*УДК 510*

*https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-13(54)-1571-1578*

**Ярова Оксана Анатоліївна** кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри вищої та прикладної математики, Державний податковий університет, м. Ірпінь, https://orcid.org/0000-0002-0522-8368

**Скасків Лілія Василівна** кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри вищої та прикладної математики, Державний податковий університет, м. Ірпінь, https://orcid.org/0000-0001-9090-6700

**Бащук Олена Юріївна** кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри вищої та прикладної математики, Державний податковий університет, м. Ірпінь, https://orcid.org/0000-0001-9221-8485

# ПЕРІОД ЗАРОДЖЕННЯ МАТЕМАТИКИ ЯК ЕТАП ФОРМУВАННЯ ЧИСЛОВИХ І ГЕОМЕТРИЧНИХ УЯВЛЕНЬ: ІСТОРИКО-МЕТОДИЧНИЙ АНАЛІЗ

(до VI ст. до н. е.)

**Анотація.** У статті здійснено авторський історико-методичний аналіз процесу зародження математики до VI століття до н. е. як визначального етапу становлення початкових числових і геометричних уявлень. Показано, що формування математичних знань відбувалося не ізольовано, а в безпосередньому зв'язку з практичними потребами людської діяльності, зумовленими розвитком господарства, облікових процесів, землеробства, будівництва, просторової орієнтації та впорядкування часових циклів. Обґрунтовано, що математика первісної доби мала переважно емпіричний і прикладний характер, а знання функціонували у вигляді усталених прийомів і алгоритмів, ефективність яких визначалася практичним досвідом, а не теоретичним доведенням.

У роботі простежено еволюцію уявлень про число - від конкретного предметного рахунку та наочної лічби до поступового відокремлення числа як абстрактної кількісної характеристики, незалежної від властивостей об'єктів. Охарактеризовано ранні системи числення, зокрема унарну, десяткову та низку локальних систем, що виникли в різних культурно-історичних контекстах. Значну увагу приділено системі кіпу цивілізації інків, яка розглядається як оригінальна форма кодування числової та облікової інформації за відсутності писемності, що реалізувала позиційний принцип десяткової системи й поєднувала кількісні та якісні характеристики даних.

Проаналізовано становлення початкових геометричних уявлень, обумовлених потребами землемірства, будівельної практики та орієнтації в просторі, а також роль спостережень за небесними явищами у формуванні уявлень про форму, величину й циклічність часу. Показано, що накопичення практичного досвіду та його поступове узагальнення створили підґрунтя для переходу від емпіричної математики до теоретичного осмислення математичних понять в античну епоху.

Окремо висвітлено методичний потенціал історичного матеріалу, зокрема можливості його використання в шкільному курсі математики. Доведено, що звернення до витоків математичних понять сприяє гуманітаризації математичної освіти, формуванню цілісного уявлення про математику як продукт людської культури, розвитку логічного й абстрактного мислення учнів та підвищенню їх навчальної мотивації. Результати дослідження можуть бути використані в науково-методичній діяльності вчителів математики та викладачів педагогічних закладів вищої освіти.

**Ключові слова:** історія математики, зародження математики, поняття числа, системи числення, прикладна геометрія, абстрактне мислення, методика навчання математики.

**Yarova Oksana Anatolyivna** PhD in physical and mathematicalsciences, associate professor, Associate Professor of Department higher and applied mathematics, State Tax University, Irpin, https://orcid.org/0000-0002-0522-8368

**Skaskiv Liliia Vasylivna** PhD in physical and mathematical sciences,associate professor, Associate Professor of Department higherandapplied mathematics, State Tax University, Irpin, https://orcid.org/0000-0001-9090-6700

**Bashchuk Olena Yuriyivna** PhD in physical and mathematical sciences,associate professor, Associate Professor of Department higherandapplied mathematics, State Tax University, Irpin, https://orcid.org/0000-0001-9221-8485

## THE PERIOD OF THE ORIGIN OF MATHEMATICS AS A STAGE OF FORMATION OF NUMERICAL AND GEOMETRIC REPRESENTATIONS: HISTORICAL AND METHODOLOGICAL ANALYSIS (until the 6th century BC)

**Abstract.** The article presents the author's historical and methodological analysis of the process of the emergence of mathematics until the 6th century BC as a defining stage in the formation of initial numerical and geometric concepts. It is shown that the formation of mathematical knowledge did not occur in isolation, but

in direct connection with the practical needs of human activity, caused by the development of the economy, accounting processes, agriculture, construction, spatial orientation and ordering of time cycles. It is substantiated that the mathematics of the primitive era was mainly empirical and applied in nature, and knowledge functioned in the form of established techniques and algorithms, the effectiveness of which was determined by practical experience, and not by theoretical proof. The work traces the evolution of ideas about number - from a specific objective account and visual counting to the gradual separation of number as an abstract quantitative characteristic, independent of the properties of objects. Early number systems are characterized, including unary, decimal, and a number of local systems that emerged in various cultural and historical contexts. Considerable attention is paid to the quipu system of the Inca civilization, which is considered an original form of encoding numerical and accounting information in the absence of writing, which implemented the positional principle of the decimal system and combined quantitative and qualitative characteristics of data.

The formation of initial geometric concepts, determined by the needs of surveying, construction practice and orientation in space, as well as the role of observations of celestial phenomena in the formation of ideas about the form, magnitude and cyclicality of time, is analyzed. It is shown that the accumulation of practical experience and its gradual generalization created the basis for the transition from empirical mathematics to the theoretical understanding of mathematical concepts in the ancient era.

The methodological potential of historical material is separately highlighted, in particular the possibilities of its use in the school mathematics course. It is proved that addressing the origins of mathematical concepts contributes to the humanization of mathematical education, the formation of a holistic understanding of mathematics as a product of human culture, the development of logical and abstract thinking of students and increasing their learning motivation.

The results of the study can be used in the scientific and methodological activities of mathematics teachers and lecturers of pedagogical institutions of higher education.

**Keywords:** history of mathematics, origins of mathematics, concept of number, number systems, applied geometry, abstract thinking, mathematics teaching methodology.

**Постановка проблеми.** Математика як галузь наукового знання має тривалий і складний шлях розвитку, що бере початок у глибокій давнині. Найперший етап її становлення - період зародження математики до VI століття до нашої ери - характеризується тісним зв'язком із практичною діяльністю людини. У цей час математичні знання ще не набули системності й теоретичної

завершеності, однак саме вони стали основою для подальшого формування математики як науки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблема становлення математичних уявлень у давні часи неодноразово ставала предметом досліджень істориків науки, математиків і педагогів. У працях зарубіжних учених (О. Нойгебауер, К. Бойєр, І. Г. ван дер Варден) ґрунтовно проаналізовано джерела математичних знань стародавніх цивілізацій, зокрема Месопотамії, Єгипту, Індії та доколумбової Америки, і показано їх прикладний характер та поступовий перехід від емпіричних правил до абстрактних понять. Дослідники наголошують, що саме практичні потреби господарської діяльності, будівництва й астрономічних спостережень зумовили виникнення перших форм лічби, вимірювання та геометричних уявлень [1].

В українській науково-методичній літературі питання історії зародження математики розглядаються в контексті розвитку математичної освіти та формування світогляду учнів (праці М. Жалдака, О. Скафи, Н. Тарасенкової). Автори підкреслюють дидактичний потенціал історичного матеріалу, який сприяє усвідомленню соціальної зумовленості математичних знань і підвищенню мотивації до їх вивчення [2, 3].

Водночас аналіз сучасних публікацій свідчить, що період зародження математики часто подається фрагментарно, без цілісного висвітлення процесу переходу від конкретних практичних дій до абстрактних числових і геометричних понять, особливо в адаптації до шкільного рівня. Недостатньо уваги приділяється також альтернативним системам обліку та числення, зокрема кіпу інків, як прикладам універсальності математичного мислення. Це зумовлює потребу в узагальненому науково-методичному аналізі зазначеного періоду з урахуванням сучасних освітніх підходів.

**Мета статті.** Актуальність дослідження цього періоду зумовлена необхідністю осмислення витоків математичних понять та можливостей використання історичного матеріалу в сучасній шкільній освіті. Історико-методичний підхід дозволяє не лише відтворити логіку розвитку математичних ідей, а й сприяє формуванню в учнів цілісного уявлення про математику як результат людської діяльності.

**Виклад основного матеріалу.** Зародження математичних знань було зумовлене практичними потребами первісного суспільства. Людина змушена була рахувати, вимірювати, порівнювати та впорядковувати навколишній світ задля виживання та організації колективного життя. Господарська діяльність, обмін, землеробство, скотарство й будівництво потребували елементарних обчислень і вимірювань.

Математика цього періоду не відокремлювалася від інших сфер діяльності та не мала абстрактного характеру. Вона існувала у вигляді

практичних навичок і правил, які передавалися з покоління в покоління шляхом наслідування та усної традиції. Відсутність письма і формалізованих записів зумовлювала емпіричний характер знань.

Поняття числа виникло як результат узагальнення досвіду рахунку. На ранніх етапах числові уявлення були тісно пов'язані з конкретними предметами. Рахунок мав предметно-образний характер, а число не усвідомлювалося як самостійна абстракція [4].

Поступово, у процесі розвитку мислення, відбувався перехід від конкретного до абстрактного. Число почало розумітися як кількісна характеристика, незалежна від фізичних властивостей об'єкта. Цей процес є одним із найважливіших досягнень інтелектуальної історії людства, адже саме він створив передумови для розвитку математичної символіки та узагальнень.

З методичної точки зору аналіз цього етапу є важливим для розуміння труднощів, які виникають у школярів під час формування поняття числа, адже індивідуальний розвиток дитини певною мірою повторює історичний шлях розвитку математичного мислення.

Найдавніші системи числення мали наочний і простий характер. Унарна система ґрунтувалася на принципі «один предмет - один знак», що реалізовувалося за допомогою зарубок, камінців або вузлів. Такий спосіб лічби був ефективним лише для невеликих кількостей (Рис. 1).



Рис. 1. Виникнення чисел і геометрії в первісну епоху

Подальший розвиток суспільства зумовив потребу в більш зручних системах числення. Формування десяткової системи пов'язують із лічбою пальців рук, що стало універсальною основою для багатьох культур. Водночас у різних регіонах світу існували альтернативні системи - п'яткова, двадцяткова та інші [5].

Особливий інтерес становить система кіпу, яка використовувалася цивілізацією інків. Вона дозволяла зберігати числову інформацію за допомогою вузликів на мотузках, поєднуючи облік і пам'ять. Цей приклад свідчить про високий рівень організації математичного мислення навіть за відсутності писемності.

Поряд із числовими уявленнями формувалися й початкові елементи геометрії. Їх виникнення було зумовлене практичними завданнями, зокрема необхідністю вимірювання земельних ділянок, відновлення меж після природних катастроф, а також будівництвом житла.

Геометричні знання використовувалися для визначення довжин, площ і форм, хоча й не супроводжувалися теоретичними узагальненнями. Орієнтація в просторі була важливою для пересування, полювання та планування поселень.

Вагоме значення мали спостереження за небесними тілами. Рух Сонця, Місяця й зірок сприяв формуванню уявлень про час і циклічність природних явищ, що згодом призвело до створення календарів. Таким чином, геометрія первісної епохи була прикладною та нерозривно пов'язаною з повсякденним досвідом.

Математика цього етапу мала емпіричний характер і не передбачала доведень або логічних обґрунтувань. Правильність знань визначалася їх практичною корисністю. Водночас саме в цей період було закладено фундамент майбутньої теоретичної математики.

Поступове накопичення досвіду, узагальнення та передавання знань створили передумови для переходу від практичної математики до теоретичної, що відбулося в античній Греції.

Оригінальна система фіксації числової та облікової інформації, що використовувалася в цивілізації інків за відсутності писемності є Кіпу (від кечуа *khipu* - «вузол»). Вона виконувала функції державного обліку та управління і була ключовим інструментом збереження й передавання даних у межах розгалуженої адміністративної системи.

Кіпу складалося з основної мотузки, до якої кріпилися підвіски з вузликами. Кількість, форма та розташування вузлів кодували інформацію. За допомогою кіпу фіксували чисельність населення, запаси продовольства, податкові зобов'язання, результати переписів і військові ресурси.

Числова складова ґрунтувалася на позиційній десятковій системі: вузли, розміщені ближче до основної мотузки, позначали вищі розряди (десятки,

сотні), тоді як нижчі відповідали одиницям. Різні типи вузлів (одинарні, довгі, складені) відображали різні числові значення.

Окрім кількісних даних, кіпу, ймовірно, передавало й якісну інформацію. Колір мотузок, їх товщина та спосіб плетіння могли вказувати на тип обліковуваного об'єкта (зерно, худоба, ремесла, військові ресурси). Це свідчить про поєднання в кіпу числового запису та класифікації інформації.

Обслуговуванням і читанням кіпу займалися спеціально навчені посадовці - *кіпукамайоки*, відповідальні за точність обліку. Наявність такої професійної групи підкреслює високий рівень організації держави інків і значення математичних знань у суспільному управлінні (Рис. 2).

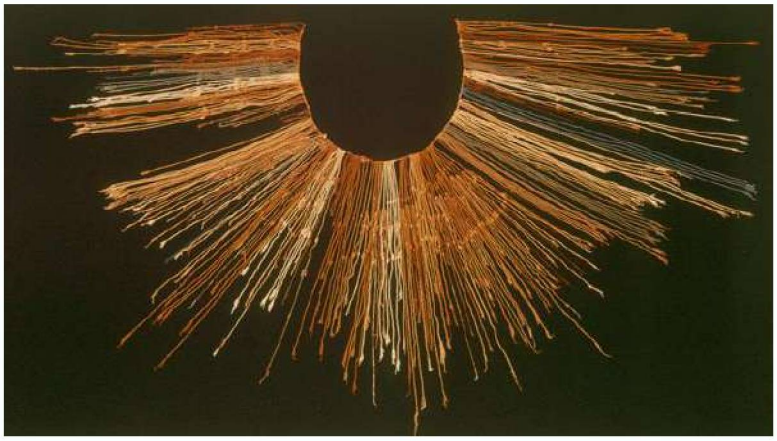


Рис. 2. Кіпу - вузликова система обліку та числення цивілізації інків

З методичної точки зору кіпу є показовим прикладом альтернативного кодування числової інформації. Його розгляд у курсі історії математики дає змогу продемонструвати учням універсальність математичних ідей, ранні прояви позиційного принципу та зв'язок математики з культурним контекстом.

Вивчення періоду зародження математики в шкільному курсі сприяє формуванню в учнів історичного та світоглядного підходу до навчання. Залучення історичних прикладів допомагає подолати формалізм у сприйнятті математики та показати її зв'язок із реальним життям.

Методично доцільним є використання схем, таблиць, історичних задач і міжпредметних зв'язків з історією та географією. Такий підхід підвищує мотивацію учнів і сприяє розвитку логічного та абстрактного мислення [6].

**Висновок.** Період зародження математики до VI століття до нашої ери є визначальним етапом у становленні математичного знання. Саме в цей час сформувалися основні уявлення про число та простір, що виникли з практичних потреб людини. Незважаючи на прикладний характер, математика первісної епохи заклала підвалини для подальшого розвитку науки та абстрактного мислення.

Урахування особливостей цього періоду в навчальному процесі сприяє глибшому розумінню сутності математики та її ролі в розвитку людської цивілізації.

***Література:***

1. Бойєр К. Б. Історія математики / К. Б. Бойєр. – Київ: Либідь, 2001.
2. Жалдак М. І. *Історія математики у шкільному курсі* : навч.-метод. посіб. — Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. — 312 с.
3. Скафа О. І. Методичні аспекти використання історичного матеріалу на уроках математики // *Математика в школі*. — 2015. — № 4. — С. 12–18.
4. Історія математики : навч. посіб. / за ред. О. І. Сліпченка. – Київ : Вища школа, 2010.
5. Прудніков А. П. Історія розвитку математики. – Харків : Основа, 2012.
6. Семко М. М. Основні поняття сучасної алгебри / М. М. Семко, О. А. Ярова, Л. В. Скасків; Університет ДФС України. – Ірпінь , 2020. С. – 128 – (Серія «На допомогу студенту УДФСУ» ; т. 81).

***References:***

1. Boyer K. B. History of mathematics / K. B. Boyer. – Kyiv: Lybid, 2001.
2. Zhaldak M. I. History of mathematics in the school course: teaching-methodical manual. – Kyiv: NPU named after M. P. Dragomanov, 2008. – 312 p.
3. Skafa O. I. Methodological aspects of using historical material in mathematics lessons // Mathematics at school. – 2015. – No. 4. – P. 12–18.
4. History of mathematics: teaching manual. / edited by O. I. Slipchenko. – Kyiv: Higher School, 2010.
5. Prudnikov A. P. History of the development of mathematics. – Kharkiv: Osnova, 2012.
6. Semko, M.M., Jarova, O.A., Skaskiv, L.V. (2020).Osnovni ponjattja suchasnoï algebri [Basic concepts of modern algebra].Irpin': Universitet DFS Ukraïni [in Ukrainian].

***References:***

1. Willem Einthoven. "The string galvanometer and the measurement of the action currents of the heart". В: *Proceedings of the Royal Society B* 85 (1912), с. 278-286.
2. J. Pan та W. J. Tompkins. "A Real-Time QRS Detection Algorithm". В: *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* 32.3 (1985), с. 230-236. doi:10.1109/TBME.1985. 325532.
3. Task Force of the European Society of Cardiology and the North Ameri- can Society of Pacing and Electrophysiology. "Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use". В: *Circulation* 93.5 (1996), с. 1043-1065.
4. Ary L. Goldberger, Lu´ıs A. N. Amaral, Leon Glass та ін. "Physi- oBank, Physio Toolkit, and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals". В: *Circulation* 101.23 (2000), e215-e220. doi:10.1161/01.CIR.101.23.e215.
5. George B. Moody та Roger G. Mark. "The Impact of the MIT-BIH Arrhythmia Database". В: *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine* 20.3 (2001), с. 45-50. doi: 10.1109/51.932724.
6. Pranav Rajpurkar та ін. "Cardiologist-Level Arrhythmia Detection wi- th Convolutional Neural Networks". В: *arxiv preprint arxiv:1707.01836* (2017).
7. Awni Y. Hannun, Pranav Rajpurkar, Masoumeh Haghpanahi та ін. "Cardiologist-level arrhythmia detection and classification in ambulatory electrocardiograms using a deep neural network". В: *Nature Medicine* 25.1 (2019), с. 65-69. doi: 10.1038/s41591-018-0268-3.
8. Ö zal Yildirim. "A novel wavelet sequence based on deep bidirectional LSTM network model for ECG signal classification". В: *Computers in Biology and Medicine* 96 (2018), с. 189-202.
9. Serkan Kiranyaz, Turker Ince та Moncef Gabbouj. "Real-Time Patient- Specific ECG Classification by 1-D Convolutional Neural Networks". В: *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* 63.3 (2016), с. 664-675.
10. K. Weimann та T. O. F. Conrad. "Transfer learning for ECG classifi- cation". В: *Scientific Reports* 11 (2021), с. 5251. doi: 10.1038/s41598- 021-84374-8.

**Ярова О.А., Скасків Л.В., Бащук О.Ю.** 1571
*ПЕРІОД ЗАРОДЖЕННЯ МАТЕМАТИКИ ЯК ЕТАП ФОРМУ-ВАННЯ ЧИСЛОВИХ І ГЕОМЕТРИЧНИХ УЯВЛЕНЬ: ІСТОРИКО-МЕТОДИЧНИЙ АНАЛІЗ (до VI ст. до н. е.)*

## *СЕРІЯ «Техніка»*

**Artamonov Ye.B., Fedytskyi R.A., Plotytsia S.V., Sidorenko S.M.** 1579
*MICROSERVICE SECURITY PARADIGM FOR CRITICAL INFORMATION INFRASTRUCTURE*

**Braikovskyi D.H., Omelchenko S.O.** 1596
*INVERSE PORTAL ENERGY TUNNELING (IPET) AS A PHYSICAL THEORY FOR PSYCHOANALYTIC TRANSITIONS IN THE DYNAMICAL-ALGEBRAIC MODEL (DAM) FRAMEWORK*

**Daineko I.O.** 1613
*APPROACHES AND TOOLS FOR AUTOMATION OF MICROSERVICE ARCHITECTURE TESTING*

**Demianchuk S.** 1627
*PRACTICAL FRAMEWORK FOR END-OF-LIFE SOFTWARE MANAGEMENT IN CYBERSECURITY: FROM VULNERABILITY ASSESSMENT TO AUTOMATED LIFECYCLE TRACKING*

**Dunaeva T.A.** 1637
*NEURAL NETWORK-BASED PREDICTION OF DISSOLVED SALT CONCENTRATION IN REVERSE OSMOSIS PERMIAT*

**Khyzhniak A., Kazymyr V.** 1650
*INTEGRATED TASK GENERATION, EXECUTION, AND ASSESSMENT METHODS FOR ENHANCING PERSONALIZED LEARNING*

**Krupa S.M., Kryvenchuk Yu.P.** 1665
*SMART CUSTOMS CONCEPT: INTEGRATION OF HS SYSTEMS INTO A SINGLE DIGITAL ECOSYSTEM*

**Liashuk T.H., Babych S.M., Siaskyi V.A., Kindrat P.V.** 1676
*MECHANISMS AND PROSPECTS OF CLASSICAL LOSSLESS COMPRESSION ALGORITHMS IN THE ARCHITECTURE OF OPERATING SYSTEMS, SOFTWARE AND HARDWARE IMPLEMENTATIONS OF COMPUTER-PHYSICAL SYSTEMS*

**Видавнича група «Наукові перспективи»**

**Всеукраїнська Асамблея докторів наук із державного управління**

**Асоціація науковців України**

# *«Наука і техніка сьогодні»*

**№ 13(54) 2025**

**Київ – 2025**