производств / А.Е. Бор-Раменский. - Л.: Наука, 1989. - 210 с.
2. Васильев А.Л. Модульный принцип формирования техники / А.Л. Васильев - М.: Изд-во стандартов, 1989. - 238 с.
3. Базров Б.М. Модульная технология в машиностроении / Б.М. Базров. - М.: Машиностроение, 2001. - 368 с.
4. Григор'єва Н.С. Науково-технологічні основи гнучкого модульного автоматичного складання виробів: Монографія. –Луцьк: Надстир'я, 2008. -520 с.

Григор'єва Н.С, д.т.н., проф., Шабайкович В.А., д.т.н., проф., Марчук І.В., к.т.н., доц.
Луцкий национальный технический университет, г. Луцк, Украина

МОДУЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Значительное повышение эффективности производства в приборостроении дает применение модульной технологии при использовании модульных конструкций приборов и тому подобное. Под модульным принципом понимается построение различных технических систем приборостроения с различными характеристиками путем компоновки их из типовых модулей ограниченной номенклатуры. Под модулем понимается однозначный стабильный элемент, который описывается минимальным набором характеристик и отличается небольшой номенклатурой, разделяется на свои разновидности по принятым критериям. Это конструкционные, технологические, организационные, эксплуатационные, экономические, расчетные и другие необходимые модули, представляющие новое направление развития приборостроения. Описать их классификацию можно с помощью 3D-матриц. Суцність її заключається в представленні модуля трьома напрямками розширення характеристик кожного елемента, котрі також представляються своєю триадою і т.д. до повного його описання. В основу формування таких модулів закладається конструкція приборів, спосіб їх виготовлення, виконання рухів і дій при сборке, технологічне розчленування необхідних робіт і тому подобное. Їх структура залежить від конструкційних, технологічних, організаційних і інших факторів.

Ключевые слова: модуль, разновидности, классификация, матрица 3D

N. Grigorieva, DSc, PhD, Eng, V. Shabaikovich, DSc, PhD, Eng, I. Marchuk, Ph.D., Assoc.Prof.
Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

MODULAR TECHNOLOGY IN INSTRUMENTATION

A significant increase in production efficiency in instrument making is the use of modular technology in the presence of the use of modular device structures and the like. The modular principle refers to the construction of different technical instrumentation systems with different characteristics by composing them from typical modules of a limited nomenclature. The module refers to a single stable element, which is described by a minimum set of characteristics and differs by a limited nomenclature and is divided into its varieties according to the accepted criteria. These are structural,

© Григор'єва Н.С, д.т.н., проф., Шабайкович В.А., д.т.н., проф., Марчук І.В., к.т.н., доц.

technological, organizational, operational, economic, calculation and other modules that represent a new direction of instrument development. You can describe their classification using 3D matrices. Its essence lies in the modules presented in three directions of extension of the characteristics of each element, which are also represented by their own triad, etc. to its full description. The design of such modules is based on the design of devices, the method of its manufacture, the execution of movements and actions during assembly, technological dismemberment of necessary works, etc. Their structure depends on structural, technological, organizational and other factors.

Keywords: *module, varieties, classification, 3D matrix.*