

АНАЛІЗ РЕКОНСТРУКЦІЇ ДЖ. НІДЕМОМ ІСТОРІЇ ПРИРОДНИЧИХ НАУК У КИТАЇ

1. Загальні методологічні й теоретичні положення реконструкції

Вивчення історії китайської науки бере свій початок із династичних історій Піднебесної імперії, які досить часто включали біографії лікарів, ремісників, архітекторів, ворожбитів та ін., а також аналіз використання різних знань (переважно це астрономічні дані). На Заході дослідження традиційної китайської науки спочатку перебувало в середовищі романтизованої історії європейської науки в капіталістичному або соціалістичному варіанті під сильним впливом реконструкцій Томаса Куна і його наступників. У другій половині ХХ століття завдяки роботам Дж. Нідема й представників його школи відбулась демістифікація історії традиційних китайських наук. Завдання цілісного опису історії китайської науки було вперше реалізоване в багатотомному дослідженні “Наука й цивілізація в Китаї” [Needham 1954–2007], яке було здійснене Дж. Нідемом спільно з фахівцями в різних галузях гуманітарних і природничих наук. У назві співвідносяться два поняття – *наука й цивілізація*, що припускає вивчення інтелектуального розвитку в межах світу культури та розуміється в компаративному вимірюванні, тобто всієї культури людської цивілізації. Нідем ставить завдання вивчити науковий розвиток як загальнокультурне явище. Це прагнення біохіміка й органіста Дж. Нідема створити загальну картину світу співвідноситься з методологічними підходами в класичних природничо-наукових теоріях, які прагнули до систематизації емпіричного матеріалу й осягнення суті явищ. Коли Дж. Нідем розпочинав свою роботу над загальною історією науки й техніки у традиційному Китаї, у науці існувало тільки кілька монографій, присвячених дослідженню розвитку вогнепальної зброї, паперового виробництва й деяких методів текстильного виробництва, а також дослідження окремих аспектів і хронологічних періодів розвитку науки в Китаї. Тому по-

ява цього дослідницького проекту стала важливим етапом у створенні загальної історії науки у традиційному Китаї. Нідем належав до тих небагатьох виняткових фахівців, які були здатні здійснити таке складне завдання: на відміну від більшості вчених, Нідем як біолог зі спеціалізацією в біохімії й морфогенезі мав ширший науковий інтерес в галузі гуманітарних знань.

Результати п'ятдесяти років наукової роботи Дж. Нідема в галузі історії китайської науки є одним із найбільш високих досягнень однієї людини, починаючи з Арістотеля. Спочатку проект повинен був скласти один том обсягом 600–800 сторінок, проте в результаті за період з 1954-го по 2007 рік було видано 25 томів (!), 15 з яких було написано Дж. Нідемом у співпраці з іншими вченими, а останні вийшли після його смерті. Тільки перші десять томів містили 4808 текстових сторінок, 1202 ілюстрації, 1285 сторінок бібліографії й 549 сторінок індексів (китайський і західноєвропейський). “Наука й цивілізація в Китаї” є найграндіознішим синологічним дослідженням, що охоплює розвиток кожної наукової дисципліни від давніх часів китайської історії й аж до середини ХVІІ століття, коли Китай вступив у загальний діалог світової науки. У проекті “Наука й цивілізація в Китаї” представлено детальний, ретельний, систематичний опис та інтерпретацію досягнень традиційної китайської науки більш ніж за двадцять п'ять сторіч у математиці, астрономії, фізиці, хімії, геології, зоології, ботаніці, гідравліці, металургії, морській науці, текстилі, гігієні й медицині. Ніяка інша наукова робота у ХХ сторіччі так сильно не вплинула на те, щоб змінити уявлення про минуле, як “Наука й цивілізація в Китаї”. Екстраординарні таланти Дж. Нідема були поєднані з лінгвістичними знаннями – він досконало володів вісьма мовами, три з яких стародавні, – компетентністю в галузі хімії, техніки й механіки; мав склад розуму, що дозволяв йому поєднувати нескінченну

кількість деталей у єдину картину розвитку історії традиційної китайської науки впродовж 1500 років.

Проект Дж. Нідема і його співробітників “Наука й цивілізація в Китаї” із самого початку став спробою відповіді на сформульований самим же Нідемом *Great Question*. Особлива складність поставленого завдання полягала в необхідності поєднання класичної синології з історією науки, філософії, компаративістики й наукознавства. Нідем вважав, що для розуміння розвитку китайської науки необхідно розглянути всі можливі чинники: соціальну структуру, економіку, релігію, мову, філософію, закон, медицину, таємні методи й конфуціанську ідеологію. І при цьому вивчення китайської науки й техніки повинне спочатку позиціонуватися в контексті порівняльної і світової історії наукової думки. Такий підхід визначив структуру дослідницького проекту, що став першою спробою цілісного опису історії наукової думки в означеній культурній традиції й, по суті, є енциклопедією з *вертикальним* принципом організації тем, а не із хронологічним підходом, що для Нідема було неможливо здійснити на ранніх етапах досліджень. У результаті такої побудови складно сформулювати місце науки в загальній картині світу, думки й соціальної взаємодії, що була характерна для кожного історичного періоду й географічного регіону.

У проекті “Наука й цивілізація в Китаї” на основі китайських першоджерел, багато з яких були вперше введені в науковий обіг, було показано розвиток науки й техніки у традиційному Китаї. На основі компаративного підходу стверджується, що до першої половини XV століття рівень науки й техніки в Китаї перебував на значно вищому шаблі розвитку, ніж у Європі; передача наукових знань і технічних винаходів із Китаю до Європи вказує на сукупний характер науково-технічного прогресу; у традиційному Китаї (подібно до інших докапіталістичних цивілізацій) були сформульовані проблеми й методи, що стали ключовими чинниками не тільки для розвитку середньовічної Європи, а також і для розвитку сучасної науки. Дослідження зосереджене на двох головних проблемах: чому розвиток науки в утилітарній площині в Китаї був успішнішим, ніж у Європі

до XIV сторіччя, й чому при цій первинній перевазі сучасна наука виникла тільки в Європі? [Needham 1976, 2].

Чотири гіпотези історії науки в дослідженні “Наука й цивілізація в Китаї”:

1) Китайська наука була більш розвинутою, ніж наука в будь-якому іншому культурному центрі в період між III і XIII сторіччям, і це змінилося тільки в XVII сторіччі. Збір емпіричних доказів цієї гіпотези визначав зміст всіх томів “Науки й цивілізації в Китаї”.

2) Розвиток науки в Китаї спирався на філософські традиції, відмінні від тих, що лежать в основі античної європейської науки. Відсутність геометричної систематизації й переважання теорії хвиль, а не часток не перешкоджали розвитку науки в Китаї і є варіантом хоча й відмінним від європейської наукової парадигми, але можливим для сприйняття сучасною наукою.

3) Відмінність між розвитком науки в Китаї і Європі пояснюється соціальною структурою. Наука не є чистою формою знання, а сформована соціальним контекстом і не має сенсу без соціального контексту. Ця гіпотеза вплинула на розвиток історичної соціології для дослідження китайської науки.

4) Сучасна наука не виникла в Китаї унаслідок тих же самих соціальних чинників, що сприяли розвитку науки в домодерний період. Ця гіпотеза є продовженням марксистської тези про те, що розвиток сучасної науки в Європі у XVII сторіччі відбувся в поєднанні з розвитком капіталізму. Тобто для того, щоб відповісти на питання, чому сучасна наука не виникла в Китаї, необхідно відповісти на питання, чому капіталізм не розвивався в Китаї.

У концепції Нідема історії китайської традиційної науки й техніки використовується екстерналістський тип причинності, тобто примат соціальних і економічних передумов. Відомо, що в китайському суспільстві домінуючу функцію виконував бюрократичний апарат, що оцінюється Нідемом як гальмуючий чинник у розвитку наукових знань: “Весь інтерес китайця до природи був недостатнім, і кероване експериментування, й емпірична індукція, і прогноз затьмарень, і календарні обчислення – усього цього було недостатньо. Очевидно, тільки меркантильна культура

була здатна зробити те, що аграрна бюрократична цивілізація не могла зробити, – привести до точки синтезу раніше окремі дисципліни – математику й природознавство” [Needham 1967, 83].

Така екстерналістська аргументація є явно недостатньою, оскільки це не пояснює, чому, наприклад, у ісламському світі, що увібрав у себе досягнення Стародавньої Греції й середньовічного світу, також не виникли капіталістичний лад і сучасна наука. Що стосується пріоритету китайської науки й техніки у стародавній період і часи Середньовіччя, то тут необхідно вказати на те, що рівень розвитку науки й техніки у греко-римському світі був значно вищий, аніж у Китаї. Така ситуація зберігалася до нашого ери, потім пріоритет переходить до китайської цивілізації, аж до початку наукової революції у Європі. На рівні інтерналістської причинності компаративного аналізу визначається, що фундаментальні категорії традиційної китайської науки були набагато ширшими, гнучкішими, аніж такі самі в римській науці або науці середньовічної Європи. На думку Нідема, це було обумовлено соціально-економічними й політичними чинниками. Так, китайська форма централізованого бюрократичного феодалізму визначається як більш відповідна політична система для ухвалення наукових і технічних нововведень, ніж система вільних зв'язків Римської імперії або фрагментована система європейського феодалізму.

Важливим положенням у концепції історії науки Нідема є питання об'єднання різних локальних наук у сучасну науку. Нідем розглядає різні традиційні науки як регіональні, оскільки їхні результати були отримані в термінах етнічно обмежених категорій, які залишаються невизначеними й такими, що, по суті, не перевіряють. Сучасна наука створює експериментальні результати в термінах кількісних визначуваних гіпотез, які призначені для затвердження або відхилення тих або інших теорій, використовуваних у певний момент часу. Нідем дотримується тієї точки зору, що народження сучасної науки було відзначене появою безпосереднього процесу відкриття, тобто свідоме й систематичне визнання локальними науковими традиціями використовуваного методу. Але, на відміну від різних локальних традицій,

сучасна наука має тенденцію ставати все більш і більш екуменічною, оскільки 1) методологія керованого експериментування над природою може бути зрозумілою, здійсненою й розвиненою всіма народами, 2) процеси природи, з якими стикаються всі народи, можуть бути проаналізовані й використані для людської вигоди за допомогою загальної методології.

Означена проблема перебуває в тимчасовій диспропорції між появою сучасної наукової методології й реалізацією її екуменічного потенціалу. Нідем пропонує теоретичну модель вирішення цього питання й виділяє два моменти в історії розвитку наукових знань – *транскурентність* і *синтез*. *Точка транскурентності* визначає момент, коли науково-технічний рівень Європи перевершив неєвропейські цивілізації в цьому відношенні, час появи сучасної методології в різних галузях знань. *Точка синтезу* визначає момент, коли сукупність знань і технологій, що належить до специфічної неєвропейської традиційної науки, успішно була включена в сучасну наукову систему. Нідем обмежується у своїх дослідженнях тільки китайською традицією й визначає *точку синтезу* в математиці, астрономії й фізиці 1640 роком, що супроводжується *точкою транскурентності* 1610 року. Відносно інших наук цього не відбулося. Так, наприклад, у медичних науках *точка синтезу* ще не відбулася, хоча методи традиційної китайської медицини вже почали аналізуватися й поєднуватися в сучасну систему, але буде потрібен якийсь час, перш ніж ці підходи остаточно стануть зрозумілими для західної медицини. Таким чином, затримка між *точкою транскурентності* й *точкою синтезу* різна для окремих галузей знань Заходу і Сходу [Needham 1967, 83–98].

Дж. Нідем, ґрунтуючись на твердженні, що складність науки пропорційна метаболічному змісту її об'єкта (тобто складність наукових знань наростає від математики й астрономії до біології й медицини), спробував сформулювати загальний принцип, що охоплює інтеграцію різних традиційних наук до структури сучасної науки: “Виходячи із цього, існувала спокуса експериментально вивести “закон світового генезису”, який визначить, що чим більш органічний предмет дослідження, тим

вищий відповідний інтеграційний рівень і триваліший буде інтервал між точкою транскурентності і точкою синтезу, між Європою й азійською цивілізацією” [Needham 1967, 93].

У першому томі дослідження “Наука й цивілізація в Китаї” обґрунтовуються методологічні підходи до вивчення людської цивілізації в цілому й китайської культури зокрема, принципи роботи з першоджерелами й даються вступні зауваження: система романізації китайських ієрогліфів¹, особливості китайської мови, огляд існуючих джерел і досліджень, географічний вступ, історичний вступ в доімператорський та імператорський періоди (до 1911 року). У цьому розділі формулюється компаративне питання історії науки, висловлюється ідея поширення й можливості обміну ідеями й методами між Сходом і Заходом, описуються деякі очікувані результати роботи, які будуть отримані в більш пізніх обсягах. Виклад географії Китаю ґрунтується на працях Грессі, Лі Сигуаня й Вінфілда, а в нарисі історії Китаю в основному описуються культурні й наукові події, а не політичні зміни. У методологічному відношенні Нідем у деяких окремих випадках не робить важливі виправлення прийнятих теорій, як, наприклад, у питанні китайських виробів із бронзи [Needham 1954, 160–161], – це роботи Еке, Б. Карлгрена і М. Лора. В інших випадках він приймає історичні інтерпретації, що визнані деякими вченими і стосуються *теорії східного суспільства* [Needham 1954, 114] або *теорії ключових економічних галузей* [Needham 1954, 112]. При цьому сам Нідем розуміє складність ідентифікації китайського суспільства, наприклад, VIII–X сторіччя у відповідності з географічно-економічною теорією. У співавторстві з Р. Хуаном у роботі “Природа китайської науки: технічна інтерпретація” (1974) [Huang, Needham 1974, 381–401] була зроблена спроба визначити матеріальні і соціальні фактори, які перешкождали розвитку капіталізму й відповідно появи сучасної науки в Китаї. Особливо підкреслюється відмова від розвитку грошової економіки. Можливо, що для розуміння історичної трансформації форм політичної влади й законодавства в Китаї більш правильним було б використання не одного, а кількох методологічних

підходів. У дослідженні можливих контактів між Сходом і Заходом Нідем припускає обговорення доісторичних контактів, тобто проблеми мальованого глиняного посуду (теорії Арне та ін.), чорного глиняного посуду (теорії Хейне-Гелдерна та ін.) і шнурової кераміки (теорія Шмідта та ін.), винайдення виробництва бронзи й інших металів. Далі Нідем показує літературні, фольклорні й художні паралелі. Безумовним досягненням Нідема є вивчення ним у більш пізні історичні періоди китайсько-римських, китайсько-європейських, китайсько-індійських і китайсько-арабських контактів. Таким чином, Нідем у своїй концепції історії науки ґрунтується на ідеї поширення винаходів (методів, стимулів, ідей) і виступає проти положень про конвергенцію, одночасність розвитку. Нідем уникає теоретичного обговорення цих проблем, які є надзвичайно дискусійними серед учених. Але при цьому допускаються загальні судження. Нідем вважає, що перші й основні винаходи людини при великій кількості паралелей були зроблені тільки один раз, окрім дуже складних речей [Needham 1954, 228–229], що важливо для розуміння процесу поширення методів [Needham 1954, 222]. Також відзначається, що можливість прийняття нових методів і особливо нових ідей ускладнювалася тим, що зразки міркувань у минулому були настільки сталими, що прийняття будь-якого нового елемента зовні було особливо важким [Needham 1954, 239]. У заключному аналізі [Needham 1954, 240] Нідем показує поширення кількох фундаментальних методів із Месопотамії у древній період і з Китаю в період з I по XVIII сторіччя [Needham 1954, 242], коли, на думку Нідема, наука й техніка в Китаї були значно вищого рівня розвитку, ніж у Європі. Він пише, що навіть єзуїти в XVII сторіччі змогли імпортувати в Китай тільки чотири справді важливих механічних елементи, яких не було в Китаї, – це гвинт, подвійний нагнітальний насос, колінчатий вал і годинниковий механізм [Needham 1954, 242–243]. Нідем спростував уявлення західних учених про те, що китайці не мають ніяких законів, але додержуються звичаїв. Загалом, був показаний науково-технічний обмін між Китаєм, Європою, Індією й ісламським світом [Needham 1954, 157–158].

Історія китайської філософії цікавила Дж. Нідема тільки з тієї точки зору, який вплив та або інша філософська школа або напрям мали на формування наукових знань (тобто природознавства) [Needham 1956]. Після першого і другого тому, які є вступними зауваження і визначеннями основних концептів китайської наукової філософії, Дж. Нідем переходить до реконструкції історії природничих наук у традиційному Китаї. Структура наукових знань, використана у проєкті “Наука і цивілізація в Китаї”, була вже застарілою на момент виходу перших томів, але автори залишилися вірні задуму, тому дослідження історії природничих наук зорієнтовані за такими розділами: *математика, науки про небо і науки про землю; фізика і фізичні технології; хімія і хімічні технології; біологія і біотехнологія* і як результат вивчення *визначення соціальних основ традиційної китайської науки*.

2. Математика, науки про небо та науки про землю

Дослідження розвитку природничих наук у Китаї Дж. Нідем розпочинає з математики, наук про небо і наук про землю. Третій том “Науки і цивілізації в Китаї” присвячений історії математики, астрономії, метеорології, географії, геології, сейсмології і мінералогії, аж до XVIII ст. Нідем використовує велику кількість джерел і досліджень китайською, японською і європейськими мовами [Needham 1959, 685–802]. Книга багато ілюстрована: 226 малюнків, 20 таблиць, фотографії малюнків і креслень зі старовинних книг, стародавніх зоряних карт, астрономічних інструментів, географічних карт та ін.

Довгий час європейським ученим нічого не було відомо про китайську математику. Хоча західні історії містили розділи, що були присвячені Китаю, але там були представлені тільки дані з китайської астрономії (наприклад, “Історія математики” Дж. Монтукли 1758 році) [Montucla 1758]. Тільки в 1839 року Едуард Біот видав опис змісту “Систематичного трактату з арифметики” (“Суаньфа тунцун”), що написаний китайським математиком Чен Тавей і датується 1593 роком [Biot 1839]. 1852 року видано важливе дослідження Олександра Уайлі “Короткі записки про науку китайців: арифметика” [Wylie 1852].

1874 року вийшло у світ дослідження Германа Ханкеля “До історії математики в стародавності й середньовіччя” [Hankel 1874], у якому були використані китайські джерела. У період з 1876-го по 1881 рік Людвігом Маттісенном було написано ряд важливих статей, присвячених поясненню китайського математичного правила *да-єнь*. Із цього часу на Заході в загальній історії математики справді стали висвітлюватися окремі питання розвитку математики в традиційному Китаї (наприклад, “Лекції з історії математики” М. Кантора [Cantor 1880]), але оцінка рівня розвитку цієї галузі знань довгий час у цілому була негативною (наприклад, у своїй “Історії математики” Дж. Лорія [Logia 1929–1933] стверджував, що китайці повністю запозичили математичні знання із Заходу). Дослідження 1913 року японського вченого Йосіо Мікамі² “Розвиток математики в Китаї і Японії” [Mikami 1913] стало важливим етапом у вивченні китайської математики, оскільки вперше повністю базувалося на вивченні першоджерел. У нових дослідженнях з історії математики розділи, присвячені Китаю, також були незадовільними – це, наприклад, “Коротка історія математики” Д. Стройка [Struick 1948] й “Історія математики” І.Є. Гофмана [Hoffman 1958]. Роботи радянських учених Є.І. Березкіної [Березкіна 1963; Березкіна 1980; Березкіна 1982; Березкіна 1987] і О.П. Юшкевича [Юшкевич 1955], які прямо або опосередковано використовували китайські джерела й дослідження, в основному правильно відображали історію китайської математики. Великий бібліографічний і методологічний внесок у вивчення історії математики у древньому Китаї зробили китайські вчені, особливо це стосується робіт професорів Лі Яня й Цянь Баоцзуня, але їхні роботи були видані лише китайською мовою, тому були доступні тільки вузькому колу фахівців. Робота Дж. Нідема стала першим за кілька десятиліть дослідженням з історії математики в традиційному Китаї, виданим європейською мовою, що ґрунтується на сучасних досягненнях історії науки й синології. За визначенням Ліббрехта, після першої аналітичної фази досліджень китайської математики Дж. Нідем робить першу спробу великого синтезу (що стосується всієї

наукової традиції Китаю) [Libbrecht 1980, 33]. Значну допомогу в роботі над дослідженням історії китайської математики надав Ван Лін (王鈴), співробітник Нідема, у якого був значний досвід у вивченні цієї галузі [Wang Ling 1956] і з яким Нідем раніше у співавторстві видав статтю [Wang Ling, Needham 1955].

Підхід Нідема до вивчення традиційної китайської математики перш за все історичний, а не математичний. Головне його завдання полягає в інтерпретації старих китайських текстів для відтворення загальної картини розвитку математики в Китаї. Нідем показує події історії математики в Китаї, вивчає поширення з Китаю десяткової системи із середини II тисячоліття до н.е. Дослідник підкреслює, що вже в ці часи нумерація китайців ґрунтувалася на принципі помісного значення десяти цифр (без застосування знака нуля) і перевершувала всі сучасні їй системи, проте його докази недостатні для розуміння походження десяткової системи. Усупереч поширеній точці зору, Нідем вважає, що нуль не прийшов до Китаю з Індії, а виник або в Китаї, або в зоні зіткнення індійської і китайської культури і важливу роль у цьому зіграли уявлення про порожнечу даоських містиків та індійських філософів [Needham 1959, 9–12]. Нідем робить загальний огляд історії китайської математики аж до XVIII ст., опис найбільш важливих творів, починаючи з найдавніших математичних трактатів “Чжоу бі суань цзін” (“Математичний трактат про чжоуський гномон”, V–II ст. до н.е.) і “Цзю чжан суань шу” (“Математика у 9 книгах”, III–I ст. до н.е.), подає відомості про видатних учених і деякі зауваження про зв’язки математичної науки Китаю, Індії та ісламських країн. Далі аналізується розвиток окремих галузей математики – арифметики, геометрії, алгебри. Важливими відомостями для історії математики в Китаї є наведені Нідемом дані про передісторію китайських рахівниць [Needham 1959, 74–80], про ранню появу десяткових дробів, задовго до їхнього більш систематичного введення в країнах ісламу і Європі [Needham 1959, 82–90], про визначення основних геометричних понять у літературі IV ст. до н.е. [Needham 1959, 91–95], про підсумовування різних арифметичних рядів [Needham 1959, 137–139] і так далі.

Методологія дослідження історії науки в роботах Нідема ґрунтується на оцінці і реконструкції стародавніх комплексів знань із позицій структури сучасної науки. Це положення піддавалося критиці, оскільки в результаті відбувається істотна модернізація історії науки і неадекватність розуміння стародавніх ідей. Так, при вивченні китайської математики Нідем ґрунтується на таких сучасних розділах математики, як *теорія чисел*, *алгебра*, *геометрія* та ін. Виходячи із сучасної структури математичної науки, стосовно *теорії числа* Нідем стверджує, що стародавні китайці, як і піфагорійці, виявляли цікавість до дії чисел та пов’язували парні і непарні числа із жіночим і чоловічим началом, вважаючи їх нещасливими і щасливими відповідно, а також цікавилися бінарними числами і магічними квадратами. Нідем також стверджує, що звичайні і десяткові дробі були винайдені китайцями самостійно, а ірраціональні числа не були цікаві для китайців або не визнавалися ними за особливий вигляд [Needham 1959, 90], а також китайцями були вперше введені негативні числа. На підставі вивчення філософських і математичних трактів Нідем інтерпретує окремі положення як визначення різних геометричних об’єктів: крапки, прямокутника, круга та ін. [Needham 1959, 91–95]. Далі Нідем називає кілька наближених значень числа π , знайдених китайськими математиками першої половини I тис.н.е. [Needham 1959, 99–102], проте ця інтерпретація не приймається всіма дослідниками. До спроби Нідема встановити пріоритет китайської математики, мабуть, слід відносити його заяву про те, що в Китаї ідея прямокутних координат існувала вже в II ст. н.е., але його докази позбавлені того математичного змісту, який несе в собі аналітична геометрія. Також Нідем вважає, що вже у давнину в Китаї існувала тригонометрія, задовго до проникнення до Китаю арабської тригонометрії у XIII–XIV ст. [Needham 1959, 108–110]. У нарисі історії алгебри Нідем коротко говорить про системи лінійних рівнянь, правило помилкового положення, невизначений аналіз (який він пов’язує з мантикою) і метод кінцевих різниць, після чого зупиняється на історії рівнянь алгебри вищих порядків. Цікавим припущенням Нідема є вказівка

на існування в Китаї певних прообразів ідей нескінченно малих, вичерпання і так далі.

Даючи загальну оцінку рівня розвитку стародавньої китайської математики, Дж. Нідем різко виступає проти спроб принизити значущість і оригінальність її досягнень, що раніше домінувало в роботах західних дослідників, починаючи з робіт місіонерів-сзуїтів. Розвиток математики в Китаї Нідем розглядає не ізольовано, а як результат взаємодії з іншими культурами, що відповідає загальній ідеї універсальності і прогресу науки в концепції ученого. Показано, що в Китаї вперше був розроблений спосіб добування квадратного і кубічного кореня, з'явилися потрійне правило, негативні числа, правило двох помилкових положень, ряд завдань невизначеного аналізу, числове вирішення рівнянь алгебри за так званим способом Руффіні-Горнера і так далі. Також відзначені випадки застосування китайськими вченими ідей і методів, що були розроблені раніше в Індії, країнах ісламу і Європі [Needham 1959, 140–150]. При цьому Нідем висуває припущення про слабкий зв'язок найдавнішої математики Китаю з наукою Вавилону [Needham 1959, 82, 146], що можна вважати тільки гіпотезою, оскільки немає достатніх історичних даних для проведення аналізу. До досліджень Нідема в більшості робіт з історії науки було поширено твердження, що математика стародавнього Китаю була сукупністю емпіричних знань і повністю позбавлена теоретичних доказів. Нідем показав, що хоча в роботах китайських математиків не було систематичної дедуктивної побудови геометрії або теорії чисел у стилі “Початків” Евкліда, але були різні методи виводу в арифметиці, алгебрі і геометрії, у якій присутні теоретичні міркування. Нідем наводить нові приклади визначення геометричних понять і висуває цікаве припущення про можливість знайомства китайців з “Початками” Евкліда через арабську літературу [Needham 1959, 105]. У результаті проведеного аналізу Нідем приходять до висновку, що в період з 250 р. до н.е. по 1250 р. китайські математики самостійно виробили значно більше положень, ніж ними було сприйнято від інших культур. Це підтверджується ним зведеним списком фундаментальних ідей,

що зародилися в Китаї, який майже в три рази довший за список ідей, що прийшли до Китаю [Needham 1959, 146–150]. Шляхом порівняльного аналізу Нідем приходять до висновку, що математика Китаю ні в чому не поступається математичним традиціям Вавилону, Єгипту, Греції і країн ісламу. Виняток становить тільки грецька геометрія, яка перевершує китайську в абстрактності і систематичності, але, у свою чергу, Китай перевершував Грецію в алгебрі. У порівняльному аналізі історії математики Нідем більшою мірою концентрується на Заході, ніж на Китаї. Справді, одним із найважливіших результатів роботи Нідема є те, що він поміщає китайську математику в контекст розвитку світової математики в цілому, на відміну від колишніх досліджень, у яких порівнювалася китайська математика із сучасними західними досягненнями, що було несправедливо і невідповідно: “Перша необхідна дія полягає в тому, щоб правильно зрозуміти перспективу. Небагато математичних праць до Ренесансу взагалі можна зіставити щодо досягнень із роботами, які мали місце згодом. Тому безглуздо піддавати старі китайські досягнення із критеріями сучасної математики... Єдине порівняння, яке може бути зроблене, – це між стародавньою китайською математикою і математикою інших стародавніх народів, вавилонян і єгиптян, індусів і арабів. Китайська математика також вельми зіставляється з досягненнями інших народів Старого світу в період Середньовіччя, до епохи Відродження. Грецька математика була, поза сумнівом, на більш високому рівні, унаслідок її абстрактнішого і систематичного характеру, відзначеного в Евкліда; але це було більш слабким або пізнім, ніж математика Індії і Китаю... були сильні, а саме в алгебрі” [Needham 1959, 150–151].

Питання Нідема у вивченні історії китайської математичної думки представлене постановкою і частковим аналізом взаємовідношення математики і природознавства у стародавньому і середньовічному Китаї і, ширше, причин, що зумовили відмінності розвитку науки і техніки в Китаї та Європі після XV століття. Нідем на основі екстерналістського підходу робить висновок, що головна причина полягає у відмінності *торгової культури* Європи

від аграрно-бюрократичної цивілізації Китаю в період Середньовіччя [Needham 1959, 168]. Нідем вважає, що інтелектуальний розвиток у Європі стимулювався розвитком капіталістичного суспільства, що привело до повторного відкриття старогрецької математики і розвитку математики у співвідношенні із завданнями розвитку сучасної науки. Оскільки таких соціально-економічних стимулів не було в Китаї, то не отримала розвитку і математика. Проте таке пояснення причин відсутності в Китаї сучасної математики не було серйозно сприйняте на Заході, а китайські вчені піддали критиці цей підхід. Також на основі екстерналістського аналізу Нідем пов'язує розвиток математики в Китаї зі зміною соціального статусу математиків у період із середини I тис.н.е. до початку II тис.н.е. – від високопоставлених чиновників до мандрівних учителів (свобода від бюрократичного контролю), а також із перенесенням уваги з календарних розрахунків на практичні завдання [Needham 1959, 42]. На думку деяких учених, це неправильне тлумачення, оскільки багато видатних китайських математиків перебували на державній службі, а інтерес до календарних розрахунків не виключав інтересу до практичних завдань. У цілому Нідем вважає, що математика в Китаї до XIV ст. розвивалася в основному самостійно, з окремими впливами індійської (V–VII ст.) та арабської (XIII–XIV ст.) математики й астрономії. У період між 1400 і 1500 роками відбувся різкий спад у розвитку математики в Китаї, про що свідчить відсутність будь-яких значних робіт [Needham 1959, 50]. На початку XVII ст., із приходом єзуїтів, закінчується період самостійного розвитку китайської математики, оскільки Китай знайомиться з європейськими математичними текстами в перекладах учених-єзуїтів або їхніх учнів-китайців, а роботи китайських авторів, присвячені реконструкції стародавніх методів, з'являються тільки на початку XVIII ст. [Needham 1959, 53].

Причини занепаду китайської математики Нідем пов'язує в основному із двома внутрішніми чинниками: 1) відсутністю ідеї доказу; 2) невдалою системою нотації алгебри, у якій використовувалися не символи, а слова природної мови; і зовнішніми соціальними чинниками: 1) математи-

ка була ортодоксальною конфуціанською дисципліною (хоча зв'язку з даосизмом він не виключає); 2) специфіка світогляду китайців, які не мислили собі можливості застосування математики для розуміння законів природи. Нідем пропонує таку схему історії розвитку китайської математики. 1) *Розквіт* – епоха Хань (III ст. до н.е. – III ст.н.е.) (величезний вплив має трактат “Цзю чжан суань шу”, тісно пов'язаний із бюрократичною системою і присвячений питанням вимірювання землі, будівництва піротехнічних споруд, збору податків, товарного обміну і т.д.; “чистої” математики не існує; рукописні математичні трактати не мають широкого розповсюдження; ремісники далекі від книжників. 2) *Другий розквіт* – династія Сун (960–1279 рр.), коли було винайдено книгодрукування, що вплинуло на розвиток математики, коли ціла низка обдарованих учених (вихідці з народу або дрібні чиновники) виходить за межі бюрократичної проблематики. 3) *Початок занепаду* – династія Мін (1368–1644 рр.), коли конфуціанські ортодокси, що прийшли до влади, визначають периферійне становище математики [Needham 1959, 154].

В історії розвитку науки астрономія займає особливе місце, оскільки вважається, що саме астрономія зіграла вирішальну роль у розвитку наукової думки. Європейські вчені почали своє знайомство з китайською астрономією завдяки єзуїтам-місіонерам, які привезли до Європи велику кількість китайських першоджерел (почали видаватися в 1729 році). Але аж до робіт Дж. Нідема ця значна література, що охоплює період приблизно 3000 років і починається із записів оракула на кістках XIV ст. до н.е., часто була плутаною, фрагментарною і несистематизованою. У розділі “Науки про небеса” Нідем реконструює історію розвитку астрономічних і метеорологічних досліджень у Китаї. Дослідник стверджує, що у цій галузі знань Китай у давній період і часи Середньовіччя набагато випереджав Європу. Історія розвитку астрономії в Китаї розглядається з найдавнішого періоду до XVIII ст., визначається місце астрономії серед інших наук стародавнього і середньовічного Китаю [Needham 1959, 171–177], з'ясовується основна термінологія [Needham 1959, 178–182] і

здійснюється перелік основної термінології та найважливіших літературних джерел з означеного предмета дослідження [Needham 1959, 182–209]. Важливою проблемою цього розділу є космогонічні уявлення у стародавньому і середньовічному Китаї *чжоу бі* (або *гай тянь*), *хунь тянь*, *сюань є* [Needham 1959, 210–228]. На основі цих концепцій Нідем робить висновок про те, що китайські вчені розробили концепцію безмежного всесвіту з небесними тілами, які плавають у порожнечі, і зіставляє космогонічні теорії китайців із подібними теоріями вавилонян і греків, вказуючи на їхні спільні риси; але це спірне положення. Так, проти порівняння китайської і вавилонської астрономічної традиції різко виступив О. Нейгебауер [Neugebauer 1975, 1073]. Нідем підкреслює, що китайська астрономія мала свій самостійний шлях розвитку: “Хоча стародавня (і середньовічна) китайська астрономія ґрунтувалася на системі, відмінній від систем єгиптян, греків і пізніше європейців, вона була нітрохи не менш логічною і прийнятною” [Needham 1959, 229].

Ця думка підтверджується фактами винаходу китайськими вченими оригінальних конструкцій астрономічних інструментів, за допомогою яких вони визначали координати зірок, застосуванням у Китаї головним чином екваторіальної системи координат, тоді як у Європі використовувалися екліптичні координати. Нідем вважає, що космологічна система китайців була більш прогресивною ніж аристотеліво-птолемеева модель, оскільки була організмічним світоглядом. Однак Грем критикує це твердження і відзначає, що *наукова революція* не відбулася в Китаї і через теоретичне безпліддя китайської астрономії, на відміну від плідної і впливової західної астрономії [Graham 1973, 45–69].

Стародавні китайці, так само як і сучасні астрономи, у своїх дослідженнях неба визнавали важливість *полюса світу*, тоді як астрономи еллінізму відзначали важливість екліптичного. Виникає питання: чи не є ця відмінність результатом фундаментальних філософських відмінностей між Сходом і Заходом? Проте Нідем не звертається до аналізу цього у край дискусійного аспекту. При цьому з абсолютною впевненістю можна стверджувати,

що використання *полюса світу* як контрольної точки в небі призвело до винаходу китайцями екваторіальної установки, яка обов’язково використовується на всіх сучасних телескопах. Китайські астрономи Ші Шень і Гань Гун в IV ст. до н.е. склали перший у світі зоряний каталог та випередили Тімохарпса й Арістїлла майже на сто років. У результаті порівняння китайських та індійських сузір’їв Нідем приходять до висновку, що ділення зодіакальних зірок на 28 сузір’їв виникло в Китаї і в Індії приблизно одночасно і що китайські й індійські записи виходитимуть з одного загального джерела – з Вавилону [Needham 1959, 256–257], що можна прийняти тільки як гіпотезу, але не як доведений факт. Велика увага приділяється Нідемом історії створення й удосконалення китайських астрономічних приладів (армілярні сфери, демонстраційний інструмент, що автоматично обертається, сонячний годинник та ін.) і розвитку обсерваторій, що, безумовно, є одним із його найбільш важливих внесків у вивчення традиційної китайської астрономії.

Нідем вважає, що розквіт китайської астрономії в середні віки пов’язаний із діяльністю видатного китайського астронома і математика Го Шоуцзіна (1231–1316) та коли було виконано визначення географічних широт 27 найбільших китайських міст, створено 22 астрономічні обсерваторії, винайдено нові астрономічні інструменти. Нідем виступає проти думки деяких західних учених, що китайські астрономічні інструменти виникли як результат арабсько-китайських культурних контактів, які існували вже в давнину, в період династії Хань (III ст. до н.е. – III ст.) [Needham 1959, 379–380].

До досягнень китайських астрономів Нідем відносить систематичні реєстрації з відповідними записами небесних явищ, що були розпочаті ще в стародавній період. Це перші у світі записи спостережень сонячних і місячних затемнень (найбільш раннє сонячне затемнення зареєстроване в 720 р. до н.е.). Загалом у китайських джерелах виявлено записи про 37 сонячних затемнень [Needham 1959, 409–436]. Нідем відзначає, що до середини династії Хань (III ст. до н.е. – III ст.) китайські астрономи досить правильно розуміли причини

сонячних затемнень, а спостереження і прогнози цього небесного явища проводилися впродовж правління всіх династій. Також дослідник відзначає, що китайські астрономи першими у світі спостерігали й описали плями на Сонці та «сонячну корону». У Китаї велися регулярні записи про спостереження над новими і змінними зірками, над кометами, ще в часи династії Хань (III ст. до н.е. – III ст.) були досить точно визначені періоди обертання п'яти планет (Марс, Венера, Меркурій, Юпітер, Сатурн). Але ці дані все ще вимагають повторної перевірки методів спостереження та обчислення, які використовувалися давньокитайськими астрономами. Важливим показником рівня розвитку астрономічних знань є розробка календаря, проте Нідем дуже мало уваги приділяє цьому питанню, за що був критикований фахівцями в цій галузі. Така позиція пояснюється думкою Нідема про те, що це питання археології й історії, а не природничих наук [Needham 1959, 390].

Дослідженню історії астрономії у традиційному Китаї також присвячені деякі окремі роботи Дж. Нідема. Це “Пекінська обсерваторія в 1280 році і розробка екваторіальної установки” (1955) [Needham 1955], “Китайська астрономія і єзуїтська місія (зіткнення культур)” (1958) [Needham 1958], “Небесний годинниковий механізм: великий астрономічний годинник середньовічного Китаю” (1960) [Needham, Wang Ling, Price, 1960], “Хвилі і частки в китайській науковій думці” (1960) [Needham, Robinson 1960], у співавторстві з А. Бір, Хе Бінюєм (何丙郁), Лу Гуйчжень (魯桂珍), Е. Пуллібленком і Дж. Томпсоном “Лінія меридіана у VIII сторіччі; система гномонів Ісіна і передісторії метричної системи” [Beer, Ho Ping-Yü, Lu Gwei-Djen, Needham, Pulleyblank, Thompson 1961]. Винайдення механічного годинника є одним із найважливіших поворотних моментів в історії науки і техніки. У дослідженні Дж. Нідема, Ван Ліна (王鈴王鈴) і Д. Прайса “Небесний годинниковий механізм: великий астрономічний годинник середньовічного Китаю” показано шість сторіч історії розвитку механічного годинникового механізму, що передували появі першого механічному регулятора ходу годинника на Заході приблизно в 1300 р. Деталізовано і повністю проілюстровано

но опис складного китайського годинника з обговоренням соціального контексту китайських винаходів і оцінки їхньої можливої передачі середньовічній Європі. У завершальних висновках Нідем стверджує, що хоча китайська астрономія не була так математично розвинена, як європейська, проте можна говорити про можливість передачі китайського годинникового механізму до Європи до винайдення там механічного годинника. Це припущення ґрунтується на тому, що 1) механічний годинник, і особливо регулятор ходу, з'явився в Європі без простіших попередників, 2) китайці володіли знанням регулятора ходу й інших механічних пристроїв до того, як вони з'явилися в Європі, 3) китайці, коли не були в прямому контакті з Європою, були у контакті з Індією й арабським світом, 3) араби передали Європі багато технологій (наприклад, астролябії) елінізму майже без модифікацій, тому 4) китайські технології потрапили до Європи через Близький Схід із невеликими модифікаціями або без модифікацій, що потім і зумовило стрибкоподібний розвиток європейського годинника. При цьому Нідем не може довести ніякого зв'язку між китайським годинником, ісламським та індійським годинником і європейським годинником. Він стверджує, що “із середини дванадцятого сторіччя і далі, є значна вірогідність передачі цих китайських ідей до Індії й ісламського світу і звідси (після 1200-го і 1300 рр.) до Європи” [Needham, Wang Ling, Price 1960, 192]. Це є простим припущенням, проте Нідем ці положення не доводить і не надає ніяких реальних свідчень передачі технічної, технологічної або наукової інформації з Китаю. Цей недолік певним чином применшує цінність книги, але не заперечує її важливості. Також без відповідей залишилося багато питань, пов'язаних зі специфікою розвитку годинникового механізму в самому Китаї.

У розділі “Науки про землю” Дж. Нідем реконструює знання китайців у галузі геології, мінералогії, сейсмології, географії і картографії. Він досліджує стародавні географічні твори Китаю. Найдавніший із текстів, що зберігся, – це “Юй гун” (“Внесок Юя”), – відноситься до V ст. до н.е.; у ньому наводиться велика кількість достовірного конкретного географічного матеріалу

і здійснюється перше географічне районування Китаю (описані у книзі 9 районів є, по суті, великими фізико-географічними областями і не пов'язані з адміністративно-політичними кордонами, що існували в той період). Нідем вважає, що "Юй гун" мав великий вплив на більш пізні географічні праці [Needham 1959, 503]. Серед інших стародавніх географічних робіт Нідем відзначає "Шань хай цзін" ("Книга гір і річок"), "Му тянь цзи чжуань" ("Подорож правителя Му") та ін., хоча при цьому говорить про те, що їхній зміст багато в чому напівміфічний, але вже з періоду Хань (III ст. до н.е. – III ст.) усе більше переважають достовірні географічні дані. На думку ряду дослідників, джерелознавча база дослідження є неповною, оскільки в роботі не використані такі економіко-географічні праці стародавнього Китаю, як глави "Хо чжі лєчжуань" і "Хе цюй шу" "Історичних записок" Сима Цяня і географічні розділи "Ши хо чжі" і "Гоу сой чжі" в "Літописах ранньої династії Хань", що містять детальні описи географічних особливостей окремих великих районів Китаю, їхніх економіко-географічних відмінностей і економічних зв'язків, а також перші цінні відомості географічного характеру про сусідні з Китаєм південно-західні країни, про Корею і т.д.

Значний вплив на розвиток географії в Китаї мав буддизм, який починає проникати в Піднебесну імперію в III ст., що призводить до розширення релігійних та культурних зв'язків з Індією. З Китаю до Індії прямують численні паломники і мандрівники, багато хто з них зробив значний внесок у дослідження Центральної Азії й Індії. Велике наукове значення мають твори "Фого цзі" ("Опис буддійських держав") Фа Сяня (VI ст. н.е.) і "Датан сі юй цзі" ("Записки про країни Заходу") Сюань Цзана (VII ст.н.е.), а також географічні описи Камбоджі, Монголії і т.д. Нідем відзначає, що розквіт географічної літератури про зарубіжні країни розпочинається з XV ст., після морської експедиції видатного китайського мореплавця Чжен Хе [Needham 1959, 511]. Серед китайських географічних творів Нідем особливо виділяє "Шуй цзін" ("Книга про водні шляхи"), перший у Китаї науковий твір про 137 річкових систем, що дійшов до нас у редакції I–III ст.н.е. з ко-

ментарями видатного китайського географа Лі Даююаня (VI ст.). Нідем вважає, що коментарі Лі Даююаня виходили за рамки дослідження гідрографії і є комплексним географічним твором. Далі вчений відзначає, що з I ст.н.е., а не з IV ст., як було прийнято вважати, у Китаї почали складатися регіональні описи провінцій, повітів, міст, а також окремих сільських населених пунктів, окремих географічних районів і місцевостей, що виділяються своїми природними умовами, історичними пам'ятниками або економічними особливостями (*фан чжі, тун чжі, фе чжі, чжоу чжі, сянь чжі* і т.д.). Також видавалися зведені енциклопедії *чжі*. Першим таким твором став "Юаньхе цзюнь сянь ту чжі" ("Ілюстрований опис міст і провінцій Китаю в період правління Юаньхе"), складений Лі Цзіпу близько 814 р. На основі аналізу китайських географічних творів Нідем приходить до висновку, що в період *раннього Середньовіччя (до закінчення правління династії Тан (618–907)) китайські вчені значно випереджали західну науку в галузі географічних знань* [Needham 1959, 521].

Також у порівнянні із західною наукою Дж. Нідем розглядає китайську картографію і відзначає, що наукова картографія в Китаї розвивалася більш-менш послідовно, тоді як на Заході із часів Птолемея (II ст.н.е.) аж до XIV–XV ст. наукову картографію замінила фантастична *космографія*. Примітивні географічні карти в Китаї виникли 3 тисячі років тому, а у VIII–III ст. до н.е. карти вже використовувалися у військовій справі. Дж. Нідем відзначає, що спочатку географічні карти в Китаї не мали єдиної форми, масштабності і часто давали не зовсім точне уявлення про розташування гір, річок і населених пунктів. У період формування централізованої імперії (династії Цинь і Хань (221 р. до н.е. – 220 р.)) відбулося зростання картографічних робіт і розширення сфери застосування географічних карт. "Батьком" китайської наукової картографії Дж. Нідем називає відомого картографа стародавнього Китаю Пей Сю (224–271 рр.), який керував роботами зі складання географічних карт (відомо 18 складених ним карт) [Needham 1959, 539–540]. Нідем детально розглядає розвиток китайської картографії в період від Тан (618–907 рр.) до Мін (1368–

1644 pp.) і відзначає, що весь цей час в основі складання всіх карт VII–XVII століть лежали шість принципів Пей Сю. На думку ученого, величезне значення для розвитку китайської картографії мали морські експедиції першої половини XV ст., і особливо експедиції Чжен Хе, що продовжувалася більше 25 років, у результаті чого були складені докладні карти країн Південно-Східної і Південної Азії. Також Нідем показує вплив на китайську картографію арабської картографії (із середини VIII ст.) та італійської (у кінці XVI ст. Маттео Річчі ознайомив китайців зі складеною ним картою світу). Величезне значення для світової історії науки має той факт, що китайська традиція картографії була *безпервною* [Needham 1959, 525–590].

Далі Дж. Нідем розглядає історію геологічної науки в Китаї. Дослідник відзначає, що знання про геологічну будову землі були накопичені в Китаї дуже рано, оскільки книги XII–XVIII ст. містять досить точні зарисовки геологічних форм. У різних джерелах є відомості про великий і давній інтерес китайців до проблем походження гір, підняття земної кори, ерозії, осадових порід і т.д. Нідем стверджує, що в Китаї дуже рано почалося вивчення печер, оскільки вже в IV ст. до н.е. у текстах зустрічаються згадки про сталактити і сталагміти, а в період династії Сун (960–1279 pp.) почалося вивчення підземних вод. У роботах китайських учених у стародавній період приділяється багато уваги таким явищам, як хиткі піски західних районів країни; у I ст.н.е. з'являються дослідження про походження нафти і природного газу, дещо пізніше – про вулканічні явища. Нідем реконструює витоки китайської палеонтології і показує, що вже в I ст.н.е. китайці мали чітке уявлення про рослинні копалини, з IV ст. з'являються описи копалин тварин, а з XII ст. починаються серйозні дослідження в цій галузі [Needham 1959, 591–623].

У розділі “Сейсмологія” Дж. Нідем відзначає, що теорії землетрусів, розроблені китайськими вченими, були вельми примітивними, проте китайці зробили великий внесок у практичне вивчення землетрусів. Зокрема, китайці з найдавніших часів вели докладні реєстрації землетрусів. А найбільш важливим для історії сейсмо-

логії є винайдення великим математиком, астрономом і географом Чжан Хеном (78–139 pp.) першого у світі сейсмографа. Нідем тут виступає проти точки зору деяких учених, які вважають, що винахід Чжан Хена є не сейсмографом, а сейсмоскопом [Needham 1959, 624–635]. І, завершуючи вивчення китайських наук про землю, вчений останній розділ присвячує мінералогії, у якому описує уявлення стародавніх китайців про утворення мінералів із частинок первинної матерії *ци* (氣), дуже близькі до теорії утворення металів і мінералів Арістотеля [Needham 1959, 637]. Нідем вважає, що перші згадки про мінерали з'явилися в Китаї в IV ст. до н.е. у книзі “Цзі ні цзи”, де є опис 24 мінералів. У I ст. до н.е. – I ст. описи мінералів стали систематично з'являтися у фармакологічних серіях (“Бень-чао”) і пізніше в роботах III–XVI ст., частково присвячених алхімії. Нідем наводить важливі дані про знайомство китайців із такими мінералами, як галун, азбест, бура, нефрит, з дорожочінними металами, а також про методи пошуків мінералів [Needham 1959, 636–680].

Результати досліджень зазначеного тому стали багато в чому новачіями в історії науки і синології, що перш за все стосується вивчення китайського внеску в розвиток геології і мінералогії. Проте, починаючи із цього тому, в проекті “Наука і цивілізація в Китаї” на основі спірних теоретичних і методологічних положень проводиться реконструкція окремого інтелектуального напрямку, формуючи масив документальних свідчень конкретних наукових і технологічних досягнень. Незважаючи на велику кількість даних, наведених Дж. Нідемом, не тільки для реконструкції китайської математики, наук про небо і про землю, а й для доказу певних пріоритетів китайської науки в цілому, можна констатувати, що вони носили описовий *характер* і були позбавлені логічної *системи* і прагматичної *мети*. При досить успішному, як це переконливо показано Нідемом, розвитку зазначених галузей знань упродовж всієї своєї історії вони зберігали фрагментарність і не були об'єднані одним духом *науки*, а були підпорядковані тільки деяким безпосереднім цілям. У цілому дослідження Нідема не тільки показали особливості традиційної китайської

математики, а також привели до кращого розуміння різноманітності математичних наук у різних культурах, до появи нової науки універсального типу.

3. Фізика і фізичні технології

У четвертому томі, що вийшов у трьох частинах, Нідем простежує розвиток фізики і фізичних технологій у стародавньому і середньовічному Китаї. Перша частина – фізика [Needham 1962], друга частина – машинобудування [Needham 1965], третя частина (у співпраці з китайськими вченими Лу Гуйчжень (魯桂珍) і Ван Ліном (王鈴)) – цивільне будівництво і морська справа [Needham 1971]. У європейській епістемології до робіт Дж. Нідема китайській фізичній думці не приділялося жодної серйозної уваги.

Перша частина сфокусована на “теоретичній” фізиці. Нідем вважає, що у фізичних роздумах китайці перебували під владою поняття хвиль, а не атомів, що не перешкодило їм утвердити уявлення про певний світовий порядок, який протистоїть невизначеності і хаотичності [Needham 1962, 3–14]. Найбільш важливою відмінністю китайської традиції від європейської у фізичних дослідженнях є те, що в Китаї немає ніяких паралелей з європейськими дослідженнями руху в період Середньовіччя, зокрема немає міркувань про траєкторії снарядів або вільного падіння тіл. На думку Нідема, найбільш розвиненими напрямками фізики у традиційному Китаї були оптика, акустика і магнетизм (найбільш вірогідне досягнення традиційної китайської науки, яке мало вплив на сучасну науку). Меншу зацікавленість китайські дослідники виявляли до статички та гідростатички і до вивчення високої температури.

Нідем зупиняється на таких темах, як *вимірювання, питома маса, рух і висока температура*. Китайське відкриття в галузі згорання – це сірчані сірники, яких не було в Європі до 1530 року (але теоретично явище високої температури не обґрунтовувалося). На основі аналізу моїтського філософського трактату “Мо-цзін” (墨經), який містить велику кількість загальних думок про фізичну природу, коротко висвітлюються такі поняття, як *тривалість, об’єм, контакт, збіг, єдність*. Наголошу-

ється, що на основі концепту двох космічних сил (*інь-ян, 陰陽*) вводилося поняття *хвилеподібного руху*. Нідем вважає, що це дуже близько до розуміння хвилеподібного руху, на якому побудована велика частина сучасної фізики. У Китаї циклічне формулювання виявляється дуже рано – у створенні календаря, визнанні водного циклу в метеорології, а також у фізіології і медицині. У той же час, що і стоїки, китайці виявили справжню причину приливів і відливів. Але стоїки ніколи не застосовували концепцію хвилі до інтерпретації фізичних явищ. У Європі це відбулося тільки у XVII столітті в роботах Роберта Хука³. Нідем ставить питання, чи є це результатом прямого впливу китайської наукової традиції, оскільки приблизно в 1683 році Роберт Хук перебуває поряд із Шень Фуцзуном (沈福宗), який працював із Томасом Гайдом⁴ в Оксфорді.

Виходячи з даних стародавніх письмових і матеріальних пам’яток, Нідем переконливо показує, що китайці в першому тисячолітті використовували чимало вимірювальних приладів: висок, ватерпас, компас, безмін (ручні ваги з неоднаковими плечима важеля і рухомою опорою), квадрат тесляра, ваги [Needham 1962, 15–54]. Автори “Мо-цзін” (墨經) цікавилися напругою, гладкістю, міцністю на розрив різних матеріалів, але в їхніх дослідженнях немає нічого, що вказує на теоретичні розробки, які стосувалися б центру сили тяжіння. Значний акцент робився китайськими вченими на емпіричних знаннях. Наприклад, мистецтво риболовлі враховувало фізичні особливості води (III ст. до н.е.) наявність піпеток у період династії Хань (III ст. до н.е. – III ст.) вказує на те, що китайці були знайомі з *тиском повітря*. Також вони були знайомі з *питомою масою, плавучістю і щільністю* (наприклад, у середні віки в Китаї будували судна з водонепроникними відсіками, піднімали важкі предмети за допомогою плавучості). Моїтські філософи порушували деякі питання вивчення *руху*, але, незважаючи на те що китайці створили транспортні засоби і вогнепальну зброю, теоретичних обґрунтувань цього предмета не було [Needham 1962, 55–76].

Правильне пояснення китайцями явища віддзеркалення на основі вивчення “чарівних” бронзових дзеркал Дж. Нідем

знаходить у роботах V–XI сторіч, що західними вченими було зроблено тільки у XX столітті. Оптичні явища також були розглянуті в “Мо-цзін” (墨經). У давнину китайці використовували факели і нафту, яка горіла за допомогою гнота в лампах або глиняних глеках, а приблизно в IV ст. до н.е. з’являються свічки. У цей же час розробляються дзеркала, які використовуються в медицині для займання полину. У “Мо-цзін” (墨經) міститься багато думок про дзеркала (плоскі, увігнуті, опуклі) і формування тіні, тінь і півтінь, розмір тіні і крихітний отвір (або камера-обскура). Китайці, а вслід за ними і японці, розвивали технологію виготовлення дзеркал. Хоча окуляри були винайдені в Пізе (приблизно в 1286 році), але китайські вчені вже раніше використовували лупу, зроблену з гірського кришталю, для дешифровки нерозбірливих документів у кримінальних справах і темні окуляри, зроблені з димного кварцу, для маскуванню від позивачів реакції суддів на їхні свідчення. До розряду оптичних явищ відносять винайдену в Китаї іграшку *зотрон* (циліндр із послідовним рядом картин на внутрішній поверхні, які під час руху циліндра розглядаються через вертикальні розрізи, розташовані через рівні відрізки навколо цього циліндра, що створює ілюзію мультиплікації) [Needham 1962, 78–125].

Детально досліджена китайська концепція звуку, що перш за все пов’язано з пошуками китайськими музикантами впродовж двох тисяч років темперованої гами. Нідем цитує китайські першоджерела II ст. до н.е., які засвідчують певні успіхи в цьому напрямі вже в цей час. Розвиток акустичних досліджень Нідем пов’язує із практичною потребою у виробництві дзвонів. Математично це питання було вирішене в 1584 році у книзі Чу Цайї, сина четвертого імператора династії Мін (1368–1644 рр.), що є вищою точкою акустичних досліджень у Китаї. Нідем висуває припущення, що невідомий мандрівник через кілька десятиліть привіз цю книгу (ці ідеї) до Європи. Вчений знаходить у “Мо-цзін” (墨經) свідчення про використання великих глиняних труб для виявлення вібрації, що вказувало на наявність або відсутність підкопу під стінами міста, котре перебувало в облозі [Needham 1962, 126–228].

Нідем доводить, що геомантия, яка західними вченими розуміється тільки як псевдонаука, була попередницею китайських експериментів у земному магнетизмі, а удосконалення китайцями магнітного голкового компаса близько 1080 року відбулося на 100 років раніше, ніж перша згадка про подібний компас у Європі. До цього ще в давнину (I століття) у Китаї існував компас у формі ложки, який використовувався для визначення просторового розташування. На думку ученого, цей прилад є загальним предком всіх подальших подібних інструментів. Використання явищ магнетизму в шахах у Китаї й Індії в інтерпретації Нідема має астрологічне походження. Також він стверджує, що доміно і гра в карти були китайськими винаходами [Needham 1962, 229–330]. В окремій публікації “Роздуми про походження шахів” (1962) [Needham 1962] Нідем розглядає історію походження шахів і їхній розвиток у традиційному Китаї на основі дослідження великого числа письмових та інших матеріальних джерел. У результаті він приходить до висновку, що *шахи, магнітний компас і все, що було з ними пов’язано, беруть свій початок від групи методів прогнозів у давньокитайській протонауці*.

Наведені Нідемом дані створюють загальну схему розвитку “теоретичної” фізики не тільки в Китаї, а й в інших частинах євразійського світу. У висновках Нідем наголошує на важливості подальшого проведення компаративного аналізу – вивчення можливості передачі фізичних ідей із Китаю на Захід через арабське або персидське посередництво або морським шляхом, що, можливо, було пов’язано із професійними інтересами моряків. Особливий інтерес становить вивчення можливості передачі ідей з Китаю до Європи без культурного посередництва ісламських країн, Візантії й Індії [Needham 1962, 330–332].

Машинобудування – це предмет другого розділу [Needham 1965], у якому Дж. Нідем наводить величезну кількість винайдених пристроїв і механізмів на основі найбільш повного вивчення китайських першоджерел, викладених більш ніж на 100 сторінках. Структура робота спрямована на систематичний виклад історії техніки і технологій. Подібно до дослідження живих організмів, Нідем-біолог іде від простих

механізмів до складних та пояснює принципи їхньої роботи. Після попередніх підрозділів про роль ремісника і різних простих машин і механізмів, що використовувалися у традиційному Китаї [Needham 1965, 1–64], йдуть підрозділи, присвячені складним машинам і механізмам [Needham 1965, 65–302]. Підсумовуючи роль Китаю в розвитку годинникового механізму (довго вважалося, що це виключно європейський винахід), Нідем також показує його пріоритети [Needham 1965, 435–544]. Підрозділи, присвячені використанню джерел тваринної [Needham 1965, 303–329], гідравлічної [Needham 1965, 330–434] і повітряної сили [Needham 1965, 368–598], охоплюють такі теми, як вітряні млини, водні заводи, розвиток використання нагрудного ремня і пізніше зброї (використання якої, кінець кінцем, розповсюдилося по всьому Старому світу), металургійний міх і, нарешті, важливий елемент у “пренадальній історії парового двигуна”, ексцентричний шатун – лозини і шатунової системи. Нідем висуває припущення про те, що багато важливих компонентів парового двигуна Томаса Ньюкомена⁵ було передбачено за багато сторіч раніше в різних частинах світу⁶.

Деякі інтерпретації Нідема датувать і культурної локалізації тих або інших технічних винаходів викликали критику з боку істориків науки і синологів. Значний акцент у роботі був зроблений на доказі пріоритетів китайської цивілізації у винайденні окремих технічних нововведень, що спростувало тезу про тривалу азіатську технічну відсталість, але при цьому негативно вплинуло на об'єктивність аналізу. Затвердження крос-культурних контактів у галузі технологій не є повністю доведеним явищем, а також не знімає припущення про паралельність винаходів у різних культурах. Нідем у своєму аналізі часто заповнює історичні дані крос-культурних контактів, яких бракує, раціональними поясненнями, що не підтверджують остаточно його гіпотезу.

Третій розділ обсягом майже 1000 сторінок присвячений реконструкції технічних досягнень у *цивільному будівництві, гідравліці і навігації*⁷ [Needham 1971]. Нідем починає з вивчення будівництва шляхів у Китаї, що вже у стародавній період досягло високого рівня розвитку. Так, у період виник-

нення китайської імперії існували дороги для двостороннього руху транспорту шириною 50 футів, а їхня загальна протяжність складала близько 22 000 миль, у порівнянні з 48 000 милями Римської імперії того часу [Needham 1971, 1–37]. Далі показані технології зведення стін, мостів і загального міського планування [Needham 1971, 38–210]. Існує загальне уявлення, що створення арок мостів належить етрускам, проте Нідем припускає, що вперше вони з'явилися в Китаї у V ст. до н.е. Сегментовані мости зафіксовані в Китаї у VII ст., а на Заході вони почали будуватися на тисячу років пізніше під впливом описів місіонера Мартіно Мартіні⁸. За загальним визначенням Нідема, принципи китайської архітектури були виражені конфуціанськими архітекторами – це етичність, ієрархічність, літургійність в осьовому і симетричному вираженні [Needham 1971, 69].

Відображені технічні винаходи в галузі гідравліки, а також суперечка між прихильниками контролю водних русел шляхом створення дамб і тими, хто вважав, що річки повинні прямувати власним курсом, і вимагав обов'язкового переселення населення з районів повеней і затоплень. Показані спроби стародавніх китайських правителів та імператорів приборкати водну стихію (перш за все це Хуанхе (Жовта річка)) і створення каналів, з яких найбільш важливим стало створення Великого каналу, за допомогою якого була встановлена пряма комунікація між Центральним і Південним Китаєм. Реконструйовані технічні методи у створенні дамб і каналів [Needham 1971, 211–378].

На основі історичних і археологічних джерел Нідем простежує виникнення будівництва кораблів і пов'язаних із цим ремесел з I тис. до н.е. На основі вивчення історичних записів він встановлює той факт, що тоннаж китайських суден набагато перевищував європейські аналоги аж до Нового часу. Крім суднобудування, вивчаються морські дослідження і відкриття, особливо військово-морські експедиції, направлені в період правління династії Мін (1368–1644 pp.) на початку XV ст. до Південно-Китайського моря й Індійського океану. Нідем протиставляє миролюбний характер китайських військово-морських експедицій жорстокості португальських

колонізаторів, що досягли цих регіонів приблизно в той же час. Учений висуває припущення, що китайці, обігнувши мис Доброї Надії, досягли Атлантики, а також допливли до берегів Північної Австралії і перетнули Тихий океан. Крім того, допускається, що китайці сухопутним шляхом через територію Середньої Азії і Росії досягли Середземномор'я.

Згідно з визначенням Вітфогеля китайська цивілізація відноситься до *гідравлічного типу*. Нідем, як прихильник такого підходу, вважає, що мобілізація величезної кількості людей для будівництва нових іригаційних каналів або відновлення дамб на річках і каналах вплинула на відміну старої системи земельної власності і створен-

ня могутньої централізованої держави, чії повноваження були набагато більші, ніж маленьких феодальних держав. Китайці були переконані, що іригація і контроль річок були спрямовані на створення їхнього добробуту, а функціонування внутрішніх водних шляхів служило державі для транспортування зернового податку (основний дохід держави). Таким чином, Нідем робить висновок, що ці соціально-економічні причини сприяли появі нових технічних розробок для водного транспорту. А сухопутні дороги і водні артерії, що співвідносилися із транспортною, кур'єрською і поліцейською системами, виконували функцію об'єднання у великій Китайській імперії [Needham 1971, 695–699].

(Продовження у наступному числі)

¹ Дж. Нідем запропонував для використання власну, удосконалену систему транскрипції (романізації) китайських ієрогліфів, що відрізняється від загальноприйнятих систем *Уейда-Джайлса* та *піньїнь* (система писемності у сучасній китайській мові, що базується на латиниці, прийнята у материковому Китаї й практично не використовується на Тайвані; є основною системою передачі слів китайської мови у країнах з латинською графікою). Проте нова система не витримала конкуренції та тільки ускладнила розуміння китайських назв та термінів. До 2007 року в серії “Наука і цивілізація в Китаї” використовувалася система Нідема, і тільки в останньому томі було здійснено перехід на *піньїнь* [Needham 2007].

² Мікамі Йосіо (1875–1950), японський історик математики.

³ Хук, Роберт (1635–1703), англійський ерудит, експериментальні та теоретичні дослідження якого відіграли важливу роль у *науковій революції*.

⁴ Гайд, Томас (1636–1703), англійський сходознавець. Йому приписують перше використання терміна *дуальність* у 1700 році.

⁵ Ньюкомен, Томас (1663–1729), англійський винахідник. Коваль за професією. 1705 року разом з лудильником Дж. Коулі побудував паровий насос, вдосконалення якого тривало близько 10 років, поки він не почав справно працювати (1712 р.). Парова машина Ньюкомена не була універсальним двигуном і могла працювати тільки як насос. Однак заслуга Ньюкомена була в тім, що він одним із перших реалізував ідею використання пари для одержання механічної роботи. Його ім'я носить Товариство істориків техніки Великобританії.

⁶ Окремі результати були надруковані в роботах: [Needham 1961; Needham 1962a].

⁷ А також окремі публікації: [Needham 1961a; Needham 1963]. Дж. Нідем також ознайомив наукову громадськість із результатами дослідження на власній доповіді “Китай та винахід б'єфа суднохідного шлюзу” 1 квітня 1964 року в Музеї науки у Лондоні.

⁸ Мартіні, Мартіно (1614–1661), видатний італійський місіонер-єзуїт, картограф та історик, в основному працював у Китаї.

ЛІТЕРАТУРА

Березкина Э.И. О математическом труде Сунь-цзы. Сунь-цзы. Математический трактат. Примечания к трактату // **Из истории науки и техники в странах Востока**. Вып. 3. Москва, 1963.

Березкина Э.И. **Математика древнего Китая**. Москва, 1980.

Березкина Э.И. О зарождении естественнонаучных знаний в древнем Китае // **Очерки истории естественнонаучных знаний в древности**. Москва, 1982.

- Березкина Э.И. Древнекитайская математика.* Москва, 1987.
- Юшкевич А.П.* О достижениях китайских ученых в области математики // **Из истории науки и техники Китая.** Москва, 1955.
- Beer A., Ho Ping-Yü, Lu Gwei-Djen, Needham J., Pulleyblank E.G., Thompson G.J.* An Eight-century Meridian Line; I-Hsing's Chain of Gnomons and the Prehistory of the Metric System // **Vistas in Astronomy**, 1961, №4.
- Cantor M.* **Vorlesungen über Geschichte der Mathematik.** Bd. 1. Leipzig, 1880.
- Graham A.C.* China, Europe, and the Origins of Modern Science: Needham's The Grand Titration // **Chinese Science. Explorations of an Ancient Tradition** / Nakayama S., Sivin N., ed. Cambridge, 1973.
- Hankel H.* **Zur Geschichte der Mathematik in Alterthum und Mittelalter.** Leipzig, 1874.
- Hoffman I.E.* **Geschichte der Mathematik.** Th. 1, 1958.
- Huang R., Needham J.* The Nature of Chinese Society: A Technical Interpretation // **East and West**, 1974, №24.
- Loria G.* **Storia Delle Matematiche Dall'alba Della Civiltà al Tramonto del Secolo XIX.** Sten, Torino, 1929–1933.
- Mikami Y.* **The Development of Mathematics in China and Japan; Abhandlungen zur Geschichte der Mathematischen Wissenschaften**, Vol. XXX. Teubner, Leipzig, 1913.
- Montucla J.E.* **Histoire des Mathematiques.** 4 vols. Paris, 1758.
- Needham J. (et al).* **Science and Civilisation in China.** 25 vols. Cambridge, 1954–2007.
- Needham J. (et al).* **Science and Civilization in China. Volume 1. Introductory Orientations.** Cambridge, 1954.
- Needham J.* The Peking Observatory in 1280 and the Development of the Equatorial Mounting // **Vistas in Astronomy**, 1955, 1.
- Needham J. (et al).* **Science and Civilisation in China. Volume 2. History of Scientific Thought.** Cambridge, 1956.
- Needham J.* Chinese astronomy and the Jesuit mission (An encounter of cultures) // **China Society Occasional Papers**, 1958, №10.
- Needham J. (et al).* **Science and Civilisation in China. Volume 3. Mathematics and the Sciences of the Heavens and the Earth.** Cambridge, 1959.
- Needham J., et al.* **Science and Civilisation in China. Volume 4, Physics and Physical Technology. Part 1, Physics.** Cambridge, 1962.
- Needham J.* **Thoughts on the Origin of Chess.** Cambridge, 1962a.
- Needham J., et al.* **Science and Civilisation in China. Volume 4, Physics and Physical Technology. Part 2, Mechanical Engineering.** Cambridge, 1965.
- Needham J.* The Roles of Europe and China in the Evolution of Oecumenical Science // **Advancement of Science**, 1967 (September).
- Needham J., et al.* **Science and Civilisation in China. Volume 4, Physics and Physical Technology. Part 3, Civil Engineering and Nautics.** Cambridge, 1971.
- Needham J.* History and Human Value: a Chinese Perspective for World Science and Technology // **Philosophy and Social Action**, 1976, №11.
- Needham J., Wang Ling, Price D.* **Heavenly Clockwork: The Great Astronomical Clocks of Medieval China.** Cambridge, 1960.
- Neugebauer O.* **A History of Ancient Mathematical Astronomy.** In three parts. Berlin, Heidelberg, New York, 1975.
- Struick D.J.* **A Concise History of Mathematics.** New-York, 1948.
- Wang Ling, Needham J.* Horner's Method in Chinese Mathematics: Its Origin in the Root-Extraction Procedures of the Han Dynasty // **T'oung Pao**, 1955, xliii.
- Wylie A.* Jottings on the Science of the Chinese: Arithmetic // **North China Herald**, 1852 (Aug.-Nov.).