# ЗМІСТ

# ПЕРЕДМОВА

За умов повномасштабного вторгнення збройної російської федерації на територію нашої України автори крім інших навчальних посібників, написаних під час війни, якісно переосмислили філософію фундаментальних знань в результаті такої ритмодинаміки війни. Тому і народився такий зовсім новий навчальний посібник як: «Філософія програмування…», в якій математичне моделювання відіграє надто важливу роль. Бо саме математика у філософії фундаментальних знань, що зародилась на світанку цивілізації, постійно збагачувалася у часології. Таке науково-пізнавальне вчення час від часу істотно оновлювалася і все більше утверджувалась у навколишньому світі. Розширюючи і зміцнюючи свої багатогранні зв’язки з практикою, математика сприяє людству відкривати і використовувати закони природи, що у кіберсучасності є потужним рушієм розвитку науки, техніки та технологій.

Саме у цифрову епоху глобалізаційних змін видаються особливо співзвучними пророчі слова мислителя Леонардо да Вінчі про те, що ніякі людські дослідження не можна назвати справжньою наукою, якщо вони не пройшли через математичні доведення… Адже відповісти на це питання далеко не просто, і залежно від рівня математичних знань така філософія буде різною. Випускник середньої школи у такій філософії програмування терміном «математика» користується як збірним матеріалом для позначення арифметики, алгебри та початків аналізу і геометрії. Студент технічного навчального закладу дізнається, що існують й інші виміри математики як багатогранного явища. Так, наприклад, аналітична геометрія. Диференціальне та інтегральне числення, диференціальні рівняння тощо, що суттєво для філософії програмування в критеріальній системі алгоритмів асиметричних війн.

Умовно кажучи, для фахівця-математика число таких вимірних аспектів сягає кількох десятків. Причому, кількість ця з часом зростає, оскільки розвиток сучасної математики супроводжується інноваційними технологіями в інформаційному суспільстві знань. Тому і загальноприйнятого означення предмета математики немає. Особливо це стосується під час асиметричних війн у кіберсучасності.

У цьому контексті варто також зазначити, що математичні структури нейромоделювання – не лише довільні творіння розуму, а й відбиття об'єктивного світу, нехай нерідко навіть у дуже абстрактному вигляді. Адже саме математична модель у філософії програмування вивчає алгоритм логічних понять, суджень, одержаних шляхом абстракції від явищ реального світу, а також абстракції інших множинних світів. Бо математична абстрактність у філософії програмування не відриває пізнання від дійсного світу. а дає змогу пізнати його глибше і повніше. Абстракції виникають з конкретної реальної дійсності і тому з нею тісно взаємопов'язані. Саме феноменологія математичного результату полягає в тому, що пізнається не лише одне явище чи лише один процес, а процесуальне явище у явищах об'єктивно діючого життєвого світу…

Проте, така абстракція є фантастичною реальністю у воєнних практиках російсько-української війни, коли українські наносупутники прискорено освоюють простори Космосу. Певні із таких супутників рухаються з такою швидкістю, з якою весь Київ, від Теремків до Троєщини, можна перетнути десь за три секунди. Такий наносупутниковий пристрій містить у собі: сонячні батареї, електронну базу, систему радіонавігації (орієнтування), блок живлення, радіоприймач і передавач. У такому наносупутнику влаштовані сенсорні датчики кутів повороту на Сонці, які вимірюють необхідну кількість атомарного кисню та передавання його на Землю. При цьому, один із головних елементів наносупутників як космічних зондів – це високоякісні лінзи у вигляді складних об'єктивів, що можна використовувати на відповідній віддалі в якості ударної сили по ворогу (спалювання ворожої техніки, особового складу ворога тощо). Більше того, існують дзеркала, за допомогою яких можна знешкодити безпілотник на відстані до 800 метрів. За допомогою такого скла можна, просто кажучи, випалити частину ворожого об'єкта, пере гріти двигун, вивести з ладу механіку чи електроніку. Отже, в піксельно-космічній системі гіперспектроскопічності варто криволінійний інтеграл, який є ефективно діючою константою по всіх можливих кривих космічного простору, які сполучають кінцеві точки кривої інтегрування.

Адже вже на третьому році війни з російською агресією у династії авторів знову народились новітні думки щодо філософії як формули мудрості на рівні особи, держави та суспільства. Саме така мудрість під час війни має різні ентропійні стани невизначеності, в якому і необхідно стрімко здійснювати добротні програми в життєвому світі, зокрема стратегію майбутнього у розвитку постсучасної України.

Як всім відомо, крім зовнішнім ворогам, всі ми маємо злагоджено та ефективно протидіяти внутрішнім ворогам, що затаїлись у багатьох інституціональних та міжвідомчо-силових сферах України. Адже корупція як складне негативне явище на ментально-кров'яному рівні, у вигляді емоційної заздрості та некомпетентності, розпочала новий «ембріональний» етап своєї «онко-пухлинної деструкції» в інформаційному суспільстві знань. Тому постає питання, а як протидіяти таким внутрішнім ворогам, що за власними шкідливими звичками – «не бути» (особистістю, творцем, мудрецем тощо), а лише як «споживач» (клієнт, найманець, слуга тощо) – «мати» вже не здатні робити добру справу у житті. Хіба така важко – жити за совістю і за законом… Бо раніше, аж ніяк не хотілося, а зараз – під час війни не змоглося. Це, в першу чергу, стосується сфери освіти та науки, без якості якої не постане належного світла в майбутньому прогресі України як цивілізаційного поступу в ЄС та НАТО.

Для цього мають бути скеровані саме гуманні та доброчинні наміри у фокусі професійної підготовки, зокрема для національної системи військ зв'язку та кібербезпеки. А хто ж буде надалі навчати у вищих навчальних закладах таких фахівців, коли так звані «науковці» обмежуються лише тезами та колективними статтями з метою «аби-аби»?! Хоча, як свідчить історія, українська нація дуже талановита, інтелектуально розвинута у всіх галузях людського життя. Знову таки, негайно має бути здійснена нова система освітньо-наукової реформи поруч із міжвідомчо-силовими реформами у постсучасній Україні. Тому, з цією метою у системі кіберконтррозвідки, як прерогативи спецслужб, має бути на належному рівні здійснена парадигмальна розробка програмного забезпечення мікросервісної архітектури у негласному дослідженні, що становить державну таємницю.

*Від авторів*

# РОЗДІЛ 1.
# ЛЕКСИКОГРАФІЧНИЙ СЛОВНИК АЛГОРИТМУ ПРІОРИТЕТНОСТІ МУДРИХ РІШЕНЬ ЯК ПРЕДМЕТ ФІЛОСОФІЇ ПРОГРАМУВАННЯ

## 1.1. Алгоритмологія як вчення щодо покрокової процедури у системі оптимізації вибору мудрих рішень

### 1.1.1. Алгоритмологія як науково-навчальна архітектура лексикографічного пошуку: алгоритм Евкліда

У сучасну цифрову епоху варто озвучити актуальність філософії програмування та її історичні моменти прокрокової процедури в системі алгоритму дій. При цьому, необхідно, в першу чергу, окреслити Алгоритм Евкліда (також називається евклідів алгоритм). Це, на наш погляд, «ефективний метод обчислення найбільшого спільного дільника (НСД), названий на честь грецького математика Евкліда, котрий описав його в книгах VII та X «Начал» [1].

З огляду на це, найвагоміший спільний дільник двох чисел - це найбільше число, що ділить обидва дані числа без остачі. Алгоритм Евкліда заснований на тому, що НСД не змінюється, якщо від більшого числа відняти менше. Наприклад, 21 є НСД чисел 252 та 105 ($252 = 21 \times 12$; $105 = 21 \times 5$); оскільки $252 - 105 = 147$, НСД 147 та 105 також 21. Оскільки більше з двох чисел постійно зменшується, повторне виконання цього кроку дає все менші числа, поки одне з них не дорівнюватиме нулю. Коли одне з чисел дорівнюватиме нулю, те, що залишилось, і є НСД. Обертаючи кроки алгоритму Евкліда у зворотний порядок, НСД можна виразити як лінійну комбінацію даних чисел, помножених на цілі коефіцієнти, наприклад $21 = 5 \times 105 + (-2) \times 252$. Ця важлива властивість відома як рівняння Безу.

Найдавніший опис алгоритму знаходиться в Началах Евкліда (біля 300 до н. е.), що робить його найдавнішим чисельним алгоритмом, яким користуються і в кіберсучасності. Оригінальний варіант алгоритму описував роботу лише з натуральними числами та геометричними довжинами (дійсними числами), алгоритм було узагальнено в XIX столітті на роботу з іншими типами чисел, такими як Гаусові числа та поліноми з однією змінною. Це призвело до появи сучасних алгебраїчних понять, таких як Евклідові класи. Алгоритм Евкліда було узагальнено ще далі для роботи з іншими математичними структурами, такими як вузли та поліноми від багатьох змінних.

Алгоритм Евкліда має багато застосувань на практиці та в теорії. З його допомогою можна згенерувати практично всі найважливіші музичні ритми різних культур у всьому світі. Алгоритм Евкліда відіграє ключову роль в алгоритмі RSA, поширеному методі криптографії з відкритим ключем. Його також використовують для пошуку розв'язків Діофантових рівнянь, наприклад, пошук чисел, що задовольняють декільком умовам (Китайська теорема про залишки) або обернені числа в скінченному полі. Алгоритм Евкліда також застосовують для побудови ланцюгових дробів в методі Штурма для пошуку дійсних коренів полінома, та в сучасних методах факторизації цілих. Нарешті, такий алгоритм «виступає простим інструментом для доведення теорем у теорії чисел, таких, як Теорема Лагранжа про чотири квадрати та основної теореми арифметики» [1].

Алгоритм Евкліда ефективно обчислює НСД великих чисел, оскільки виконує операцій не більше, ніж вп'ятеро більше кількості цифр меншого числа (в десятковій системі). Цю властивість було доведено Ґабріелем Ламе (англ. Gabriel Lamé) в 1844 році, що позначило початок теорії складності обчислень. Методи підвищення ефективності алгоритму були розроблені в XX столітті.

**Найбільший спільний дільник**

Алгоритм Евкліда обчислює найбільший спільний дільник (НСД) двох натуральних чисел $a$ та $b$. Найбільший спільний дільник $g$ – це найбільше натуральне число яке ділить як $a$ так і $b$ без остачі. Найбільший спільний дільник також записують як НСД($a$, $b$) або, простіше, $(a, b)$ хоча останнє позначення використовують і для інших математичних понять, таких як координати двовимірних векторів.

Якщо НСД($a$, $b$) = 1, тоді $a$ та $b$ називають взаємно простими. Ця властивість не залежить від того, чи прості числа $a$ та $b$. Наприклад, ні «6» ні «35» не прості, оскільки їх можна розкласти на добутки 6 = 2 × 3 та 35 = 5 × 7. Однак, «6» та «35» взаємно прості. Жодне натуральне число окрім «1» не ділить водночас «6» та «35», оскільки у них нема спільних дільників.

Нехай $g$ = НСД($a$, $b$). Оскільки $a$ та $b$ є добутками $g$, їх можна записати, як $a = mg$ та $b = ng$, і не існує більшого числа G> $g$ з такою ж властивістю. Натуральні числа $m$ та $n$ мають бути взаємно простими, оскільки інший спільний дільник може бути виділений з $m$ та $n$, що збільшить $g$. Таким чином, будь-яке число $c$, що ділить $a$ та $b$ має ділити і $g$. Найбільший спільний дільник $g$ чисел $a$ та $b$ може бути визначений, як спільний дільник, який можна поділити іншим спільним дільником $c$.

Поняття НСД можна проілюструвати наступним чином. Розглянемо прямокутник зі сторонами та $b$, та будь-який спільний дільник $c$, що ділить і $a$, і $b$ без остачі. Ребра прямокутника можна поділити на відрізки довжиною $c$, які поділять прямокутник на сітку квадратів зі стороною $c$. Найбільший спільний дільник $g$ дорівнює найбільшому можливому значенню $c$. Наприклад, прямокутник 24 х 60 може бути покрита сіткою квадратів зі стороною 1, 2, 3, 6 або 12. Таким чином, 12 є найбільшим спільним дільником 24 та 60. Прямокутник 24 х 60 можна поділити сіткою квадратами з ребром 12, два квадрати вздовж одного ребра (24/12 = 2), та п'ятеро (60/12 = 5) вздовж іншого.

Найбільший спільний дільник $a$ та $b$ можна визначити як добуток спільних дільників обох чисел. Наприклад, оскільки 462 можна розкласти на добуток 2 × 3 × 7 × 11 а 1071 можна розкласти на добуток 3 × 3 × 7 × 17, найбільший спільний дільник 462 та 1071 дорівнює 21 = 3 × 7, добутку їхніх спільних дільників. Якщо два числа не мають спільних дільників, їх найбільший спільних дільник 1 і вони взаємно прості. Ключовою перевагою алгоритму Евкліда є ефективне знаходження НСД без необхідності обчислення дільників. Розклад великих цілих чисел на дільники є криптографічно складною задачею, яка лежить в основі багатьох сучасних криптографічних систем.

НСД трьох або більшої кількості чисел дорівнює добутку дільників спільних для трьох чисел, який можна обчислити на основі НСД пар чисел. Наприклад:

НСД($a$, $b$, с) = НСД(а, НСД($b$, с)) = НСД(НСД($a$, $b$), с) = НСД(НСД($a$, с), $b$).

Тобто, алгоритм Евкліда обчислення найбільшого спільного дільника двох цілих підходить і для обчислення НСД довільної кількості цілих

**Характеристики**
***Алгоритм***

$$a = q_0 b + r_0 b \quad (0)$$
$$b = q_1 r_0 + r_1 \quad (1)$$
$$r_0 = q_2 r_1 + r_2 \quad (2)$$
$$r_1 = q_3 r_2 + r_3 \quad (3)$$
$$\dots$$
$$r_{n-3} = q_{n-1} r_{n-2} + r_{n-1} \quad (n-1)$$
$$r_{n-2} = q_n r_{n-1} + 0 \quad (n)$$

Алгоритм Евкліда ітеративний, що є динамічним за декілька кроків наперед, тобто, пошук розв’язку відбувається за декілька кроків. Для того щоб знайти НСД($a, b$) на 0-му кроці знаходять залишок $r_0$ від ділення $a$ на $b$. На 1-му кроці знаходять залишок від ділення $b$ на $r_0$. Оскільки залишок зменшуються на кожному кроці але не можуть бути від’ємними, то цю операцію виконують $n$ кроків до тих пір, поки не отримують залишок «0». Найбільшим спільним дільником є остання не нульовий залишок $r_{n-1}$. Тому, кількість кроків в алгоритмі має бути скінченною, оскільки існує лише скінченна кількість цілих чисел між початковою остачею $r_0$ та «0».

**Доведення алгоритму Евкліда**

Істинна правильність алгоритму Евкліда можна довести за два кроки. Спочатку необхідно довести, що $r_{n-1}$ дійсно є дільником $a$ та $b$, а потім необхідно довести, що це є найбільший спільний дільник [1].

***Доведення, що $\boldsymbol{r_{n-1}}$ є дільником $\boldsymbol{a}$ та $\boldsymbol{b}$***

З $n$-го кроку випливає, що $r_{n-2} \vdots (r_{n-2}$ ділиться на $r_{n-1})$. Підставимо $r_{n-2}$ в $n-1$-й крок. Маємо:

$$r_{n-3} = q_{n-1}q_n r_{n-1} + r_{n-1}$$
$$r_{n-3} = r_{n-1}(q_{n-1}q_n + 1)$$

Таким чином $r_{n-3} \vdots r_{n-1}$. Повторимо цю операцію $n$ разів і отримаємо, що $a \vdots r_{n-1}$ та $b \vdots r_{n-1}$. Отже, $r_{n-1}$ є дільником $a$ та $b$.

***Доведення, що $\boldsymbol{r_{n-1}}$ є найбільшим дільником $\boldsymbol{a}$ та $\boldsymbol{b}$***

За означенням число $d$ називається найбільшим спільним дільником $a$ та $b$, тоді і тільки тоді, коли для будь-якого числа $\forall k$ для якого виконується $a \vdots k$ та $b \vdots k$ має виконуватись, що $d \vdots k$.

Нехай $k$ є дільником $a$ та $b$, тоді $a \vdots k$ та $b \vdots k$ або можна сказати, що існують такі числа $a_1$ та $b_1$, що

$a = a_1 k$
$b = b_1 k$

Підставимо в 1-й крок алгоритму:

$a_1 k = q_0 b_1 k + r_0$ і виконаємо перетворення:

$r_0 = a_1 k - q_0 b_1 k$
$r_0 = k(a_1 - q_0 b_1)$

Отже, $r_0 \vdots k$. Підставимо $r_0$ в 2-й крок і аналогічно продовжимо до тих пір поки з останнього кроку не отримаємо, що $r_{n-1} \vdots k$, що доводить те, що $r_{n-1}$ є найбільшим спільним дільником.

**Реалізації алгоритму**

Реалізації алгоритму можна записати у псевдокоді. Наприклад, версію, основану на операції ділення, можна запрограмувати наступним чином [1]:

**функція** НСД$(a, b)$
    **поки** $b \neq 0$
        $t \coloneqq b$
        $b \coloneqq a \bmod b$
        $a \coloneqq t$
    **поверни** $a$