

Л. Г. ДРОТЯНКО

ФУНДАМЕНТАЛЬНЕ ТА ПРИКЛАДНЕ ЗНАННЯ  
ЯК СОЦІОКУЛЬТУРНА ТА ПРАКСЕОЛОГІЧНА  
ПРОБЛЕМА

І V Р О З Д І Л

ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ НАУКОВИХ МЕТОДІВ НА ФУНДАМЕНТАЛЬНІ  
ТА ПРИКЛАДНІ

#### IV Р О З Д І Л

##### ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ НАУКОВИХ МЕТОДІВ НА ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ

Історія розвитку науки засвідчує, що хоча знання і мають самоцінність, та одначе їхня цінність багатократно зростає, коли вони приносять практичну користь суспільству. А тому "дослідження будь-якої форми наукового знання тоді сягає довершеності, коли вивчаються не лише питання виникнення, структури, оцінки, розвитку цієї форми, а й шляхи її застосування у практичній діяльності" (Рижко В.А. Цит. твір, с.106). З огляду на це важливо дослідити механізм опредметнення наукових знань на основі вибору відповідного інструментарію.

Встановивши механізм формування та розвитку наукових методів пізнання та перетворення об'єктивного світу, вияснимо специфіку їх взаємозв'язку, напрямку та тенденцій розвитку у процесі втілення теоретичних знань у духовно-практичному осягненні буття.

Для опредметнення результатів наукового пізнання суттєве значення має диференціація останнього, адже, як було показано вище, наукове знання репрезентується складною внутрішньою структурою, у якій одні компоненти більш опосередковано зв'язані з практикою, інші – мають безпосередній зв'язок з нею. Наукові методи, як правило, є похідними від предмету дослідження, тому диференціація їх у тій чи іншій мірі визначається диференціацією наук.

##### § 1. Вплив класифікації наук на класифікацію методів наукового дослідження

Предмет пізнання є визначальною характеристикою класифікації наукового знання. У відповідності з цим в історії науки традиційно науки розподілялися на математичні, механічні, фізичні, хімічні, біологічні, соціальні, технічні. А тому й методи, котрими користувалися дані науки, поділялися на методи математики, механіки, фізики тощо. Але не весь арсенал наукових методів однозначно можна віднести до специфічних пізнавальних засобів тієї чи іншої науки. До таких можна віднести, наприклад, аналіз, синтез, спостереження, експеримент, індукцію, дедукцію, сучасні новітні статистичні, ймовірнісні та інші методи наукового пошуку, котрими користуються більшість наук. Тобто вони є відносно самостійними науковими утвореннями по відношенню до досліджуваного за їх допомогою предмету. Спробуємо встановити більш глибокі зв'язки між диференціацією наук та наукових методів.

Наука та її основні компоненти, як вже зазначалося, перебувають у нерозривному зв'язку, а отже зміни змісту та ролі одних структурних її елементів викликають зміни в інших та всієї наукової системи в цілому. І навпаки,

перебудова змісту і ролі науки веде до певного перетворення її компонентів. Особливо ж це зауваження набуває принципового значення, коли мова йде про практичне втілення наукових результатів. На цей бік справи звернув увагу А.Уайтхед, підкреслюючи, що абстрактне знання може бути втілене в технологію через відповідні методи і це дасть необмежені можливості для технологічного прогресу (Див.: Уайтхед А. Цит. твір, с.157).

Методи є найбільш гнучкими, мобільними, рухливими елементами у структурі науки, тому вони в першу чергу зазнають змін. Вони не лише стають засобом пізнання та його опредметнення, але й результатом пізнавальної діяльності. Згадати б хоча причини виникнення аксіоматичного методу. Його зародження сягає часів античності, коли з'являється потреба в узагальненні теоретичних знань, усвідомленні науки як цілісної системи. І хоча аксіоматичний метод є породженням математики, у його формуванні брали участь такі видатні філософи, як Фалес, Зенон Елейський, Демокрит, Арістотель та інші. І це не випадково, оскільки, як зазначав І.Кант, "в будь-якому вченні про природу можна знайти науки у власному смислі стільки, скільки міститься в ній математики" (Кант И. Сочинения в шести томах.-Т.6.-С.58). Тому більшість мислителів прагнули надати кожній науці, в тому числі й філософії, стрункості математики за допомогою відповідних аксіом. Відомо, що Т.Гоббс, Б.Спіноза намагалися побудувати філософію за аксіоматичним методом. Проти цього категорично виступив Г.Гегель, хоча у передмові до "Феноменології духу" висловлював бажання "сприяти наближенню філософії до форми науки - до тієї мети, досягнувши якої вона могла б відмовитися від свого імені любові до знання і бути дійсним знанням" (Гегель Г. Сочинения.- Т.IV.- М.,1959.- С.3).

Аксіоматичний метод, будучи породженням класичної математики, широко застосовувався, та й зараз застосовується при побудові багатьох теоретичних систем у різних галузях знань. У самій же математиці, особливо у неklasичній, з поглибленням процесів внутрішньої диференціації її теорій, зміст аксіоматичного методу змінюється. Він розширюється до алгоритмізації наукової теорії.

Як зазначає О.І.Кедровський, "алгоритмічно здійснений процес побудови формальної системи на сучасному етапі розвитку математики виступає як своєрідний перетин прогресуючих тенденцій до формалізації, символізації, аксіоматизації, та алгоритмізації знань, і в цьому смислі він являє собою найбільш абстрактну, найбільш "чисту" форму вираження математичного методу, по відношенню до котрої інші різновиди математичного методу виступають як різні ступені наближення" (Кедровский О.И. Методы построения теоретических систем знания. Диалог философа и математика, с.53).

Отже, внутрішня класифікація математики породжує відповідну класифікацію її методів. Причому методи математики не пов'язані лише з предметом самої математики. В

силу загальності математичних абстракцій, аксіоматичний та інші математичні методи застосовуються до предмету вивчення інших наук. Так, Д.Гільберт вважав, що "все, що може бути взагалі об'єктом наукової думки, підкоряється дії аксіоматичного методу" (Гільберт Д. Основания геометрии.- М.,1948.-С.108). Подібну думку висловлював і М.Ноэль: "...Аксіоматичний метод задовольняє теоретичним вимогам математичної думки, та й будь-якої наукової думки взагалі" (Ноэль М. Современный структурализм.- М.,1973.- С.51).

Використання абстрактних математичних методів при дослідженні предметів та явищ досить різноманітної природи поглиблює, з одного боку, процес інтеграції наук, а з іншого,- викликає диференціацію знань та методологічних засобів їх отримання. Нові класифікації наук та наукових методів здійснюються вже за новими критеріями та підвалинами. Класичні класифікації наук - за предметом досліджень (математика, механіка, фізика, хімія, біологія і т. д.); за сферою пізнання (природничі, суспільні, технічні); за методом одержання нових знань (емпіричні та теоретичні). В сучасних умовах, коли домінуючою стає некласична наука, котра репрезентує нелінійні процеси у продукуванні знань та їх застосуванні у предметно-чуттєвій діяльності, все більше актуальною стає класифікація наук по принципу зв'язку їх з практикою на фундаментальні та прикладні, як було показано у попередніх розділах. Така класифікація ґрунтується на опрідметненні наукових знань і вимагає нових підходів до класифікації наукових методів.

Оскільки методи наукового пізнання самі по собі репрезентують процесуальний, діяльнісний характер наукових знань, сприяють «трансформації» наукового знання в практику, то до них, як і до наук, доцільно застосовувати поняття «фундаментальне» та «прикладне». Розкриваючи нові зв'язки та закономірності об'єктивного світу, наукові методи вказують шляхи та засоби впровадження наукових ідей у практичну діяльність. Таким чином, класифікація наук на фундаментальні та прикладні зумовлює і відповідну класифікацію методів на фундаментальні та прикладні. Ілюстрацією цьому може бути внутрішня диференціація сучасної математики та її методів, зумовлена, з одного боку, необхідністю розвитку самої математики, пов'язаною з появою принципово різних підходів математиків до самої архітектури математики, а з іншого, - все більш широким застосуванням математики в інших галузях наукового знання та практики. Розробка теоретико-множинного підходу до будови математики, здійснена Г.Кантором, причинила докорінний переворот, котрий полягав у тому, що «завдяки крайній загальності своїх понять та методів теорія множин швидко проникла в усі галузі та розділи математики»(Рузавин Г.И. Философские проблемы оснований математики.- М.,1983.- С.6).

Та вона ж привела і до кризи у математиці, оскільки породила парадокси теорії множин, викликані довільним і

надмірним використанням поняття актуальної нескінченності. Д.Гільберт, застосувавши поняття скінченного до теорії множин, по суті врятував нову архітектуру математики від краху і здійснив власну програму обґрунтування її підвалин. Наступну спробу реконструювати споруду математики здійснили французькі математики Н.Бурбакі, прагнучи віднайти єдине джерело її побудови. Їх зусилля були спрямовані на редукцію всіх основ математики до аксіом теорії множин: «Таким чином, нам буде достатньо викласти принципи якої-небудь формалізованої мови, а потім поступово, по мірі того, як наша увага буде спрямовуватися на різні галузі математики, показувати, як вони включаються в Теорію множин» (Бурбаки Н. Теория множеств.- М.,1965.- С.25).

Це була справді грандіозна універсальна система, котра охоплювала майже всю математику, надаючи їй стрункості і обґрунтованості. Але, як зазначає Г.І.Рузавін, «теоретико-множинна редукція зовсім не означає елімінації як самостійних частин тих розділів математики, вихідні поняття та принципи яких можна виразити за допомогою ідей і методів теорії множин. Справді, ні з історичної, ні з теоретичної точок зору не можна розглядати арифметику, аналіз чи геометрію як частини теорії множин. Тому навряд чи можна погодитися із беззастережним твердженням Н.Бурбакі, що всі математичні теорії представляють розширення загальної теорії множин» (Рузавин Г.И. Философские проблемы оснований математики, с.114).

Ще один підхід до побудови математики на єдиній основі здійснили Г.Фреге, А.Уайтхед та Б.Рассел, запропонувавши редукцію математики до основ логіки, оскільки дедукція як логічний прийом залишалася важливим засобом математичних досліджень. Але логічний редукціонізм математики заперечується багатьма вченими, котрі знайшли суперечність в чисто логіко-аксіоматичному підході до побудови математики, зокрема, математики заперечують проти поділу Б.Расселом властивостей, функцій та речень на різні логічні типи, щоб уникнути парадоксів теорії множин. А.Пуанкаре вбачав у такому підході джерело нових парадоксів (Там само, с.223-224). Проти цілковитої логізації математики заперечував і Д.Гільберт, вважаючи, що «математика, як і будь-яка інша наука, не може бути основана на логіці; навпаки, в якості попередньої умови для застосування логічних умовисновків і приведення у дію логічних операцій, нам у нашому уявленні вже повинно бути дане дещо, а саме – певні позалогічні конкретні об'єкти, котрі існують наочно, у якості безпосередніх переживань до якого б то не було мислення» (Гильберт Д. Основания геометрии, с. 365-366).

Отже, навіть на перший погляд всесильний аксіоматичний метод не може утримати сучасну математику від прогресуючої диференціації, ознаки котрої криються у кількох моментах: по-перше практично відсутні математики-універсали, що вільно орієнтуються у всіх галузях математики; по-друге, відсутня єдина думка щодо строгості математич-

ного доведення; по-третє, втрачені тверді критерії значущості отримуваних нових результатів та їхнього внеску у сукупне математичне знання; по-четверте, з'явилися «поза-граничні» для неозброєного електронно-обчислювальною машиною дослідника математичні результати та інші (Див.: Барабашев А.Г., Глушков С.С. Новые интегративные тенденции в развитии математического знания // Философские науки.- 1988.- № 7.- С.43).

Другою групою причин, котрі породжують внутрішнє розшарування математики, як вже зазначалося, зв'язане зі специфікою застосування результатів математичного пізнання в інших науках та у практиці. Ще А.Ейнштейн віддавав перевагу математиці у пізнанні фізичних явищ: «Весь попередній досвід переконує нас у тому, що природа являє собою реалізацію найпростіших математично мислимих елементів» (Эйнштейн А. Собр. научных трудов.- Т.4, с.184). Подібну думку висловлює М.Клайн, вважаючи, що «сучасна фізика відмовилася від механічних моделей чи навіть наочних картин фізичної реальності; все все більшого значення надає математичному описанню і навіть цілком покладається на нього. Ця тенденція, наскільки можна судити, збережеться і надалі. Повернення до минулого навряд чи можливе. Новітні галузі фізики настільки далекі від повсякденного досвіду, від чуттєвого сприйняття, що досягнути їх під силу лише математиці» (Клайн М. Математика. Поиск истины, с.235). Та ці висновки можна віднести не лише до розвитку фізики, але й будь-якої іншої галузі знань, на що звернув увагу А.Уайтхед у книзі «Наука і сучасний світ».

Він писав, що «сєнс математики полягає у тому, що вона звільняє нас від звернення до окремого наочного прикладу чи навіть до форм якісної своєрідності. Так, наприклад, математичні істини застосовуються в однаковій мірі і до рабів, і до каменів, і до квітів. Коли ви маєте справу з чистою математикою, ви вступаєте в сферу повної і абсолютної абстракції. Тут діє лише одна вимога розуму: якщо які-небудь предмети мають між собою відношення, котрі задовольняють таким-то і таким-то чисто абстрактним умовам, то між ними існують і інші відношення, які задовольняють іншим чисто абстрактним відношенням» (Уайтхед А. Избранные работы по философии, с.77). І ще підкреслював: «Ніщо не здійснює настільки сильне враження, як та обставина, що математика, чим вище вона піднімається до гірських областей все більш абстрактної думки, незмінно повертається на землю, знаходячи все більше значення для аналізу конкретного факту... Парадокс, остаточно встановлений нині, полягає у тому, що саме граничні абстракції є тією істинною зброєю, котра править нашим осмисленням конкретного факту» (Цит. по: Клайн М. Математика. Поиск истины, с.60).

Застосування математичних теорій та методів до дослідження предметів і явищ різної природи, а також до внутрішніх потреб розвитку самої математики викликає класифікацію її на фундаментальну або «чисту» та прикладну.

Відбувається своєрідна "трансформація" певних розділів та теорій математики у відповідні методи дослідження. Отже, математика як наука набуває процесуального характеру і, як можна припустити, у ній самій формуються фундаментальні та прикладні методи пізнання.

Логічними засадами формування фундаментальних та прикладних методів слугують філософські поняття чуттєвого, раціонального, теоретичного та емпіричного у взаємозв'язку з розглянутими у попередніх розділах загальнонауковими поняттями "фундаментальне" та "прикладне". Таким чином, виникнення фундаментальних та прикладних методів пізнання та практики відбувається під безпосереднім впливом загальнометодологічного базису, котрим виступає діалектика. Тут виявляється евристична функція філософських понять та категорій, котра спрямовує творчі пошуки наукового пізнання. Особливістю фундаментальних та прикладних методів є їхня цільова практична спрямованість.

Виходячи із зазначеного, зробимо спробу дати експлікацію фундаментальних та прикладних методів дослідження.

Під фундаментальними методами будемо розуміти методи, спрямовані на дослідження об'єктивних закономірностей предметів та явищ з метою втілення теоретичних знань у практику. Відповідно прикладні методи - це такі методи, котрі застосовуються у різних галузях науки та практичної діяльності з метою отримання безпосередніх результатів у процесі дослідження. Відмінності між цими групами методів носять функціональний характер. Перші зв'язані з практикою опосередковано, другі - безпосередньо.

Наведені визначення не претендують на всеосяжність, проте вказують на дещо новий своєрідний підхід до проблеми диференціації наукових методів, коли критерієм її виступає рівень зв'язку пізнавальних засобів з практикою. Фундаментальні методи виникають, як правило, в надрах фундаментальної науки, а прикладні - більшою мірою в прикладних науках. Та це не означає, що фундаментальні методи не "працюють" і в прикладних галузях знань, а прикладні не мають застосування у фундаментальних пошуках. Зокрема, у сучасних умовах відбуваються трансформації математики, одночасні рухи як у бік створення все більш абстрактних її розділів, так і у бік поєднання воедино прикладних та власне теоретичних досліджень. Така тенденція притаманна не тільки сучасній математиці, але й іншим галузям наукового знання та його пізнавальним засобам, адже наукові методи утворюють суть будь-якої науки, надаючи їй єдності та могутності. Вони репрезентують процесуальний характер науки, її спрямованість на розкриття, обґрунтування істинних знань та їх втілення в життя.

Цей момент у розвитку та реалізації наукового знання відзначає Ю.В.Сачков: "Поняття та закони фундаментальної теорії слугують основою для приведення всієї інформації про досліджувану систему у цілісну систему. Обумовлюючи розробку досліджень у досить широкій сфері явищ, фунда-

ментальна наука визначає тим самим загальні особливості постановки та методи розв'язання широкого класу дослідницьких задач" (Сачков Ю.В. Полифункциональность науки // Вопросы философии.- 1995.- № 11.- С.49).

Хоча методи дослідницької діяльності визначаються внутрішньою логікою розвитку науки, проте вони мають певну самостійність. Можна погодитися з вищеназваним автором, що «відмінності між фундаментальними та прикладними дослідженнями лежать в особливостях вибору напрямків досліджень, вибору об'єктів дослідження, але методи та результати мають самостійну цінність» (Там само).

Справді, завдяки цій самостійності фундаментальні методи широко застосовуються прикладними науками та дослідженнями, а прикладні методи нерідко використовуються у фундаментальних пошуках вченого. Так, фундаментальні методи теорії диференціального та інтегрального числення продуктивно «працюють» як у «чистій» математиці, так і в прикладній, у технічних фундаментальних та прикладних науках, у теоретичній та експериментальній фізиці тощо. А, наприклад, прикладні числові методи використовуються у таких фундаментальних науках як фізика елементарних частинок, теоретична кібернетика та інших і беруть участь у отриманні принципово нових фундаментальних знань у тій чи іншій галузі. Таким чином, не лише класифікація наук впливає на формування та відповідну класифікацію методів, але й самі методи, маючи певну самостійність, вказують на те, до яких саме знань - фундаментальних чи прикладних - віднести отримані наукові результати, тобто впливають на диференціацію наукового знання.

## § 2. Праксеологічна основа диференціації методів на фундаментальні та прикладні

Між фундаментальними та прикладними методами наукового пізнання та практики не існує непрохідної стіни. Вони діалектично зв'язані, взаємообумовлюють один одного, переходять один в один, адже всі вони нерозривно пов'язані з практикою, з самого початку орієнтовані на практичне застосування наукового знання. Тому не можна однозначно погодитися з висловлюванням М.В.Карлова, що «існують фундаментальні дослідження, котрі починаються в силу їм притаманної внутрішньої зацікавленості, котрі розпочинаються самі по собі, просто як такі, без усякої зовнішньої по відношенню до них мотивації, без будь-яких запитів практики» (Карлов Н.В. О фундаментальном и прикладном в науке и образовании, или «Не возводи дом свой на песке», с.36).

Такі дослідження правильніше було б назвати теоретичними, а не фундаментальними, тому що, як свідчить проведений у попередніх розділах аналіз, диференціація на фундаментальне та прикладне знання більшістю вчених та філософів зв'язується із практичним втіленням його. Та й сам М.В Карлов у своїх подальших міркуваннях погоджується з цим: «Тут, правда, не можна апріорно виключати того, що істинну мотивацію до проведення фундаментальних дослід-



жень поза залежністю від інтенцій дослідника складають все-таки потреби практики, тільки сильно абстраговані, ретельно дистильовані, ідейно, так би мовити, облагороджені» (Там само).

А й справді, візьмемо разом з М.В.Карловим як приклад створення І.Ньютоном теорії диференціального числення. Автор називає цю теорію фундаментальною. І це вірно, бо І.Ньютон створював її саме для розв'язання практичної задачі. Дана теорія стала досить широко використовуваним методом дослідження явищ найрізноманітнішого походження. До речі, цей метод можна вважати не лише чисто фундаментальним, бо у певних дослідженнях він набуває ознак прикладного методу. Отже, одні й ті ж методи у різних ситуаціях виступають і як фундаментальні, і як прикладні. Прикладом може слугувати і метод програмування. Будучи фундаментальним методом обчислювальної математики, він виступає у ролі прикладного в усіх науках і дослідженнях, котрі використовують електронно-обчислювальну техніку. Фундаментальні та прикладні методи складають у своїй сукупності діалектичну суперечність, тобто не являються абсолютно протилежними. Сучасні темпи втілення наукового знання у практику поступово усувають кордони, котрі часом встають між ними. Їхня взаємодія стає дедалі органічнішою. Та все ж відмінності між ними лишаються, оскільки провідну роль завжди будуть відігравати фундаментальні методи дослідження, котрі сприяють розвитку перспективних напрямків у науці, техніці та виробництві.

Як справедливо зазначає Ю.В.Сачков, у фундаментальних науках виробляються базові моделі пізнання, котрі лежать в основі пізнання широких фрагментів дійсності (Див.: Сачков Ю.В, Полифункциональность науки, с.49). Але навряд чи можна погодитися з його думкою про те, що вибір методів у фундаментальній науці «визначається перш за все внутрішньою логікою її розвитку», а у прикладній науці цей вибір визначається впливом запитів суспільства – технічних, економічних та соціальних задач (Там само).

Адже і цілком прикладні проблеми нерідко вимагають ґрунтовних теоретично розроблених засобів, і в той же час фундаментальні дослідження можуть спиратися на суто прикладні методи, наприклад, чисельні методи обчислювальної математики, котрі аж ніяк не визначаються внутрішньою логікою, приміром, теоретичної фізики. Цілком доречним тут буде висловлювання Б.І.Пружиніна, що «будь-яке наявне знання, якщо воно може бути (точніше, повинне бути) втягнуте у прикладання, ... будь-яка система знання містить в собі ряд допущень, котрі мають хоч би у потенції прикладний, тобто історично обумовлений релятивний зміст...» (Пружинин Б.И. О пользе фундаментальности, или быть ли в России большой науке, с.139).

Фундаментальні методи зв'язані не стільки з чисто теоретичними розробками, скільки з прикладанням теорій до практичної, у тому числі й виробничої, діяльності. Вони спрямовують наукові пошуки на розв'язання саме задач пра-

ктичного характеру, хоча вони можуть застосовуватися і в теоретичних дослідженнях, котрі, справді, не завжди ставлять перед собою практичні задачі. Та й до останнього твердження слід віднестися з обережністю, бо будь-яка на-ука зароджується з практичних потреб і тоді з огляду на це картину зв'язку науки і практики можна представити так: «в основі її виявиться тоді практика – мислення та діяльність, котрі, як відомо, породжують велику кількість труднощів, суперечностей, конфліктів. З них, у свою чергу, можна рафінувати проблеми. Ось для їхнього розв'язання – серед іншого – і виникає необхідність у науці, з традиційної точки зору ніби прикладної, а за положенням у нашій перевернутій картині – фундаментальній» (Рац Н.В. К вопросу о фундаментальном и прикладном в науке и образовании, с.172). Саме для розв'язання цих проблем і формуються відповідні методологічні засоби.

Від чисто теоретичних ці засоби відрізняються перш за все своїм цільовим призначенням. Якщо при розробці теоретичних методів мова не ведеться про їхнє застосування у практиці, то ця умова виявляється найважливішою при визначенні фундаментальності методів. Теоретичні методи можуть перетворюватися у фундаментальні при умові їхнього застосування у практичній діяльності. Так, «достатньо пригадати історію зародження радіолокації чи кібернетики. Фундаментальні знання ( у розумінні М.В.Карлова – теоретичні – Л.Д.) виступають тут не як основа, а як засоби, котрі забезпечують розв'язання прикладних проблем» (Там само, с.171).

Те ж саме можна сказати і про неевклідову геометрію Лобачевського-Бойаі, Рімана, котра до застосування у фундаментальних фізичних, космічних дослідженнях була чисто теоретичним засобом теоретичної математики, а тепер застосовується як фундаментальний кількісний метод у багатьох науково-прикладних дослідженнях. Отже, будь-яка наука повинна подбати про свій саморозвиток, інакше вона не зможе відповідати на запити практики. Найбільш яскраво це демонструє математика. «Коли з'явилися ЕОМ та алгоритмічні мови, – пишуть А.Ф.Зотов та М.М.Холмянський, – виявилася «прикладна» роль математичної логіки, котра до цього розвивалася у порядку саморозвитку математики» (Зотов А.Ф., Холмянский М.М. Так есть ли «две науки»? // Вопр. философии.-1988.- № 5.- С.60).

Суттєві відмінності мають також прикладні та емпіричні методи. Прикладні ніби «виростають» з фундаментальних методів, ґрунтуються на них, формуються цілеспрямовано у відповідності з запитамі практики на основі досить розробленої наукової теорії. У той же час емпіричні методи наукового дослідження формуються у більшій мірі стихійно, не потребують досить обґрунтованої теоретичної основи, проте як і прикладні методи, вони можуть давати матеріал для розробки фундаментальних методів пізнання. Не лише фундаментальні, але й прикладні методи можуть приводити до фундаментальних відкриттів у науці, техніці,

виробництві. Досліджуючи проблеми зв'язку фундаментальних та прикладних досліджень, М.Малкей писав, що цей процес обумовлений соціокультурними чинниками і «нам варто приготуватися до того, щоб засумніватися у широко розповсюдженій думці, згідно якій сучасна техніка в цілому похідна від фундаментальних наукових досліджень» (Малкей М. Наука и социология знания.- М.,1983.- С.211). Подібну думку висловлювали і інші автори, зокрема, В.М.Розін при дослідженні історії становлення технічних наук (Див.: Розін В.М. Специфика и формирование естественных, технических и гуманитарных наук.- Красноярск, 1989.- С.148).

З іншого боку, не завжди фундаментальні методи породжують лише фундаментальні відкриття. Нерідко шляхом застосування фундаментальних методів отримують конкретні прикладні результати, як сталося, наприклад, з винайденням О.С.Поповим радіо на базі дослідження радіомагнітних хвиль, започаткованого ще М.Фарадеєм, Дж.Максвеллом, Г.Герцем. Але при цьому самі по собі прикладні методи не покликані породжувати нове знання. Та спираючись на науковий апарат фундаментальних методів, вони збагачують свій зміст, розширюють сферу своїх прикладань як у фундаментальних науках і дослідженнях, так і у прикладних. Фундаментальні методи пізнання мають більш високий степінь загальності, ніж прикладні і тому відіграють провідну роль у виникненні нових знань, створюють широкі можливості для застосування отриманих теоретичних результатів. Якщо фундаментальні методи дослідження розвивають наукові знання та практику в глибину, то прикладні – в ширину. І фундаментальні, і прикладні методи дослідження можуть являти собою не одну якусь операцію, засіб, прийом, а цілу їх систему. Такими, для прикладу, є велика кількість чисельних методів прикладної математики, більшість фундаментальних методів "чистої" математики. Нерідко, як уже зазначалося, в якості фундаментальних та прикладних методів у різних галузях науки та практики виступають ті чи інші теорії. Так, функції наукових методів виконують математичні теорія груп, теорія диференціального та інтегрального числення, теорія графів, теорія ігор, теорія масового обслуговування та інші.

На особливу роль, наприклад, теорії ймовірностей вказував Дж.Максвелл: "...метод оперування групами атомів, котрий я можу назвати статистичним методом і котрий при сучасному стані нашого знання є єдино плідним методом вивчення властивостей реальних тіл, що знаходяться у нашому розпорядженні, включає відмову від чисто динамічних принципів і прийняття математичних методів, котрі відносяться до теорії ймовірностей. Можливо, що, завдяки застосуванню цих, поки що мало відомих і незвичних для нашої свідомості, методів будуть досягнуті значні результати" (Максвелл Дж. К. Статьи и речи, с.33). Це передбачення видатного вченого здійснилося у кінці ХХ століття, коли стало неможливим уявити розвиток фундаментальних та прикладних наук без використання ймовірнісно-статисти-

чних методів.

Роль фундаментальних та прикладних кількісних методів зростає особливо у розвитку сучасної неklasичної науки. Це зв'язано з розширенням комп'ютеризації знання та практики, зокрема, "у другій половині ХХ століття відбулися суттєві зрушення завдяки впровадженню у науково-дослідницький процес ЕОМ, що привело, зокрема, до народження нової наукової дисципліни - комп'ютерної математичної фізики" (Ратников В.С. Физико-теоретическое моделирование: основания, развитие, рациональность.- К., 1995.- С.107). Поява нових наук, нових розділів, нових галузей знань вимагає і докорінної зміни у методологічних засобах та прийомах пізнавальної діяльності. Причому особливої обережності потребує застосування тих методів, котрі набувають все більшої універсальності.

Саме тут свою роль повинна відігравати діалектика. Адже "діалектична вимога конкретного аналізу конкретної ситуації стосовно пошуку означає, по-перше, використання у кожному конкретному випадку всіх тих засобів, прийомів, методів та принципів, котрі найкращим чином сприяють досягненню мети пошуку. По-друге, жоден з цих конкретних методів та принципів не повинен підноситися за рахунок інших. Всі вони виявляються корисними на своєму місці і у свій час. По-третє, кожен метод і кожен принцип не повинні абсолютизуватися і видаватися у якості найбільш надійного засобу пошуку та дослідження" (Рузавин Г.И. Научный поиск, эвристика и диалектика // Филос. науки.-1987.-№ 5.- С.35). Кожна науково-пошукова ситуація повинна спиратися не лише на вже відомі і вже добре випробувані методи, але й займатися пошуком нетрадиційних підходів до розв'язання певної задачі.

Дослідження проблеми співвідношення фундаментальних та прикладних методів та впливу на це співвідношення диференціації наук на фундаментальні та прикладні вимагає розгляду її на прикладі конкретної науки, зв'язаної з прискоренням науково-технічного прогресу, в якості якої, на нашу думку, виступає перш за все математика та інші дедуктивні науки. Щоб прослідкувати зв'язок предмету математики та кількісних методів дослідження, розглянемо її внутрішню структуру.

Як вже відмічалось вище, являючись єдиною наукою з єдиним предметом, математика внутрішньо диференційована на дві великі галузі: так звану «чисту» математику та прикладну. Вияснимо, що виступає критерієм такого внутрішнього поділу її. Як відомо, «чиста математика має своїм об'єктом просторові форми та кількісні відношення дійсного світу...» (Энгельс Ф. Анти-Дюринг.- Т.20.- С.37). Предмет математики має принципову відмінність від її об'єкту, адже предмет дослідження може змінюватися у залежності від поставленої задачі, а об'єкт залишається постійним. Предмет математики залежить від рівня розвитку самої математики, її методів пізнання, розвитку суміжних з математикою наук, рівня математизації науки, запитів

суспільно-історичної практики.

Жодна система понять, будучи історично конкретною, а тому неповною і обмеженою, не здатна абсолютно відобразити всього змісту відповідної властивості об'єктивного світу. У процесі історичного розвитку науки відбувається уточнення, конкретизація та поглиблення знань. Звідси випливає, що на кожному певному етапі розвитку математики її предмет знаходиться у певній відповідності з її об'єктом, проте ніколи не співпадає з ним. Абстрагуючись від свого об'єкту, предмет математики тим самим перетворюється у відносно самостійний об'єкт вивчення з тим, щоб, ставши більш змістовним, використовуватися у предметно-перетворюючій діяльності.

Багато математиків відмічають, що предмет та внутрішня структура математики розвиваються за рахунок різноманітних джерел: внутрішніх і зовнішніх. Зовнішні джерела зв'язані з необхідністю розв'язання задач математичними засобами, котрі знаходяться за межами самої математики: задач інших наук, техніки, економіки тощо. Внутрішні джерела розвитку математики виникають з необхідності систематизувати знайдені математичні факти, виявити їхні взаємозв'язки, об'єднати їх за допомогою узагальнюючих концепцій в теорію, розвивати цю теорію за її внутрішніми законами. Цим двом видам джерел відповідають чиста та прикладна математика (Див.: Блехман И.И., Мьшкис А.Д., Пановко Я.Г. Прикладная математика: предмет, логика, особенности подходов.- К., 1976.- С.15). Зазначимо лише, що «чиста» математика ще не є фундаментальною. Швидше її можна назвати теоретичною, не орієнтованою на застосування у практиці. Таке ототожнення теоретичної та фундаментальної математики зустрічається і у інших авторів, зокрема, В.С.Ратников пише: «...вже в стародавній математиці відбувається виділення двох її основних гілок - прикладної та чистої (теоретичної) математики... Прикладна математика орієнтує дослідження «за межі», у той час як чиста математика - у сфері самої математики, розв'язуючи задачі власного розвитку» (Ратников В.С. Физико-теоретическое моделирование: основания, развитие, рациональность, с.70-71). У такому випадку правильніше протиставляти «чистій» математиці не прикладну, а практичну. Фундаментальною математикою, яка насправді відносно протистоїть прикладній, стають ті її розділи, теорії, котрі знаходять своє застосування в інших конкретних науках та практиці, а у своїй сукупності об'єднуються поняттям «фундаментальна математика».

Проте, як свідчать висловлювання багатьох вчених, фундаментальна та прикладна математика не розглядаються як дві різні науки. Відомий математик Р.Курант писав: «Насправді між «чистою» та «прикладною» математикою неможливо провести чітку межу. Тому-то у математиці не повинно бути поділу на касту верховних жреців, котрі поклоняються непогрішимій математичній красі і дослухаються лише до своїх нахилів, та на працівників, котрі обслугову-

ють їх. Подібна «кастовість» – у кращому випадку симптом людської обмеженості, котра утримує більшість людей від вільного пересування по неосяжних просторах людських інтересів» ( Курант Р. Математика в современном мире // Математика в современном мире.- М.,1967.- С.27).

Але деякі суттєві відмінності між фундаментальною та прикладною математикою все ж існують. Навіть до такого первинного поняття як число вони ставляться по-різному: перша – як до переважно логічного об'єкту, а друга – як до порядкового індексу чи до кількісної міри реальної дискретної сукупності чи неперервної протяжності (Див.:Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко Я.Г. Цит. твір, с.38). Головна ж відмінність між ними виявляється у різних вимогах до однозначної визначеності застосовуваних понять та тверджень. Спільними, на думку Н.Бурбакі, для фундаментальної та прикладної математики є поняття «математична структура», а також аксіоматичний метод (Бурбаки Н. Очерки по истории математики, с.246). Головною ж об'єднуючою їх засадою слугує критерій практики, оскільки «чиста математика виходить з практики і повертається до неї у вигляді прикладної математики. У цьому постійному взаємному переході прикладної математики в чисту і навпаки і полягає головна рушійна сила розвитку математики» (Александров А.Д. Математика // Философская энциклопедия.- Т.3.- С.334).

Із зазначеного можна зробити висновок, що фундаментальна математика не безпосередньо взаємодіє з іншими науками та практикою, а через прикладну математику. Вони співіснують як рівноправні напрямки у математиці, хоча історія розвитку останньої свідчить про те, що у різні соціально-культурні епохи відбувалося домінування одного з них над іншим.

Особливо абсолютизація "чистої" математики спостерігається у неопозитивістській концепції, у якій представники цієї течії всю задачу логіки редуціюють до емпіричного обґрунтування науки, аналізу її мови на основі використання математичних понять та символів, заперечують значення прикладної математики для подальшого розвитку математичного знання. Вони не визнають того факту, що математичні поняття є відображенням реального світу. Так, Б.Рассел писав, що "вся чиста математика впливає з чисто логічних передумов і користується лише тими поняттями, котрі можна визначити у логічних термінах" (Рассел Б. Мое философское развитие. Глава 5 // Аналитическая философия: Избранные тексты.- М.,1993.- С.20).

Критикуючи таку позицію, М.Клайн пише: "Позитивісти – антиметафізики, і, з їхньої точки зору, єдиним джерелом осмисленого знання може бути досвід. З нього ми "вилучаємо" основні твердження, котрі потім можна розвивати за допомогою строгої дедукції. Але сенс будь-якого твердження тотожний засобам, котрі дозволяють перевірити його" (Див.:Клайн М. Математика. Поиск истины, с.273). Схожу точку зору висловлював і А.Уайтхед, коли писав, що "уяв-

лення, котрі розвивають математики, характеризуються відірваністю від будь-яких понять, що виводяться із свідчень органів чуття. Навпаки, саме сприйняття відчуває стимулюючий і спрямовуючий вплив вихідного математичного знання" (Уайтхед А. Цит. твір, с.75-76).

Взаємозв'язок фундаментальної та прикладної математики здійснюється шляхом взаємопроникнення їхніх методів. Роздвоєння математики на фундаментальну та прикладну не залишило без змін її методи. При більш детальному їх вивченні виявляється, що перш за все кількісні методи, не сама математика, мають практичне застосування в інших науках, у техніці та виробництві. Тобто саме кількісні методи сприяють процесу математизації, формалізації, комп'ютеризації, інформатизації наукового знання і практики.

Таким чином, у відповідності з критерієм диференціації наук та наукових методів в залежності від характеру функціонування, їхньої практичної значущості кількісні методи, як і сама математика, диференціюються на фундаментальні та прикладні. Між фундаментальними та прикладними кількісними методами, як і між відповідними розділами математики, існує органічний зв'язок. Фундаментальні методи хоча й виникають в рамках фундаментальної математики, проте можуть застосовуватися і прикладною математикою, а нерідко вони застосовуються разом з прикладними методами. Так само і прикладні кількісні методи, виникаючи в сфері прикладної математики, знаходять своє широке застосування у фундаментальній математиці та інших фундаментальних дедуктивних науках.

Більше того, прикладні кількісні методи можуть сприяти формуванню фундаментальних кількісних методів. Так, геометрія Лобачевського, алгебра Буля, теорія множин Кантора та інші, котрі стали могутніми фундаментальними засобами пізнання у фізиці, теоретичній механіці та інших науках були підготовлені по великому рахунку геометрією Евкліда, тригонометрією та її прикладаннями, прикладною алгеброю арабських мислителів тощо.

Головною відмінною рисою фундаментальних кількісних методів є те, що галузями їхнього застосування слугують в основному фундаментальні науки, теорії, дослідження. Вони спрямовані на вивчення нових кількісних закономірностей об'єктивного світу з метою реалізації отриманих теоретичних результатів у практичній діяльності, розрахованій на перспективу. Сферою ж застосування прикладних кількісних методів є прикладні науки, виробництво. Вони відповідають вимогам сьогодення. І справді, "конкретна ефективність результатів прикладного дослідження уявляється чимось більш вагомим. Навіть абстракції прикладної математики не вкладаються в "абстрактний" ідеал удосконалення знання як форми спілкування, бо прикладна математика орієнтується все ж на цілком предметні умови розв'язання тих чи інших практичних задач" (Пружинин Б.И. О пользе фундаментальности, или быть ли в России большой науке, с.139). Як фундаментальні, так і прикладні методи кількісних

досліджень мають здатність передбачати відкриття і в сфері кількісних відношень, і поза її межами, в рамках якісного аналізу, та все ж пріоритет у цьому залишається за фундаментальними кількісними методами. Це можна прослідкувати на прикладі таких методів, як алгебраїчна теорія груп, теорія топологічних просторів та інші. Ці методи в умовах прискорення науково-технічного прогресу, даючи поштовх для важливих відкриттів в інших науках, широко використовуються не лише в наукових, але й практичних розробках.

Так, використовуючи фундаментальний метод теорії груп при дослідженні елементарних частинок, вчені прийшли до висновку, що у процесі ядерної реакції, крім уже відомих частинок, з'являються інші, поки що не винайдені в натуральному експерименті. Частинки з негативним зарядом були названі античастинками. Шляхом математичних розрахунків у поєднанні фундаментальних та прикладних кількісних методів були встановлені їхня маса, величина заряду та інші властивості. І лише згодом існування цих частинок було підтверджено експериментально. Тепер це відкриття широко використовується у багатьох галузях науки та практики, зокрема, у атомній енергетиці.

Багато прикладних кількісних методів, особливо, чисельних, також сприяють встановленню нових закономірностей у фізиці, астрономії, хімії, астрофізиці і т.д. Таким чином, розвиток фундаментальних та прикладних кількісних методів завжди йшов у ногу з суспільним прогресом, а іноді і випереджав його, відгукуючись на запити практики. Відомий голандський математик Д.Стройк у зв'язку з цим зазначав: "Історія математики – не лише історія розвитку понять, але одна з частин історії людської діяльності, у якій відображається боротьба людини з природою, притому не абстрактної людини, а людини як члена суспільства... Існує тісна залежність між математикою та загальнокультурними спрямуваннями епохи, ... котрі самі відображають... переважаючі соціальні та економічні умови" (Стройк Д. Краткий очерк истории математики.- М., 1969.- С.4-5).

Фундаментальні та прикладні кількісні методи не лише використовуються іншими науками та практикою, сприяючи їх подальшому розвитку, але й відчувають вплив останніх на собі. Останнім часом особливо посилився вплив на розвиток математичних методів філософського методу у зв'язку з подальшою діалектизацією конкретних наук, у тому числі і дедуктивних. Саме матеріалістична діалектика дає ключ для розуміння об'єкту та предмету цих наук, їхніх понять та методів, їхнього зв'язку з суспільно-історичною практикою. Діалектика вказує межі застосування кількісних методів, підкреслюючи, що кількісний аналіз будь-якого фрагменту дійсності визначається якісним його аналізом. Це положення дає відповідь на необгрунтоване твердження неопозитивістів, ніби-то застосування кількісних методів дає вичерпне пояснення всіх явищ світу, що встановити "істинність" будь-якої теорії можна шляхом редук-



ції її через послідовний ланцюг логічних та математичних операцій до найпростіших, достовірних фактів чуттєвого досвіду. Зокрема, М.Шлік писав, що "немає сенсу у випадку положень чистої геометрії питати, чи узгоджуються вони з фактами світу: вони повинні бути узгодженими лише з аксіомами, довільно покладеними в засади ( до того ж вимагається, щоб вони впливали з аксіом), і тоді ми називаємо їх істинними, або правильними" (Шлік М. О фундаменте познания//Аналитическая философия: Избранные тексты, с.39). Проте «розв'язати питання про розвиток наукових знань позитивізму не під силу: він знає лише словесні маніпуляції зі "знаками", з "системами висловлювань", "логічними обчисленнями", тобто бачить суперечність у словесно-термінологічному оформленні фактичного, наявно існуючого знання, а не в сутності самого складу цього знання" (Бондарчук И.А. Критика современных буржуазных концепций диалектики.- К.,1982.- С.40). Усуваючи роль філософії у розвитку дедуктивних наук та їх методів, неопозитивісти абсолютизують значення самої математики для науки та практики. Вони "відмовилися від загальносвітоглядних проблем, а коли і здійснюють спроби створення загального методу, то... обмежуються специфічними проблемами... логіко-математичного, "лінгвістичного аналізу"..." (Федосеев П.Н. Диалектика современной эпохи.- М.,1978.- С.446). Подібну обставину передбачав ще Г.Гегель, коли писав: «Якщо кількість безпосередньо береться з уявлення і не опосередковується мисленням, то дуже легко може статися, що вона буде переоцінюватися у відношенні меж її застосування і навіть буде піднесена в абсолютну категорію. Це і насправді відбувається, коли визнають точними лише ті науки, предмети котрих можуть бути піддані математичному обчисленню. Тут знову виявляється... дурна метафізика, котра заміняє конкретну ідею однобічними і абстрактними визначеннями розсудку" (Гегель Г. Энциклопедия философских наук.- М.,1974.- С.244). Проти позитивістської концепції виступили видатні вчені Заходу. Зокрема, В.Гейзенберг писав, що «позитивістська схема мислення, розвитку на базі математичної логіки, в цілому надто обмежена для описання природи...» (Гейзенберг В. Физика и философия.- М.,1963.- С.60).

На противагу позитивізму діалектичний підхід до проблеми кількісних методів ґрунтується на тому, що для використання певної частини математичного апарату у будь-якій іншій науці не можна просто, механічно включати математичні об'єкти в ту чи іншу галузь науки. Необхідно спочатку дослідити, у якій мірі можливо здійснити переінтерпретацію математичної символіки на галузь об'єктів даної конкретної науки, оскільки без врахування властивостей математики відобразити дійсність математичний метод легко вироджується в гру розуму, в спекуляцію, позбавлену реального змісту (Див.: Герц Г. Марксистская философия и естествознание.- М.,1982.- С.237). Отже, фундаментальні та прикладні методи кількісного аналізу не лише обмежені

рамками якісного аналізу, але й мають якісні відмінності всередині себе. Як зазначав Фр.Енгельс, вже таке найпростіше математичне утворення як число «є найчистіше кількісне визначення..., але воно повне якісних відмінностей» (Енгельс Фр. Диалектика природи, с.573-574), не кажучи вже про складні кількісні методи сучасних дедуктивних наук. Підводячи деякі підсумки сказаному, можна висловити думку, що фундаментальні та прикладні кількісні методи, відображаючи практичну спрямованість системи наукового знання, перебувають у постійному зв'язку між собою, взаємно переходять один в один у процесі розвитку пізнання та практики. В умовах розвитку сучасної неklasичної науки вони більш повно характеризують складні нелінійні процеси, котрі відбуваються у світі, і сприяють не лише диференціації наукового знання, але й виступають могутнім інтегруючим фактором у процесі поєднання науки з суспільно-історичною практикою. При цьому «прикладання теоретичних знань до виробництва для самої науки не зовнішній, не побічний продукт її розвитку, а надзвичайно важливий для неї самої бік. Наука черпає у практиці свої проблеми, отримує можливість конституювати саму себе» (Пятницын Б.Н. Философские проблемы вероятностных и статистических методов, с.63).