

УДК 621.71;681.322

## МОДЕЛЬ УНІВЕРСАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МАШИНИ - КОНСТРУКТОРА

КОНОНОВИЧ І.В.

Одеська державна академія холоду

## MODEL OF UNIVERSAL INFORMATIVE MACHINE – DESIGNER

KONONOVICH I.V.

Odessa State Academy of Refrigeration

***Анотація.** Запропонована абстрактна модель інформаційної машини – конструктора для перетворення інформації у матеріальні об'єкти. Її аналогом є автомат Дж. фон Неймана, що само відтворюється, та біохімічна машина репродукції клітини.*

***Summary.** The abstract model of informative machine - designer for transformation of information in material objects is offered. A self-reproducing automata the John von Neumann and biochemical machine of reproduction of cell is its analogue*

За високих темпів розвитку інформаційних і фізичних наук та технологій відкриваються можливості й необхідність узагальнення накопиченого досвіду взаємодії інформатики, мікроелектроніки, інформаційних, біо- та нанотехнологій. Однією з проблем є побудова ефективних універсальних багатофункціональних машин - автоматів.

Основи автоматичного конструювання та само відтворення автоматів закладені у роботах Дж. фон Неймана [1]. Все глибшим є проникнення у таємниці біохімічних процесів у живій клітині [2, 3]. У [4–6] висвітлена глибока роль інформації, поряд з матерією та енергією, у функціонуванні, розвитку та еволюції живого. Поняття універсальної інформаційної машини введено у [7] і обґрунтовано як поняття абстрактної інформаційної машини із функціонально повного набору первинних інформаційних машин [8]. Історія свідчить, що теорія автоматів з самого початку створення обчислювальних машин, серед інших своїх основ, базувалась на порівнянні природних і штучних автоматів. Ця проблема актуальна до сьогоднішнього дня.

**Мета роботи.** Базуючись на теорії автоматів, що само відтворюються, наявних даних щодо інформаційних процесів у живій клітині та сучасних методів побудови універсальних багатофункціональних машин евристично синтезується модель програмно – керованої універсальної інформаційної машини – конструктора матеріальних об'єктів.

**1. Модель само відтворювання автоматів Дж. фон Неймана.** Короткий опис моделі автоматів із само відтворюванням будемо надавати слідуючи за А. Бьорксом, який редагував і закінчив рукопис фон Неймана [1, с. 10–14]. В основі моделі лежить кінцевий автомат, не надто високої складності, з якого можна одержати універсальну обчислювальну машину, здатну здійснювати будь-які обчислення, що можна виконати на якихось обчислювальних машинах. Фон Нейман оперував кінцевим автоматом, схожим на машину Тюрінга. Автомат має кінцеве число своїх частин і кінцеве число станів. Автомат має вхідну і вихідну стрічку, на якій може виконувати операції читання, записування й переміщення стрічки за командами машини. До автомата були додані ще п'ять типів основних елементів: елемент, здатний до сприймання (типу, бачити або відчувати); елемент, що здійснює дію (типу штучна рука); елемент, здатний розділяти (від'єднувати) інші елементи; елемент, який здатний з'єднувати елементи; стержень, який дозволяє побудувати жорсткий каркас для ансамблів елементів. Буде доведено, що *із всіх цих елементів (якщо вони складають функціонально повну систему) можна побудувати автомат, який буде не тільки обчислювати, а й конструювати інші автомати будь-якої складності (із цього ж замкнутого класу алгоритмічно розв'язуваних задач).* Зовнішнє середовище для таких ідеалізованих автоматів

було представлено у вигляді безмежного океану, на поверхні якого плавають необмежене число екземплярів основних елементів кожного типу. Таким чином, кожен автомат, поміщений на поверхню такого океану, постачається частинами у необмеженій кількості.

Процес само відтворення здійснюється так. Нехай на поверхні океану плаває кінцевий автомат  $M_u$  з'єднаний із стрічкою  $T$ . Кінцевий автомат має можливість універсальної обчислювальної машини – управляти стрічкою  $T$  та виконувати програму, яка записана на цій стрічці. Була придумана спеціальна стрічка. Основу цієї стрічки складає ланцюжок із стержнів. Кодування інформації здійснювалось приєднанням (логічна «1») чи не приєднанням (логічний «0») бокового стержня на їх стиках [див. 1, рис. 2 на с. 327]. Крім того, автомат  $M_u$  має сприймаючі, діючі (маніпулюючі), об'єднуючі, роз'єднуючі органи, з'єднані між собою так, що він може підбирати з поверхні океану стержні (та частини), використовувати їх для зміни інформації на стрічці і продовжувати необмежено стрічку.

Сучасна теорія функцій алгебри логіки (ФАЛ) та теорія автоматів включає у себе поняття базису. Базисом ФАЛ називається повна система ФАЛ, за допомогою якої будь-яка ФАЛ може бути представлена суперпозицією початкових функцій. З теореми Поста – Яблонського, слідує, що до базису відноситься система функцій I, АБО, НІ [9, с. 191]. Мінімальними базисами є функції I–НІ, чи АБО–НІ. У теорії автоматів доведена теорема: будь-яку схему з пам'яттю (будь-який автомат) можна представити у вигляді сукупності схем I, АБО, НІ та тригерів. Будь-яка кінцева машина  $M$  складена із кінцевого числа елементів, які з'єднані певним чином. Тоді, таку машину можна характеризувати кінцевим описанням  $D(M)$ , яке можна представити на стрічці. Нехай машині  $M_u$  додана спроможність сконструювати будь-яку машину  $M$ , якщо їй надано її повне описання  $D(M)$ . Тоді ми маємо універсальну конструкторську машину  $M_c$ . Щоб виконати конструювання,  $M_c$  прочитає описання  $D(M)$ , знаходить і збирає частини, необхідні для  $M$ , з'єднуючи їх між собою у відповідності з планом  $D(M)$ . Закінчується конструювання копіюванням на нову стрічку  $D(M)$  та приєднання її до  $M$ . Само відтворення машини  $M_c$  стало частковим випадком загальної схеми конструювання машин, завдяки тому, що машина, яка конструює, та машина, яка конструюється, містять на свої стрічках своє власне описання  $D(M)$ .

Свою машину із само відтворенням фон Нейман розробляв на базі клітинного автомату, що діє на однорідному двомірному масиві, де кожен автомат має 29 станів і спільне правило переходів. Спочатку, кінцеве число клітин організовується так, щоб скласти універсальний автомат – конструктор  $M_c$ . Його описання  $D(M_c)$  представляється у кінцевому лінійному масиві клітин, яка виконує роль стрічки. Остання частина клітинної системи (навколишнє середовище) залишається у пасивному неорганізованому стані. Коли машина  $M_c$  активізується, вона працює і як обчислювальна машина, і як конструктор, посилаючи у клітинний простір інформацію, яка дозволяє організувати у іншій кінцевій частині клітинного простору копію машини  $M_c$  та стрічки  $T$ . Таким чином, початкова кінцева організація цієї системи відтворює сама себе. Умоглядна реалізація на автоматі  $M_c$  основних частин машини – конструктора є формальним доказом, що набір функцій сприймання, дії, об'єднання, роз'єднання, переміщення є базовим для цього класу машин. При цьому, якщо в процесі конструювання описання  $D(M_c)$  замінити на описання  $D(M_i)$  будь-якого іншого автомата, то ми маємо доказ конструювання будь-яких автоматів.

## 2. Біологічна інформаційно – хімічна машина само відтворення клітини.

Властивості, які характеризують живий організм, визначаються його фундаментальним набором генетичної інформації – геномом. Геном складається з однієї чи декількох молекул ДНК (дезоксирибонуклеїнової кислоти) (у деяких вірусів – РНК - рибонуклеїнової кислоти), організованих у вигляді хромосом. В ДНК закодована вся необхідна інформація щодо функцій клітини. Послідовність ДНК визначає послідовність білка. Послідовність білка визначає його структуру. Структура білка визначає його функцію [10, с. 51]. Білок – це молекула, яка складається з одного або декількох ланцюгів амінокислот, розташованих у певному порядку; порядок розташування амінокислот визначений послідовністю азотистих основань у гені, який цей білок кодує. Білки необхідні для формування структури, виконання

функції та здійснення регуляції клітин, тканин та органів; при цьому кожен білок відіграє певну роль (наприклад, гормонів, ферментів і антитіл). Клітини є структурною одиницею будь-якого живого організму. Для проведення паралелей корисно уточнити термінологію, що склалася на сьогодні у біоінформатиці [10, с. 287 – 310].

*Амінокислота* – елементарна структурна одиниця білка. Відомо 20 природних амінокислот, які зустрічаються у білках тварин, та приблизно ще 100, які виявлені лише у рослин. *Ген* – фундаментальна фізична і функціональна одиниця спадкоємності. Ген представляє собою упорядковану послідовність нуклеотидів, розташовану у певній області певної хромосоми та кодує специфічний функціональний продукт, тобто молекулу білка чи РНК. Ген складається не лише з власне кодових послідовностей, а й примкнутих до них нуклеотидних послідовностей, що необхідні для правильної експресії генів.

*Хромосома* – спарена, самореплікована генетична структура, яка містить клітинну ДНК. Послідовності нуклеотидів ДНК кодують лінійну групу генів. *Геном* – весь генетичний матеріал у хромосомах організму певного біологічного типу; розмір генома у цілому визначається загальною кількістю пар нуклеотидів. *Нуклеотид* – молекула, яка складається із чотирьох азотистих основань (А – адеїн, G – гуанін, Т – тимін та С – цитозин у ДНК; А, G, U – урацил та С у РНК) залишку фосфорної кислоти та вуглеводів (дезоксирибози у ДНК та рибози у РНК). Молекули РНК або ДНК складаються з тисяч нуклеотидів.

*Генетичний код* – правило співвіднесення чотирьох основань ДНК або РНК з 20 амінокислотами. За допомогою трьох основань (*триплет*, або *кодона*) можна закодувати усього  $4 \times 4 \times 4 = 64$  можливих послідовностей. Кожен триплет унікально визначає одну амінокислоту, але одна амінокислота може бути закодована принаймні шістьма кодонами. Тому генетичний код називають виродженим. *Кодон* – послідовність трьох суміжних нуклеотидів, яка кодує або певний мономер (азотистий залишок чи залишок амінокислоти), або старт- чи стоп-ділянку для механізмів зчитування. *Дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК)* – молекула, у якій закодована генетична інформація. Молекула ДНК складається з двох ниток, що утримуються разом слабкими водневими зв'язками між парами азотистих основань. В усіх живих істот генетична інформація представлена у формі ДНК і міститься у кожній клітині їх тіла. Різні послідовності основань у ДНК визначають різні ж послідовності основань у РНК, а послідовності основань у РНК визначають послідовності амінокислот у білках. «Центральна догма» синтезу білка: ДНК транскрибується у РНК, яка потім транслюється у білок. Особливістю усіх живих організмів є відтворення та передавання наступним поколінням молекул ДНК. У ДНК зашифровані інструкції для синтезу білків.

*Рибонуклеїнова кислота (РНК)* – молекула, яка хімічно подібна ДНК і відіграє основну роль у синтезі білка. Структура РНК подібна структурі ДНК, але за своєю природою РНК менш стабільна. Існують декілька видів молекул РНК: інформаційна РНК (іРНК), транспортна РНК (тРНК), рибосомна РНК (рРНК) та інші маленькі РНК. РНК кожного виду слугують своїй цілі. *Інформаційна РНК (іРНК)* – комплементарна копія ДНК, що синтезована за одно нитковою матрицею ДНК у процесі транскрипції; з неї видаляються біохімічним шляхом некодуючі нітрони, перетворюючи її у точну матрицю для побудови білків і потім вона мігрує із ядра у цитоплазму, де використовується клітинними механізмами як програма для виробництва білка. *Комплементарна ДНК (кДНК)* – нитка ДНК, яка синтезована з молекули іРНК за допомогою зворотної транскриптази. *Комплементарність* – взаємна відповідність відповідної хімічної побудови двох макромолекул, яке забезпечує їх взаємодію: спарювання двох ниток ДНК, з'єднання ферменту із субстратом, антигена з антигеном. Комплементарні структури підходять один до одного як ключ до замка [11, с. 613].

*Транспортна РНК* – тРНК. Молекула тРНК служить для зв'язування амінокислот. Функція тРНК періодично підносити правильну амінокислоту молекулі іРНК і прикріпляти її до нарощуваного поліпептидного ланцюгу в процесі синтезу білка. Кожна амінокислота приписана до своєї власної тРНК. Транспортна РНК є молекулою з двома кінцями. На одному з її кінців знаходиться антикодон. Основання на цьому кінці спарюються з основанням

кодона у послідовності іРНК. Інший кінець тРНК є свого роду стиковочним гніздом до тимчасового прикріплення амінокислоти. Справляючись з послідовністю кодонів у іРНК, молекули тРНК підбирають необхідні амінокислоти і таким чином вибудовують унікальну поліпептидну послідовність. [10, с. 67].

*Експресія гена* – процес, у ході якого закодована у гені інформація перетворюється у структурні та функціональні елементи клітини. До генів, що експресуються, відносяться гени, які транскрибуються у іРНК а потім транслуються у білок, а також гени, які транскрибуються у РНК, але не транслуються у білок (приміром, гени транспортної та рибосомної РНК). *Регулятивна область або послідовність* – область у послідовності ДНК (або ціла послідовність), яка управляє експресією гена. Експресія генів та синтез білка проходить у такій послідовності: а) код основань у ДНК використовується у процесі транскрипції щоб формувати код основань у РНК; б) за тим молекула РНК використовується у процесі трансляції для кодування амінокислотної послідовності у білка. Код триплетів РНК (кодонів) є комплементарним коду триплетів ДНК.

*Транскрипт* – одно нитковий ланцюг іРНК, який синтезовано по матриці-гена. *Транскрипція* – синтез комплементарної РНК по послідовності ДНК (гена); перший крок експресії гена. Для синтезу використовується окремі нуклеотиди, що знаходяться у навколишньому середовищі. Фермент РНК-полімераза з'єднує ці нуклеотиди разом і формує молекулу РНК. *Промотор* – ділянка молекули ДНК, з якою зв'язується РНК-полімераза, що ініціює транскрипцію. *Пептид* – короткий лінійний ланцюг залишків амінокислот, з'єднаних пептидним зв'язком (ковалентним хімічним зв'язком, який з'єднує аміногрупу однієї кислоти з карбоксильною групою іншої).

*Трансляція* – процес, у якому генетичний код, закладений в іРНК, направляє синтез білків із амінокислот. Для побудови поліпептидів, з яких складаються білки, використовується 20 різних амінокислот. У клітині еукаріотів зріла молекула іРНК проникає через пору у ядерній мембрані у цитоплазму клітини. Тут вона об'єднується з однією чи декількома рибосомами. Амінокислоти прикріплюються до відповідних молекул тРНК, що плавають у цитоплазмі. Після з'єднання з підходящою амінокислотою різні молекули тРНК прикріплюються до рибосом, де іРНК вже зайняла вихідну позицію. Кодон іРНК притягує комплементарний антикодон тРНК. Комплементарне стикування кодон-антикодон поміщає потрібну амінокислоту у потрібній позиції. Таким чином, взаємне «пізнавання» кодона та антикодона визначає положення амінокислоти у ланцюгу білка.

Розглянемо один з цікавих процесів формування білків – процес само збирання. Його можна пояснити на моделі, представлений на рис. 1. Нехай є ланцюг, до якого треба приєднувати деталі (аналог поліпептидного ланцюга). Місця приєднання кодуються за допомогою електричних потенціалів «+1» та «-1». Деталь (аналог певної тРНК з приєднаною до неї амінокислотою), яку треба приєднати до відповідного місця ланцюга кодується комплементарним кодом.

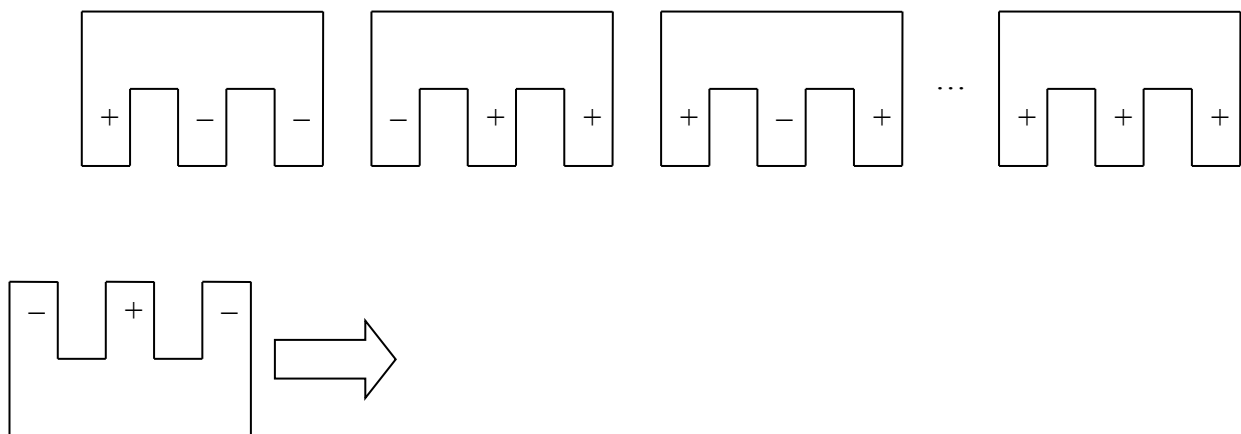


Рисунок 1 – Модель процесу само збирання

Припустимо, що код деталі має комбінацію «- + -» з трьох елементів, тоді місце приєднання деталі до ланцюга має кодуватись інверсною комбінацією «+ - +». Деталь «пливе» вздовж ланцюга. Її потенціали (заряди) взаємодіють із потенціалами ланцюга і відштовхуються або притягуються до ланцюга з деякою силою. Поки коди не комплементарні, сили протягування невеликі, недостатні для стійкого приєднання. Досягнувши «свого» місця деталь притягується і утворює стійке з'єднання. В табл. 1 показана  $F_i$  – відносна сила взаємодії кодових потенціалів ланцюга із кодовими потенціалами деталі.

Таблиця 1 – Відносна сила взаємодії потенціалів у процесі само збирання

Номер позиції ланцюга	0	1	2	3	4	5	6	7
Код позиції ланцюга	-	+	-	+	-	+	-	+
Сила взаємодії, $F_i$	-1	+1	-3	-1	+1	+3	-1	+1

Від'ємні числа означають силу відштовхування, додатні – силу притягання. У потрібному місті відносна сила притягання найбільша,  $F_6 = +3$ .

Амінокислотна послідовність білка однозначно визначає його просторову структуру. Будучи поміщеними у середовище підходящого розчинника із сприятливими температурними умовами, подібними внутрішньому середовищу клітини, білки самочинно згортаються у початкову робочу конформацію. *Задача скручування білка* – задача визначення механізму (алгоритму) скручування білка у його кінцеву просторову структуру, що визначається лише інформацією, закодованою у його первинній послідовності. Ця задача ще потребує свого остаточного вирішення.

Таким чином, є певна аналогія між само відтворенням автоматів і процесом само відтворення живої клітини. Стрічка  $T$  з описанням  $D(M)$  аналогічна ланцюгам ДНК у клітинному ядрі (біоносу). Операція копіювання стрічки з  $D(M)$  аналогічна реплікації ДНК, яка здійснюється під контролем ДНК – полімерази. Конструювання автомата  $M$  на основі інформації  $D(M)$  аналогічне конструюванню нової клітини.

При цьому, не можна розглядати генетичні тексти як безпосереднє описання структур, що ними породжуються [12, с. 7]. Взагалі, неможна ототожнювати складність алгоритму зі складністю структур, які породжуються цим алгоритмом. Генетичні тексти – це, скоріше, описання алгоритмів просторово-часової реалізації біологічних структур, або навіть алгоритми побудови автоматів, які реалізують ці алгоритми. Певно, що за порівняно невеликої довжини генетичного коду організму відповідає величезний масив інформації, необхідний як для безпосереднього описання морфологічних структур, так і для їх розвитку.

Живі системи мають універсальну молекулярну елементну базу. У живих системах застосовані більш ніж 30 типових молекулярних мономерів – 8 нуклеотидів (4 для кодування у ДНК, 4 для запису інформації у РНК), 20 амінокислот для матричної побудови білкових молекул, декілька жирних кислот для побудови ліпідів, декілька простих моносахаридів тощо. Їх можна назвати базовим набором «біологічних елементів». З них будуються  $10^{13}$  молекул, які складають клітину. Крім того, цей типовий набір є загальним біологічним алфавітом, який служить для кодування інформації, для виконання різних – хімічних, енергетичних, програмних тощо біологічних функцій. Коди формуються у лінійних ланцюгах та у тримірних структурах молекул. Генетичний код, за висловом С. Ігнасимуту, «майже універсальний: одні й ті ж триплетні кодони визначають ті ж самі амінокислоти незалежно від того, чи є організм бактерією, комахою чи рослиною. Така суттєва відмінність між організмами різних біологічних видів обумовлено не природою азотистих основань, а послідовністю їх розташування у молекулі ДНК» [див. 10, с. 54].

За допомогою РНК проводиться перекодування інформації та її передавання, що може зайняти певний час і можуть виникнути спотворення інформації. Етапи інтерпретації кодів

та реалізації одержаної інформації у клітині практично не розділяються. В РНК існує механізм захисту інформації від спотворення методом надлишковості інформації. Надлишковість реалізується повторенням або кодами з виправленнями помилок. Одна й та ж інформація записана у ДНК декілька раз. Втрата одного з них не приводить до порушення функцій. Доля надлишкових груп зростає за мірою ускладнення функцій клітини.

ДНК не тільки передає інформацію іншим елементам клітини, а й одержує її від них інформацію зворотного зв'язку або інформацію слідкування. Переносить цю інформацію та ж РНК. Інформація, яку приймає ДНК, реалізується через зміну її стану, що може змінювати управління процесами в клітині у відповідності зі зміною умов існування. Реакція клітини на стан зовнішнього середовища полягає у зміні взаємодії в середині клітини, зокрема, інформаційних взаємодій. Серед процесів, які управляються інформаційними взаємодіями є комплекс каталітичних процесів, що реалізуються ферментами – групою спеціальних елементів клітини. Каталітичний процес є прикладом процесу примітивної інформаційної взаємодії. Кожен елемент клітини по одинці вкрай не стійкий. Його існування полягає у регулярному оновленні більшої частини суб-елементів, що до нього входять. Відносна стійкість досягається узгодженою внутрішньою взаємодією з обміну речовиною та енергію за допомогою управляючих та слідкуючих взаємодій.

### **3. Принципи побудови універсальної інформаційної машини – конструктора.**

Ставиться задача побудувати машину, яка здатна будувати інші машини за їх інформаційним описанням. Будемо виходити з такого припущення. Якщо існує повне і достатнє інформаційне описання якого-небудь реального чи такого, що може бути реалізований, матеріального об'єкта певного замкнутого класу, то можна побудувати інформаційну машину – конструктор (ІМК), яка може відтворювати цей матеріальний об'єкт за таких умов:

- якщо у замкнутому класі матеріальних об'єктів можна виділити базові елементи (частини, деталі тощо) – тобто кінцевий функціонально повний набір елементів, з яких можна побудувати об'єкт цього класу будь-якої складності. Реалізованість об'єкту означає, що він може бути побудований з елементів базового набору;

- якщо для замкнутого класу матеріальних об'єктів існують базові операції над елементами – тобто кінцевий функціонально повний набір операцій над базовим набором елементів, визначений так, щоб за допомогою цих операцій можна побудувати матеріальний об'єкт будь-якої складності;

- якщо для реалізації матеріального об'єкта забезпечені, крім його повного і достатнього описання, необхідні витрати із зовнішнього середовища речовини, енергії та зовнішньої інформації, необхідної для функціонування ІМК;

- якщо в ІМК включені засоби орієнтації та управління робочим органом у просторі.

Подібні ідеї вже не нові. С. М. Крилов запропонував і формально довів універсальність синтезатора-аналізатора об'єктів на базі машини Тюрінга [13, с. 178 - 233]. На цій основі ним запропоновано низку синтезуючих автоматів, які можуть бути реалізовані на практиці.

У нашому випадку, в основу для побудови ІМК можна покласти машину із само відтворенням фон Неймана (у вигляді процесора сучасної електронної обчислювальної машини – ЕОМ), якщо в ній замінити описання самої машини на описання матеріального об'єкта. Крім того, замість необмеженої поверхні океану, де плавають необхідні для побудови частини, зовнішнім середовищем нехай буде замкнений простір, з якого за командами постачаються необхідні речовина та енергія. До машини додаються пристрої, які можуть виконувати базові операції над елементами даного класу матеріальних об'єктів. ІМК можна побудувати двома способами, які залежать від методу описання об'єкта та способу подавання речовини із зовнішнього середовища.

За першого методу – сканування й розгортки – передбачається, що прототип матеріального об'єкта сканувався дискретно точка за точкою, рядок за рядком, площина за площиною (об'єм за об'ємом). За кожною точкою закріплено описання її параметрів. Описання об'єкту являє собою лінійну послідовність. Тоді відтворення такого об'єкту

зводиться до відтворення послідовно за координатами кожної точки матеріальних аналогів з параметрами, які були у точки – прототипу. При цьому можливі зміни масштабу.

Перевагою такого методу є те, що: не потрібно описувати структуру об'єкта (вона присутня у описанні неявно); число базових елементів та базових операцій над ними невелике; число параметрів для кожної точки теж невелике. Об'єкт будується «цеглинка за цеглинкою». Недоліком методу можна очікувати обмеження потужності класу матеріальних об'єктів, які можна так будувати. У засобах масової інформації [14] повідомлялось про проект будівельної машини, яка буде споруди подібно тому, як принтер друкує літери. На будівельному майданчику у просторі рухається каретка, на яку, замість чорнил, подаються необхідні матеріали та деталі.

Другий метод – розбирання й збирання – ієрархічно відноситься до більш високого рівня і передбачає описання об'єкта як мережі з'єднаних між собою блоків, за допомогою графів, матриць тощо. Блоки мають бути підготовлені раніше. Це нагадує перехід будівництва на крупно панельну технологію, коли на будівельний майданчик завозяться готові уніфіковані панелі, блоки, вузли. Виготовлення об'єкта проводиться упорядкованим у часі і просторі скріпленням заготовлених частин заданим способом. Переваги цього методу у тому, що він дешевше і швидше. Недолік полягає у складності програмного забезпечення. Можливий і гібридний спосіб, який вбере переваги обох варіантів.

Можлива структура універсальної ІМК наведена на рис. 2.

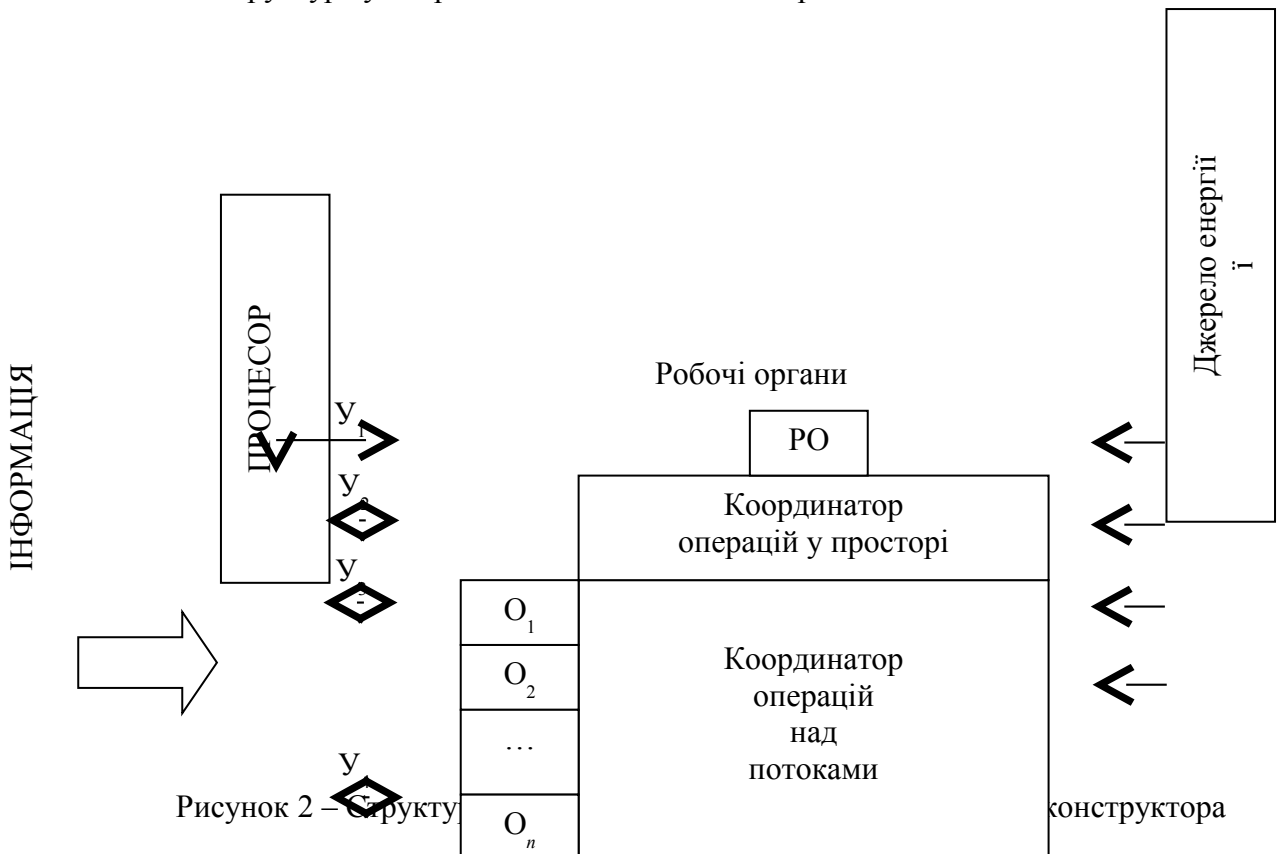


Рисунок 2 – Структура ІМК

Структура ІМК включає у себе такі елементи: пристрій подавання із зовнішнього середовища речовини чи елементів; пристрій прийому речовини чи базових елементів;  $n$  – потужність множини функційних елементів;  $m$  – потужність множини базових елементів; координатор операцій над потоками, який забезпечує певним потоком речовини або базовим елементом, координатор у просторі, який координує положення у просторі РО – робочого органу (роботизованого маніпулятора) та асоціює робочий орган з операційним автоматом, що виконує операції у даний момент часу (У [14] передбачено дві руки - маніпулятори – один для речовини, другий – для елементів);

процесор, який отримує інформацію щодо описанням матеріального об'єкта та інформацію, необхідну для функціонування ІМК; виробляє послідовності команд:  $Y_1$  – управління операціями та положенням у просторі робочого органу;  $Y_2$  – управління координатором у просторі;  $Y_3$  – управління операційними автоматами;  $Y_4$  – управління координатором операцій над потоками;  $Y_5$  – управління пристроями подачі із зовнішнього середовища і дозування речовини чи базових елементів; джерело енергії.

Управління ІМК може бути централізованим і розподіленим. За децентралізованого управління ефективність роботи вища, Кожен компонент ІМК може бути активним, працювати зі своїм програмним забезпеченням. [15, с. 16–21]. Основні труднощі реалізації припадають на розробку прикладного програмного забезпечення (ПЗ). Необхідно створити ПЗ, яке буде переводити комп'ютерні моделі на мову команд виконавчих пристроїв. При цьому комп'ютер буде управляти не тільки рухом маніпулятора, а й інфраструктурою своєчасного подавання усіх необхідних матеріалів.

### ВИСНОВКИ

*На основі аналізу принципів роботи автоматів, що само відтворюються, та біологічних інформаційно – хімічних машин запропонована модель програмно – керованої інформаційної машини – конструктора для перетворення інформації у матеріальні об'єкти. Визначені умови існування таких машин. Запропонований варіант моделі інформаційної машини конструктора дано лише для пояснення основних принципів його побудови і не торкається таких важливих принципів як само збирання, само регуляція, само організація. Дослідження у цих принципів може бути плідотворним напрямом подальшої роботи.*

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дж фон Нейман. Теория самовоспроизводящихся автоматов / Дж фон Нейман. Пер. с англ. – М.: Мир, 1971. – 384 с.
2. Рубин, А. Б. Биофизика: В 2-х кн. Учеб. для биол. спец вузов. Кн. 1. Теоретическая биофизика / А. Б. Рубин. – М.: Высш. шк., 1987. – 319 с.
3. Рубин, А. Б. Биофизика: В 2-х кн. Учеб. для биол. спец вузов. Кн. 2. Биофизика клеточных процессов / А. Б. Рубин. – М.: Высш. шк., 1987. – 303 с.
4. Янковский, С. Концепции общей теории информации [Электронный ресурс] / С. Янковский. – 27 с. – Режим доступа: <http://syu.narod.ru/lbook.htm>.
5. Калашников, Ю. Я. Генетическая информация как универсальная нефизическая сила, определяющая биологическую форму движения материи [Электронный ресурс] / Ю. Я. Калашников. Дата публикации 16 июня 2010. Источник: SciTecLibrary.ru. – Режим доступа: <http://SciTecLibrary.ru/rus/catalog/pages/10374.html>.
6. Калашников, Ю. Я. Информационные основы естественных нанотехнологий [Электронный ресурс] / Ю. Я. Калашников. Дата публикации 21 октября 2008. Источник: SciTecLibrary.ru. – Режим доступа: <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/9272.html>.
7. Воробієнко П. П. Метод послідовного уточнення поняття класів інформації у фізичному та віртуальному світі / П. П. Воробієнко, В. Г. Кононович // Інфокомунікації: Проблеми та перспективи розвитку: матеріали Міжнародної науково-практичної конф., 8–10 вересня 2010 р. – Одеса: ВМВ, 2010. – С. 88 - 91.
8. Кононович В. Г. Основи захисто – орієнтованої теорії інформації: Частина 1. «Інформація». Функціонально повний набір абстрактних інформаційних машин / В. Г. Кононович // Цифрові технології: Збірник / Кол. Авт.: – Вип. 7. Одес. нац. академія зв'язку. – Одеса, 2010. – С. 67 - 80.
9. Савельев, А. Я. Прикладная теория цифровых автоматов: Учеб. для вузов по спец. ЭВМ / А. Я. Савельев. – М.: Высш. шк., 1987. – 272 с.
10. Игнасимуту С. Основы биоинформатики. – М.: Ижевск. НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2007. – 320 с. – ISBN 978–5–93972–620–7.
11. Советский энциклопедический словарь / [Гл. ред. А. М. Прохоров]. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1985. – 1600 с. – Э 0200 000 000–003.



12. Попов Л. В. Развитие концепций информации: 1. Поиски междисциплинарной методологии [Электронный ресурс] / Л. В. Попов, А. Е. Седов, С. В. Чудов. От 20.02.03. – Режим доступа: [http://www.kirsoft.com.ru/freedom/KSNews\\_229.htm](http://www.kirsoft.com.ru/freedom/KSNews_229.htm)
13. Крылов С. М. Неокибернетика: Алгоритмы, математика эволюции и технологии будущего / С. М. Крылов. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 288 с. – ISBN 978–5–382–006151–2.
14. Макаров, О. Напечатанные города [Электронный ресурс] / Олег Макаров. Сайт журнала «Популярная механика. Портал о том, как устроен мир». – Декабрь 2008. – Режим доступа: <http://www.popmech.ru/article/4427-napечатannyye-goroda/>.
15. Захарченко М. В Застосування мікропроцесорів і ПЕОМ у мережах та засобах зв'язку / Захарченко М. В., Кононович, В. Г.– К.: Техніка, 1993. – 238 с.