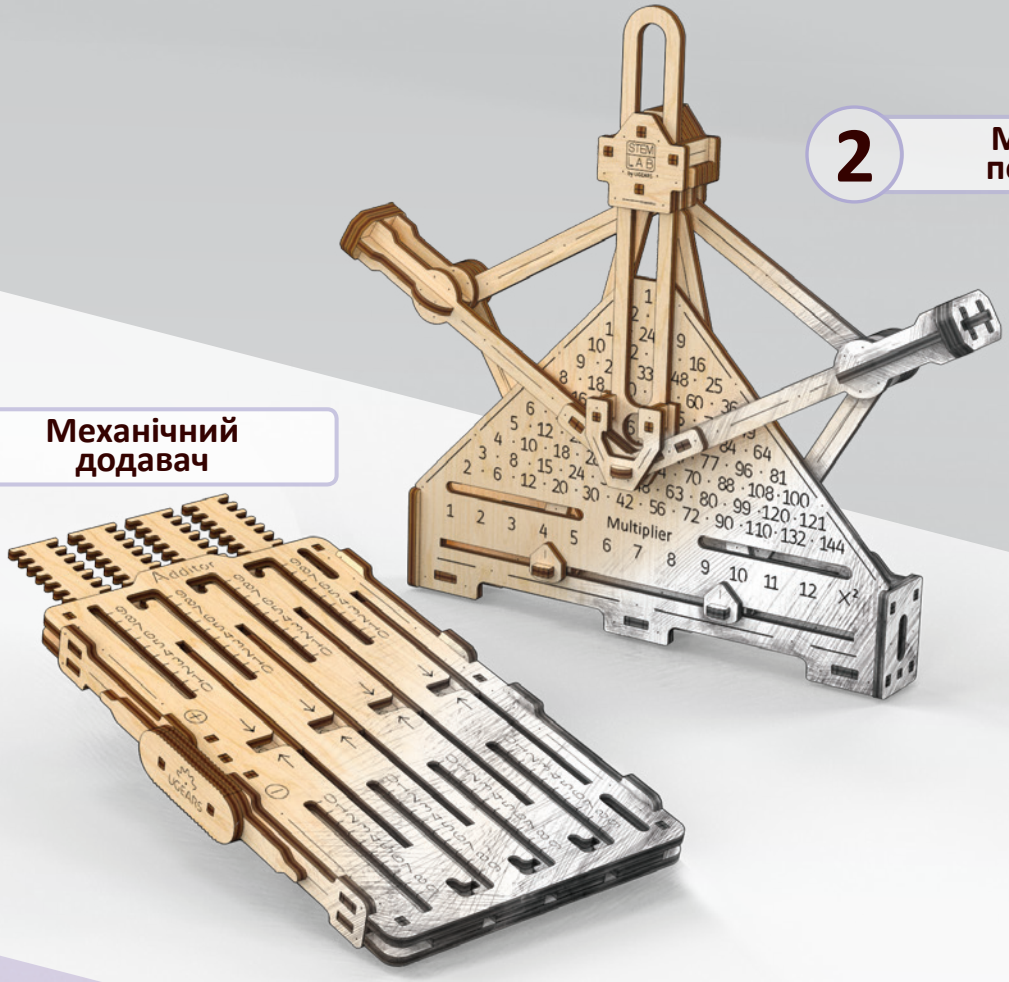
STEM LAB by UGEARS

МЕХАНІЧНА МОДЕЛЬ

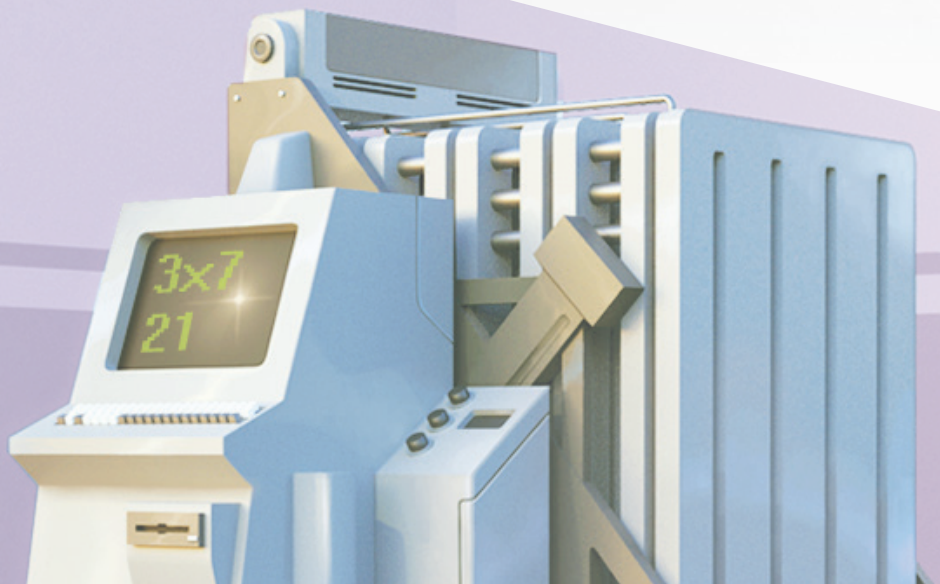
АРИФМЕТИЧНИЙ НАБІР 2 В 1:

Довідник юного механіка



2 Механічний помножувач

1 Механічний додавач



ANDROID APP ON Google play

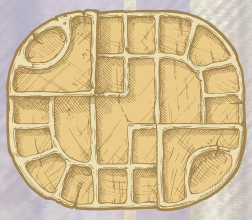
Available on the iPhone App Store

§1
Вступ

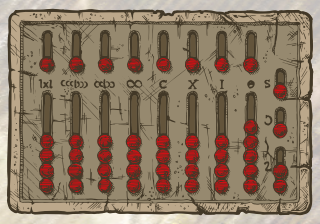
Уміння рахувати – важлива навичка для кожної людини. І не просто важлива, але й одна з навичок базових. Навряд чи серед ваших знайомих знайдеться бодай хтось, хто взагалі не вміє рахувати (за винятком маленьких дітей). У повсякденному житті людина рахує все навколо, навіть не замислюючись – додає, віднімає, множить ... І, на перший погляд, нічого складного в цьому немає – кожен із дитинства вміє лічити про себе або в стовпчик на папері, а також зі шкільних часів знає таблицю множення. Крім того, сучасній людині в будь-яких розрахунках допомагає калькулятор, який є в кожному телефоні.

Лічба грає важливу роль в усіх сферах життя людини – починаючи з простого спілкування і закінчуючи торгівлею.

Учені кажуть, що здатність рахувати виникла у стародавньої людини – кроманьйонця * – ще в Кам'яну добу. У процесі розвитку людства з'явилася практична потреба в лічбі і обчисленнях, у першу чергу це було пов'язано із завданнями обліку при централізації сільського господарства. Так з'явилася арифметика – розділ математики, який вивчає числа, їх властивості та прийоми обчислень. Завдання поступово ускладнювалися і арифметика розвивалася – з'явилися арифметичні операції (додавання, віднімання, множення, ділення тощо). Це допомагало розвитку різних сфер діяльності людини. В якійсь мірі розвиток математики сприяв розвиткові цивілізації, і навпаки. Важливу роль у розвитку арифметики зіграли грецькі математики – наприклад, філософи-піфагорійці, які намагалися за допомогою чисел описати всі важливі закономірності. З давніх-давен для виконання арифметичних дій люди використовували різноманітні методи і пристрої. Ускладнення і збільшення кількості арифметичних операцій спонукало до розробки спеціальних пристроїв для полегшення обчислень.

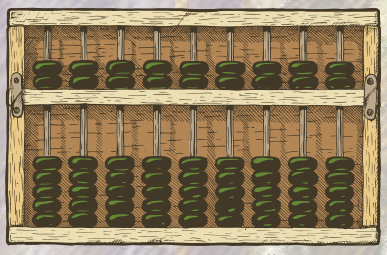


Юпана, Імперія інків



Римський абак

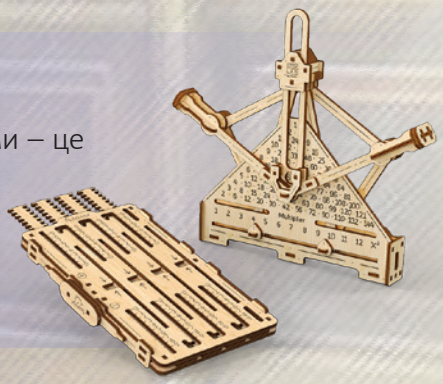
Щоти, Росія



Суаньпань, Китай

Соробан, Японія

Один із таких пристроїв зараз перед вами – це «Арифметичний набір» із навчальної колекції Ugears STEM Lab, який допоможе вам із будь-якими підрахунками.



Кроманьйонці – загальна назва ранніх представників людства, вони вважаються предками європейців і з'явилися близько 40 тисяч років тому. Згідно із загальноприйнятою версією, зовні і фізично кроманьйонці майже не відрізнялися від сучасних людей.

§2

Історична довідка

«Арифметичний набір» **складається з двох окремих моделей – «Механічного додавача» і «Механічного помножувача», про які ми поговоримо докладніше далі.**

Але спершу давайте розберемося, як історично розвивалися рахункові машини та які були передумови для створення подібних пристроїв, котрі допомагають нам лічити.

Спочатку з'явилася кількісна характеристика предметів. Тобто, чисел і цифр ще не існувало, але люди вже рахували предмети – це «один будинок», це «дві риби» або «троє дверей» тощо.

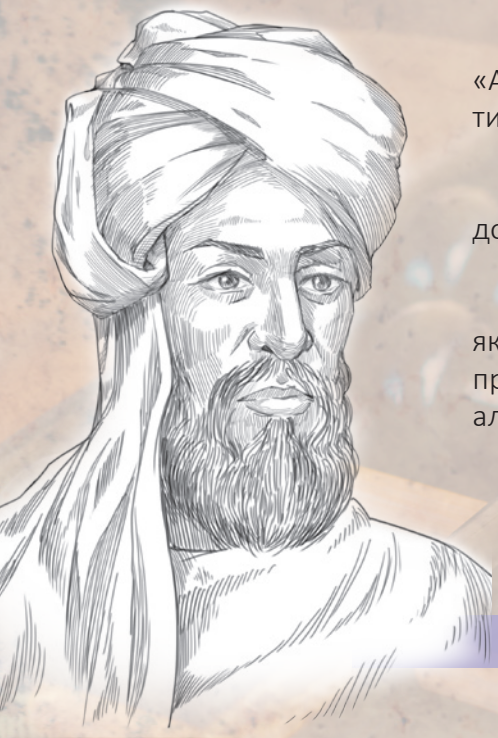
Дещо пізніше люди навчилися рахувати, загинаючи пальці. Або роблячи зарубки на кістяних і кам'яних знаряддях праці. Або перекладали в певному порядку камінчики, дощечки, кісточки та інші предмети.

Римський абак – давньогрецькі щоти

У середині I тисячоліття до н.е. з'явилися перші обчислювальні пристрої – різні в різних країнах. Наприклад, на острові Саламін в Егейському морі винайшли «саламінську дощечку», в Стародавній Греції і Римі, а потім в Західній Європі – «абак», у Китаї – «суаньпань», а в Японії – «соробан». Це були дощечки з різного матеріалу (бронзи, каменю, дерева, слонової кістки, кольорового скла тощо) зі спеціальними заглибленнями, де переміщалися кістки і камені, за допомогою яких велися обчислення. Такі рахівниці людство використовувало аж до епохи Відродження.

Вузликове письмо

Також відомі приклади стародавнього «вузликового письма» і лічби «кіпу» інків та інших народів, які мешкали на американських континентах.



У IX столітті н.е. узбецький вчений Мухаммед бен Мус ал-Хорезмі створив «Арифметичний трактат» і це стало воістину видатною подією всього першого тисячоліття.

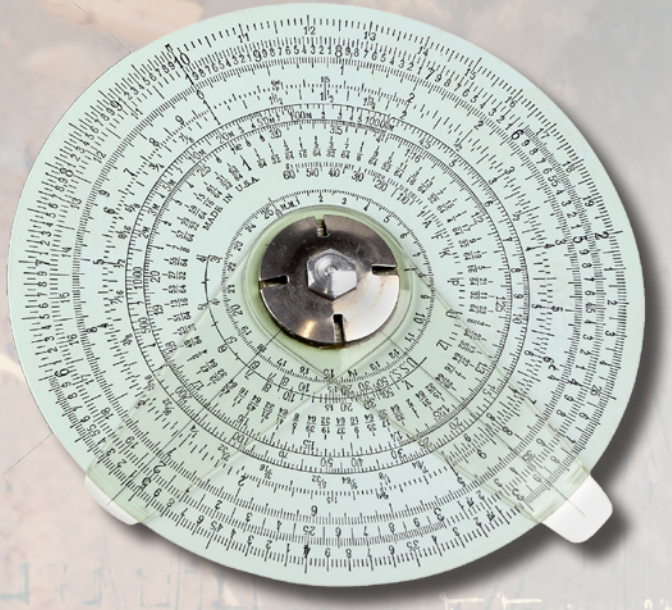
У своєму трактаті вчений описав десяткову систему числення, яка прийшла до арабів із Індії.

А також чотири арифметичні дії – додавання, віднімання, множення і ділення, які стали широко відомі у всьому світі та використовуються зараз. Цікаво, що правила виконання цих дій називаються ім'ям цього узбецького вченого – ал-Хорезмі – алхорізм – алгоритм.

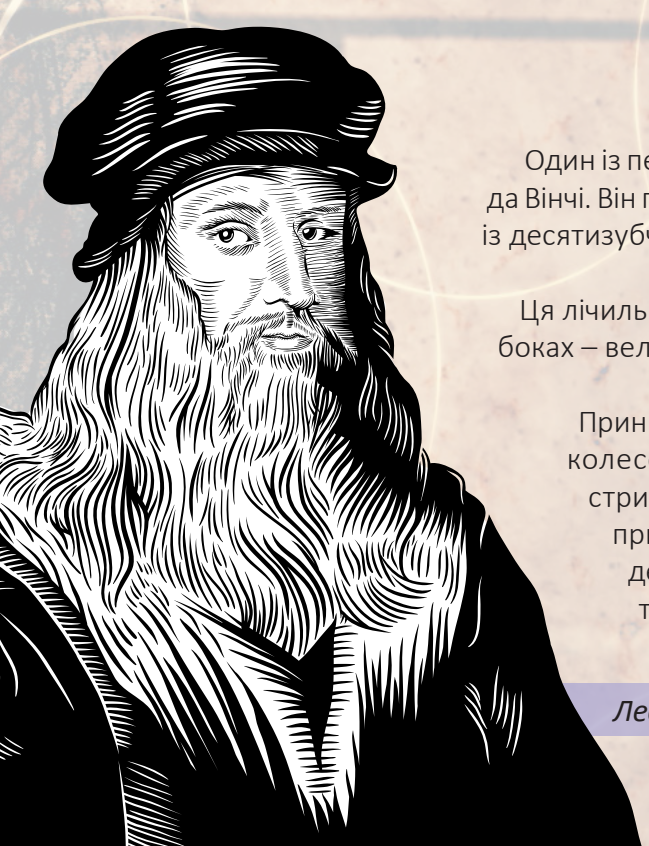
Майже через сто років, в епоху Відродження, у Європі з'явилися перші канцелярські щоти, які прийшли зі Сходу.

Мухаммед бен Мус ал-Хорезмі

Математика продовжувала стрімко розвиватися, з'являлися нові пристрої для проведення розрахунків. Наприклад, після того, як Джон Непер відкрив логарифми, Вільям Отред у 1622 році винайшов логарифмічну лінійку (див. рис.) (ідею пристрою, близького до конструкції логарифмічною лінійки, висловив на початку XVII століття англійський астроном Едмунд Гантер).



Модель логарифмічної лінійки Вільяма Отреда



Один із перших проектів механічної лічильної машини розробив Леонардо да Вінчі. Він представив ескіз тринадцатирозрядного пристрою для додавання із десятизубчастими колесами (див. рис.).

Ця лічильна машина складалася з 13 стрижнів із зубчастими колесами по боках – великим і маленьким. Вона працювала за допомогою тягарців.

Принцип дії був простий: стрижні розташовувалися так, щоб маленьке колесо одного стрижня було зчеплене з великим колесом іншого стрижня. Так, десять обертів першого стрижня («стрижня одиниць») приводили до одного повного оберту другого стрижня («стрижня десятків»), відповідно, десять обертів другого – до одного оберту третього стрижня («стрижня сотень») і так далі.

Леонардо да Вінчі

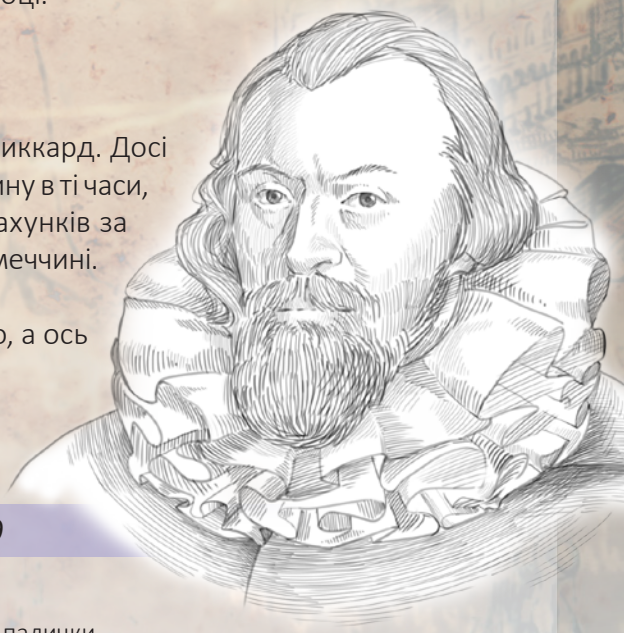
Ескіз лічильної машини Леонардо да Вінчі

Тобто, якщо ми повернемо «стрижень одиниць» десять разів, на ньому буде значення 0, а на сусідньому «стрижні десятків» буде значення 1 – отримаємо число 10.

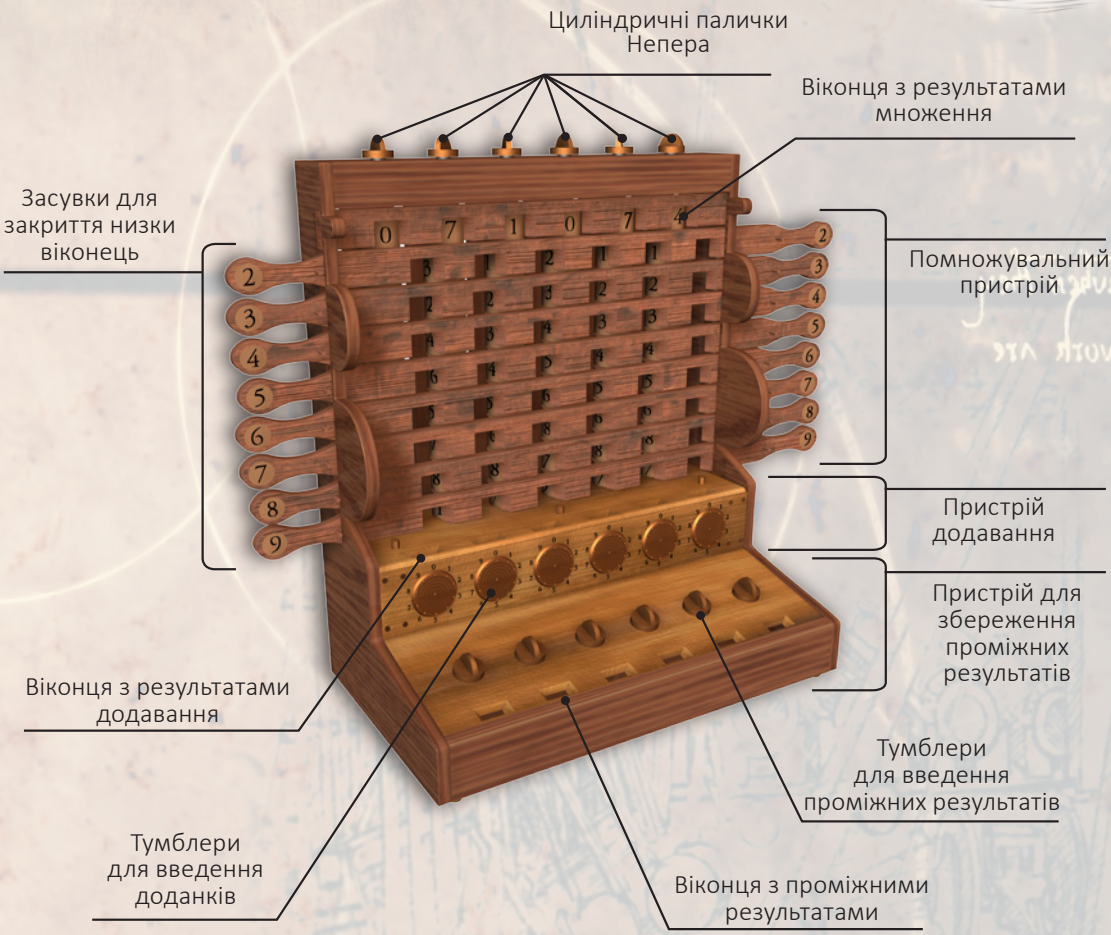
Однак проект першої лічильної машини, яка могла виконувати чотири основних арифметичних дії – додавання, віднімання, множення і ділення – з'явився лише в 1623 році.

Пристрій описав німецький математик і астроном Вільгельм Шиккард. Досі точно невідомо, чи вдалося комусь сконструювати цю лічильну машину в ті часи, але на початку 60-х років уже нашого століття пристрій для розрахунків за описами Шиккарда побудували вчені Тюрінгського університету в Німеччині.

Машина виконувала операції додавання і віднімання механічно, а ось множення і ділення здійснювалися з елементами механізації.



Вільгельм Шиккард



Рахункова машина Шиккарда

На зміну лічильній машині за ескізами Вільгельма Шиккарда в 1642 році прийшла рахункова машина «Паскаліна», яку винайшов французький фізик і філософ Блез Паскаль.

Він створив її у першу чергу для свого батька, який працював ревізором фінансів в уряді.

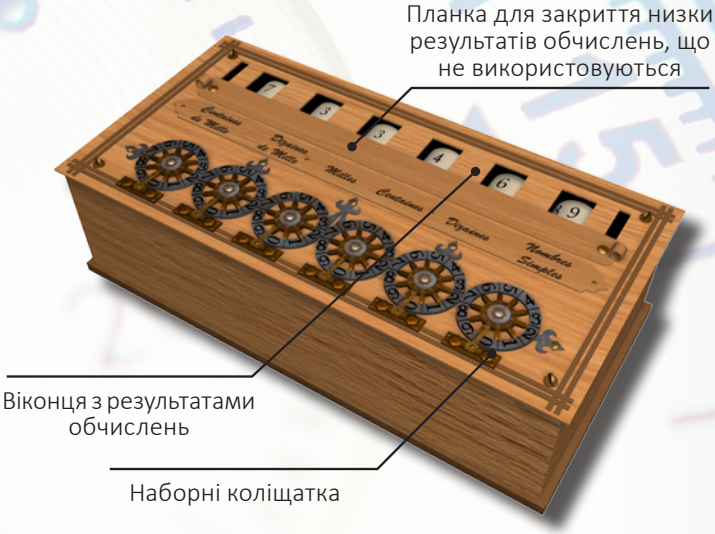
«Паскаліна» (див. рис.) – це невеликий латунний ящик (36х13х8 см), за допомогою якого можна було додавати і віднімати.

Мухаммед бен Мус ал-Хорезми

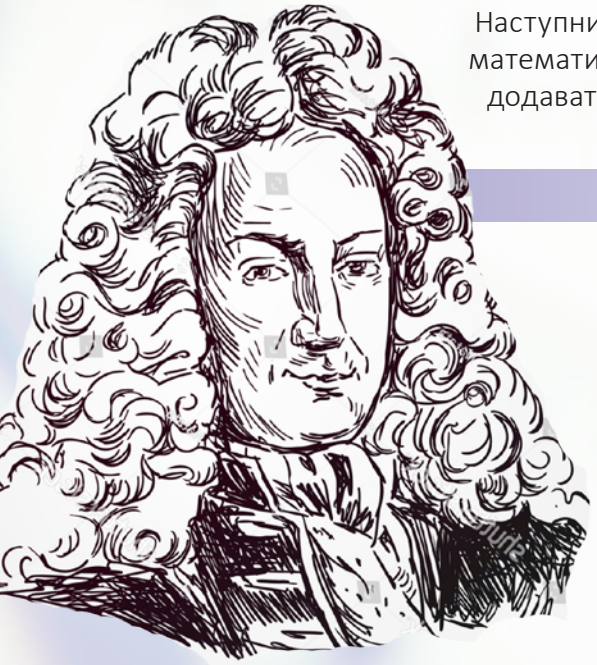
Усередині ящика були розташовані пов'язані між собою шестерні, а зверху – декілька наборних коліщаток, які відповідали розрядам чисел, із поділами від 0 до 9, а також віконця для відображення результатів.

І

снує більше 50 екземплярів машини Паскаля, кілька з яких в наш час можна побачити в музеях Парижа.

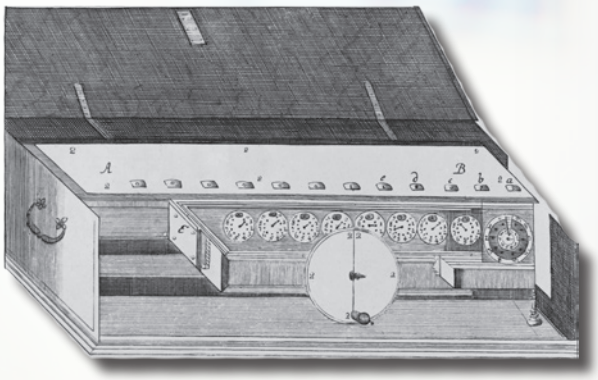


Модель «Паскаліни»



Наступним важливим пристроєм стала обчислювальна машина німецького математика Готфріда Вільгельма Лейбніца (див. рис.) – вона вміла не лише додавати і віднімати, а й множити і ділити.

Готфрід Вільгельм Лейбніц



Обчислювальна машина Г. Лейбніца

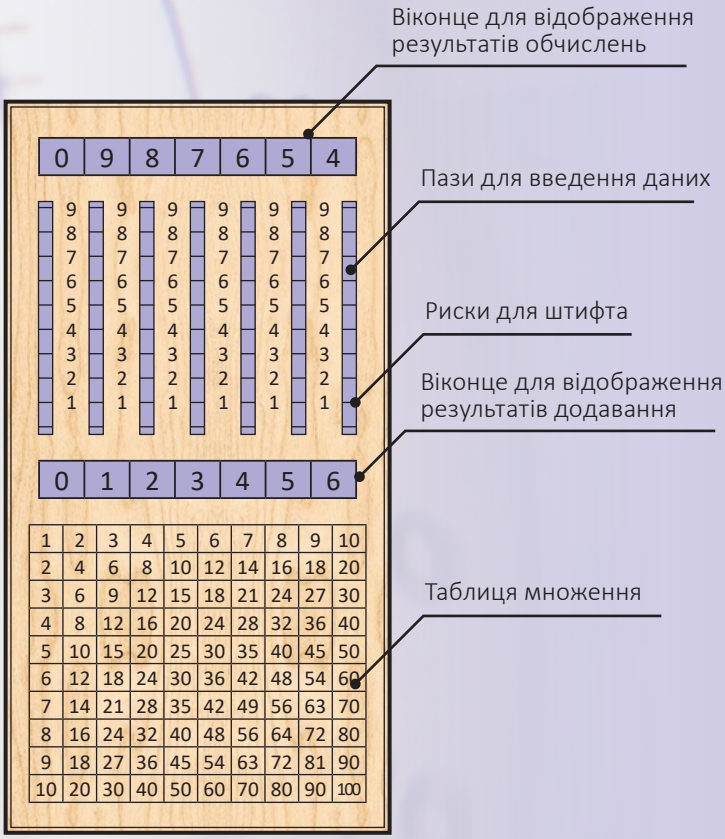
Трохи згодом, наприкінці 1600-х рр., французький вчений Клод Перро (до речі, брат знаменитого казкаря Шарля Перро) винайшов обчислювальну машину «Рабдологічний абак», у якій замість зубчастих коліс використовував зубчасті рейки (див. рис.).

Ця лічильна машина являла собою пластину, на якій були прорізані сім пазів зі шкалою чисел від 1 до 9. Вони символізували розряди одиниць – одиниці, десятки, сотні, тисячі й так далі, аж до мільйонів. Кожен паз мав шторки, які можна було пересувати вгору і вниз за допомогою штифта із загостреним кінчиком – так виконувалися додавання і віднімання.

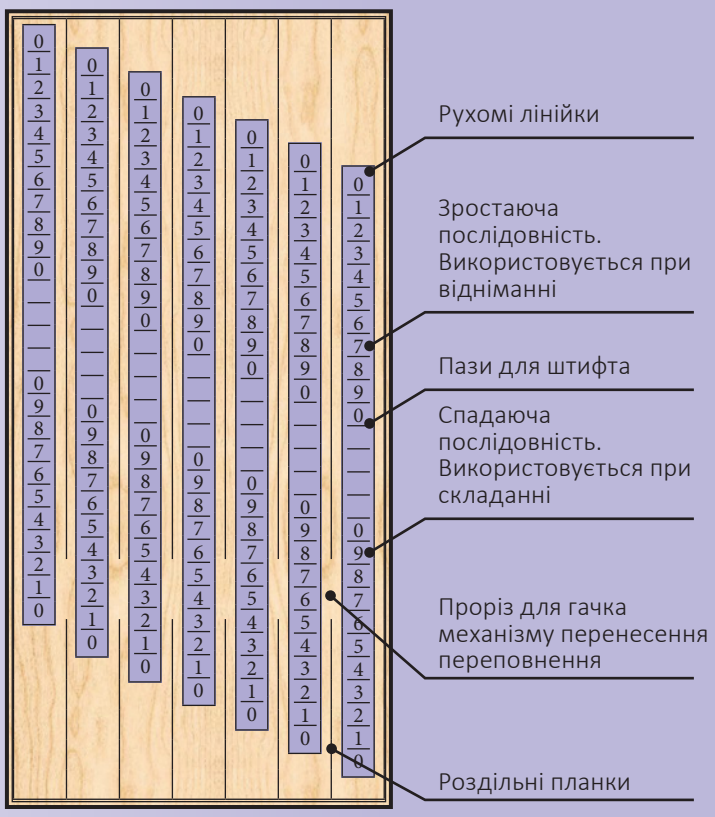
Результати відображалися у спеціальних віконцях – окремих для додавання і віднімання. Також на пластині була викарбувана таблиця множення.

Усередині кожної пластини, яка відділяє пази-лінійки одне від одного, був отвір, що використовувався для перенесення переповнення з молодшого розряду в старший (див. рис.). Цей отвір знаходився біля основи лінійки, присунутої до самого верху пристрою, і був завдовжки в три ділення лінійки. Перенесення переповнення виконувалося за допомогою гачків (на рис. не показані), розташованих із іншого боку лінійки (під 11 і 12 поділом, якщо рахувати знизу).

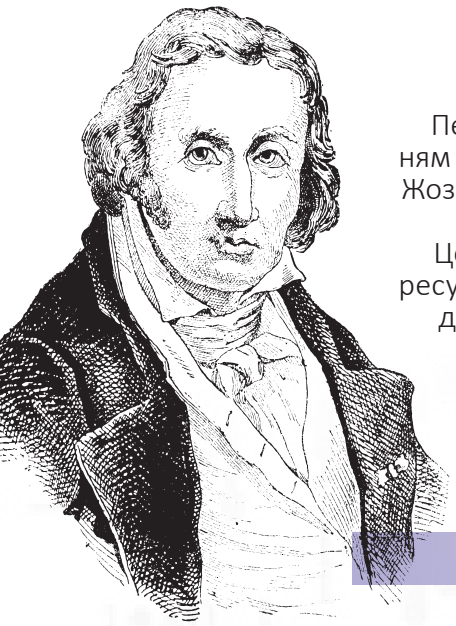
Клод Перро



Рабдологічний абак. Вигляд зверху



Рабдологічний абак. Внутрішній устрій



Жозеф Жаккар

Першу машину з програмно-апаратним управлінням придумав у 1804 році французький винахідник Жозеф Жаккар.

Цей механізм, ткацький верстат, автоматично пересував петлі ниток тканини в певному порядку за допомогою набору перфокарт – картонних карт із пробитими отворами (див. рис.). Візерунок переплетення ниток визначався набором отворів на цих перфокартах.

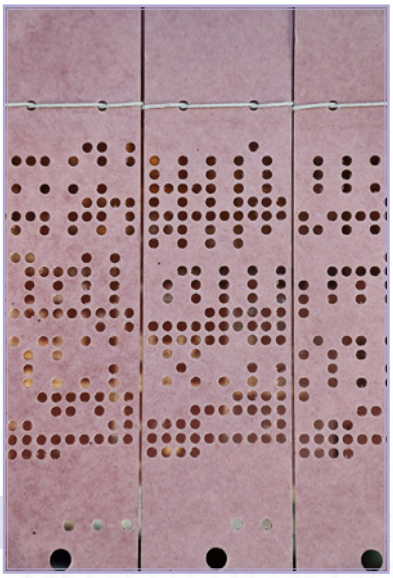
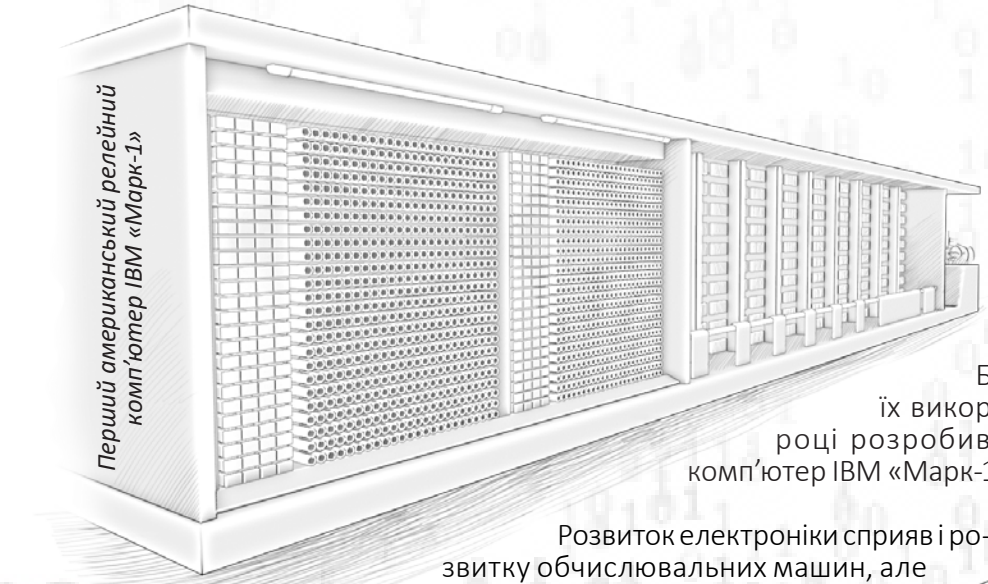


Рис. Набір перфокарт ткацького верстата Жаккара



Перший американський релейний комп'ютер IBM «Марк-1»

Принцип керуючих перфокарт використовував і англійський математик Чарльз Беббідж при розробці своєї аналітичної машини. Він працював над нею майже сорок років, але так і не зміг завершити розпочате. Беббідж залишив близько 200 креслень, їх використовував Говард Айкен, який в 1941 році розробив перший американський релейний комп'ютер IBM «Марк-1» (див. рис.).

Розвиток електроніки сприяв і розвитку обчислювальних машин, але до появи мікропроцесорів (перший мікропроцесор був розроблений корпорацією Intel та випущений 15 листопада 1971 роки) і обчислювальних пристроїв на їх базі з прийнятними цінами, більшість людей використовувала в побуті компактні найпростіші обчислювальні пристрої (рахівниці, логарифмічні лінійки, арифмометри тощо).

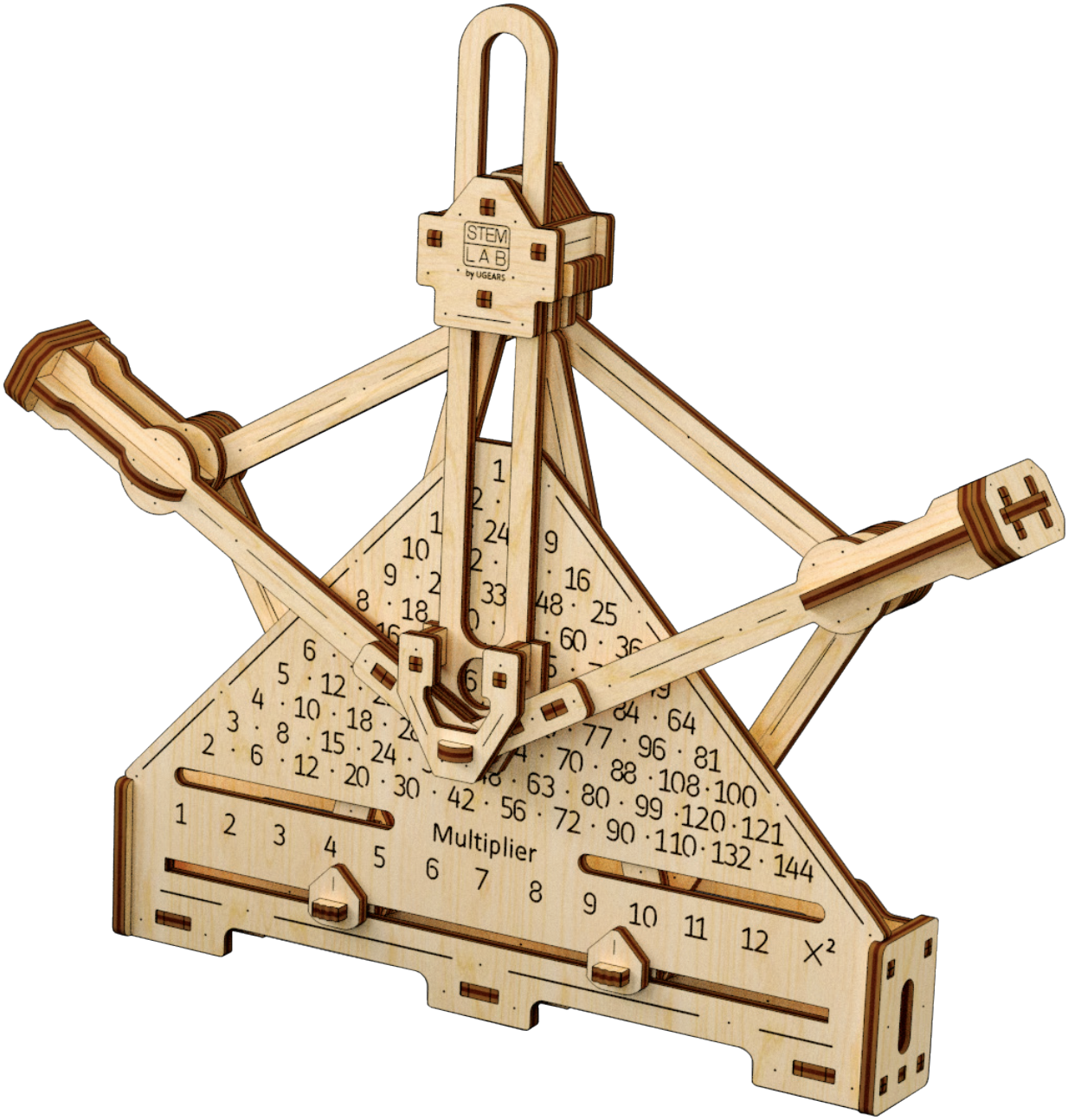
Рис. Перший мікропроцесор, розроблений корпорацією Intel

До таких пристроїв належала арифметична лінійка, розроблена німецьким музикантом і винахідником Генріхом Куммером у 1846 році, яка в подальшому отримала назву «обчислювач Куммера». Пристрій увійшов до вжитку і випускався до 1982 року.

«Механічний додавач» від Ugears – це модифікована версія обчислювача Куммера. У наступних параграфах ми розглянемо принцип його роботи докладніше.

Генріх Куммер

А поки познайомимося з історією створення історичного прототипу другої моделі з нашого STEM-набору – **«Механічного помножувача».**



Саме вона в 1915 році надихнула американського науковця Вільяма Генрі Робертсона на створення іграшки «Консул: вчена мавпочка». Робертсон, який у минулому працював учителем математики в старшій школі, хотів винайти пристрій, який допоміг би стимулювати інтерес дітей до вивчення чисел.

Іграшка у формі мавпочки вміла множити і зводити в квадрат числа від 1 до 12. Ви запитаєте, чому до 12, а не до 10, як у звичній нам шкільної табличці множення. Річ у тім, що в англійській та американській системах мір число 12 грає важливу роль: 1 фут дорівнює 12 дюймам; 1 фунт дорівнює 12 унціям, а до 1971 року 1 шилінг дорівнював 12 пенсам. Тому і таблиця множення історично має розмір 12 × 12.

Далі розглянемо наші моделі докладніше:

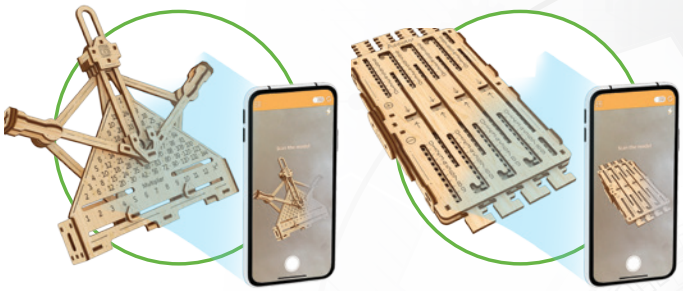
Стр. 11-19 – «Механічний додавач».
Стр. 20-23 – «Механічний помножувач».

Унікальний AR-досвід: як механізм застосовується в реальному житті

1 **Відскануйте QR, щоб завантажити додаток UGEARS AR**

2 **Відкрийте додаток**

3 **Наведіть на зібрану модель і сумістіть її зображення на екрані з образом моделі у додатку**



4 **Взаємодійте в AR**

Кожна механічна модель серії UGEARS STEM Lab – це наочний навчальний посібник про те, як влаштований механізм і як він працює.

Складіть Арифметичний набір власноруч і дізнайтеся, як влаштовані механізми Механічного Додавача та Механічного Помножувача і який принцип їх роботи.

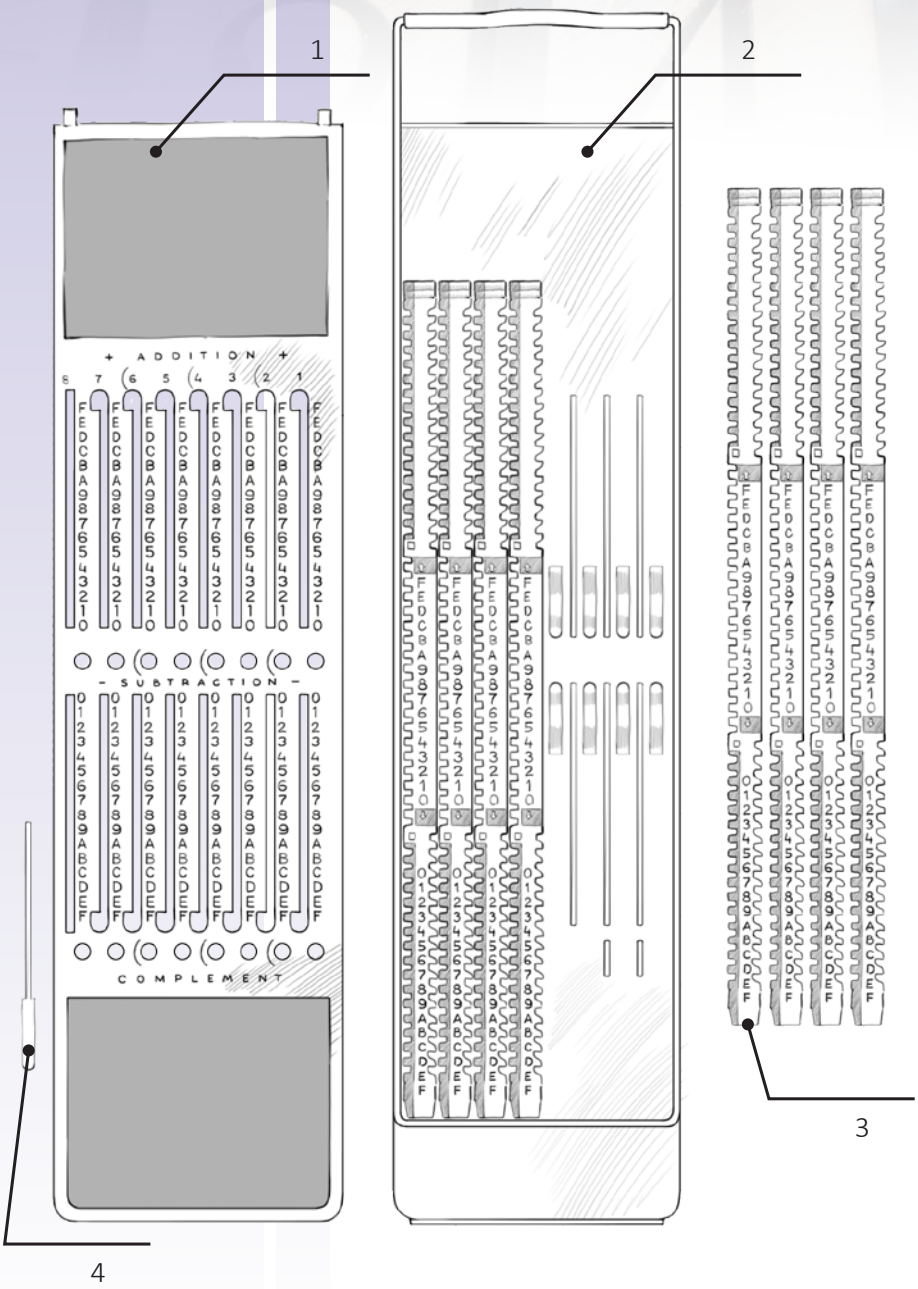
За допомогою спеціального додатку UGEARS AR пориньте у світ доповненої реальності.Наведіть смартфон або планшет на одну із зібраних моделей, щоб подивитися, де цей механізм використовується у реальному житті. Взаємодійте з моделлями на екрані. Роздивіться механізми з різних ракурсів. Дізнайтеся, як використовувалися Механічний Додавач і Механічний Помножувач у перших обчислювальних машинах.

Отримайте необмежену підтримку!
Якщо в процесі складання у Вас виникнуть запитання, команда UGEARS завжди поруч і готова надати пораду та інженерну підтримку. Саме задля цього ми запровадили службу підтримки покупців, яка цілодобово приймає заявки і відповідає на них у найкоротші терміни.

Customer support:
customerservice@ugearsmodels.com

§3.1

Механічний додавач. Що за механізм і де застосовується



Як влаштований обчислювач Куммера

Як ми вже з'ясували, прототипом «Механічного додавача» від Ugears став пристрій «обчислювач Куммера». Давайте познайомимося з ним ближче і дізнаємося принцип його роботи.

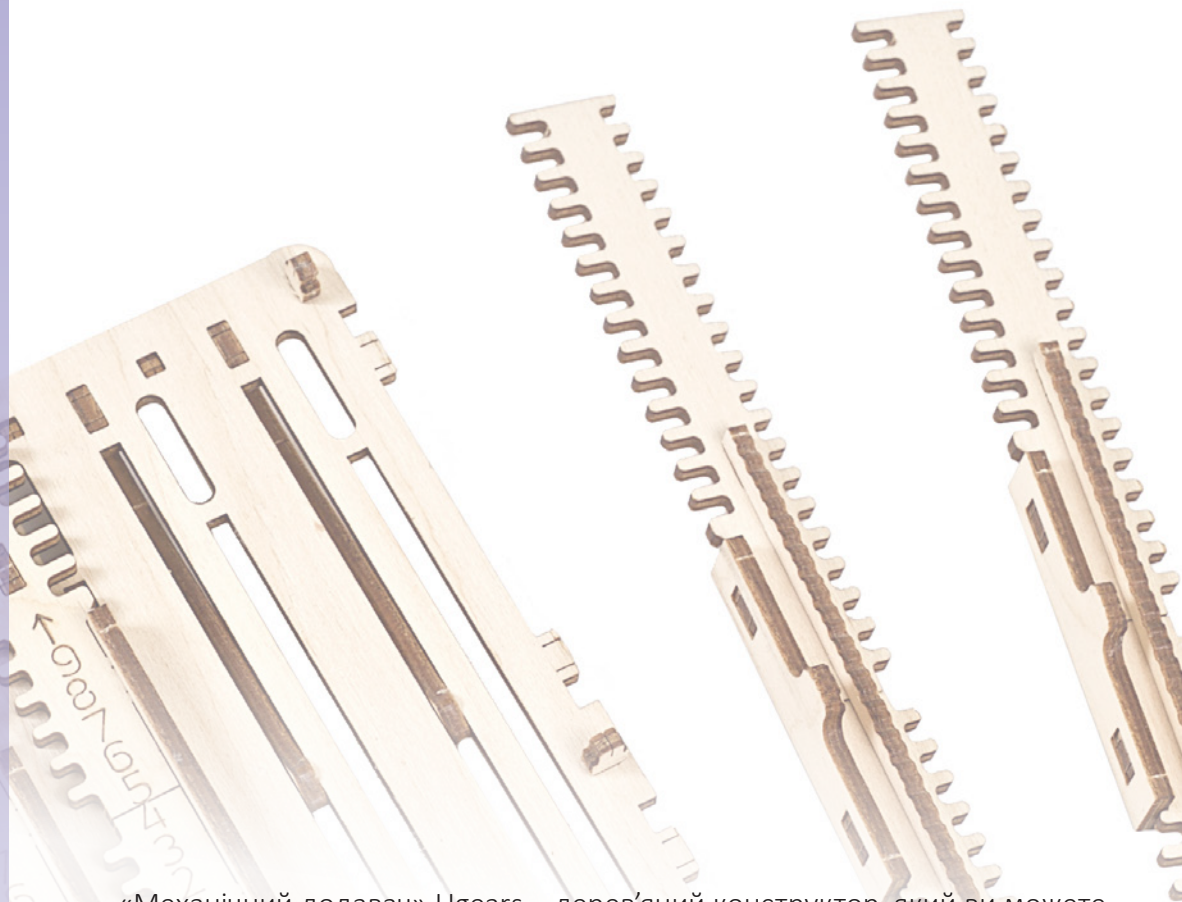
«Обчислювач Куммера» являє собою конструкцію з двох з'єднаних пластин 1 і 2 з декількома зубчастими рейками 3 із нанесеними на них символами від 0 до 9 (див. рис.). Рейки 3 всередині пластин 1 і 2 можуть переміщатися незалежно одна від одної.

Лицьова пластина 1 має отвори для виведення результатів виконання арифметичної операції, а також прорізи для зміщення зубчастих рейок за допомогою грифеля 4 при введенні даних до обчислювача.

За допомогою обчислювача можна легко виконувати операції додавання і віднімання. Перенесення переповнення числа виконується напівавтоматично за принципом «відніми 10–х , перенеси 1». Множення реалізується як багаторазове складання. Також існують складні алгоритми для ділення.

§4.1

Механіка і арифметика на прикладі STEM-моделі «Механічний додавач»



«Механічний додавач» Ugears – дерев'яний конструктор, який ви можете зібрати власноруч і вивчити, як працює відомий механізм «обчислювач Куммера».

Тож давайте перейдемо до головного – як саме можна порахувати за допомогою цього пристрою.

Отже, операція додавання за допомогою обчислювача здійснюється верхньою шкалою наступним чином:

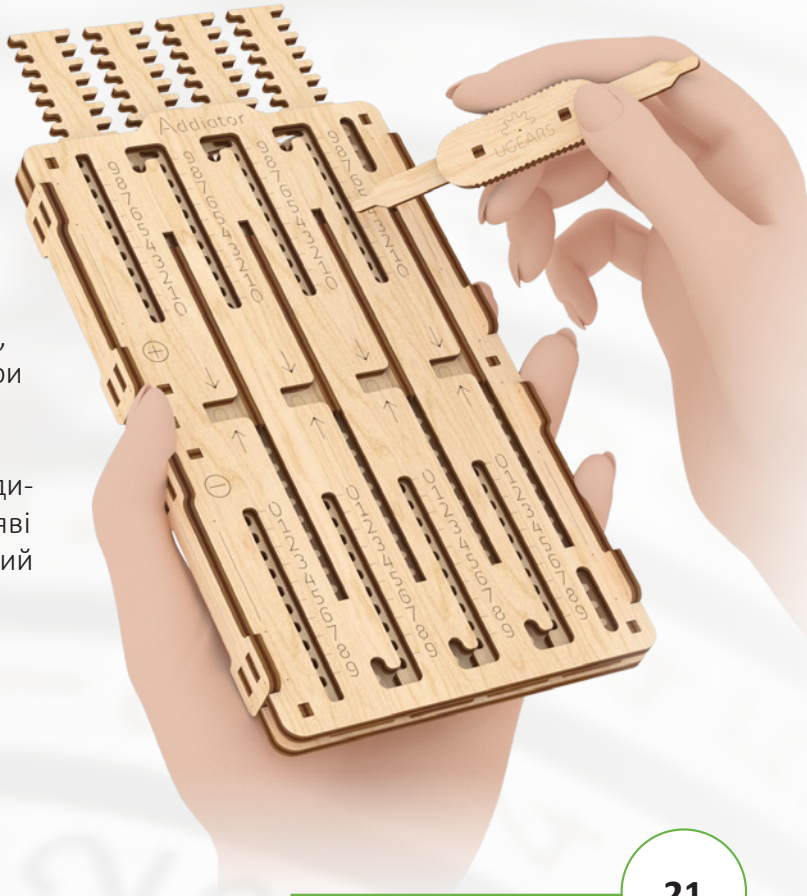
1. Спочатку обчислювач необхідно скинути – так, щоб всі віконця результатів показували 0.

2. Далі за допомогою стилуса ввести перший доданок – тобто, встановити його в прорізи рейок біля відповідних цифр нижчих і вищих розрядів числа і змістити рейки вниз до упору.

3. Далі потрібно ввести наступний доданок. Якщо при додаванні значень у якомусь із розрядів двох чисел результат не буде більше 9, то введення значення даного розряду другого доданку буде аналогічним до введення значення першого доданку. Але процес введення наступного доданку може відрізнятися.

Наприклад: якщо при додаванні значень у якомусь із розрядів двох чисел результат буде більше 9, то введення значення даного розряду другого доданку виконується зі зміщенням рейки вниз до упора, до виникнення символу ↑, а потім уверх, при цьому переповнення переноситься в старший розряд шляхом руху стилуса по вигину паза вгорі додавача.

4. Після введення другого доданку отримуємо результат додавання у віконці.



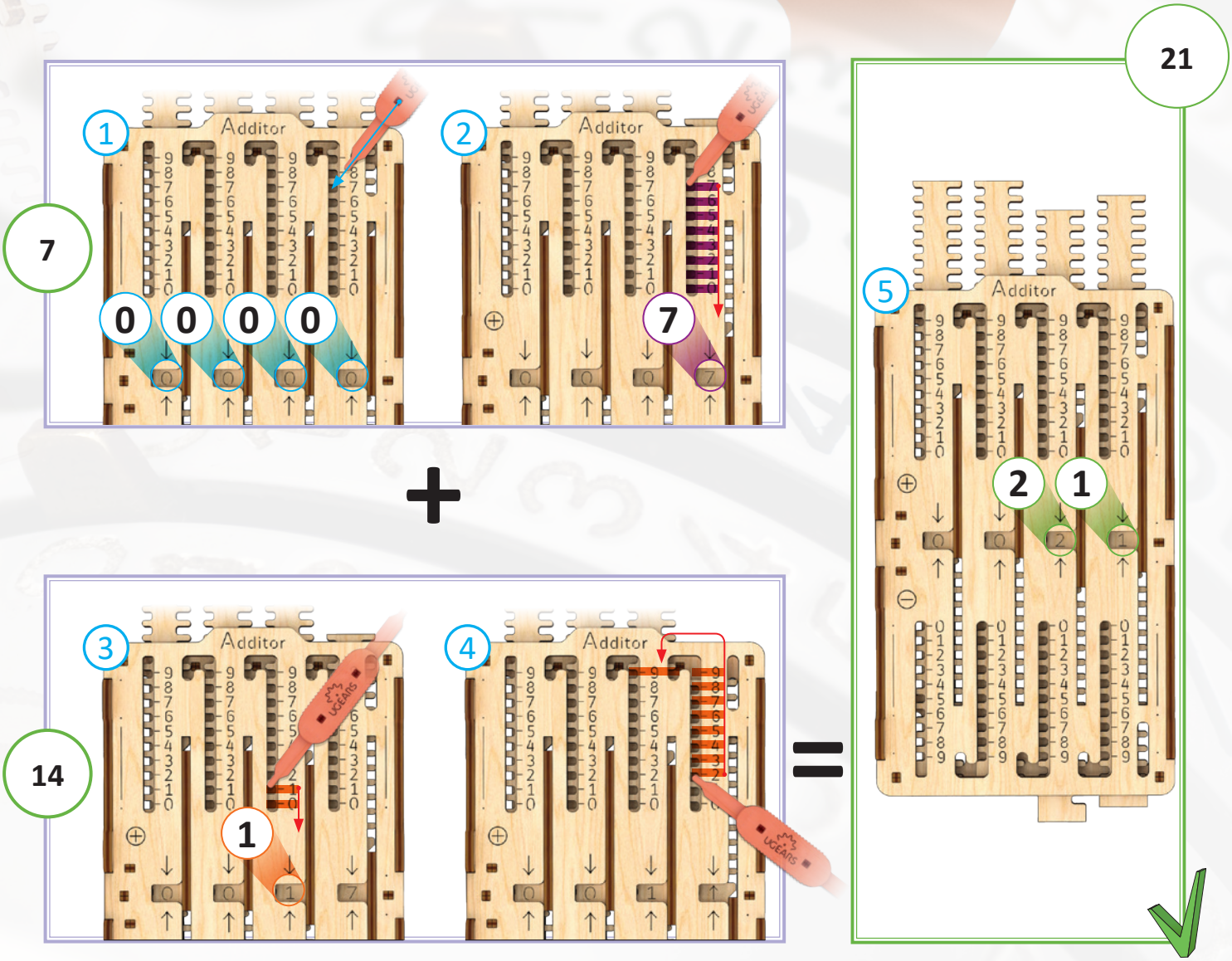
Приклад: 7 + 14.

Виконуємо розрахунок в кілька етапів.

Скидаємо обчислювач. Набираємо на шкалі 7, тобто, в розряді одиниць вставляємо стилус біля цифри 7 і ведемо його до упору вниз.

Набираємо на верхній шкалі 14. Проводимо від одиниці вниз. Далі від четвірки вниз до упору, при появі ↑ ведемо вверх і по вигину перекидуємо на старший розряд.

Отримуємо відповідь 21.



Операція віднімання за допомогою обчислювача виконується нижньою шкалою наступним чином:

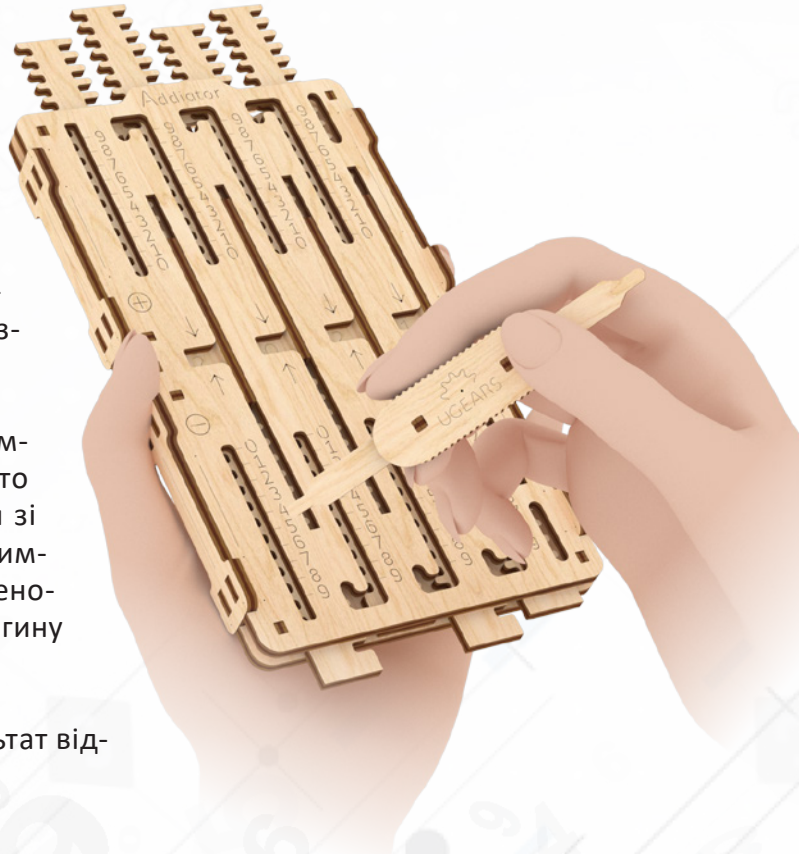
1. Спочатку обчислювач потрібно скинути. Значення у всіх віконцях результату – 0.

2. Далі за допомогою стилуса вводитися зменшуване число верхньою шкалою обчислювача.

3. Далі вводимо від'ємник нижньої шкалою обчислювача. Залежно від того, чи буде значення, що вводиться, меншим або більшим від якогось із розрядів від'ємника, у віконці обчислювача того ж розряду буде виконуватися така дія:

якщо ввідне значення якогось із розрядів від'ємника більше за значення в віконці обчислювача, то введення значення даного розряду виконується зі зміщенням рейки вгору до упору, до виникнення символу ↓, а потім униз, при цьому переповнення переноситься в старший розряд шляхом руху стилуса по вигину паза внизу обчислювача.

4. Після введення від'ємника отримуємо результат віднімання.



Приклад: 2021-1846

Виконуємо розрахунок в кілька етапів.

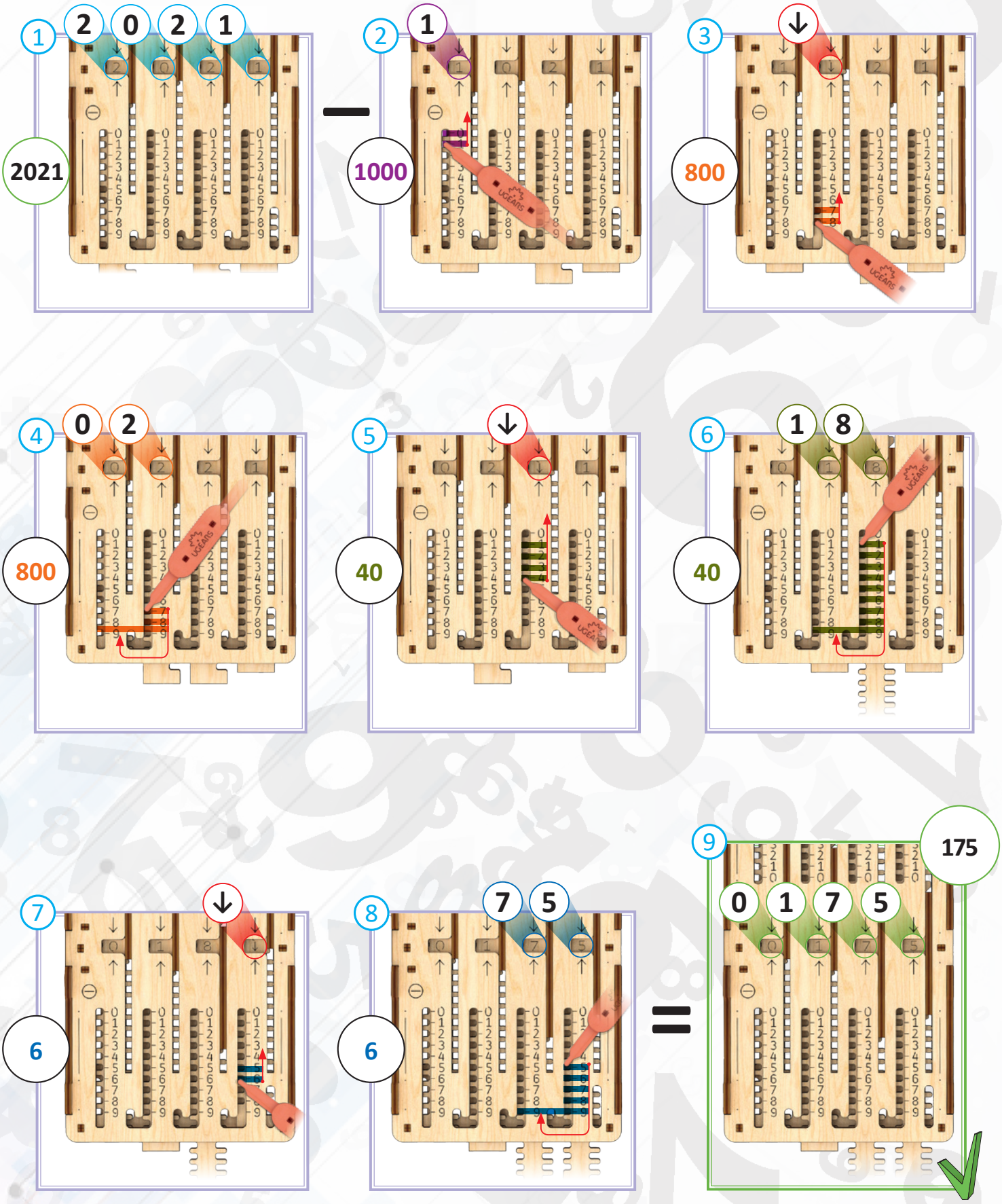
Скидаємо обчислювач. Вводимо в поле значень 2021. Віднімаємо від найстаршого порядку, тобто від тисяч, 1: вставляємо стилус в одиницю на нижній шкалі та переміщуємо вверх до упору. Віднімаємо вісімку від сотень: вставляємо стилус у нижню шкалу, переміщуємо вверх до упору, до появи ↓ і ведемо вниз та по вигину перекидуємо на старший розряд. Аналогічно, по черзі, віднімаємо 4 від десятків і 6 від одиниць.

Отримуємо відповідь 175.

Операції множення і ділення за допомогою обчислювача виконуються методами багаторазового додавання і віднімання.

2021 - 1846 = 175

1000+800+40+6

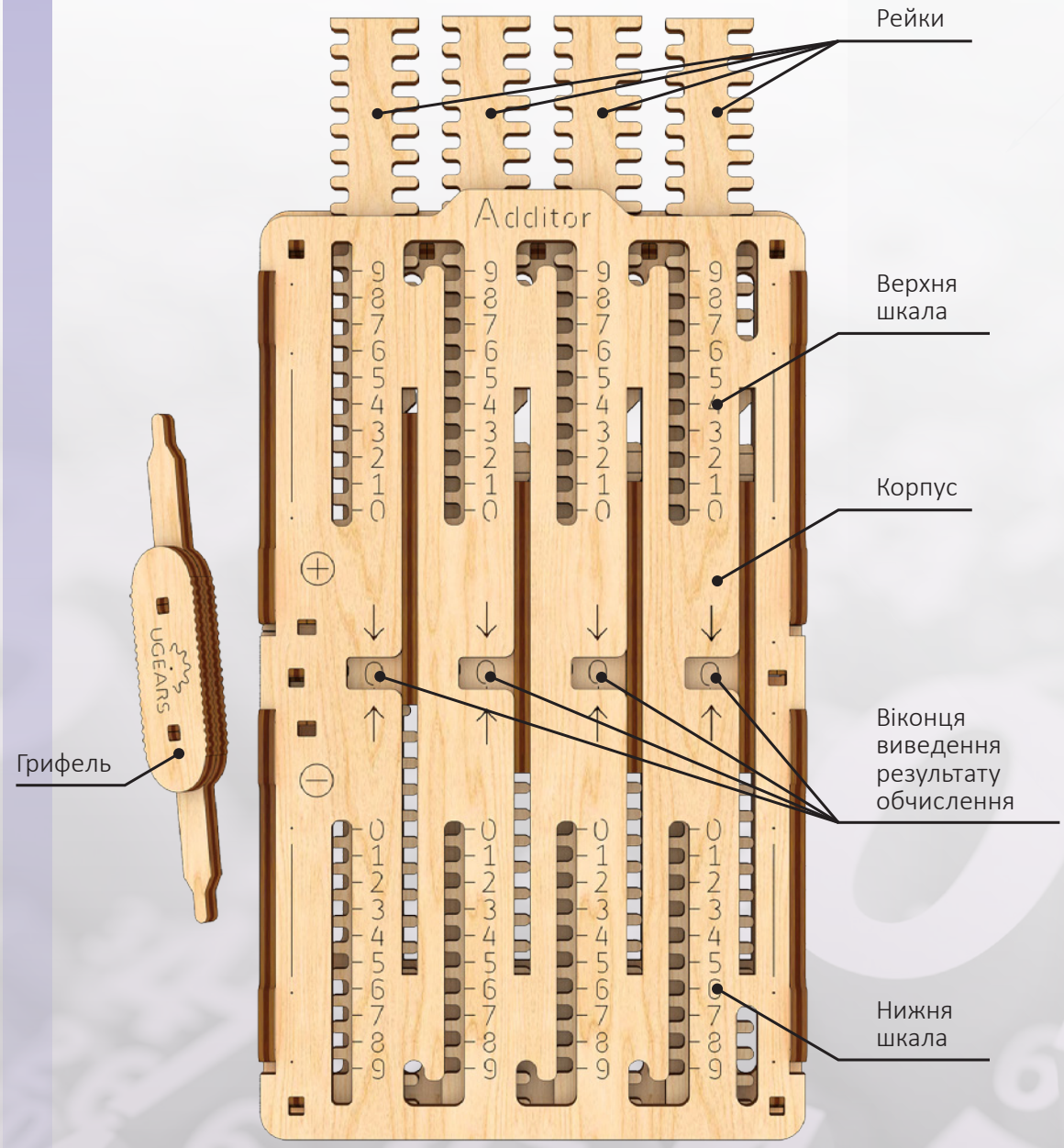


§5.1

Як влаштований механізм

Розроблений компанією Ugears «Механічний додавач» відрізняється від обчислювача Куммера більш компактною конструкцією, яка має лише один ряд віконець виведення результатів виконання операції.

За допомогою «Механічного додавача» Ugears можна виконувати арифметичні операції і виводити результати цих операцій для максимум чотиризначних чисел, так як в складі додавача є тільки чотири рейки.



Конструктор «Механічний додавач» від Ugears:
1 – корпус, 2 – рейки, 3 – віконця результатів, 4 – стилус

Наш додавач поділений на дві шкали – верхню і нижню. Верхня призначена для введення першого числа і виконання операції додавання, нижня використовується для виконання операції віднімання. Процес виконання арифметичних розрахунків такий самий, як і у більшості існуючих обчислювачів. Наявність на рейках символів ↓ і ↑ дозволяє простіше виконувати перенос переповнення у вищий розряд, а також отримувати результат розрахунку з негативним знаком.

Тож виконаймо розрахунок, використовуючи модель **«Механічний додавач»** із колекції Ugears STEM Lab.

Необхідно виконати наступне:

{(1978 – 1883) · 2 + 20} / 20

Розрахунок виконаємо в кілька етапів.

1. Скидаємо додавач.

2. Першою арифметичною операцією буде віднімання чисел в дужках: 1978–1883. Використовуючи верхню шкалу додавача, введемо число 1978 (рис. 3а). Далі виконуємо віднімання від нього числа 1883, використовуючи нижню шкалу (рис. 3б). У першому, третьому і четвертому розрядах значення зменшуваного числа більше або дорівнює значенням від'ємника числа в тих же розрядах:

- в першому розряді 8>3;
- в третьому розряді 9>8;
- в четвертому розряді 1=1.

Тому для виконання віднімання у цих розрядах зміщуємо рейки вгору до упору.

У другому розряді значення зменшуваного менше значення від'ємника: 7<8. Тому для виконання віднімання у цьому розряді зміщуємо рейку вниз із поворотом стилуса в пазі внизу, що забезпечує перенесення переповнення до старшого розряду.

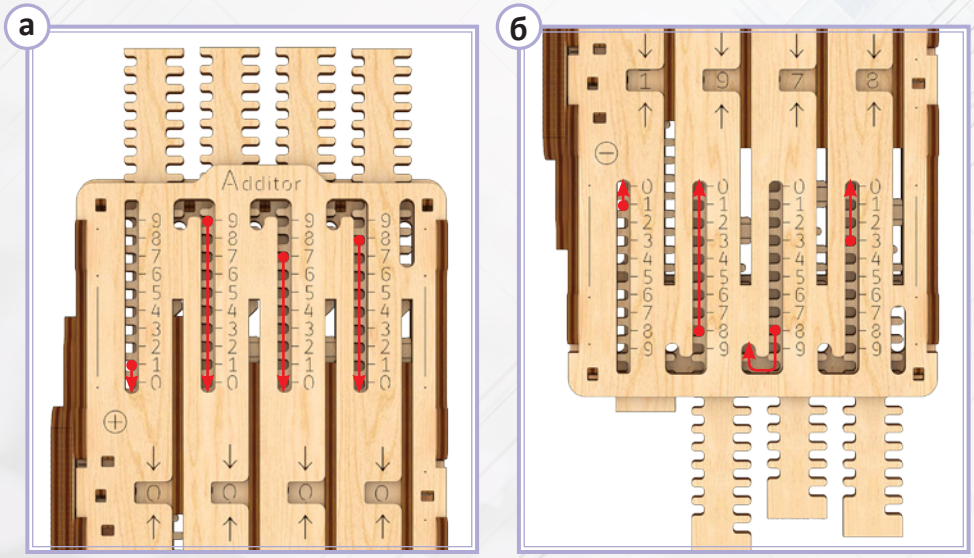


Рис. 3 Операція віднімання: а) - введення зменшуваного 1978, б) введення від'ємника 1883

3. Далі виконуємо операцію множення отриманого результату в попередній операції: 95х2. Замінимо операцію множення складанням. Отже:

95х2=95+95.

Виконуємо складання (див. рис.4). Використовуючи верхню шкалу додавача, вводимо 95. Спочатку введемо значення 5 (рис. 4а) першого розряду, потягнувши рейку вгору з поворотом стилуса в пазі вгорі, так як значення 5 у віконці виведення результату + введене значення 5 буде більше 9. У результаті, в віконці другого розряду отримуємо знак ↑ (рис. 4б). Тоді нам необхідно збільшити третій розряд на 1, а другий обнулити. Отримуємо значення 100 в віконцях виведення результату (рис. 4в).

Для завершення складання необхідно ввести в другому розряді значення 9, потягнувши рейку в низ (рис. 4в).

Результат множення: 190.

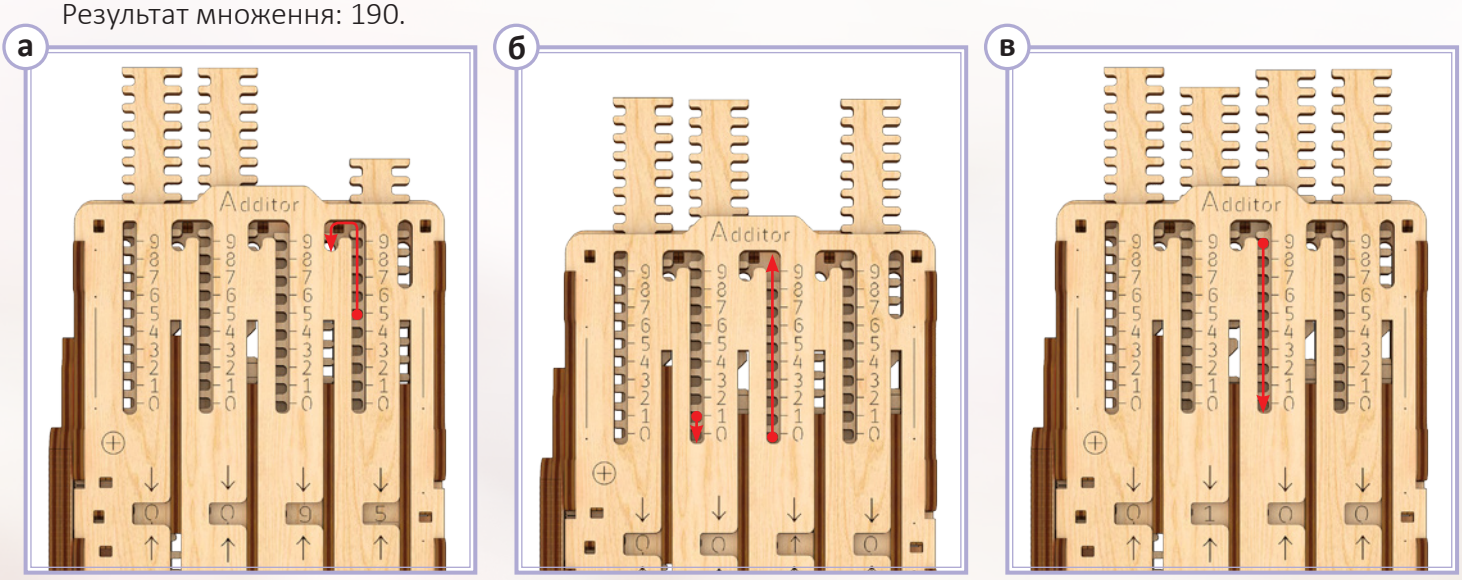


Рис. 4 Операція множення складанням: а) введення значення першого розряду числа 95, б) перенесення переповнення, в) введення значення другого розряду числа 95.

4. Наступна операція – складання чисел 190 і 20. У другому розряді цих двох чисел сума значень буде більше 9 (9 + 2> 9). Тоді рейку тягнемо вгору з поворотом стилуса в пазі вгорі (рис. 5а).

Результат складання: 210 (рис. 5б).

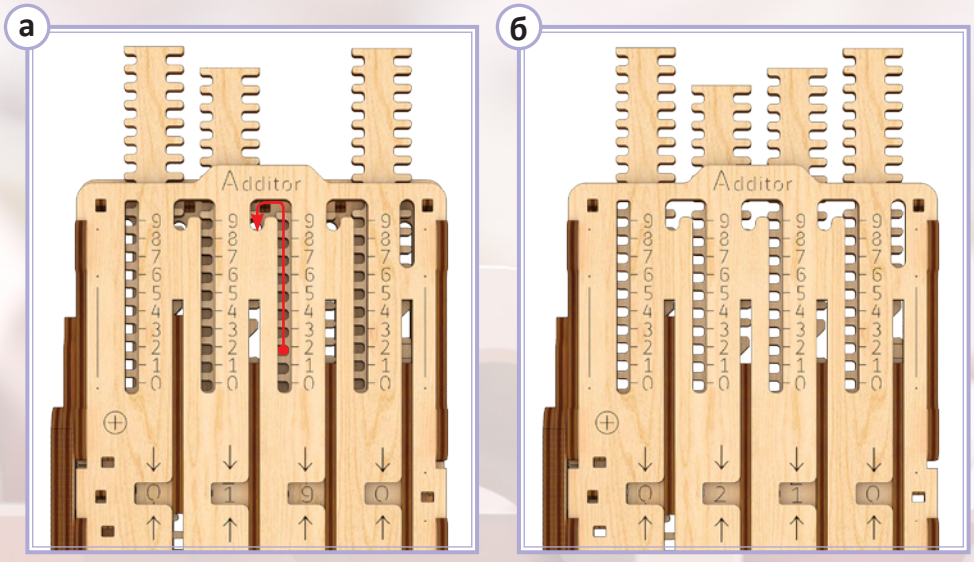


Рис. 5 Операція складання: а) введення значення другого розряду числа 20, б) результат складання.

5. Заключна операція – ділення. Ділення замінимо відніманням числа 20 із числа 210 до появи залишку, при цьому лічимо кількість виконаних віднімань про себе.

Після виконання 10 віднімань отримаємо залишок 10 (див. рис.).

Залишок наприкінці операції ділення відніманням

6. Наближений результат розрахунку вираження:
{(1978 - 1883) · 2 + 20} / 20 ≈ 10.
Якщо поділити ще й залишок 10, то отримаємо точний результат виразу: 10,5.
Виконавши розрахунок вираження на калькуляторі, отримаємо той же результат: 10,5.

§3.2

«Механічний помножувач». Що за механізм і де застосовується

«Механічний помножувач» – важільний механізм, який приводиться в рух двома повзунками, при переміщенні яких змінюється положення вихідної ланки – покажчика, який рухається по полю таблиці Піфагора*, таким чином дозволяючи здійснювати дію множення двох цілих чисел від 1 до 12.

Положення першого повзунка відповідає першому множнику, а другого – другому. За рахунок властивості механізму пантографа (забезпечення прямолінійного переміщення) вихідна ланка займає однозначне становище.

«Механічний помножувач» дозволяє множити числа від 1 до 12, а також зводити числа в квадрат.

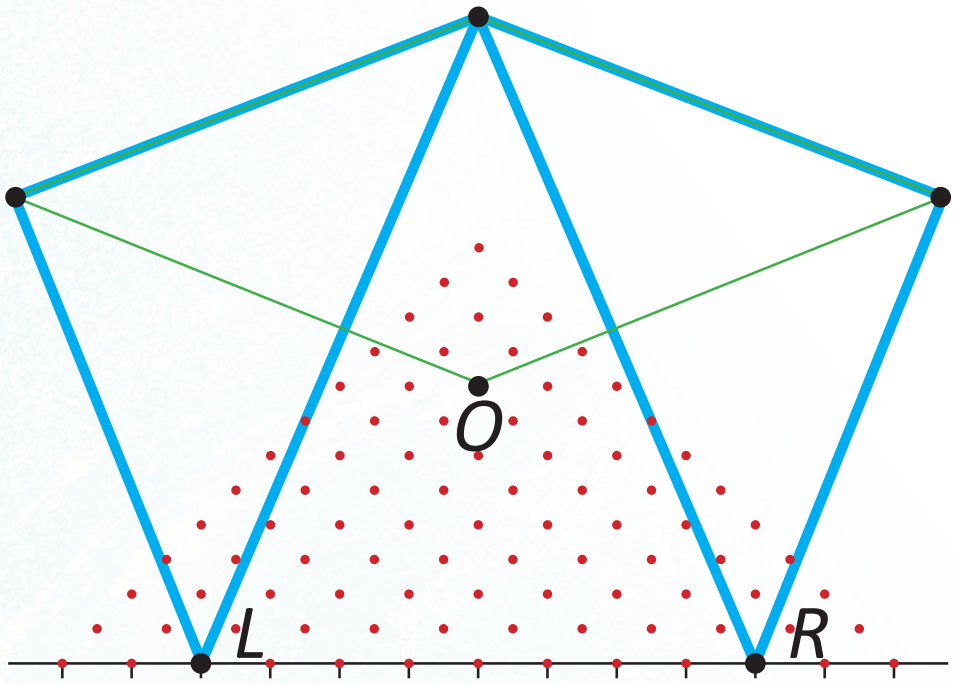
·	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	112	119	126	133	140
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120	128	136	144	152	160
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126	135	144	153	162	171	180
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
11	11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121	132	143	154	165	176	187	198	209	220
12	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156	168	180	192	204	216	228	240
13	13	26	39	52	65	78	91	104	117	130	143	156	169	182	195	208	221	234	247	260
14	14	28	42	56	70	84	98	112	126	140	154	168	182	196	210	224	238	252	266	280
15	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300
16	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	240	256	272	288	304	320
17	17	34	51	68	85	102	119	136	153	170	187	204	221	238	255	272	289	306	323	340
18	18	36	54	72	90	108	126	144	162	180	198	216	234	252	270	288	306	324	342	360
19	19	38	57	76	95	114	133	152	171	190	209	228	247	266	285	304	323	342	361	380
20	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400

Таблиця множення (або таблиця Піфагора) – таблиця, в якій рядки і стовпці підписані числами, а у комірках знаходиться результат перемноження цих чисел. Таблиця використовується для навчання множенню. Школярі вчать такі таблиці напам'ять.

§4.2

Механіка і арифметика на прикладі STEM-моделі «Механічний помножувач»

Як ми розповіли раніше, «Механічний помножувач» Ugears влаштований за принципом іграшки «Консул: вчена мавпочка». Основа механізму – два однакових рівнобедрених прямокутних трикутника, які з'єднані шарніром, а кінці їх гіпотенуз спираються на числову пряму і можуть ковзати по ній, вибираючи, які числа потрібно перемножити.



Катети рівнобедрених трикутників також з'єднані шарніром, що дозволяє їм легко пересуватися.

Вершини трикутників також з'єднані шарнірним механізмом між собою.

Рівнобедрені трикутники забезпечують лінійну залежність висоти точки з'єднання вершин трикутників над числовою прямою від довжини відрізка між двома цифрами числової прямої – висота завжди дорівнює половині зазначеної довжини.

Так як цифри на числовій прямій розташовані рівномірно, то при всіх можливих положеннях кінців трикутників, вони будуть утворювати з точкою з'єднання вершин трикутників трикутник значень (нанесення числа), рядки якого знаходяться на однаковій відстані по висоті один від одного. При цьому позиції всередині одного рядка будуть розташовані посередині між положеннями в сусідніх рядках.

Таким чином «Механічний помножувач» реалізує бінарну операцію *, тобто кожне положення «змінних» задає унікальне положення віконця, де з'являється результат цієї операції.

Щоб обрану операцію можна було застосувати до двох однакових чисел, наприклад, отримувати квадрат при множенні, праворуч на числовій прямій додано спеціальне додаткове положення – «квадрат», а трикутник значень доповнений відповідними числами – квадратами чисел, на які буде вказувати.

Для кожної обраної операції складається свій трикутник значень, який підкладається на поле.

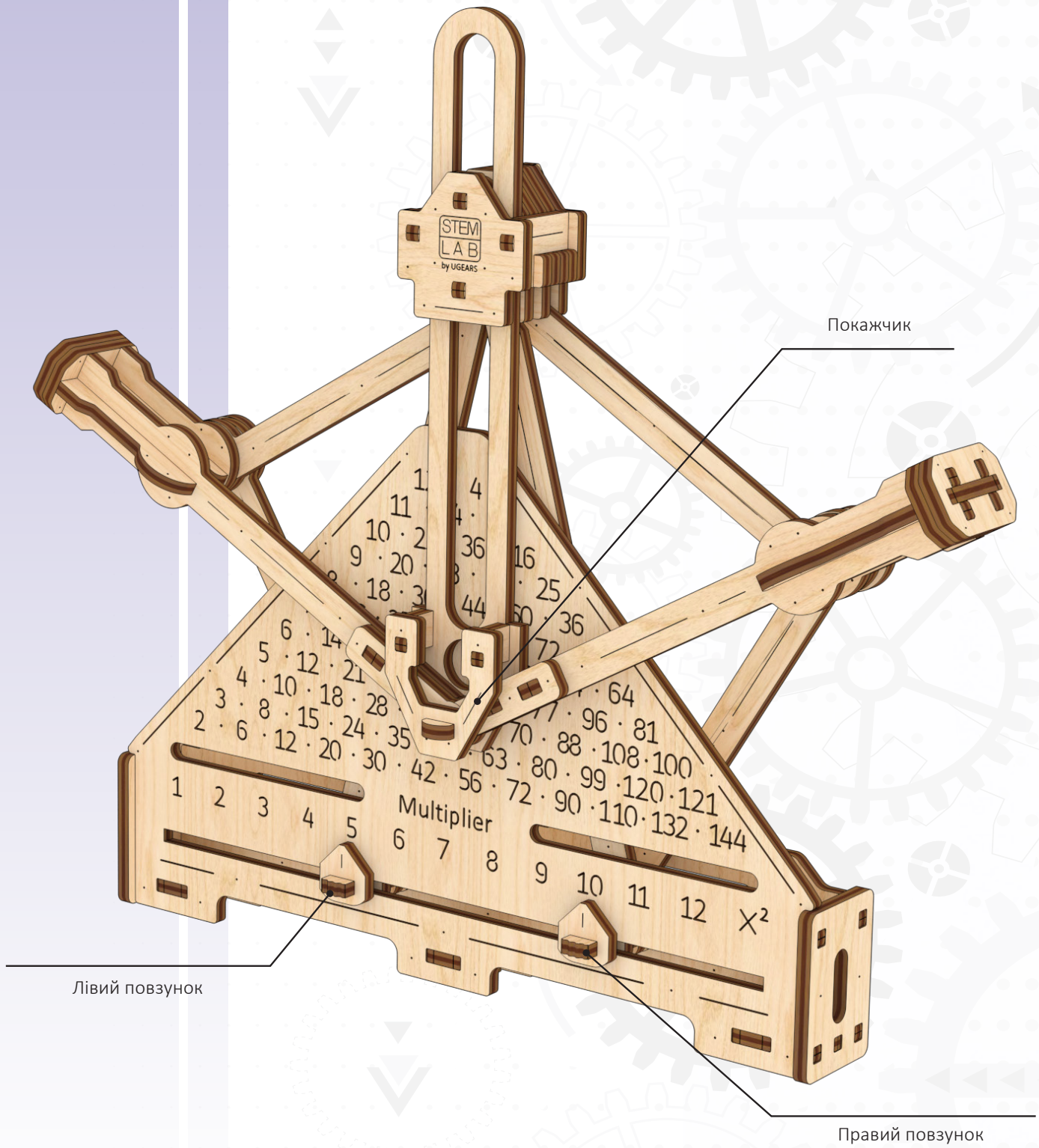
*Бінарна операція (від лат. Bi - два) – математична операція, у результаті якої приймаються два аргументи, а результат один.

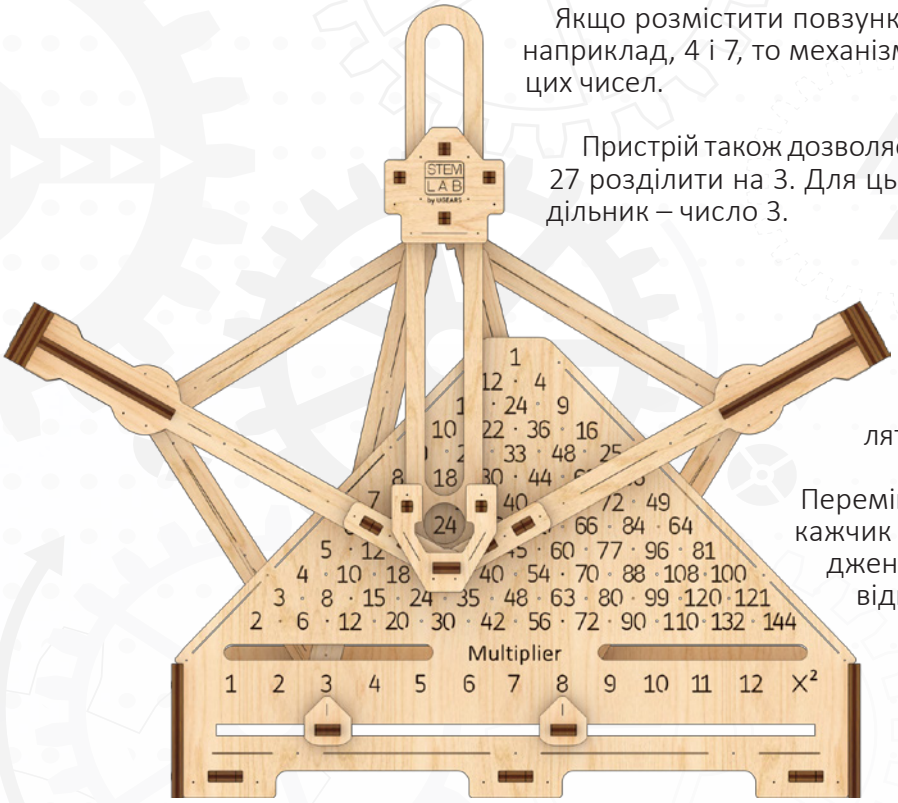
§5.2

Як влаштований механізм

Конструктор «Механічний помножувач» складається з основного корпусу, шарнірів, планки покажчика і повзунків. На корпус моделі нанесена таблиця зі значеннями (результатами обчислень), а внизу нанесені числа (вихідні дані).

Управління пристроєм здійснюється двома повзунками: правим і лівим. Повзунки через систему важеля пов'язані шарнірами з покажчиком.





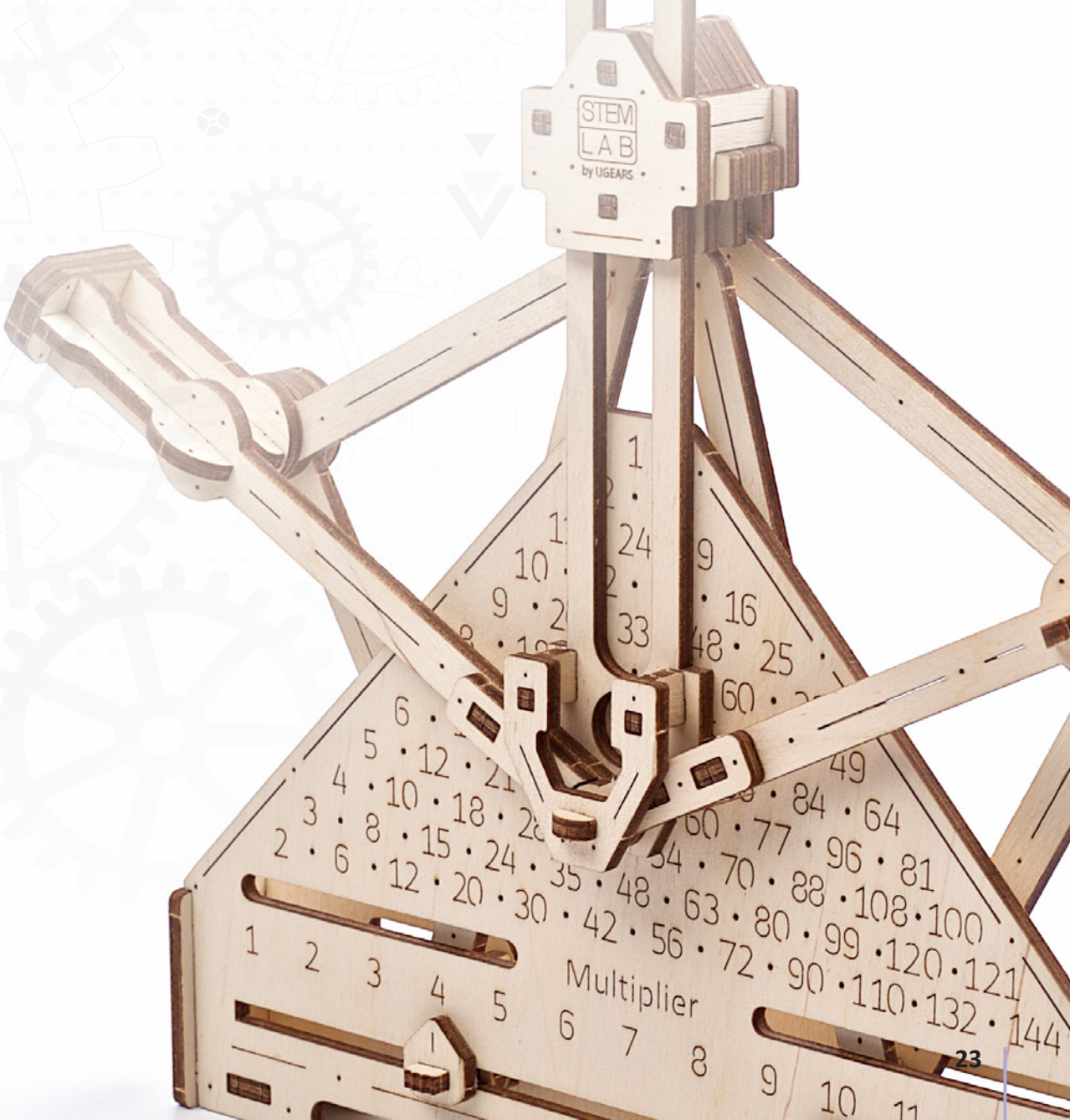
Якщо розмістити повзунки на двох числах із діапазону від 1 до 12, наприклад, 4 і 7, то механізм перемістить покажчик і покаже добуток цих чисел.

Пристрій також дозволяє виконувати ділення. Наприклад, потрібно 27 розділити на 3. Для цього першим повзунком потрібно вибрати дільник – число 3.

Якщо після розміщення повзунка в потрібному місці він буде залишатися нерухомим, то переміщенням другого повзунка покажчик переміщається паралельно межі трикутника, вказуючи, які числа діляться на обране першим повзунком число 3.

Переміщенням другого повзунка розміщуємо покажчик на потрібному нам числі 27. Місцезнаходження другого повзунка буде показувати нам відповідь ділення (27/3 =) 9.

При крайньому правому положенні правого повзунка здійснюється зведення в квадрат числа, на яке вказує лівий повзунок.



§6

Лабораторна робота

Завдання 1. Виконайте обчислення за допомогою «Механічного додавача»:
(15+45) : 3 =
(145+8) - 17 =
(200-196) + 43=

Завдання 2. Виберіть навмання два числа від 1 до 12. Помножте їх про себе. А потім перевірте себе за допомогою «Механічного помножувача».

Завдання 3. Виконайте ділення числа 45 на 5 за зазначеною у параграфі 5 методикою.

Завдання 4. Зведіть в квадрат число 7 із використанням «Арифметичного набору».

ТЕСТ

1. Обчислювач Куммера – це:
☐ а) перший комп'ютер;
☐ б) компактний обчислювальний пристрій;
☐ в) розмножувальний пристрій обчислювального приладу.

2. Ім'ям якого вченого називають правила виконання арифметичних дій?
☐ а) Леонардо да Вінчі;
☐ б) Мухаммед бен Мус ал-Хорезмі;
☐ в) Блез Паскаль.

3. Перфокарта – це:
☐ а) носій інформації;
☐ б) обчислювальний пристрій;
☐ в) рухома рейка в обчислювачі Куммера.

4. Перший американський комп'ютер називався:
☐ а) Марк 1;
☐ б) Пентіум;
☐ в) Селерон.

5. Який механізм лежить в основі «Арифметичного набору» Ugears?
☐ a) обчислювач Куммера;
☐ b) іграшка «Консул: вчена мавпочка»;
☐ c) «Паскаліна».

Вітаємо, Ви зробили це!
Дякуємо, що пройшли цей шлях із нами. Сподіваємося, що ця подорож у світ механіки була цікавою.

Правильні відповіді: 1.б, 2.б, 3.а, 4.а, 5.а і б.