

АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНСЬКОЇ РСР

**ФІЛОСОФСЬКІ ПИТАННЯ
ПРИРОДОЗНАВСТВА**

ВИДАВНИЦТВО
АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНСЬКОЇ РСР
КЛІВ—1958

АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНСЬКОЇ РСР
ІНСТИТУТ ФІЛОСОФІЇ

НАУКОВІ ЗАПИСКИ, т. V

ФІЛОСОФСЬКІ ПИТАННЯ
ПРИРОДОЗНАВСТВА

ВИДАВНИЦТВО АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНСЬКОЇ РСР
КИЇВ—1958

Редакційна колегія:

член-кореспондент АН УРСР *Острянин Д. Х.* (відповідальний редактор), кандидат філософських наук *Шугайлін О. В.*, кандидат філософських наук *Логвин М. А.*, кандидат філософських наук *Дишлевий П. С.*

ФІЛОСОФСЬКИЙ РЕЛЯТИВІЗМ І ТЕОРІЯ ВІДНОСНОСТІ¹

Філософський релятивізм — один з найпоширеніших напрямів у сучасній ідеалістичній філософії — філософські та «фізичні» ідеалісти намагаються зв'язати з теорією відносності. Ототожнюючи *відносність* в теорії відносності з необ'єктивністю і виходячи з того, що теорія відносності заперечує ряд понять і уявлень класичної фізики, які вважались незмінними і вічними, ідеалісти твердять, нібито теорія відносності є блискучим підтвердженням філософського релятивізму. Нижче показується, що, по-перше, відносність не тотожна необ'єктивності і, по-друге, існує спадкоємність між уявленнями класичної механіки і теорії відносності, тобто що теорія відносності за своїм змістом не має нічого спільного з філософським ідеалізмом, зокрема з філософським релятивізмом.

Відомо, що філософський релятивізм — це вчення про виняткову суб'єктивність, відносність і умовність людського знання; таким чином, на думку релятивістів, безумовного, абсолютного, об'єктивного знання не існує. Філософський релятивізм, як і всякий ідеалізм взагалі, має свої гносеологічні корені: він виникає на основі розбухання, возведення в абсолют однієї з сторін, одного з моментів пізнання.

Діалектичний матеріалізм вперше в історії філософії визначив місце релятивізму в філософії і зокрема в теорії пізнання. З точки зору діалектичного матеріалізму, релятивізм — не напрям в філософії і не основа теорії пізнання; він є елементом діалектики і виражає історичну умовність і наближення нашого знання до об'єктивної, абсолютної істини, тобто те, що в процесі пізнання людина пізнає світ не зразу, а поступово. Як елемент діалектики релятивізм об'єктивно зумовлений тим, що природа перебуває не в стані спокою, нерухомості, застою і незмінності, а в безперервному русі, зміні, озвитку, що в навколишньому світі не існує ізольованих речей і процесів, — всі вони взаємозв'язані і взаємозумовлені, перебувають певних зв'язках і відношеннях і, хоч різні предмети і явища об'єк-

¹В статті розглядається тільки спеціальна теорія відносності.

тивного світу, їх закономірності і властивості зв'язані лише з певними сторонами матерії, між ними не існує абсолютних граней і відмінностей. Суб'єктивно релятивізм як елемент діалектики зумовлений тим, що безконечний в часі і просторі об'єктивний світ пізнається людиною, життя якої обмежене в часі, а можливості пізнання обмежені історично. Отже, існує діалектична суперечність кінцевого і безкінечного як в онтологічному, так і в гносеологічному відношенні¹.

В питанні про істинність наших знань діалектичний матеріалізм розрізняє два аспекти: існування об'єктивної істини (питання про джерело знань) і співвідношення істин відносних і абсолютної (питання про процес одержання знань).

Під об'єктивною істиною розуміється такий зміст людських уявлень, який не залежить ні від окремої людини, ні від людства взагалі. Абсолютна істина — це повне, вичерпне пізнання людиною об'єктивної реальності, що існує незалежно від неї; абсолютна істина не може бути змінена або спростована в майбутньому.

В книзі «Матеріалізм і емпіріокритицизм» В. І. Ленін підкреслює, що визнання абсолютної істини нерозривне з визнанням об'єктивної істини, а визнання об'єктивної істини означає визнання об'єктивної реальності. «Вважати наші відчуття образами зовнішнього світу — визнавати об'єктивну істину — стояти на точці зору матеріалістичної теорії пізнання, — це одне й те саме»², — пише В. І. Ленін. І далі: «Визнавати об'єктивну, тобто незалежну від людини і від людства істину, значить так чи інакше визнавати абсолютну істину»³.

Як же людське пізнання одержує абсолютну істину? Людина пізнає об'єктивну істину не відразу, повністю, абсолютно, а поступово, приблизно, відносно. «...Людське мислення по природі своїй здатне давати і дає нам абсолютну істину, яка складається з суми відносних істин. Кожний ступінь у розвитку науки додає нові зерна до цієї суми абсолютної істини, але межі істини кожного наукового положення відносні, будучи то розсовувані, то звужувані дальшим ростом знання... Межі наближення наших знань до об'єктивної, абсолютної істини історично умовні, але *безумовне* існування цієї істини, *безумовне* те, що ми наближаємось до неї»⁴.

Отже, хоч наші знання на кожному історичному ступені розвитку науки зумовлені рівнем виробництва і техніки і зі зміною останніх змінюються самі, тобто хоч наші знання є відносними, однак кожна відносна істина означає ступінь, крок в пізнанні абсолютної істини, а сукупність відносних істин в їх діалектичному розвитку дає абсолютну істину.

Таке розуміння істини в корені суперечить розумінню істини метафізичним догматизмом і філософським релятивізмом. Метафізи-

¹ В дальшому викладі розрізняються поняття релятивізму як елемента діалектики і філософського релятивізму, як одного з найпоширеніших напрямів сучасної ідеалістичної філософії.

² В. І. Ленін, Твори, т. 14, стор. 112.

³ Там же, стор. 115.

⁴ Там же, стор. 117, 118.

ки визнають лише абсолютну і об'єктивну істини, заперечуючи існування відносної; або абсолютна істина, або абсолютна помилка — такий хід їх міркування, тобто істина не розглядається метафізиками як *процес* переходу від незнання до знання.

Релятивісти ж, навпаки, визнають тільки відносну істину, заперечуючи правомірність існування істини абсолютної, а значить, і об'єктивної, вважаючи, що всяке знання *тільки* відносне, умовне і наближене. Отже, і релятивісти не розглядають істину як *процес* переходу від незнання до знання.

Метафізичний догматизм і філософський релятивізм — це дві крайності в розв'язанні питання про істину; для них не тільки не існує зв'язку між відносними і абсолютною істинами, а таке питання взагалі не має змісту, бо з їх точки зору не існує істини як *процесу* переходу від незнання до знання. В цьому розумінні філософський релятивізм — це «метафізика навиворіт»; отже, хоч релятивісти вихваляються своїм негативним ставленням до метафізики, в дійсності вони використовують ту ж метафізику, тільки «з іншого боку».

Незнання природознавцями матеріалістичної діалектики в період бурхливого розвитку природознавства, який супроводиться крутою ломкою понять, створює гносеологічні передумови для посилення релятивістських тенденцій, що ґрунтуються на зміні наукових уявлень про матерію, її властивості і закономірності її розвитку. Питання про особливу роль релятивізму в теорії пізнання і в розвитку фізики на рубежі ХІХ—ХХ ст. розглянуте і розв'язане В. І. Леніним в «Матеріалізмі і емпіріокритицизмі».

В цей період особливо гостро відчувалась обмеженість метафізичного методу в фізиці, багато фізиків виявилось безпорадними в філософському усвідомленні нових відкриттів. Соціальні умови того часу кидали вчених в обійми реакційної ідеалістичної філософії, праці ж основоположників марксизму були для них «книгою за сьомою печатками». Цим і скористалися ідеалісти і фідеїсти, які намагалися нав'язати фізиці ідеалістичну теорію пізнання. Так виникла нова ідеалістична течія, пов'язана з однією з шкіл фізиків, — «фізичний» ідеалізм. Однією з причин, яка породила «фізичний» ідеалізм, як показав В. І. Ленін, був «принцип *релятивізму*, відносності нашого знання, принцип, який з особливою силою нав'язується фізикам в період крутої ломки старих теорій і який — *при незнанні діалектики* — неминуче веде до ідеалізму»¹.

З гносеологічної точки зору посилення релятивістських тенденцій на рубежі ХІХ—ХХ ст. зумовлене тим, що метафізика не могла правильно по-філософському осмислити і узагальнити нові відкриття, матеріалістичної ж діалектики фізики не знали. Саме це спричинило філософські хитання і плутанину в фізиці у той період.

Частина природознавців, борючись — і цілком законно — проти пануючої в той час метафізики, не змогла піти по шляху її *подолання* і тому пішла шляхом відмовлення і від метафізики як методу, і від матеріалізму як філософської основи природознавства. Отже, ця частина природознавців зробила крок назад, скокуючись на позиції

¹ В. І. Ленін, Твори, т. 14, стор. 283.

агностицизму та ідеалізму. Подолати (в позитивному розумінні) метафізику можна було тільки по лінії свідомого переходу на позиції єдиної наукової філософії нашого часу — діалектичного матеріалізму.

Теорія відносності була створена саме в період посилення цих релятивістських тенденцій у фізиці, в період виникнення «фізичного» ідеалізму. В якій же мірі вплинули вони на зміст теорії відносності або на ту чи іншу форму її викладу? Чи існує зв'язок між відносністю в теорії відносності, яка відіграє в ній істотну роль, та філософським релятивізмом?

Теорія відносності, як відомо, відкидає ряд важливих абсолютних величин класичної фізики і вводить багато відносних¹ величин. Звідси постає друге питання: чи є зв'язок між цим запереченням ряду абсолютних величин класичної механіки і філософським релятивізмом?

І, нарешті, третє питання, а саме: що являє собою теорія відносності — чи вона є чисто умовною, відносною і суб'єктивною системою, створеною А. Ейнштейном, чи відносною істиною, яка містить в собі елементи абсолютних знань? Останнє питання торкається взаємозв'язку класичної механіки і теорії відносності.

Насамперед розглянемо ставлення деяких філософів і фізиків капіталістичних країн до питання про зв'язок теорії відносності з філософським релятивізмом. За теорію відносності з радістю ухилилися позитивізм і махізм. Принцип відносності, який виходить з того, що одна інерціальна система відліку не має ніяких переваг перед будь-якою іншою («рівноправність» систем), Петцольдт розглядає як «нове вираження» старого принципу відносності Протагора — світ для кожного такий, яким він йому здається, — як принципіальне завершення й вираження провідної ідеї про відносність, що нібито домінує над усією фізикою².

Таким чином, Петцольдт принцип відносності трактує суто по-суб'єктивістському. Він обходить питання про те, що спостерігач не має ніякого відношення до «еквівалентності» інерціальних систем, що принцип відносності стосується інерціальних систем, а не міркувань спостерігача.

Ф. Ауербах у книзі «Простір і час. Матерія і енергія» пише, нібито теорія відносності «містить твердження про те, що все, що ми пізнаємо, відносне, абсолютне пізнання для нас неможливе»³. Підставою для таких висловлювань Ф. Ауербаха є відносність просторових, часових та інших фізичних величин, а також зміна класичних уявлень про час і простір в теорії відносності.

Розглянемо точку зору відомого спеціаліста з теорії відносності А. Еддінгтона, який в той же час був пропагандистом суб'єктивізму та ідеалізму. Характеризуючи теорію відносності як «сучасний

¹ Слід розрізняти абсолютність і відносність в теорії відносності і категорії абсолютного і відносного в філософії.

² I. P e t z o l d t, Das Weltproblem von Standpunkt des relativistischen Positivismus aus, 2 Aufl., Leipzig, 1912, стор. 202 і наст.

³ Ф. А у э р б а х, Пространство и время. Материя и энергия, М., 1922, стор. 12.

переворот в науковій думці»¹, Еддінгтон дає таку конкретну інтерпретацію філософського значення цього відкриття. «Ми припускаємо,—пише він,—що час слід розуміти тільки *відносно до спостерігача*, тобто ми приймаємо, що спостерігач, який перебуває на іншій зірці і який провадить всі спостереження і обчислення, що вимагаються нашою процедурою, також визначає час, але ж не наш час, а час відносно самого себе. Така ж відносність властива більшості елементарних фізичних величин. Одного опису операцій недосить для того, щоб одержати однозначну відповідь, якщо ми довільно не задамо при цьому певного стану руху спостерігачеві та його приладом...» Це, робить висновок Еддінгтон, типова ілюстрація «відносності (релятивізму), визнання якої дало такі глибокі результати, що революціонізували фізичні погляди»².

«В кожному спостереженні,—пише в іншому місці Еддінгтон,—є дві сторони, два учасники, — об'єкт спостереження і спостерігач... Теорія відносності не ставить собі за мету розв'язати безнадійну задачу про те, яка частка вини лежить на спостерігачеві і яка — на зовнішньому світі, вона тільки підкреслює, що в наших звичайних описах і в наших наукових описах явищ природи обидва фактори нерозривно поєднані»³. Тобто, твердить Еддінгтон, коли стара фізика розглядала зовнішній світ «сам по собі», то нова теорія фізики виходить з принципу відносності: описи всіх спостережуваних явищ припускають відношення зовнішнього світу до якогось спостерігача. ІВ цьому суть відносності, за Еддінгтоном⁴. Звідси, наприклад, «д о в ж и н а т а т р и в а л і с т ь не є речами, що властиві зовнішньому світу: вони суть відношення речей зовнішнього світу до деякого певного спостерігача»⁵.

Перш за все Еддінгтон змішує питання про *процес* пізнання (в якому неминуче бере участь спостерігач — мислення без людини не існує) з питанням про *джерело* пізнання (до якого спостерігач не має відношення), внаслідок чого і виникає твердження про «нерозривну координацію» спостерігача з об'єктом спостереження. Принцип відносності Еддінгтон також трактує суто по-суб'єктивістському, як положення, що торкається не відношень інерціальних систем, а відношень інерціальної системи і спостерігача, тобто як щось нерозривно пов'язане із спостерігачем.

Нарешті, необхідно відзначити ще одну лінію у міркуваннях Еддінгтона. Він твердить, нібито теорія відносності займається тільки відношеннями; при цьому Еддінгтон трактує самі відношення двояко — або як відношення речей до спостерігача, або як відношення речей між собою, безвідносно до спостерігача. Йому належить висловлювання: «Дайте мені світ — світ, в якому існують від-

¹ А. Эддингтон, Теория относительности и ее влияние на научную мысль, Одесса, 1923, стор. 55.

² А. Эддингтон, Теория относительности, М.—Л., 1934, стор. 16—17,

³ А. Эддингтон, Пространство, время и тяготение, Одесса, 1923, стор. 31, 34.

⁴ Там же, стор. 36.

⁵ Там же, стор. 35.

ношення, — і я побудую матерію і рух»¹. Така позиція ґрунтується на визнанні прімату простору і часу над матерією; вона веде до твердження, ніби наука взагалі і фізика зокрема не можуть пізнати природу речей. Еддінгтон саме так і пише в заключній частині книги «Простір, час і тяжіння»: «Теорія відносності піддала перегляду весь зміст фізики. Вона об'єднала великі закони, які завдяки строгості свого формулювання і точності свого прикладення завоювали для фізики те почесне місце в системі людського знання, яке вона займає нині. І все-таки, по відношенню до природи речей, це знання — лише порожня шкаралупа, символічна форма. Це — знання структурної форми, а не знання змісту»².

До точки зору Еддінгтона приєднується також Е. Кассіре́р³.

І. Классен йде ще далі: він вважає, що теорія відносності не пізнає навіть і відношень, а має справу лише з «математичним зв'язком». Він пише, що нібито «при старому мисленні (тобто в класичній фізиці.— П. Д.) ми завжди намагаємось дати абсолютні пояснення, ми намагаємось розкрити до деякої міри справжній зв'язок подій, але у відповідності з цим новим методом мислення (тобто в теорії відносності.— П. Д.) фізика може й хоче встановити тільки відносний, вільний від внутрішніх суперечностей загальний математичний зв'язок між усіма подіями»⁴.

Розглянемо точку зору з цього питання одного з засновників операціоналізму—П. Бріджмена. У книзі «The Logic of Modern Physics», яку можна розглядати як кредо операціоналізму⁵, Бріджмен твердить, що «все наше знання відносне». Це положення, пише він, впливає з операціональної точки зору, джерелом якої нібито є теорія відносності. Бріджмен при цьому підкреслює, що сам Ейнштейн не формулює положень операціоналізму⁶.

Відносність Бріджмен трактує двоюко: в загальному розумінні і вузькому, спеціальному. З операціональної точки зору відносність є «найчистішим трюїзмом», бо «досвід описується в термінах понять, а оскільки наші поняття конструюються операціями, все наше знання неминуче повинно бути відносним щодо обраних операцій»⁷.

Знання є відносним, на думку Бріджмена, і в більш вузькому розумінні, наприклад в тому випадку, коли ми кажемо, що не існує абсолютного спокою чи руху, абсолютного розміру (величини), що вони є відносними термінами. «Висновки такого роду включаються в специфічний характер операцій, в термінах яких визначаються спокій або розмір (величина). Дослідження операцій, за допомогою

¹ А. Еддінгтон, Пространство, время и тяготение, стор. 197.

² Там же, стор. 198.

³ Э. Кассирер, Теория относительности Эйнштейна, Пг., 1922, стор. 50—59.

⁴ Зб. «Новые идеи в физике», СПб., № 3, 1914, стор. 59.

⁵ Основне положення операціоналізму таке: поняття — синонім відповідних видів вимірвальних операцій (P. W. Bridgman, The Logic of Modern Physics, New York, 1951, стор. 5).

⁶ Там же, стор. 25 (особливо див. параграф «Операціональний характер понять», стор. 3 і наст.). Див. також P. W. Bridgman, The Nature of some of our Physical Concepts, New York, 1952, стор. 7—8.

⁷ Там же, стор. 25.

яких ми визначаємо, перебуває тіло в русі, вказує, що ці операції є відносними операціями: спокій або рух визначаються відносно деяких інших тіл, обраних за стандарт. Кажучи, що не існує такої речі, як абсолютний спокій або рух, ми не висловлюємо тверджень про природу в тому розумінні, що можна припустити, але ми просто висловлюємо твердження відносно характеру наших описових процесів»¹.

Те саме можна твердити і відносно розмірів (величин): дослідження операцій вимірювального процесу показує, що розмір (величина) вимірюється відносно фундаментального вимірювального тіла (масштабу). «Отже,—продовжує Бріджмен,—«абсолютне» у первісному розумінні зникає. Але «абсолютне» може бути успішно повернуте до старого розуміння, і ми можемо твердити, що річ має абсолютні властивості, якщо її чисельна величина та сама, коли вона вимірюється тією самою формальною процедурою всіма спостерігачами. Чи є дана властивість абсолютною, чи ні, може бути встановлено лише експериментом, який приводить нас до парадоксального положення, що абсолютне є абсолютним тільки відносно експерименту. В інших випадках більшість поверхових спостережень показує, що властивість не є абсолютною, як, наприклад, очевидно, що вимірювана швидкість змінюється з рухом спостерігача»². Отже, і в загальному, і в спеціальному розумінні відносність, за Бріджменом, цілком і повністю зумовлена вимірюванням і поза ним не має ніякого змісту.

На думку Бріджмена, не тільки процедури вимірювання, а й рух спостерігача зумовлюють відносність. З цієї точки зору Бріджмен трактує не лише відносність швидкості, а й відносність одночасності, яка, на його погляд, «не є абсолютною властивістю двох подій—і нічого іншого, але повинна також включати відношення подій до спостерігача»³.

Свої міркування щодо відносності Бріджмен резюмує таким чином: «Можна залишити вираз, що це висловлювання про відносний характер знань являє собою тільки дуже тонкий і академічний інтерес, бо здається, що воно торкається головним чином характеру (властивостей) наших описових процесів,—і мало говорить відносно зовнішньої природи. (Що це означає, ми передаємо вирішувати метафізику)»⁴.

В книзі проф. А. д'Абро, «The Evolution of Scientific Thought. From Newton to Einstein» є спеціальний параграф під назвою «Зміст слова відносність», в якому розглядається «більш точне розуміння наукового змісту слів «відносність» і «абсолютність»⁵.

¹ P. Bridgman, The Logic of Modern Physics, стор. 25—26.

² Там же, стор. 26.

³ Там же, стор. 8.

⁴ Там же стор. 27. Вставка з'явилась у наступних виданнях книги і Бріджмена; вона викликана положенням операціоналізму про те, що нібито «безглуздо намагатись відокремити природу від знання природи (див. стор. 62 шит. праці).

⁵ A. d'Abro, The Evolution of Scientific Thought. From Newton to Einstein, New York, 1950, ch. VIII.

«У традиційній філософії,—лише д'Абро,—абсолютна реальність є первісною (основною), самоіснуючою реальністю, це—субстанція, справжнє існування або метафізична реальність, тоді як відносна реальність є вторинною, залежною реальністю, яка виникає з відношень дійсно реального. Тепер, що торкається наукової філософії, абсолютна реальність є міфом»¹.

Ясно, що д'Абро має на увазі розуміння матерії метафізичним матеріалізмом. Звернемо, зокрема, увагу на твердження про те, нібито «традиційна філософія» (тобто метафізичний матеріалізм) розглядає відносність як щось другорядне, зумовлене абсолютним. Вчення діалектичного матеріалізму про матерію д'Абро не знає і тому самовпевнено оголошує «абсолютну реальність», тобто матерію, «міфом». Перед нами—типовий позитивіст, який вважає, що для знищення поняття «абсолютної реальності» досить його заперечити. «Наукова філософія», про яку тут говорить д'Абро, є не що інше, як одна з різновидностей позитивізму, який вважає питання про існування матерії «метафізичним».

Щождо переконання у «фундаментальній відносності всього знання», то тут теорія відносності «нічого не додає», пише далі д'Абро. Категорії відносності і абсолютності, на його думку, у фізиків і у філософів різні². Цим самим д'Абро заперечує зв'язок теорії відносності з філософським релятивізмом. Він ілюструє свої положення на кількох прикладах, зокрема на прикладі такого поняття, як довжина.

Як відомо, говорить д'Абро, існує тривіальна відносність (або математичний аспект відносності), тобто відносність щодо обраної міри (стандарту). Коли ж Ейнштейн, на противагу математикам, говорить про відносність довжини, то він «відносить це до фактичної довжини, вимірної зовні за допомогою так званого твердого тіла; і він припускає, що та довжина може виявитись невизначеною і істотно залежати від наших умов спостереження. Ми бачимо, отже, що відносність фізика не є неминучою, як у математика... Це суттєво-емпіричний тип відносності...»³.

Після аналізу цілого ряду прикладів д'Абро дає такі визначення абсолютності і відносності: «По-перше, недосить твердити, що поняття—відносне; ми повинні завершувати наші твердження, враховуючи навколишні умови, при яких поняття виявляється відносним: чи буде це, наприклад, відстань від спостерігача, його рух, чи розподіл матерії. По-друге, ми бачимо, що тільки експериментальним способом ми відділяємо відносні кількості від абсолютних, при зміні навколишніх умов і за допомогою модифікації природи руху і положення спостерігача. Якщо величина кількості змінюється в цих умовах, то ми твердимо, що вона була відносною». І далі: «Тепер, хоч епітет *відносний* в його широкому розумінні містить в собі відношення до навколишніх умов, ми знайдемо, що в теорії

¹ А. d'А b r o, The Evolution of Scientific Thought..., стор. 99.

² Там же.

³ Там же, стор. 99—100.

Ейнштейна він застосовується в більш загальному розумінні—відносно руху спостерігача. Коли величина є відносною, то це, отже, означає, що вона залежить від відносного руху спостерігача; абсолютна величина — значення якої лишається незмінним при цьому русі. Більш важливою метою теорії відносності повинно бути відокремлення абсолютних величин від відносних»¹. Кількість подібних висловлювань можна було б збільшити, але вони будуть переважно варіацією або простим повторенням наведених вище.

Що ж основне у цих висловлюваннях?

По-перше, всі згадані автори вважають, що поняття відносного і абсолютного в філософії, фізиці й математиці цілком відрізняються одне від одного. Авторі сходяться на тому, що абсолютного знання, абсолютної істини не існує; при цьому одні пов'язують це твердження з теорією відносності, інші ж вважають, що воно було вірне і до появи теорії відносності (наприклад, д'Абро). З математичної точки зору, будь-яка величина є відносною, бо її одержано застосуванням певного (спеціально обраного) масштабу. Те, що будь-яка величина відносна (відносно обраних вимірювальних операцій), було відомо до створення теорії відносності і не має до неї прямого відношення (Бріджмен, д'Абро). Фізичне розуміння відносності ґрунтується на даних досліду, експерименту; фізична відносність взагалі визначається навколишніми умовами і не має нічого спільного ні з філософським релятивізмом, ні з математичним аспектом розуміння відносності (д'Абро).

По-друге, в класичній фізиці і «традиційній» філософії вважалося, що відносне є чимсь другорядним, поверховим, випадковим порівняно з абсолютним. В цьому відношенні теорія Ейнштейна докорінно змінює справу і вважає, що з фізичної точки зору відносне і абсолютне входять «на рівних началах» в теорію.

По-третє, за трактуванням згаданих авторів, в спеціальній теорії відносності навколишні умови (що визначають відносний характер величин) виступають у вигляді спостерігача, який перебуває в тому чи іншому стані руху, в тому чи іншому положенні.

Відносність в теорії відносності трактується як щось нерозривно пов'язане з спостерігачем; виходить так, ніби матеріальні об'єкти (які досліджує фізика) і спостерігач (суб'єкт) «нерозривно пов'язані» між собою. Зрозуміло, що в даному випадку мова йде не про те, що спостерігач реєструє відносність, яка існує незалежно від нього,—мова йде нібито про корінну відмінність теорії відносності від класичної теорії, яка полягає саме в тому, що спостерігач, за теорією відносності, нерозривно пов'язаний з об'єктами, які він спостерігає. Інакше кажучи, на думку цих авторів, роль спостерігача в теорії відносності інша, ніж в класичній фізиці².

Тому не випадково Г. Дінгл, ґрунтуючись на подібних міркуван-

¹ A. d'A b r o, The Evolution of Scientific Thought..., стор. 101—102.

² Наприклад, Н. Бор підкреслює в своїй доповіді «Атомна теорія і принципи описування природи» «суб'єктивний, істотно залежний від позиції спостерігача характер всіх фізичних явищ», що розглядаються в теорії відносності («Die Naturwissenschaften», 1930, Heft 4, стор. 77).

нях, у висповку своєї книги «The Special Theory of Relativity» пише, що, мовляв, теорія відносності *проливає світло* на характер фізичного мислення. До появи теорії відносності фізик вірив, що відкриті ним закони природи, зовнішні щодо нього самого, «не мають нічого спільного з його мисленням і що ці закони описують відношення між об'єктивними величинами матерії, які він може відкрити, але не може створити або знищити. Сьогодні така позиція неможлива... Фізик уже не може твердити, що його закони є законами поведінки матерії»¹.

Отже, як вказані вище автори, так і Дінгл сходяться на тому, що відносність в новій теорії, тобто в теорії відносності, виражає зрештою нерозривність суб'єкта і об'єкта, іншими словами, ідеалістичну «принципiальну координацію» і є доказом на користь релятивізму, суб'єктивізму, а отже, і ідеалізму.

Таким чином, *корінним філософським питанням теорії відносності є трактування відносності і зокрема проблеми відношення*. Спроби розв'язати філософські питання нової теорії, обходячи проблему відносності, не можуть привести до позитивного результату, не можуть перешкодити філософським і «фізичним» ідеалістам спиратися на теорію відносності.

Питання про відносність має два аспекти: перший—фізичний зміст різних «видів» відносності, другий—чи існує щось спільне між відносністю в теорії відносності і філософським релятивізмом. Для вирішення цих питань необхідно проаналізувати розуміння поняття «відносність» і «абсолютність» в класичній механіці і в теорії відносності.

Звернімося до класичної механіки і розглянемо відносність руху, координат (місця), початку відліку часу, швидкості, енергії, напрямку (сюди слід також додати принцип відносності і відносності руху). Відомо, що поняття «відносність» існувало в фізиці задовго до появи теорії відносності. Досить згадати приклади, які стали вже тривіальними: трактування понять «вгору» і «вниз» як абсолютних (і зв'язана з ними боротьба церкви проти визнання існування «антиподів»). Ці поняття тепер розглядаються як відносні, тобто вважається, що для людини, яка живе в Європі, існує один напрямок «вгору» і «вниз», а для людини, яка живе в Америці,—прямо протилежний. Коли було доведено, що Земля має (в певному наближенні) форму кулі, то прийшли до висновку про нескінченну кількість рівноправних напрямків (немає виділених напрямків). Класична механіка твердила, що виділений напрямок (в якому по-особливому могли б проявлятися властивості об'єктів) може існувати лише в абсолютному просторі. Але вже задовго до того, як в фізиці відмовились від поняття абсолютного простору, в самій класичній механіці було відомо, що будь-якого виділеного напрямку не існує. Отже, поняття напрямку «вгору» і «вниз» є відносними (щодо центра Землі), причому спостерігач лише обирає той чи інший напрямок, який є відносним *за своєю природою*.

¹ H. D i n g l e, The Special Theory of Relativity, London, 1952, стор. 89.

Ще приклад: поняття правої і лівої сторін також є відносними¹. Це легко довести на прикладі зустрічі двох пішоходів, які наближаються один до одного,—для кожного з них існує своя права й ліва сторони. Тут також немає особливих, виділених напрямків, і самі поняття визначаються відносно довільно обраного тіла—спостерігач лише обирає той чи інший напрямок, який є відносним за своєю природою. Відомо, що в минулому навколо цих питань точилися нескінченні дискусії—де ж дійсно «верх» і де—«низ», де дійсно «праворуч» і де «ліворуч»?

Пасажирам, які їдуть в поїзді, дощ здається похилим, а стрілочникові, який стоїть на залізничному полотні, той самий дощ уявляється прямим². Як же *насправді* йде дощ? Хто ближче до істини—стрілочник чи пасажир?

Те саме можна сказати про координати (місця) подій, початок відліку часу, швидкість відносного руху, величину енергії. В усіх цих випадках ми маємо справу з одним і тим самим фактом, а саме: спостерігач дійсно обирає ту чи іншу вихідну точку або напрямок, те чи інше значення певної величини, але це зумовлено *природою* місць, напрямків або величин, найважливішими особливостями яких, як виявилось, є *однорідність* та *ізотропність*.

Щождо понять довжини та інтервалу часу, то кількісно ми одержуємо одні й ті самі їх значення, звідки і як би ми їх не вимірювали, в якому б стані руху не перебував вимірюваний предмет чи вимірювальні масштаби та годинники. В той час як вибір координат чи початок відліку часу є довільним, довжина та інтервал часу виступають як щось виділене, незмінне, абсолютне. Це і дало підстави для введення поняття «абсолютної довжини» в класичній фізиці,—так само як і поняття «абсолютного часу».

Формальні визначення відносних і абсолютних величин, як відомо, є такі. В класичній фізиці величина є відносною, якщо її чисельне значення залежить від вибору системи відліку: при певному виборі системи відліку вона визначається однозначно, а при виборі багатьох систем—багатозначно (координати, напрямки, швидкість, траєкторія, початок відліку часу, енергія).

Абсолютна величина—це така величина, значення якої не залежить від вибору системи координат (тобто байдуже, чи береться багато систем відліку, чи тільки одна). Прикладами абсолютних величин є сила, маса, прискорення, довжина, інтервал часу, одночасність.

Зрозуміло, що таке визначення відносних і абсолютних величин є формальним і не дає *фізичних* підстав для їх розмежування.

Вже самий перелік абсолютних і відносних фізичних величин показує, що їх розподіл не йде ані по лінії кінематичних і динаміч-

¹ Це особливо помітно на прикладі гребця в човні. Той, хто сидить на кормі, повинен подавати гребцеві сигнали, прямо протилежні його дійсному спостереженню.

² Це не можна змішувати з принципом відносності, бо рух може бути або інерціальний, або ж прискорений (тут також необхідно враховувати початкові умови—для додержання принципу відносності).

них відношень, ані по лінії поділу величин на просторово-часові і всі інші фізичні величини. І справді, наприклад, прискорення і координати є кінематичними характеристиками, однак перше є абсолютним, а останні відносними; енергія і маса є динамічними характеристиками, однак перша є відносною, а друга— абсолютною.

Розподіл величин на відносні і абсолютні не можна ставити в залежність від вибору системи відліку, бо якщо вибір системи відліку встановлює значення величин, то відразу ж виникає питання: чи не залежить ця величина (як і самий вибір) від спостерігача, від суб'єкта? Вище ми вже бачили, що саме так трактують це питання «фізичні» ідеалісти.

Діалектичний матеріалізм виходить з того, що властивості і відношення, які характеризуються фізичними величинами, не можуть залежати—і дійсно не залежать—від вимірювань і від спостерігача. Пояснення відносності величин посиленнями на різні методи вимірювання не може бути визнане скільки-небудь задовільним, тому що воно не вирішує питання про основу розмежування величин на відносні і абсолютні і не дає відповіді на запитання: чи зумовлена відносність величин природою речей, чи спостерігачем або вимірюваннями (тобто без них не існує), або тим і другим разом. Аналогія з кутом зору, яку наводять при розгляді цього питання, сумнівна, тому що кут зору— не фізична характеристика, а фізіологічно-фізична. Ця аналогія неправомірна, бо фізика досліджує закономірності, властивості і відношення фізичних об'єктів між собою, а не їх відношення до суб'єкта, спостерігача.

Як уже вказувалося вище, існують відносні і абсолютні кінематичні та динамічні величини. Розглянемо деякі з них більш детально.

Такі відносні *кінематичні* величини, як координати, швидкість і подібні до них (траєкторія, напрямок тощо), визначають *відношення* між окремими тілами і системами тіл в процесі руху, зміни; з другого боку, ці величини характеризують і відношення між сукупностями тіл; очевидно, саме в цьому напрямі слід шукати розв'язання питання про природу відносності.

Звичайно, ніде і ніколи не було величин, які б існували поза взаємозв'язками і відношеннями і незалежно від них. Але пізнання не може охопити одночасно всі взаємозв'язки, взаємодії, відношення,—воно розвивається від незнання до знання поступово, розчленовуючи взаємозв'язки, взаємодії, відношення на окремі, відособлені взаємозв'язки, взаємодії, відношення, «створюючи» «інтервали», «перегородки» в загальній взаємозалежності явищ. Система відліку—це щабель, ступінь такого «розподілу» певних взаємодій і взаємозв'язків об'єктів у процесі пізнання. Система відліку¹ є тією *формальною* підставою, за якою величини поділяються на відносні та абсолютні, а з другого боку, і тим методом, за допомогою якого виявляється природа тих або інших фізичних величин. Самі ці властивості і відношення, які характеризуються фізичними вели-

¹ Мова йде, звичайно, про інерціальну систему відліку.

чинами, не створюються, а тільки виявляються в процесі вимірювань, досліджень; вони є результатом руху, зміни, розвитку матерії.

Кінематичні відносні величини, як правило, пов'язані з властивостями однорідності та ізотропності. Однорідність та ізотропність означають, що не існує будь-яких виділених точок і напрямків простору та інтервалів часу, що, таким чином, фіксування цих точок, напрямків та інтервалів відбувається лише відносно будь-яких тіл. Це положення вірне як в класичній, так і в спеціальній теорії відносності. Якби не існувало однорідності та ізотропності, не можна було б довільно обирати початок відліку і довільно оперувати координатами залежно від вибору систем відліку. Але так звану відносність напрямку, вибору початку відліку часу тощо не можна змішувати з принципом відносності класичної фізики і спеціальної теорії відносності.

Кінематичні відносні величини виражають певні відношення систем тіл або окремих тіл, які аж ніяк не зумовлені (і не можуть бути змінені) силовими взаємодіями систем. Це винятково стійкі відношення, які не носять локального характеру і абсолютно не залежать від тих чи інших силових взаємодій як всередині систем або тіл, так і поза ними; вони мають властивості однорідності та ізотропності (не існує будь-яких виділених просторових і часових точок і напрямків). Ці відношення проявляються через окремі конкретні тіла.

Теорія відносності значну увагу приділяє вивченню цих взаємних характеристик тіл, які виражають їх *матеріальні взаємозв'язки*. При вивченні інерціального руху тіл в теорії відносності зовсім не має значення, які матеріальні взаємодії і взаємозв'язки, що існували в минулому, привели тіло до даного стану інерціального руху, тобто в теорії відносності «історія» взаємодій, що передують інерціальному руху тіла, не враховується. В такому випадку довжини й проміжки часу виражають як властивості окремих об'єктів, так і взаємовідношення між тілами; останні характеризуються відносними об'єктивними величинами.

Розглянемо динамічні відносні величини, прикладом яких є потенціальна енергія (енергія відносного положення) і кінетична енергія. Числове значення цих величин залежить від вибору систем відліку, тобто формальна їх ознака, як і кінематичних величин, полягає в залежності значення величини від вибору інерціальної системи. Кінетична і потенціальна енергії не пов'язані безпосередньо з тим або іншим конкретним тілом чи системою тіл, а зумовлені взаємним розташуванням тіл або відносним рухом систем. Будь-якої виділеності кількісних значень енергії не існує. Таким чином, ми знову маємо справу з відношеннями окремих об'єктів або систем об'єктів.

Абсолютні кінематичні величини в класичній фізиці (довжина, інтервал часу, прискорення) характеризують як відношення між об'єктами (або системами об'єктів), так і об'єкти «самі по собі», тобто до деякої міри незалежно від їх відношень до інших тіл або систем тіл.

Абсолютні динамічні величини (маса, сила, сума кінетичної і потенціальної енергії) характеризуються приблизно так, як і абсолютні кінематичні величини.

Якщо зняти поняття інерціальної системи відліку, то руйнується і вся «система» перерозподілу величин на відносні й абсолютні. Але цей перерозподіл можливий і в інших випадках (наприклад, при введенні кінцевої швидкості, поширенні взаємодій тощо). У спеціальній теорії відносності і відбувається цей перерозподіл відносних і абсолютних величин.

Відносними величинами у спеціальній теорії відносності є швидкість (за винятком швидкості світла у вакуумі), координати, траєкторія, потенціальна і кінетична енергія, імпульс, довжина, час, одночасність, сила, маса та ін.

Абсолютними величинами є швидкість світла у вакуумі (точніше—швидкість поширення взаємодій відносно інерціальних систем), чотиривимірний інтервал просторово-часових величин, маса спокою, енергія спокою, прискорення та ін.

Як і в класичній фізиці, формальною ознакою для поділу величин на відносні та абсолютні у спеціальній теорії відносності є інерціальна система (відносність положення і напрямку, довільний вибір початку відліку проміжків часу тощо також належать тільки до інерціальної системи). Найважливішою обставиною, яку необхідно враховувати при оцінці відносних і абсолютних величин, є те, що перерозподіл величин стався тільки за рахунок розширення об'єму теорії (перехід в галузь швидких рухів), а не за рахунок переходу в якісно нову галузь вивчення.

Формальний аналіз відносних і абсолютних величин в теорії відносності, по суті, нічим не відрізняється від аналогічного аналізу в класичній механіці. Тому немає необхідності повторювати останнє.

Завдання полягає в тому, щоб встановити те загальне, що характеризує відносність в обох теоріях, тобто в класичній механіці і теорії відносності. Зрозуміло, що аналіз відносних і абсолютних величин, по суті, приводить до більш широкої постановки питання про те, що таке взагалі довжина, інтервал часу, одночасність, чим відрізняються ці величини від таких величин, як сила, маса, напруження тощо.

При розгляді окремого об'єкта виявляється, що він, по-перше, має велику кількість зв'язків і опосередкувань з іншими об'єктами, які відіграють різну роль при різних обставинах; по-друге, він безперервно змінюється, або переходячи в якісно інший стан, або ж ця зміна відбувається в межах одного стану; по-третє, в процесі зміни об'єкта змінюються його співвідношення з середовищем.

Оскільки не можна вивчити все, що торкається об'єкта, відразу, то наше пізнання розвивається поступово, розкриваючи лише ту або іншу його сторону, аспект і залишаючи «в тіні» інші, не менш важливі, сторони, аспекти.

Якщо розподіл величин на відносні та абсолютні пов'язувати з основою теорії, то відносність, очевидно, виражає зміни відношень,

а абсолютність—властивості тіл і постійність відношень. З другого боку, можна припустити, що відносне—це окремі моменти вже пізнаного різноманітного зв'язку з врахуванням однорідності та ізо-тропності, абсолютне ж—це те, обґрунтування чого лежить поза межами самої теорії; це або гіпотетична вказівка на ще не відомі зв'язки і відношення, які будуть розкриті в нових теоріях, або вказівка на те, що у визначених межах не підлягає зміні. Звідси випливає припущення, що розподіл величин на відносні та абсолютні теж відносний, пов'язаний не тільки з природою речей, а й з основами тієї теорії, в якій фігурують ці величини. В такому випадку можна з'ясувати перехід цих величин з однієї категорії в іншу (відносна стає абсолютною і навпаки); абсолютне тут тільки те, що всі величини відображають різні форми зв'язку і властивості—але в тій чи іншій мірі. Такі переходи величин від однієї категорії до іншої не пов'язані з об'єктивними якісними змінами умов і законів *у часі*.

У зв'язку з питанням про відносність розглянемо роль спостерігача і процесу вимірювання в класичній механіці та теорії відносності. Спостерігача можна розглядати в обох теоріях двоюко: як суб'єкта, що пізнає навколишній світ, проводить вимірювання і створює фізичні теорії (з цієї точки зору фізичні закономірності, властивості і відношення зовсім від нього не залежать¹), і як фізичне тіло, що рухається (як і звичайні фізичні тіла)—наприклад, людина штовхає вагонетку, піднімає камінь тощо. В цьому випадку людина-спостерігач виступає як *частина* природи, наділена рядом фізичних властивостей, взаємодіє з природою і тому *впливає* на предмет дослідження (в даному разі розглядається відношення між спостерігачем і природою поза рамками основного питання філософії).

Отже, говорити про те, нібито, за класичною фізикою, спостерігач не впливає на предмет дослідження (тобто не взаємодіє з природою), а за теорією відносності—впливає, значить залутувати зрозумілі речі. Питання полягає лише в тому, істотна чи не істотна взаємодія людини з природою? Для тих галузей фізичного світу, що вивчаються класичною фізикою і спеціальною теорією відносності, ця взаємодія не є істотною і нею можна нехтувати. Цілий ряд фізиків, розглядаючи проблеми теорії відносності, підкреслює, що слово «спостерігач», вживане в теорії, означає не що інше, як скоючену назву вимірювальних процедур, включаючи також і систему відліку².

Яка ж роль вимірювань в обох теоріях? Систему відліку також можна розглядати з двох точок зору: як матеріальне тіло з вимірювальними приладами і як матеріальне тіло, яке взаємодіє з іншими матеріальними тілами (тіло відліку).

В класичній фізиці, яка виходить з того, що між досліджуваними об'єктами і тілом відліку може не існувати ніякого взаємо-

¹ Тобто в рамках основного питання філософії.

² Л. И. М а н д е л ь ш т а м, Собрание трудов, т. V, М., 1950, стор. 228; К. Р а ш е в с к и й, Риманова геометрия и тензорный анализ, М., 1953, стор. 268.

зв'язку і взаємозумовленості, є всі підстави твердити, що досліджувані закономірності ніяк не пов'язані з тілом відліку.

В теорії відносності, яка виходить з наявності певного зв'язку між інерціальними системами і досліджуваними тілами і заперечує існування «абсолютного» простору і часу, тіло відліку не може розглядатися як щось незалежне від досліджуваного руху. Але чи зумовлюються закономірності руху об'єктів самим процесом вимірювання, чи вони існують незалежно від нього? І далі: чи істотно впливає самий процес вимірювання на ці закономірності?

Обидва питання в обох теоріях розв'язуються однаково: на закономірність механічного руху об'єктів процес вимірювання істотно не впливає. Щодо закономірностей руху, то вони, безумовно, існують незалежно від вимірювань, і в цьому відношенні нова теорія нічим не відрізняється від старої. Адже сама постановка питання про вимірювання вже припускає існування того, що необхідно виміряти. Одержання однакових результатів різними методами також свідчить про те, що вимірюваний об'єкт не зводиться до самого процесу вимірювання.

Отже, розподіл величин на відносні та абсолютні не може бути проведений ані з точки зору «спостерігача», ані з точки зору вимірювань. Спостерігач «присутній» і в класичній фізиці і в теорії відносності, однак одна й та сама величина в першій теорії є абсолютною, а в другій відносною. Інерціальні системи відліку використовуються і в класичній фізиці і в теорії відносності, проте знову ж таки одна й та сама величина в першій теорії відносна, в другій — абсолютна.

Вказані вище міркування дозволяють сформулювати поняття «відносності» так, як воно фактично фігурує в теорії відносності, включаючи поняття (відносність руху, відносність напрямку тощо), величини (відносна довжина, відносний інтервал часу, відносна одночасність, відносна маса тощо) і принцип відносності.

Відносність є *об'єктивно існуючою фізичною* формою зв'язку між різними об'єктами; вона, як правило, належить до *сумарних, інтегральних* зв'язків об'єктів, а *проявляється через окремі об'єкти*. Було б невірним визначати відносність як дещо аналогічне кінематичним відношенням, бо, по-перше, саме поняття кінематики не строго визначене, і, по-друге, величини, які в одній теорії вважалися «не кінематичними», в іншій — виявляються «кінематичними» (наприклад, маса).

Поширення категорії відносних величин в теорії відносності свідчить про те, що дана теорія глибше (порівняно з класичною теорією) вивчає взаємозв'язки і відношення об'єктів. Отже, теорія відносності більше відповідає матеріалістичній діалектиці, ніж класична теорія, і термін «фізична відносність» цілком правомірний, як наприклад, в хімії правомірний термін «хімічний зв'язок».

Це, звичайно, зовсім не означає ні того, що весь світ «зводиться до відношень» (як фізика й наука взагалі не зводяться до теорії відносності), ані того, що відносність пов'язана з спостерігачем.

Цілком правомірна і та теорія, що досліджує передусім найбільш загальні фізико-геометричні властивості і відношення об'єктів, і та, яка вивчає найбільш конкретні фізичні властивості і відношення об'єктів. Важливо завжди пам'ятати про обмеженість фізичної теорії і не вважати теорію відносності «теорією Всесвіту» або чимось у цьому роді. Наприклад, теорія відносності зовсім не розглядає питання про розвиток Всесвіту,—вона, як і механіка, розглядає світ в одному певному якісному стані, зовсім не торкаючись переходів між цими станами. В цьому—одна з її найбільш істотних обмеженостей.

Поняття «відносність» завжди з'являється там, де мова йде про найбільш загальні фізичні зв'язки, яка б наука їх не вивчала. Але воно стає зовсім недоречним, якщо теорія розглядає передусім «самі по собі» об'єкти або їх властивості. Тому в цілому ряді фізичних теорій ми не зустрічаємося з цим поняттям. Отже, немає ніякого смислу говорити про те, ніби відносністю вичерпуються всі зв'язки зовнішнього світу. Відносність—одна з сторін загального зв'язку предметів і процесів об'єктивного світу, який існує поза нами, незалежно від нас.

Оскільки теорія відносності розглядає певні матеріальні відношення і властивості, то визнання нею абсолютних величин, тобто величин, які ніби «не залежать ні від чого», незмінні, є не тільки позитивним моментом теорії, а ще й її недоліком, або, точніше кажучи, її обмеженістю.

Це положення впливає з зіставлення фізичних величин і понять двох теорій—класичної фізики і теорії відносності. В класичній фізиці довжина тіла вважалася абсолютною, тому що в рамках теорії не можна було вказати на той фактор, який змінював би довжину тіла або ж був з нею якимсь чином пов'язаний. Гіпотетичний абсолютний простір тут не можна брати до уваги, бо, згідно з теорією Ньютона, він повинен перебувати в односторонньому й «пасивному» зв'язку з тілами. В спеціальній теорії відносності довжина тіла тому вважається відносною, що вона пов'язана з часовим інтервалом і змінюється із зміною останнього. Тут вперше вказаний реальний зв'язок—і в цьому позитивна риса теорії (загальна теорія відносності також вказує на відносність довжини, додаючи до аргументів спеціальної теорії ще й залежність довжини від потужних полів тяжіння).

Маса тіла в класичній фізиці також вважалася величиною абсолютною, яка «ні від чого не залежить» і не може бути змінена за допомогою будь-яких взаємозв'язків і взаємодій (маса вважалася властивістю, притаманною тілу «самому по собі»). Спеціальна теорія відносності вказує на залежність маси від швидкості, яка проявляється при порівняно швидких рухах,—і маса стає величиною відносною (загальна теорія відносності вказує також на відносність маси, додаючи до аргументів спеціальної теорії ще й залежність маси від потужних полів тяжіння).

Але в теорії відносності є також і абсолютні величини, наприклад, абсолютний інтервал (інтервал просторово-часових величин). Його наявність в теорії відносності свідчить не тільки про розкриття теорією зв'язку просторово-часових величин, а й про те, що *основи* цього зв'язку не розглядаються в даній теорії, невідомі їй. (Загальна теорія відносності висуває *новий* інтервал, який пов'яже просторово-часові характеристики з масою, енергією і кількістю руху.)

Наявність абсолютних величин в механіці, електродинаміці, а також у спеціальній теорії відносності вказує на межі даної теорії (точніше кажучи — на її обмеженість), на той рубіж, який повинна подолати майбутня, більш загальна теорія. Абсолютні величини скоріш вводяться в теорію, ніж випливають з неї; вони не одержують всебічного пояснення в рамках даної теорії; це—завдання майбутніх теорій, які розкриють взаємозв'язки між матеріальними об'єктами, що характеризуються вказаними величинами. З точки зору об'єктивності, відносне нічим не відрізняється від абсолютного,— і ті, і другі фізичні величини існують незалежно від спостерігача. Але для дальшого розвитку теорії абсолютне відіграє особливо важливу роль, як вихідний пункт, як постулат, обґрунтування якого вимагає створення нової теорії. Наприклад, роль абсолютного просторово-часового інтервалу в спеціальній теорії відносності винятково важлива, але він є межею теорії і не одержує обґрунтування в її рамках.

Далі. Для слабких полів гравітації існує еквівалентність місць і напрямків (щодо просторово-часових відношень), яка практично виражається у «свободі» вибору напрямку, місця тощо на Землі та навкруги Землі. Оскільки тому чи іншому напрямку, тому чи іншому рівномірно-поступальному рухові властива будь-яка характеристика відмінність, а їх причина (підстава) є загальною, то в процесі пізнання будь-яке з них можна обрати за вихідне — результат від цього *по суті* не зміниться (тобто форма законів, їх прояв не змінюється). Звичайно, на природу відносності напрямку чи місця спостерігач ніяк не впливає; він виявляє, а не *створює* відносність.

Взагалі кажучи, різницю властивостей («самих по собі») і відношень важко обґрунтувати теоретично, бо різних граней між властивостями і відношеннями не існує. В процесі дослідження вчений абстрагується від тих або інших сторін дійсності, огрубляє розуміння того чи іншого процесу,—для того щоб зрозуміти природу або закон явища, необхідна така абстракція, таке огрубіння. Але коли переходять до загальної оцінки явища, то такий метод дослідження може серйозно перешкодити при теоретичному узагальненні досліджуваного процесу. В усякому разі, фізики розрізняють властивості об'єктів «самих по собі» (для них такий метод дослідження є дуже корисний, бо в такому випадку дослідження може вестися в рамках однієї якості) і такі властивості (відношення), які торкаються сукупності-об'єктів і поза ними не існують; вони, таким чином, не можуть бути і зрозумілі поза такими сукупностями об'єктів (а їх вимірювання також може провадитися тільки від-

носно цих сукупностей об'єктів). «Відносність» саме і пов'язана з сумарним, інтегральним взаємозв'язком, взаємозумовленістю матеріальних об'єктів; особливо яскраво це проявляється по відношенню до механічного руху і просторово-часових властивостей та відношень.

Таким чином, поняття об'єкта, процесу або властивостей, які не залежать від інших об'єктів, процесів, властивостей, в значній мірі «знімаються» теорією відносності. Поняття часу, який протікає безвідносно до об'єктів і об'єктивних процесів, поняття одночасності подій, яка ні від чого не залежить і однакова скрізь і всюди, нарешті, уявлення про події, які відбуваються без усякого зв'язку з іншими подіями тощо, змінюються на інші поняття, які в певній мірі враховують загальний зв'язок і взаємозумовленість процесів природи.

Діалектичний матеріалізм безумовно визнає (в рамках основного питання філософії) лише одну безвідносність, а саме: безвідносність, абсолютність природи, матерії, яка рухається, щодо мислячого суб'єкта (спостерігача), тобто стверджує, що об'єкт існує незалежно від суб'єкта. Ніякої іншої незалежності, «безвідносності» діалектичний матеріалізм не стверджує: питання про конкретні зв'язки і відношення взаємозв'язаної, взаємозумовленої природи повинне вирішуватися в кожному випадку конкретно. Адже з самої суті діалектичного матеріалізму випливає положення про загальний зв'язок явищ і процесів, окремим випадком якого є механічний рух.

Положення про об'єктивність відносності в теорії відносності особливо підкреслювалось Г. І. Нааном і О. Д. Александровим, які в своїх статтях виступили проти ідеалістичних тверджень про виключну суб'єктивність відносності¹.

Однак в своїх статтях з теорії відносності О. Д. Александров все ж робить спробу довести, ніби принцип відносності — це дещо другорядне в теорії відносності, ніби формулювання основних положень теорії можливе і без застосування цього принципу.

Теорія відносності різко відрізняється від класичної механіки саме тим, що в ній посилюється роль відносних величин і понять (відносність руху, принцип відносності). Підвалини ньютонівського розуміння відносності були зруйновані, бо нова теорія не знала ні абсолютної довжини, ні абсолютної одночасності, ні, нарешті, абсолютного руху.

Питання про тлумачення відносності — одне з центральних питань філософського трактування нової теорії. Всяка спроба відмежуватися від нього веде по суті до *заперечення* самої теорії, до продовження метафізичної лінії Ньютона — ігнорувати «відносне», розглядаючи його як щось другорядне порівняно з абсолютним.

¹ Див. Г. И. Наан, К вопросу о принципе относительности в физике, «Вопросы философии», № 2, 1951; А. Д. Александров, О сущности теории относительности, «Вестник ЛГУ», № 8, 1953; його ж, По поводу некоторых взглядов на теорию относительности, «Вопросы философии», № 5, 1953.

Твердження про те, що перетворення Лорентца мають тільки математичний характер, що їх наслідки торкаються лише процедур вимірювання (або еталонів), що головне в новій теорії — абсолютні величини, що принцип відносності — зовсім не постулат теорії тощо,—все це спроби представити відносне чимсь уявним, неістотним, другорядним в теорії.

Слід чітко розрізняти відносність як категорію фізики і релятивізм як принцип відносності наших знань. Саме так ставив питання Г. Наан в статті «До питання про принцип відносності в фізиці».

Підбиваючи підсумки дискусії і відзначаючи позитивну сторону статті Наана, в якій він доводить, що відносне так само об'єктивне, як і абсолютне, редколегія журналу «Вопросы философии» разом з тим виступила з запереченням терміну «фізична відносність»¹. Редколегія вважає, що не можна говорити про корінні відмінності між гносеологічним і фізичним розумінням відносності. На думку редколегії, поняття «фізична відносність» так само неправомірне, як і поняття «фізична матерія» та ін. Чи є підстави для такого порівняння? Ніяких. Ніхто, наприклад, не стверджує, що існує відносне дерево, або стілець, хоч знання про ці речі можуть бути відносними. Необхідно відрізнити сам процес пізнання і закони пізнання від змісту мислення. Якщо доведено, що відносність — фізична властивість, то причому тут відносна істина? Перше поняття торкається об'єктивної реальності, а друге — процесу пізнання цієї реальності. Загальним тут є відносність наших знань про цю властивість.

Резюмуючи викладене вище, можна дати відповідь на питання, поставлені на початку статті. По-перше, не існує ніякого безпосереднього зв'язку між відносністю в теорії відносності і філософським релятивізмом. Відносність в теорії відносності є об'єктивною характеристикою певних фізичних властивостей і відношень, які притаманні рухомій матерії, що існує поза суб'єктом, спостерігачем і незалежно від нього. Відносність в такій же мірі об'єктивна, як і абсолютність; відносність і абсолютність взаємозв'язані між собою.

Разом з цим слід підкреслити, що філософський релятивізм згубно вплинув на форму викладу теорії відносності А. Еддінгтоном, Е. Мілном, П. Бріджменом, П. Бергманом та іншими фізиками капіталістичних країн. Пов'язуючи відносність виключно з вимірюваннями і спостерігачем, вони суб'єктивізують її, подають як щось уявне, умовне, не існуюче в природі. Зрештою (оскільки відносне займає значне місце в теорії відносності) і сама теорія трактується ними як умовна, відносна і чисто суб'єктивна система, яка не відображає певних сторін об'єктивної реальності. «Фізичні» ідеалісти повертають суб'єктивній ідеалістичній філософії те, що вони в неї запозичили, тобто положення про виключну умовність, відносність і суб'єктивність наших знань (філософський релятивізм).

¹ «Вопросы философии», № 1, 1955, стор. 138.

Форма викладу теорії відносності її засновником А. Ейнштейном також в значній мірі була зумовлена операціоналістськими і конвенціоналістськими тенденціями. А. Ейнштейн формулював уявлення і поняття теорії відносності не як відображення об'єктивних властивостей і відношень зовнішнього світу, а як опис вимірювальних процедур, властивостей вимірювальних масштабів і годинників, результат певної домовленості (конвенції) вчених. Ряд радянських учених, зокрема Фок, Рашевський, Александров¹, за останні роки проробили винятково важливу роботу; вони в значній мірі змінили форму викладу теорії відносності (не заперечуючи її матеріалістичного змісту), відкинувши всілякі конвенціоналістські і суб'єктивно-релятивістські нашарування. Звичайно, не можна сказати, що в цьому напрямі уже все зроблено; є ще ряд проблем, які необхідно розв'язати, зокрема проблему трактування вимірювання в теорії відносності.

По-друге, заперечення теорією відносності ряду абсолютних величин класичної механіки і введення нею цілого ряду нових відносних величин не має нічого спільного з філософським релятивізмом. Це положення базується насамперед на тому факті, що відносність так само об'єктивна, як і абсолютність. Крім того, слід підкреслити, що як в класичній механіці були і абсолютні і відносні величини, так і в теорії відносності є ті і другі. В цьому теорія відносності принципіально не відрізняється від класичної механіки; мова може йти лише про те, що в новій теорії відбувся перерозподіл абсолютних і відносних величин. Заперечуючи ряд абсолютних величин класичної механіки (маса, інтервал часу, довжина тощо), теорія відносності в той же час вводить ряд нових абсолютних величин (швидкість поширення електромагнітних збурень, просторово-часовий інтервал та ін.). Відносність входить в нову теорію на «рівних правах» з абсолютністю, але, як уже було сказано, вона розглядається як певна фізична характеристика, а не як щось пов'язане виключно з вимірюваннями чи спостереженням. Як відносні, так і абсолютні фізичні поняття і величини є об'єктивними характеристиками певних сторін рухомої матерії.

По-третє, заперечення теорією відносності цілого ряду уявлень і понять класичної механіки також не має нічого спільного з філософським релятивізмом.

Теорія відносності є відносною істиною, яка містить в собі елементи абсолютних знань, вона є новим важливим кроком на шляху пізнання просторово-часових властивостей і відношень, а також таких властивостей матерії, як маса, енергія, імпульс та ін. Теорія відносності розвинула і поглибила поняття довжини, тривало-

¹ В. А. Фок, Современная теория пространства и времени, «Природа», № 12, 1953; його ж, Теория пространства, времени и тяготения, М., 1955; П. К. Рашевский, Риманова геометрия и тензорный анализ, М., 1953; А. Д. Александров, О сущности теории относительности, «Вестник ЛГУ», № 8, 1953; його ж, «По поводу некоторых взглядов на теорию относительности», «Вопросы философии», № 5, 1953.

сті, одночасності тощо, розширила наші знання про відносність, кінематику, форми взаємозв'язку і т. д.¹

Спеціальна теорія відносності обмежується виключно інерціальними системами, їх взаємозв'язками і відношеннями до процесів, які відбуваються в цих системах. Ця обставина звужує трактування теорією природних явищ.

З часу створення теорії відносності пройшло 50 років; вона одержала практичне застосування в техніці і правильність її вже не заперечується провідними фізиками. Теорія відносності — виключно абстрактна фізична теорія, яка не пов'язана безпосередньо з конкретним фізичним змістом і не досліджує силові взаємодії об'єктів; вона не займається конкретними речами і взаємодіями, абстрагується від фізичної конкретності. Але теорія відносності, якщо можна так сказати, не абстрагується від фізичної абстрактності, тобто від найбільш загальних фізичних відношень. В цьому її сила і її специфіка порівняно з іншими фізичними теоріями. *В своїх вихідних положеннях теорія відносності так само «субстанціональна», як і інші фізичні теорії.* Спеціальна теорія відносності вивчає не зміни окремих взаємозв'язків між молекулами і елементарними частинками в даному конкретному рухомому тілі, а зміни якісно іншого, загального, сумарного взаємозв'язку великої кількості тіл.

Взаємозв'язок між матеріальними об'єктами може бути двох типів. Перший тип — це силова взаємодія, яка зумовлена різкими неоднорідностями в розподілі матерії, відбиває її структурний характер. Багатство цих структурних форм є причиною існування якісно відмінних видів цього взаємозв'язку: взаємодії гравітаційні, електромагнітні, молекулярні, ядерні та ін. Приблизна порівнянність різних структурних неоднорідностей дозволяє широко впливати на кількісний характер цих взаємозв'язків і тим самим робити їх об'єктом детального експериментального вивчення. Кількісні співвідношення цього типу взаємозв'язку знаходять свій вираз в рівняннях механіки, електродинаміки, атомної фізики і т. д.

Другий тип взаємозв'язку — це сумарний, «фоновий» взаємозв'язок, зумовлений існуванням величезної кількості матеріальних утворень, що взаємодіють у значних областях; цей взаємозв'язок є винятково стійким. Оскільки він має універсальний характер, не залежить від властивостей окремих тіл і полів, його вивчення перейшло до геометрії, а потім — до кінематики; закони цього взаємозв'язку і є законами геометрії та кінематики. Саме сталістю (стійкістю) цих взаємозв'язків і пояснюється незалежність проти-

¹ Ряд фізиків вже давно ставить питання про новий тип взаємозв'язку, що вивчається спеціальною теорією відносності. Така думка висловлена у працях київських фізиків А. Є. Левашева, Про закон самоспряженості фізичних величин; О. С. Іванницька, Про можливі вихідні положення другого наближення «закону взаємозв'язку простору, часу та руху матерії», «Наукові записки Київського державного університету ім. Т. Г. Шевченка», т. XIII, вип. VII, 1955 р. (ряд праць, які ставлять це питання, ще не опубліковано).

кання часу (в широких межах) від руху і силової взаємодії тіл і процесів; це стосується і просторових властивостей. Коротко кажучи, «фонівий» взаємозв'язок зумовлює просторово-часові властивості і відношення об'єктів, які одержують свій кількісний вираз в геометрії та кінематиці¹.

Таким чином, спеціальна теорія відносності поглиблює наші знання про різні види взаємозв'язку і взаємодії. «Фоновий» взаємозв'язок якісно відрізняється від силового, але він такий же матеріальний, як і силовий². З другого боку, оскільки теорія відносності змінила цілий ряд, здавалося б, незмінних уявлень і понять класичної механіки, у деяких фізиків виник сумнів: чи є взагалі поняття і уявлення класичної фізики відбиттям чогось, що існує поза спостерігачем (суб'єктом) і незалежно від нього, чи класична фізика виражає суб'єктивні уявлення її творців — і нічого більше?

Вже засновник теорії відносності — А. Ейнштейн давав невірну оцінку деяким уявленням класичної фізики. Так, наприклад, поняття «абсолютного» часу та «інерціальної системи» він вважає якимись «привидами». На його думку, класична фізика «побудована на піску»³.

Л. І. Мандельштам також вважає, що уявлення класичної фізики про простір і час «позбавлені смислу», оскільки засновники її не визначили чітко поняття простору і часу. «...Треба відмовитися від старого способу порівнювання координат і часу... Деякі речі, про які ми раніш говорили, як показує Ейнштейн, не мають смислу, позбавлені змісту. Раніш працювали розпливчати поняттями, навиками, що вкорінилися, ґрунтувалися не на логічно ясних і визначених твердженнях, а на невизначених почуттях. Цьому Ейнштейн протиставляє логічно завершену, до кінця ясну й замкнуту систему»⁴. Такої ж точки зору дотримується і С. Е. Хайкін⁵.

Фізичні погляди Ньютонів на простір і час ґрунтуються на таких основних положеннях:

а) простір і час існують поза матерією, незалежно від неї і є «самостійними об'єктами»;

¹ Слід підкреслити, що питання про існування «фонівих» взаємозв'язків ставиться і в інших сучасних фізичних теоріях. Так, наприклад, акад. В. О. Фок пише, що «...в галузі квантової механіки — несиловою є, наприклад, взаємодія, що виражається принципом Паулі. Другим видом квантово-механічної несилової взаємодії є взаємодія між двома частинками, які мають спільну хвильову функцію... Таким чином, існування несилових взаємодій не викликає сумніву» (В. А. Фок, Замечания к творческой автобиографии Альберта Эйнштейна, зб. «Эйнштейн и современная физика», М., 1956, стор. 84). Отже, вивчення нового типу взаємозв'язку можна розглядати як тенденцію розвитку сучасної фізики.

² Див. також автореферат дисертації автора «Вопрос о пространстве и времени в теории относительности и критика субъективизма Эйнштейна», К., 1954.

³ А. Эйнштейн и Л. Инфельд, Эволюция физики, М., 1956, стор. 206, 216.

⁴ Л. И. Мандельштам, Собрание трудов, т. V, стор. 164—165.

⁵ С. Э. Хайкин, Механика, М.—Л., 1947, стор. 510, 537.

б) простір і час не залежать від стану руху тіл;

в) простір і час не пов'язані один з одним;

г) простір і час не залежать від розподілу мас.

Перше положення є невірним і було відкинуто дальшим розвитком науки. Щодо другого твердження, то в галузі явищ, розглядуваних класичною фізикою (тіла, що повільно рухаються), воно в певному наближенні підтверджується досвідом. Саме це положення виражають перетворення Галілея. Воно «знімається», тобто зберігається в діїсному змісті і заперечується по формі спеціальною теорією відносності. Третє й четверте положення також підтверджуються досвідом (в рамках класичної механіки), причому третє «знімається» спеціальною теорією відносності, а четверте — в значній мірі — загальною теорією відносності.

Ньютон мав усі підстави ввести в рамках класичної механіки поняття «абсолютної» довжини і «абсолютного» часу. Глибоко помилковим є тільки його положення про незалежність простору і часу від рухомої матерії, проте, слід вказати, що Ньютон підкреслює об'єктивність простору і часу, їх незалежність від свідомості людини і процесу вимірювання, в той час як, наприклад, Кант виходив з суб'єктивності просторово-часових властивостей і відношень.

Вперше в історії природознавства науково обгрунтовану критику основ класичної механіки, а також ньютонівих уявлень про простір і час дав геніальний російський вчений М. І. Лобачевський¹.

У своїх дослідженнях з геометрії М. І. Лобачевський виходив із зумовленості геометричних і фізичних властивостей простору матерією. Праці М. І. Лобачевського є винятково важливим вкладом у розвиток наукових уявлень про простір.

Релятивістські тенденції, пов'язані з виникненням теорії відносності, зумовлені тим, що фізики (на рубежі ХІХ—ХХ ст.) ще не знали матеріалістичної діалектики і метафізичне «так — ні» відіграло головну роль у тлумаченні теорії Ньютонів: його уявлення про рух, простір і час могли визнаватися або абсолютно вірними або ж абсолютно хибними. Те, що положення Ньютонів є відносною істиною, є віхою на шляху абсолютного пізнання руху, простору і часу, суперечило метафізичному мисленню фізиків. Тому багато з них, відходячи від метафізики під впливом наукових фактів, стали переходити на позиції філософського релятивізму, тобто на позиції ствердження виключно суб'єктивного, умовного, відносного знання. Тим самим ці фізики відійшли не тільки від метафізики, а й, кінець кінцем, від матеріалізму як філософської основи природознавства, скочуючись до суб'єктивізму і агностицизму.

Лише ґрунтуючись на вченні діалектичного матеріалізму, можна було показати, що класична механіка, як відносна істина, містить в собі елементи абсолютного знання, що теорія відносності

¹ Н. И. Лобачевский, Две лекции по механике, «Вопросы философии», № 6, 1951.

є спадкоємницею цілого ряду положень класичної механіки. Теорія відносності розширює наше розуміння взаємозв'язку і взаємодії, механічного руху, принципу відносності, просторово-часових властивостей і відношень, фізичної величини, абсолютності і відносності тощо, не заперечуючи раціонального змісту цих уявлень і понять класичної механіки. Виникнення теорії відносності є одним з ґрунтовних підтверджень ленінського положення про співвідношення відносних і абсолютної істин.

Абсолютність і відносність в теорії відносності (як і в класичній механіці) не зв'язані безпосередньо з філософським вченням про співвідношення істин відносних і абсолютної; абсолютні і відносні поняття в обох теоріях є відносними істинами, що містять елементи абсолютного знання. Абсолютні і відносні фізичні величини характеризують певні сторони, властивості і відношення об'єктивної реальності. Разом з тим слід підкреслити, що співвідношення між абсолютними і відносними величинами в рамках теорії пов'язане з процесом пізнання і, отже, з філософським вченням про співвідношення істин відносних і абсолютної. Положення про об'єктивність відносності має винятково важливе значення для трактування принципіального змісту теорії відносності. Теорія відносності не дає і не може дати ніяких аргументів на користь філософського релятивізму.

М. Б. ВІЛЬНИЦЬКИЙ

ДО ПИТАННЯ ПРО ПРИРОДУ ЕФЕКТІВ У СПЕЦІАЛЬНІЙ ТЕОРІЇ ВІДНОСНОСТІ

Питання про природу релятивістських ефектів та їх причини дуже важливе. Підхід до розв'язання цього питання є фокусом, в якому зосереджуються погляди того чи іншого автора на всі питання спеціальної теорії відносності¹, що в більшій або меншій мірі примикають до філософії і мають філософське значення.

Насамперед сформулюємо точніше наше завдання.

С. Е. Фріш, критикуючи І. В. Кузнецова і Р. Я. Штейнмана, писав, що їх «шукання «сутності» зводяться насправді до шукання наочних моделей. При цьому, — продовжує Фріш, — знову робиться груба помилка, ніби неможливість дати опис за допомогою наочних понять класичної механіки означає неможливість дати матеріалістичний опис»².

Те, що Фріш виступає проти застосування в теорії відносності «наочних понять класичної механіки», не може викликати заперечень. Проте на відміну від Фріша ми не вважаємо «шукання наочних моделей» чимось недозволеним. Важливо лише, щоб ці наочні моделі відображали особливості теорії відносності. В звичайних викладах теорії відносності, коли мова йде, наприклад, про такі її положення, як відносність довжин, інтервалів часу, одночасності, наочність або відсутня, або «досягається» суб'єктивістським шляхом (підкреслюють визначальну роль спостерігача, вимірів тощо).

Кілька слів про наочність фізичних теорій. В тому, що теорія тяжіння Ньютона відкидалась його опонентами — прихильниками вихрової теорії Декарта, не останню роль відіграла думка про малу «наочність» ньютонівської теорії.

Таке ж приблизно становище було і з електромагнітною теорією Максвелла, з тією, проте, різницею, що її автор також вважав свою теорію мало наочною, намагаючись звести електромагнітні

¹ Далі ми будемо говорити просто про теорію відносності, розуміючи під цим спеціальну теорію відносності.

² С. Э. Ф р и ш, Книга В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм» и современная физика», «Вестник ЛГУ», № 2, 1954, стор. 10.

явища до механічних. Зараз наочність класичної механіки і електромагнітної теорії не викликає ні в кого сумнівів. Таким чином, говорячи про наочність тієї чи іншої теорії, ми повинні враховувати певну умовність в її оцінці.

Чи впливає звідси, що втрата наочності (даною теорією порівняно з більш ранньою)—позитивне явище і, отже, шукання наочності не потрібне? Зовсім ні. Подібно до того, як діалектичний матеріалізм бачить у фізичній теорії не тільки відносну, а й об'єктивну істину, так і в понятті «наочність», що виражає певну сторону фізичної теорії, не можна не бачити об'єктивного змісту.

Було б догматизмом вимагати, щоб наочність теорії означала відповідність висновків останньої емпіричним, обмеженим сферою нашого безпосереднього досвіду уявленням (подібно до того, як наприклад, було б помилковим відкидати правило складання швидкостей, встановлене теорією відносності, на тій підставі, що воно суперечить нашим наочним уявленням, які ґрунтуються на обмеженій практиці). Так само догматичним є положення, згідно з яким фізична теорія тільки тоді наочна, коли вона має справу з явищами, що вивчаються класичною механікою. Неправильно вважати, що кожна наочна модель повинна бути тільки механічною, а не, скажімо, електромагнітною або будь-якою іншою. Іноді вважається само собою зрозумілим, що сучасна фізична теорія, необхідно викладена мовою математики, «наочна» для фізика й «ненаочна» для осіб, які не володіють застосованим у цій теорії математичним апаратом. Однак це міркування про наочність теорії не може бути відірване від розв'язання основного питання філософії. Якщо фізик-ідеаліст рахується тільки з рівняннями, гадаючи, що поняття фізики лише впорядковують результати вимірів, дослідні дані, то фізик-матеріаліст визнає, що поняттям фізики відповідає об'єктивна реальність. Тому для фізика-матеріаліста наочність теорії є засобом з'ясування зв'язку досліджуваних об'єктів і понять теорії.

Завдання полягає в тому, щоб створити наочні моделі, які відповідають теорії відносності, а не класичній механіці. До цих моделей треба поставити одну вимогу: вони повинні так або інакше допомагати ясному й чіткому з'ясуванню того, що відображають поняття теорії відносності в об'єктивній дійсності. З цієї точки зору виправдані спроби створення наочних моделей, які мали місце в літературі, хоча можна говорити про невдачу їх конкретних форм.

Автор цієї статті не ставить собі за мету зробити ще одну подібну спробу. У філософській праці доречний лише виклад відповідних пунктів, головним чином філософських, які можуть допомогти при створенні необхідних моделей.

Спроба з'ясувати природу релятивістських ефектів зводиться насамперед до відповіді на два запитання:

- 1) як розуміються довжина, тривалість (інтервал часу), маса тощо в теорії відносності?
- 2) в чому причина і суть релятивістської зміни цих величин?

За останні роки, на нашу думку, найбільш правильну точку зору на природу релятивістських ефектів висловив О. Д. Александров, який виходив з ідей Г. Мінковського¹. Положення, викладені в нашій статті, до деякої міри примикають до ідей і положень Александрова.

В теорії відносності введені нові фізичні поняття довжини, тривалості процесу та ін. Всі ці поняття поєднані в систему. Спільним для них є їх обмеженість, яка полягає в тому, що при визначенні будь-якого з них, по-перше, не враховується вплив полів тяжіння на відповідну цьому поняттю об'єктивну властивість, по-друге, враховується тільки інерціальний рух (бо спеціальна теорія відносності прискорені рухи не вивчає). Слід тут же зазначити, що поняття класичної механіки являють собою відповідно, кожне окремо, граничний випадок для нових понять і тому входять в систему понять теорії відносності.

Нові поняття теорії відносності виражають не властивості ізольованих тіл і процесів, а в загальному випадку відображають властивості об'єктивної єдності тіл, процесів та їх зв'язків і відношень (з іншими або до інших матеріальних тіл і процесів). Саме тому ці властивості (фізичні величини) і відповідні поняття розглядаються в спеціальній теорії відносності як відносні. Природно, що однозначні і визначені кількісні оцінки цих властивостей можливі лише при заданні конкретного співвідносного тіла або системи тіл.

Ми виходимо з того, що між предметами, явищами, подіями існують матеріальні зв'язки, відношення. Ці зв'язки і відношення визначають просторові і часові відношення між предметами, явищами, подіями.

Нехай дано дві події С і Д. Їх просторові і часові відношення можуть бути відокремлені від відповідних матеріальних відношень тільки тоді, коли ми абстрагуємося від матеріального змісту і розглядаємо лише його форми. Поза цією абстракцією просторові і часові відношення — сторони вихідних матеріальних зв'язків, відношень.

Далі необхідно зіставити кінематичні і геометричні відношення тіл А і В (тобто відношення, що досліджуються відповідно кінематикою і геометрією).

Геометричні і кінематичні відношення є різними сторонами вихідних матеріальних зв'язків, відношень. Відмінність між геометричними і кінематичними відношеннями проявляється у відмінностях між геометрією і кінематикою.

Геометрія виходить з просторових відношень і форм, абстрагованих від матеріальних тіл і матеріальних відношень. В геометрії ми абстрагуємося від руху тіл, і саме тому дослідження геометричних відношень нічого не може нам дати для розуміння релятивістських ефектів.

¹ А. Д. Александров, По поводу некоторых взглядов на теорию относительности, «Вопросы философии», № 5, 1953; його ж, О сущности теории относительности, «Вестник ЛГУ», № 8, 1953.

На протилежність геометрії кінематика, в тому числі й кінематика теорії відносності, розглядає механічний рух, правда, не вивчаючи його причин. Іншими словами, кінематика вивчає переміщення тіл без врахування взаємодій, що визначають ці рухи. Рух характеризується в кінематиці за допомогою просторових і часових величин. Кінематика спеціальної теорії відносності знає тільки інерціальні системи відліку, оскільки ця теорія досліджує тільки інерціальний рух. Кінематичні відношення — це просторові та часові відношення між тілами А і В, що складаються при інерціальному русі тіл А і В одне відносно одного.

Інакше стоїть справа з геометрією. Саме тому, що геометрія не розглядає рух, її висновки не можуть залежати від того, що спеціальна теорія відносності має справу тільки з інерціальними системами відліку, в кінцевому підсумку — з інерціальними системами тіл¹. Як писав Ейнштейн, «з точки зору чисто геометричного опису, всі «жорсткі» системи відліку є в логічному відношенні рівноправними»².

Все сказане вище зобов'язує не ототожнювати «геометричне» і «кінематичне» трактування релятивістських ефектів. Шляхом такого ототожнення йде, наприклад, І. В. Кузнецов³, і, як це не дивно, опоненти Кузнецова на київській дискусії 1954 р. — прихильники «кінематичного» тлумачення ефектів — роблять ту саму помилку, виступаючи за аналогії, в яких релятивістські ефекти ототожнюються з «перспективними ефектами», з різного роду проєкціями тощо⁴.

Повернемося до вихідних матеріальних зв'язків між тілами А і В. Якщо мати на увазі тільки ту сторону просторових і часових відносин, ті властивості простору й часу, якими займається спеціальна теорія відносності і які відображаються в перетвореннях Лорентца, то про вихідні матеріальні зв'язки, які визначають ці властивості, можна сказати таке.

Насамперед відзначимо для негативної характеристики цих зв'язків, що вони не є силовими взаємодіями, предметом вивчення динаміки. Розглянемо протилежне припущення. Нехай ми фіксуємо стан відносного руху тіл А і В. Нехай, далі, ці тіла діють одне на одне з деякими силами, викликаючи відповідні зміни. В цьому разі перетворення Лорентца залежали б від відстані між тілами А і В, яка змінюється. Звідси випливало б, що, наприклад, у формулу, за якою оцінюється релятивістська зміна довжини, входила б ця відстань, чого, як відомо, немає.

¹ Під інерціальною системою тіл розуміють систему ізольованих тіл (які не піддаються, в певному наближенні, зовнішньому впливу ніяких інших тіл), що перебувають одне відносно одного в стані спокою. Відповідно клас і нерціальних систем тіл складається з систем, що рухаються інерціально одна відносно одної.

² А л ь б е р т Е й н ш т е й н, Творческая автобиография, в кн. «Эйнштейн и современная физика», М., 1956, стор. 39.

³ Зб. «Философские вопросы современной физики», К., 1956, стор. 184.

⁴ Т а м ж е, стор. 205.

З другого боку, припускається, що матеріальним зв'язкам різних предметів і явищ, зокрема досліджуваних тіл А і В, притаманні спільні властивості, виражені в послідах теорії відносності (принцип відносності як закон взаємозв'язку інерціальних систем тіл і принцип незалежності швидкості світла від швидкості його джерела). Саме ці спільні властивості визначають ту лінію залежності простору і часу від матерії, яка важлива для теорії відносності і яка приводить до перетворень Лорентца — математичної форми закону взаємозв'язку простору і часу.

Розглянемо просторові, часові і просторово-часові властивості, що вивчаються теорією відносності. В систему понять спеціальної теорії відносності входять поняття довжини і тривалості. Ці поняття відносні: довжина стержня і тривалість певного процесу, що відбувається в ньому, різні в різних інерціальних системах відліку.

Далі ми зустрічаємося з поняттями власної довжини (довжини спокою) і власної тривалості. В системі відліку, в якій даний стержень А перебуває в стані спокою (в окремому випадку це може бути система відліку з тілом відліку — стержнем А), тривалість процесів, що відбуваються в стержні А, є мінімальною порівняно з часом протікання цього самого процесу в інших системах відліку, а довжина стержня А є відповідно максимальною.

Якщо довжина стержня А і тривалість процесів, що відбуваються в ньому, є фізичними величинами, притаманними, як ми вже сказали, об'єктивній єдності стержня А і його відношень до інших тіл (відношень, що складаються у відносному русі стержня А і цих інших тіл), то власна довжина (довжина спокою) і власна тривалість, розглядувані як поняття, характеризують ту частину, сторону цієї єдності, яка, так би мовити, припадає на частку самого стержня А без його відношень до інших тіл.

Згідно з перетвореннями Лорентца, будь-яка з безлічі відносних довжин стержня А залежить від його власної довжини, тобто

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}},$$

де l_0 — власна довжина тіла, v — відносна швидкість. Таким чином, ми маємо тут безліч значень довжини стержня А, причому кожне з цих значень менше, ніж l_0 , і тим менше, чим v ближче до швидкості світла.

Порівняємо класичну механіку і спеціальну теорію відносності. В першій приймалось, що довжина стержня А є однаковою в різних системах відліку, тобто не залежить від відношень стержня до інших тіл. Відповідним аналогом «класичної довжини» стержня А є його власна довжина. Власна довжина стержня А є границя для безлічі значень довжини стержня А.

Класична механіка порівняно з теорією відносності є більш грубим наближенням до дійсності. Вона практично правомірна, коли швидкість відносного руху тіл мала. Коли ж відносні швидкості

у близькі до швидкості світла, в об'єкт дослідження включається якісно новий клас відношень між тілами, що рухаються; цей новий клас відношень визначає появу нових властивостей, невідомих класичній механіці.

Звичайно, і класична механіка знала відносні поняття (наприклад, координати точки, швидкість тіла). Між відносністю довжини і тривалості в теорії відносності і відносністю координат і швидкості в класичній механіці існує якісна відмінність. Та обставина, що в предмет дослідження теорії відносності входить новий клас відношень, викликає виявлення нею нового класу властивостей, притаманних єдності даного тіла і його відношень до інших тіл. Специфіка цього нового класу відношень і відповідно властивостей довжини і тривалості проявляється і в тому, що довжина і тривалість помітно змінюються тільки при v , близьких до швидкості світла, тоді як помітні зміни класичних величин, похідних від швидкості,— кінетичної енергії, імпульсу тощо—відбуваються при переході від однієї системи відліку до іншої уже при малих швидкостях тіл.

Довжина стержня і тривалість процесів, які в ньому відбуваються, не можуть дорівнювати нулю в жодній з можливих систем відліку (це саме стосується і маси). Те, що тривалість не може дорівнювати нулю, впливає, наприклад, з факту існування нижньої границі для тривалостей—власного часу. Щодо довжини, то це ясно, наприклад, з елементарного алгебраїчного аналізу формули

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad \text{у зв'язку з положенням теорії відносності про те,}$$

що швидкість світла в пустоті є граничною швидкістю, недосяжною для тіл.

Поряд з довжиною і тривалістю теорія відносності знає також інші відносні величини, які ні в якій системі відліку не можуть дорівнювати нулю. Мова йде про просторову відстань різночасних подій при умові, що $t_1 \leq t_2$ (де t_1 —часовий інтервал між подіями, а t_2 —час, за який світло проходить просторову відстань між подіями), і про часовий інтервал між різномісцевими подіями при умові, що $t_1 \geq t_2$.

На відміну від цього існують відносні величини, які можуть дорівнювати нулю у певній системі відліку. До таких величин належать швидкість тіл, менша від швидкості світла, координати тіла, а також, наприклад, просторова відстань різночасних подій при умові, що $t_1 > t_2$, і часовий інтервал між різномісцевими подіями при умові, що $t_1 < t_2$ (позначення ті самі).

Нарешті, теорія відносності досліджує абсолютні величини. До них належать, зокрема, розглянуті вище власна довжина, власна тривалість, а також просторово-часова величина—просторово-часовий інтервал між подіями, що відбуваються в якому-небудь тілі А.

Отже, якщо в основу класифікації покласти залежність від відношень, що складаються при русі тіл, ми одержуємо два класи властивостей. Перший — це властивості, що належать тілам, процесам

самим по собі, — абсолютні властивості. Другий, в загальному випадку — це відносні властивості єдності тіл і відношень, — *тіл*, бо ці властивості не зникають кількісно і тим самим не втрачають своєї якісної визначеності при переході від однієї системи відліку до іншої, що якраз притаманне власним властивостям тіл, які не створюються і не знищуються у відношеннях до інших тіл, а тільки виявляються в таких відношеннях, — *відношень*, бо вони змінюються при переході від однієї системи відліку до іншої і є, таким чином, почасти результатом впливу і проявом якого-небудь одного певного відношення або, точніше, переходу від одного відношення до іншого. Цей факт Ейнштейн оцінював як відмову від гіпотези: «Просторова відстань між двома точками твердого тіла не залежить від стану руху тіла відліку»¹.

Якщо не зважати на «відлікову» термінологію Ейнштейна, то, дійсно, тіла С і В, які є тілами відліку систем відліку С' і В', відрізняються в розумінні «стану руху» відносно стержня А, довжина якого визначається в системах С' і В'. Уже тут важливо зазначити, що цей клас властивостей з філософського боку цікавий тим, що в ньому ніби синтезуються протилежності: властивості тіл і відношення.

Вище ми розглянули абсолютні і відносні властивості. Критерій поділу — залежність або незалежність від системи відліку, від швидкості руху тіл, від зміни просторових і часових взаємовідношень тіл між собою, що відбувається при русі. Розгляд зв'язку, взаємопроникнення абсолютного і відносного означає разом з тим розгляд взаємовідношення зазначених вище двох класів властивостей, а також взаємовідношення просторових, часових і просторово-часових властивостей.

Розглянемо більш детально просторово-часовий інтервал. Нехай дані дві події (точки в чотиривимірному просторі Мінковського), в загальному випадку різномісцеві і різночасні в даній системі відліку А. Їх розділяє просторово-часовий інтервал, квадрат якого дорівнює:

$$S^2 = c^2 (t_2 - t_1)^2 - [(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2].$$

Цей просторово-часовий інтервал є інваріантом щодо перетворень Лорентца: лишається тим самим в різних інерціальних системах відліку.

Інтервал має безпосередній наочний смисл у чотиривимірному просторі Мінковського — це відстань між двома «точками» цього «простору», двома подіями. Більш віддалений фізичний смисл інтервалу і разом з тим його безпосередній об'єктивний прообраз — це просторово-часова властивість, що виражає єдність, взаємозв'язок просторових і часових властивостей. Врахування теорією відносності таких абсолютних просторово-часових властивостей, притаманних тілам і процесам самим по собі, введення просторово-часо-

¹ А. Ейнштейн, Принцип относительности, Пг., 1921, стор. 29.

вого інтервалу і, в першу чергу,— відкриття самого закону взаємозв'язку простору і часу є розкриттям більш глибокого, ніж в класичній механіці, внутрішнього зв'язку просторових і часових характеристик, величин, властивостей і, в кінцевому підсумку, взагалі простору і часу.

Як відомо, компонентами цього просторово-часового інтервалу є проміжок часу і просторова відстань між подіями. Ці компоненти в протизвагу інваріантності інтервалу відмінні за розмірами в різних системах відліку і, отже, відносні. Їх відносність означає ще й те, що однозначна визначеність, наприклад, величини проміжку часу в системі відліку А досягається не незалежно або в ізолюваності від однозначної визначеності просторової відстані між подіями в цій самій системі відліку. Обидві ці величини необхідно зв'язані одна з одною. Ця взаємозалежність компонентів просторово-часового інтервалу, їх відносність в цьому розумінні пояснюється загальною причиною—характером відношення між досліджуваною парою подій і тілом, що є базою системи відліку А.

Вище ми говорили про компоненти просторово-часового інтервалу як про властивості єдності тіл і відношень. Тепер правомірна також інша їх характеристика. Вони є проявами в різних відношеннях абсолютної просторово-часової властивості—інтервалу. Тільки обидві ці характеристики разом дають уявлення про природу відносних просторових і часових властивостей. Застосування тільки першої з них привело б до метафізичного протиставлення властивостей абсолютних, просторово-часових і властивостей відносних, просторових і часових. Застосування тільки другої характеристики означало б визнання пасивної ролі відношень лише як засобу зовнішнього виявлення, розкриття абсолютних властивостей. При цьому ігнорувалася б «активна» роль відношень між тілами (дослідження таких «активних» відношень характерне для теорії відносності), було б зовсім незрозуміло, чому ми маємо справу з *різними* проявами інтервалу в різних системах відліку.

Відносні компоненти просторово-часового інтервалу, змінюючись при переході від однієї системи відліку до іншої, в сукупності всіх своїх різноманітних значень відповідають незмінному значенню величини інтервалу. Це абсолютний факт. Він визначається фізично тим, що всі інерціальні системи тіл, які є базами інерціальних систем відліку, якимось зв'язані одна з одною. Цей зв'язок характеризує постійність швидкості світла у всіх інерціальних системах відліку. Саме абсолютність швидкості світла є спільним джерелом абсолютності просторово-часового інтервалу і відносності його компонентів¹. Але якщо це так, то *абсолютність* просторово-часового інтервалу відносна. Це означає, що просторово-часовий інтервал і абсолютний, бо він є інваріантом, і відносний, бо його абсолютність визначається постійністю швидкості світла.

¹ Л. Ландау та Є. Ліфшиць в книзі «Теорія поля» наводять міркування на користь того, що інваріантність просторово-часового інтервалу визначається постійністю швидкості світла (Л. Ландау и Е. Лифшиц, Теорія поля, М.—Л., 1948, стор. 12—15).

Говорячи про взаємопроникнення, зв'язок абсолютного і відносного, не можна не згадати, що будь-яка з безлічі довжин стержня А залежить від його власної довжини. Ця величина є інваріантом відносно перетворень Лорентца і остільки абсолютна.

Досі ми беззастережно вважали, що висновки, положення теорії відносності, одержані завдяки застосуванню систем відліку і сформульовані відповідно мовою систем відліку, стосуються об'єктів, існуючих поза пізнанням і його засобами і незалежно від них. Завдання тепер полягає в тому, щоб проаналізувати роль систем відліку. Почнемо з більш загального питання про роль приладу в фізиці.

Фізика без вимірів немислима. Необхідною умовою виміру є гносеологічне відношення суб'єкта, який пізнає, до вимірюваної фізичної величини. Вимірювання включає як обов'язковий компонент або спостереження, або експеримент¹, або те й інше разом,— взагалі кажучи, практичну дію.

«Фізик,— як писав Маркс,— або спостерігає процеси природи там, де вони проявляються в найбільш виразній формі і найменш затемнюються порушуючими їх впливами, або ж, коли це можливо, робить експеримент за умов, які забезпечують хід процесу в чистому вигляді»². Відмінність експерименту від спостереження полягає в тому, що в першому суб'єкт, який пізнає, діє незрівнянно активніше.

Для порівняння вимірюваної величини з її одиницею застосовується прилад. В чому полягає його роль? Прилад—це перш за все матеріальне, фізичне тіло (або система матеріальних тіл) і остільки він, зрозуміло, об'єктивно-реальний, а його взаємодія з досліджуваним предметом, якщо вона відбувається,— певна матеріальна взаємодія. Проте не всяке тіло є приладом. Щоб стати приладом, воно повинно мати певні властивості, які дозволять використати його взаємодію з об'єктом з метою пізнання останнього.

Крім того, людині необхідно фактично використати це тіло з метою пізнання об'єкта, тобто свідомо поставити його між собою і предметом. В цьому випадку ми і одержуємо прилад, який, несучи на собі певне гносеологічне навантаження, є тепер засобом, штучним органом пізнання, «продовжує» органи чуттів людини—природний орган пізнання—і, отже, входить тепер в сферу не об'єктивного, а суб'єктивного³.

Психіка певної людини, будучи *суб'єктивною* для неї, одночасно є об'єктивним фактом для психології. Однак ця відносність об'єктивності не абсолютна: вона має місце лише поза рамками основного питання філософії. В. І. Ленін визначав об'єктивну істину як такий зміст людських уявлень, «який не залежить від суб'єкта, не

¹ Завданням знаходження числового значення фізичної величини, зрозуміло, не вичерпується призначення експерименту та спостереження.

² К. Маркс, Капітал, т. I, К., 1954, стор. 4.

³ М. Э. Омельяновский, Философские вопросы квантовой механики, М., 1956, стор. 148—156.

залежить ні від людини, ні від людства...»¹. Тут чітко проведено абсолютний водорозділ між об'єктивним і суб'єктивним. Цей водорозділ зв'язаний з основним питанням філософії. Об'єктивним, точніше — об'єктивно-реальним є те, що не залежить ні від людини, ні від людства взагалі. Отже, в цьому випадку неправомірно говорити про відносність цієї об'єктивності.

Так само і з приладом. Для даного дослідження, або, говорячи більш загально, для певної фізичної теорії, що досліджує якісь предмети та їх властивості, прилад суб'єктивний, бо досліджуваний об'єкт існує поза приладом, за допомогою якого об'єкт пізнається, і незалежно від нього. Це міркування про гносеологічне місце приладу, так само як і протиставлення в гносеологічному плані приладу і об'єкта відносно і не повинно абсолютизуватися, бо для іншого дослідника, для інших теорій, які не інтересуються даним предметом або його сторонами, досліджуваними за допомогою даного приладу, — прилад об'єктивний, так само як і взаємодія його з предметом. Така відносність об'єктивності існує поза рамками основного питання філософії.

Протиставляючи матерію і свідомість, ми не можемо, звичайно, сумніватися в об'єктивності приладу, в об'єктивності взаємодії приладу і предмета, однак, протиставляючи певну теорію і предмет, що вивчається нею (частину матеріального світу), ми зобов'язані інакше підійти до питання про об'єктивність взаємодії приладу й предмета.

Фізик не зупиняється на показаннях приладу, що сприймаються органами чуттів і зумовлюються взаємодією приладу і об'єкта. Він використовує теорію, яка дозволяє від показань приладу прийти до міркувань про об'єкт, про значення фізичних величин. Цей результат і є справжній результат вимірювання.

Застосуємо положення, наведені вище, до систем відліку і до теорії відносності. Ми розрізняємо відношення тіла до інших тіл і відношення тіла до тіл відліку і систем відліку. Система відліку не є тільки матеріальне тіло або тіла. Це тіло стає тілом відліку, а разом з системою координат — системою відліку лише у випадку використання його людьми для пізнання явищ руху, для вимірювання просторово-часових величин. Поза зв'язком пізнаючої людини з об'єктивним рухом матеріальне, фізичне тіло є тілом відліку тільки в можливості. На відміну від приладу, який може бути зроблений людиною або є природним тілом, система відліку не створюється людиною; як база системи відліку використовується природне тіло, вибір якого залежить від специфіки поставленого завдання. Фізика, ґрунтуючись на об'єктивному відношенні тіл, вибирає одне з них як тіло відліку. Цей вибір і дозволяє визначити об'єктивне відношення тіл, яке існує до і незалежно від цього вибору.

Нехай дано стержень A і ми вимірюємо його довжину в системах відліку B' і C' , що рухаються одна відносно одної. Ми одержуємо різні результати. Тут характерне те, що умови вимірювання, які

¹ В. І. Ленін, Твори, т. 14, стор. 105.

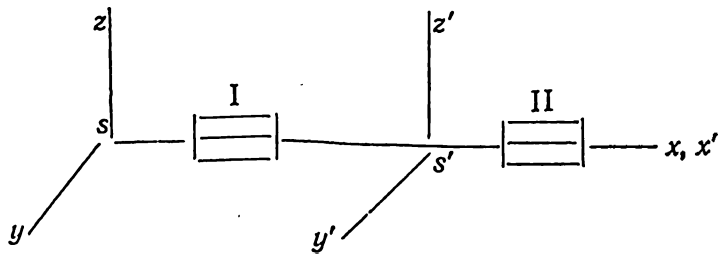
визначають різницю в результатах вимірювання, збігаються з об'єктивними умовами, в яких перебуває стержень. Адже ми досліджуємо довжину стержня А в його зв'язках і відношеннях до інших тіл. Умови вимірювання довжини стержня А або, що те саме в даному випадку, об'єктивні умови його існування є матеріальні відношення стержня А і відповідно тіл В і С. Ось чому з різниці результатів вимірювання в системах В' і С' ми робимо правомірний висновок про об'єктивне змінювання довжини стержня А.

* *
*

Перш за все слід відзначити, що найближчою причиною релятивістських ефектів є відносний рух інерціальних систем тіл. Саме швидкість відносного руху, як це безпосередньо впливає з перетворень Лорентца, визначає величину зміни довжин і часових інтервалів.

Розглянемо це питання більш докладно, на прикладі змінювання довжин.

Зафіксуємо одну інерціальну систему відліку xyz (s). Назвемо її «системою, що перебуває в стані спокою». Цей вибір зроблено для точності викладу, і ніяких переваг в порівнянні з іншими інерціальними системами обрана система не має. Нехай у системі xyz (s) дано твердий стержень, що перебуває в стані спокою. Надамо цьому стержню, вісь якого направлена по осі x , інерціального руху з швидкістю v в бік зростаючих x (прискорення, що з'являється в момент виникнення цього руху, ми не враховуємо, бо теорія відносності має справу тільки з інерціальним рухом). Уявимо собі далі, що з стержнем, який рухається, нерухомо зв'язана друга інерціальна система відліку $x'y'z'$ (s'). Ця друга система обрана так, що вісі $y'z'$ відповідно паралельні всім yz , а вісі xx' весь час збігаються і, отже, будь-яка подія, що відбувається в системі s на осі x , відбувається в системі s' на осі x' . Характер скріплення стержня і системи s' такий, що вісь стержня направлена в системі s' по осі x' .



З перетворень Лорентца, записаних у звичайній формі:

$$t' = \frac{t - \frac{v}{c^2} x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad y' = y; \quad z' = z, \quad (1)$$

впливає, що

$$\rho' = \rho \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}, \quad (2)$$

де ρ' , ρ — довжини, що порівнюються. Цей висновок звичайно трактують як «скорочення подовжніх розмірів тіл, що рухаються»¹. Таке трактування досить невідрізне. Якщо додержуватися *тільки* його, то можна прийти до висновків, які по суті реставрують погляди Лорентца на природу ефектів.

Отже: стержень I перебуває в стані спокою в системі s ; стержень II перебуває в стані спокою в системі s' .

Не спиняючись на питанні вимірювання стержнів, позначимо:

довжину стержня I	у відношенні до s	через l
»	» II	» s' » l'
»	» I	» s' » l''
»	» II	» s » l'''

Застосовуючи ці позначення, можна тлумачити формулу (2) двояко:

1) Дана одна система відліку і по відношенню до неї розглядається довжина двох стержнів: того, що перебуває в стані спокою, і того, що рухається. Тоді, застосовуючи формулу (2), одержуємо: довжини стержнів I і II по відношенню до системи s співвідносяться так, що

$$l''' = l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}; \quad (3)$$

довжини стержнів I і II по відношенню до системи s' співвідносяться так, що

$$l'' = l' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}; \quad (4)$$

2) Даний один стержень, який розглядається по відношенню до двох систем відліку.

Знову застосовуючи формулу (2), одержуємо: довжини стержня I по відношенню до систем s і s' співвідносяться так, що

$$l'' = l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}; \quad (5)$$

довжини стержня II по відношенню до систем s і s' співвідносяться так, що

$$l''' = l' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}. \quad (6)$$

Згідно з принципом відносності $l = l'$ і, отже, формули (3) і (6), а також відповідно (4) і (5) еквівалентні².

З цього випливає, що можна, здавалося б, з однаковим правом застосовувати обидва тлумачення формули (2). Саме тому в курсах

¹ П. К. Р а ш е в с к и й, Риманова геометрия и тензорный анализ, М., 1953, стор. 267.

² А. Э й н ш т е й н, К электродинамике движущихся тел, в кн. «Принцип относительности», Л., 1935, стор. 139.

по теорії відносності, слідом за Ейнштейном¹, не розрізняють цих двох тлумачень. Однак розрізнення тлумачень і вибір одного з них необхідні. З перетворень Лорентца випливає, що якщо s' рухається відносно s з швидкістю u , то і s рухається відносно s' з швидкістю $-u$. Отже, можна говорити про кожний з цих двох стержнів як про такий, що рухається, і такий, що перебуває в стані спокою.

Звідси в свою чергу випливає, що друге тлумачення з точки зору вимог теорії відносності є більш обґрунтованим і що, отже, причиною релятивістської зміни є заміна однієї інерціальної системи відліку іншою (обидві системи рухаються одна відносно одної), в кінцевому підсумку — заміна одного матеріального відношення (стержня по відношенню до системи тіл або тіла, що є базою системи відліку) іншим. Щодо відносної швидкості систем u , то вона, крім свого безпосереднього значення, кількісно визначає відмінність інерціальних систем тіл, відмінність, що існує нерозривно з їх єдністю, яка визначається принципом відносності. Дійсно, тлумачачи співвідношення (2) як співвідношення, що зв'язує два значення довжини того самого стержня в двох системах відліку, треба зробити висновок, що саме u кількісно визначає цю відмінність значень довжини, а отже, і відмінність відповідних інерціальних систем тіл.

* *

*

Фізичний експеримент неможливий без певної схематизації явищ, що вивчаються. Це положення повною мірою стосується і будь-якої фізичної теорії в цілому, зокрема спеціальної теорії відносності. Остання «спрощує» дійсність, і ступінь цього спрощення визначає межі застосовності теорії. Займаючись тільки інерціальним рухом, теорія відносності не йде далі констатації відносності довжин, часових інтервалів, мас тощо, яка є результатом впливу просторових і часових відношень між тілами, що відносно рухаються (інерціальними тілами або інерціальними системами тіл). Вона не досліджує питання про те, як саме утворюється, скажімо, відносність довжини.

Перетворення Лорентца виражають об'єктивні закономірності просторових і часових відношень між інерціальними тілами або інерціальними системами тіл. Їх об'єкт обмежений і тим, що інерціальні системи тіл ідентичні не в усіх відношеннях, розрізняючись конкретними властивостями, і тим, що за кінематичними відношеннями² стоять вихідні матеріальні відношення, які виражаються в перетвореннях Лорентца лише опосередковано (про співвідношення кінематичних і вихідних матеріальних відношень див. стор. 30 цієї статті).

Перетворення Лорентца, принцип відносності спеціальної теорії вказують на зв'язок інерціальних тіл, інерціальних систем тіл, що рухаються прямолінійно і рівномірно одна відносно одної, інакше кажучи, на рух або спокій цих тіл, систем одна відносно

¹ А. Ейнштейн, К електродинаміке движущихся тел, в кн. «Принцип относительности», Л., 1935, стор. 139—140.

² Звичайна річ, ці відношення є об'єктивними.

одної. Теорія відносності ухиляється від розгляду конкретних властивостей цих тіл і систем для того, щоб виділити загальні закони їх взаємовідношень (ці закони і виражаються в перетвореннях Лорентца). На чому ж ґрунтуються ці закони? Для відповіді на це питання необхідно розглянути, по-перше, причини інерціального руху і, по-друге, характер вихідних матеріальних відношень, що служать основою для просторових і часових відношень між інерціальними системами.

Перш ніж перейти до цих питань, відзначимо, що тільки загальна теорія відносності знімає поняття інерціальної системи відліку. В класичній механіці поняття інерціальної системи відліку належало до числа основних понять. У спеціальній теорії відносності зберігається поняття інерціальної системи відліку з важливим додатком — положенням про постійність швидкості світла (див. відображення цього факту в перетвореннях Лорентца через параметр C). Цей додаток говорить про те, що релятивістські ефекти ґрунтуються на зміні матеріальних відношень між інерціальними тілами, системами тіл, відношень, які складають якісно відмінний клас порівняно з відношеннями між інерціальними тілами, враховуваними в класичній механіці.

Питання про причини інерціального руху дуже складне і мало розроблене. Воно не нове. Ним займались Ньютон, Ейлер та інші видатні фізики. Розв'язання цього питання багато в чому залежить від того, як розуміти простір.

Ейнштейн у передмові, написаній ним у 1953 р. до книги «Concepts of Space», розглядаючи це питання, говорить про те, що в історії науки протиставлялись два поняття простору: «а) простір є властивістю положення (positional quality) світу матеріальних предметів; б) простір є вмістищем всіх матеріальних предметів»¹. Друге розуміння простору, на протилежність Лейбніцу і Гюйгенсу, приймав Ньютон. Він розумів простір як абсолютний, не обмежений розмірами, в якому містяться всі матеріальні об'єкти, як «самостійну причину інерціальної поведінки тіл». Роль простору, за Ньютоном, пише Ейнштейн, «є абсолютною в тому розумінні, що простір (як інерціальна система) діє на всі матеріальні предмети, тоді як останні не здійснюють будь-якої зворотної дії на простір»². Ейнштейн далі відзначає, що «поняття простору типу (б) приймалось вченими в певній формі інерціальної системи (тобто простір математично і фізично виражався, уявлявся як матеріальна система відліку.— М. В.), що містить також час»³. «Проте пізніше,— пише Ейнштейн,— потрібні були не менш напружені зусилля, щоб подолати це поняття — процес, який, мабуть, ще далеко не закінчено»⁴.

¹ А. Ейнштейн, О понятти пространства, «Вопросы философии», № 3. 1957, стор. 125. (Зміст цієї передмови багато в чому перекликається з §5 додатка II книги А. Ейнштейна «Сущность теории относительности», М., 1955, стор. 146—147).

² Там же, стор. 126.

³ Там же.

⁴ Там же.

Найважливішою віхою на цьому шляху було створення уявлень про фізичне поле Фарадеєм і Максвеллом. Та й тепер, продовжує Ейнштейн, кожний, хто хоче ухилитися від поняття інерціальної системи (в дусі ньютонівського абсолютного простору), повинен іти «шляхом теорії поля». Той, хто іде цим шляхом, прийде до висновку, що не існує порожнього простору, не існує простору без поля. «Те,— пише Ейнштейн,— що утворює просторовий характер реальності, є тоді просто чотиривимірність поля»¹. Слід підкреслити, що тут проявилась помилкова тенденція Ейнштейна, який вважає «єдиною реальністю... поле»². Ейнштейн і в згаданій передмові повторює махістські положення. Так, він пише, що «обидва поняття простору (тобто поняття (а) і (б).— М. В.) є вільними витворами людської уяви, способами, вигаданими для більш легкого розуміння нашого чуттєвого досвіду»³. Ці махістські положення штучно пов'язані з основною ідеєю передмови. І все-таки вони спростовують погляд (який своєю появою багато в чому зобов'язаний книзі Ейнштейна «Сущность теории относительности» — див. російське видання 1955 р.— де, наприклад, дається цілком припустиме з точки зору матеріалізму визначення «об'єктивного опису»), нібито в останні роки свого життя Ейнштейн поступово звільнявся від еkleктизму, від поклонів в бік махістської філософії.

Відкидання ньютонівського поняття абсолютного простору необхідно привело до розгляду причин інерціального руху в зв'язку з матеріальними об'єктами. Не можна не згадати опозиції Лейбніца, Гюйгенса і, в окремих випадках, — Ейлера по відношенню до поняття простору в Ньютона. Вони вважали, що саме поняття простору (а) годилося на те, щоб служити підставою для поняття інерціального руху. Їх припущення фактично справдилося або, принаймні, справджується в ході розвитку сучасної науки. Ейлер про це припущення пише, що причина властивої всім тілам здатності «або перебувати в спокої, або ж рівномірно продовжувати рух в прямому напрямку» «закладена в самій природі тіла»⁴. Розвиток теорії поля, створення теорії відносності підтвердили справедливість цих слів Ейлера.

Який же характер вихідних матеріальних відношень між інерціальними тілами, інерціальними системами тіл, відношень, що істотною мірою зумовлюють просторові і часові відношення, які в свою чергу визначають релятивістські ефекти?

Вище відзначалось, що ці вихідні матеріальні відношення не є

¹ «Вопросы философии», № 3, 1957, стор. 126.

² А. Эйнштейн и Л. Инфельд, Эволюция физики, изд. второе, М., 1956, стор. 234.

³ «Вопросы философии», № 3, 1957, стор. 125.

⁴ Л. Эйлер, Основы динамики точки, М.—Л., 1938, стор. 76.

⁵ Як писав О. Д. Александров: «Основа... ефектів лежить в різниці відношень тіл та процесів до різних тіл відліку». І далі: «Хоч ці відношення визначаються матеріальними зв'язками з тілами відліку, вони не полягають у впливі цих тіл на інші тіла і процеси» (А. Д. Александров, О сущности теории относительности, «Вестник ЛГУ», № 8, 1953, стор. 123).

силовими взаємодіями⁵. Даних для відповіді на питання про їх характер небагато. Важливі міркування висловив В. О. Фок в полеміці з А. Ейнштейном з приводу взаємодії двох мікрочастинок, що мають спільну хвильову функцію. На нашу думку, положення, висунуті Фоком, мають значення не тільки для квантової механіки.

Ейнштейн у своїй «Творчій автобіографії», доводячи, що опис квантово-механічних систем за допомогою хвильової функції є неповним, писав: «Нехай є система, що складається (у розглядуваний момент t) з двох підсистем S_1 і S_2 , які в цей момент розділені просторово і не взаємодіють помітно в розумінні класичної механіки»¹. І далі вказує, що, з точки зору квантової механіки, з результатів вимірювання над системою S_1 і з хвильової функції, що описує складну систему, можна одержати хвильову функцію ψ_2 системи S_2 . Характер ψ_2 залежить від характеру вимірювання, здійсненого над системою S_1 . Всупереч цьому «реальний стан речей... системи S_2 не залежить від того, що роблять з... системою S_1 »². На думку Ейнштейна, ця суперечність (множинність значень ψ_2 і однозначність реального стану S_2) непереборна. Все ж він наводить два можливі способи її подолання, вважаючи, однак, і той і другий неприйнятними. «Або,— пише Ейнштейн,— треба припустити, що вимірювання над S_1 змінює (телепатично) реальний стан S_2 , або ж треба заперечувати, що речі, просторово відділені одна від одної, взагалі можуть мати незалежні реальні стани»³.

Фок вважає помилкою Ейнштейна те, що він «заперечує... (проголошує телепатією...) всякі взаємодії, крім силових»⁴. Для справедливості треба відзначити, що Ейнштейн не стільки заперечує несилову взаємодію матеріальних систем, скільки, на нашу думку, виступає в даному випадку проти абсолютизації ролі вимірювань, до якої схильні представники копенгагенської школи в квантовій механіці.

Разом з тим, хоч приклади, наведені Фоком (не з галузі фізики) для доведення існування *фізичних* несилових взаємодій, не є строго кажучи, достатньо переконливими, його точка зору вірніша, бо вона в кінцевому підсумку спирається на філософськи правильне положення про взаємозв'язок і взаємозумовленість станів, поведінки тіл, систем S_1 і S_2 .

Припущення про існування несилових взаємодій могло б бути тією ланкою, яка надала б необхідної переконливості і повноти філософськи-фізичному ланцюгу в трактуванні питань спеціальної теорії відносності, зокрема питання про природу ефектів. Проте досить переконливих даних на користь справедливості цього припущення поки ще немає.

¹ Альберт Ейнштейн, Творческая автобиография, в кн. «Эйнштейн и современная физика», стор. 66.

² Там же, стор. 67.

³ Там же.

⁴ В. А. Фок, Замечания к творческой автобиографии Альберта Эйнштейна, в кн. «Эйнштейн и современная физика», стор. 83.

Безсумнівними є не твердження про характер вихідних матеріальних відношень, від яких залежить, наприклад, довжина тіла, а те, що релятивістський ефект — це не *скорочення* тіла, а зміна *довжини* тіла. Ця відмінність істотна, бо довжина (згідно з спеціальною теорією відносності) не є властивість, притаманна тільки тілу.

* *

*

Аналіз деяких післявоєнних праць з теорії відносності, виданих в капіталістичних країнах, свідчить про те, що ідеалістична точка зору на природу релятивістських ефектів, як і раніше — в 20-і, 30-і роки нашого століття, дуже поширена. Ця точка зору спирається і повторює в істотному ідеї праць А. Еддінгтона, який непомірно роздув ті сторони ейнштейнівського викладу теорії відносності, які не мають відношення до її раціонального змісту і за своїм філософським звучанням можуть бути схарактеризовані як такі, що примикають до махістських положень. Праці Еддінгтона до певної міри були критично розглянуті радянськими дослідниками. На них ми спеціально спинятися не будемо.

Ідеалістичне трактування ефектів, як і раніше, іде в двох напрямках: у напрямі *відкритого* суб'єктивізму, який бачить причину ефектів у спостерігачеві та його русі, підмінє систему відліку спостерігачем, відносить ефекти до сфери відчуттів і тому тлумачить їх як уявні, гадані, і у напрямі операціоналізму, який абсолютизує і фетишизує роль вимірювань у процесі фізичного пізнання, вважає, що причина ефектів — вимірювання. Іноді на ці операціоналістські погляди нашаровуються конвенціоналістичні, і тоді ефекти виступають як результат умовно прийнятих способів вимірювання.

Розглянемо кілька типових прикладів. П. Г. Бергман твердить, що «годинник, який перебуває в стані спокою відносно спостерігача, як йому здається, йде з найбільшою швидкістю. Якщо він рухається відносно спостерігача з швидкістю v , то його хід здається йому уповільненим в $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ раз. Тверде тіло має з точки зору спостерігача найбільшу довжину, коли воно відносно нього перебуває в стані спокою. Тіло, що рухається, здається скороченим у напрямку руху пропорціонально множнику

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2} \dots}^1.$$

Отже, за Бергманом, причиною релятивістських ефектів є рух тіла відносно спостерігача. Самі релятивістські ефекти — це, мовляв, лише уявлення спостерігача. Бергман не говорить про те, що лежить за цими уявленнями. Більше того, своєю вказівкою на *гаданий* характер уявлень він ніби підкреслює, що теорія відносності

¹ П. Г. Бергман, Введение в теорию относительности, М., 1947, стор. 63.

не має нічого спільного з природними явищами. Причина, джерело ефектів, вказані Бергманом, — це не джерело, що лежить у сфері об'єктивно реального. Без суб'єктивного — спостерігача — не було б і цього джерела. Тобто у Бергмана ідеальне виводиться з ідеального. Але цим, в кінцевому підсумку, не займається фізика. Коли матеріаліст говорить, що йому щось здається, він неминуче ставить питання про об'єктивне джерело цього гаданого уявлення, інакше — про його об'єктивний зміст. Щодо Бергмана, то він об'єктивний зміст ігнорує.

Пошлемося далі на книгу Г. Дінгла «Спеціальна теорія відносності». Розглянемо його погляд на відносність довжини і її нове визначення в спеціальній теорії відносності. Вихідні принципи Дінгла в трактуванні цих питань чітко виражені в його словах про те, що мета фізики — привести вимірювання «в зв'язок одне з одним правильно і послідовно»¹. За Дінглом, фізик займається тільки узгодженням результатів вимірювань, а поняття фізики — засіб для їх успішного узгодження. Закони фізики — це «вирази фізичних відношень між спостереженнями»². Для Дінгла не існує об'єкта спостережень, того, що вимірюється, прообразу фізичних понять. Далі результатів вимірювання фізика, за Дінглом, не йде. Як легко бачити, ці погляди нічим не відрізняються від поглядів махістів старшого покоління, викритих В. І. Леніним.

Дінгл не проводить послідовно своїх принципів. Він еkleктично включає в суб'єктивно-ідеалістичні концепції матеріалістичні елементи, причому саме там, де виклад стоїть ближче до основоположних для спеціальної теорії відносності експериментів. Проте саме ідеалістичні принципи застосовуються Дінглом як вирішальні критерії фізичного дослідження. Так, Дінгл бачить доцільність нового визначення довжини в теорії відносності в тому, що завдяки йому реалізується мета фізики — узгоджувати результати вимірювань. Дінгл писав, що здійснення мети фізики «цілком досягнуте новим визначенням «довжини» і немає потреби думати про всю природу в просторі, або про що-небудь, що трапляється з нею»³.

У третьому розділі своєї книги Дінгл тлумачить негативні результати відомих експериментів Майкельсона та інших як доказ нашого невміння вимірювати абсолютну швидкість. Однак, пише Дінгл, ми ж «чекали, що будемо спроможні зробити це»⁴. В чому ж причина такого сподівання? За Дінглом, вся справа полягала в тому, що «ми застосовували хибне визначення довжини. Величина, яка є фізично важливою, не є l , як звичайно визначали, а

$$l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \text{ »}^5.$$

¹ H. Dingle, The Special Theory of Relativity, London, 1952, стор. 31

² Там же, стор. 27.

³ Там же, стор. 31.

⁴ Там же, стор. 23.

⁵ Там же.

Дінгл надзвичайно високо оцінює перехід від старого визначення довжини до нового. Він вважає, що якщо з самого початку просто замінити l на $l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$, то «всі вимоги спеціальної теорії відносності виявляться здійсненими»¹. Заперечуючи проти того, що «потрібне незалежне узагальнення вимірювання часу»², Дінгл відзначає, що «спеціальна теорія відносності повністю міститься в чисто фізичному твердженні, що фундаментальне вимірювання фізики є $l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \dots$ »³.

Зазначимо тут, що шлях побудови спеціальної теорії відносності, який починається з узагальнення поняття довжини; — шлях, обраний Дінглом, — так само фізично правомірний, як наприклад, шлях Ейнштейна, що починається з узагальнення поняття одночасності. Ми критикуємо Дінгла за інше — за те, що він зводить фізичний зміст спеціальної теорії відносності до вимірювання довжини в цій теорії, не рахуються з вирішальними досягненнями спеціальної теорії відносності (з тим, наприклад, що ця теорія відкрила нерозривний зв'язок, який існує між простором і часом, відобразила в своїх поняттях невідомі раніше властивості об'єктивних простору й часу). Дінглу до всього цього немає діла. Він розуміє величини, поняття релятивістської фізики як поняття, «які ми визначаємо для самих себе, бо поняття, яке ми обрали як фундаментальне (саме довжина), щоб через нього виразити всі інші, є сама функція довільної величини v , яка перебуває в нашому розпорядженні»⁴.

Поряд з цими ідеалістичними положеннями Дінгл висловлює також вірні міркування про предмет теорії відносності, визнає за необхідне відповідність нових величин новому об'єкту, що вивчається спеціальною теорією. Дінгл пише, що «коли ми розширюємо сферу явищ, які ми розглядаємо, величини, що раніш здавались істотно важливими, відкриваються (викриваються) як тільки спеціальні форми більш загальних величин»⁵. В чому ж смисл розширення сфери явищ? В тому, відповідає Дінгл, що «більша частина фізики цікавиться тілами, які мають невеликі відносні швидкості, і результат вимірювання довжини l входить в багато формул. Коли ж дослідження, — продовжує Дінгл, — поширюється на великі швидкості, тоді... ми можемо розраховувати, що більш складний вираз, такий як $l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$, матиме місце»⁶.

Всупереч своїм попереднім твердженням про «хибність» визна-

¹ H. Dingle, The Special Theory of Relativity, стор. 29.

² Там же.

³ Там же, стор. 29—30.

⁴ Там же, стор. 89.

⁵ Там же, стор. 25.

⁶ Там же, стор. 26.

чення довжини в класичній фізиці (в устах Дінгла «визначення» ідентичне вимірюванню) Дінгл змушений визнати, що «вимірювання, які є важливими в обмеженій галузі дослідження, узагальнюються для застосування до більш широкої галузі»¹. Таким чином, Дінгл визнає, що зміна способу вимірювання визначається зміною, розширенням об'єкта дослідження.

Наведені вище матеріалістичні положення Дінгла є все ж стороннім елементом в його концепції відносності довжини і новому її визначенні. Основний філософський стрижень цієї концепції — «фізичний» ідеалізм.

Свої доводи на користь необхідності узагальненого визначення довжини, переходу від l до $l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ Дінгл завершує розглядом питання про термінологію, яке має не тільки термінологічний, а й великий філософський інтерес. Дінгл пише, що довжиною можна назвати і l , і $l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$. В чому ж тоді суть відносності довжини?

Дінгл вважає невдалим вираз, який збігається з гіпотезою Фіцджеральда, що «тіло скорочується в русі»². «Він (вираз. — М.В.), — пише Дінгл, — підказує, що щось відбувається з тілом, тоді як «рух» може бути даний просто при мисленій зміні системи відліку в спокої, і ми навряд чи можемо припустити, що тіло скорочується від того, що ми дізналися про це»³. Дінгл тут послідовний. Розуміючи відносний рух, досліджуваний теорією відносності, як щось суб'єктивне, як чисто розумову операцію, Дінгл виступає і проти об'єктивності релятивістського змінювання довжини. Якщо причина релятивістського ефекту перебуває в сфері суб'єктивній, то і сам ефект не може бути об'єктивним явищем. За Дінглом, смисл відносності довжини можна тлумачити або суб'єктивно, або ж у дусі Фіцджеральда-Лорентца, тобто, в остаточному підсумку, розглядати його у відриві від матеріальних відношень досліджуваного тіла А та інших тіл, які є базою систем відліку. Третього, за Дінглом, не дано. Тому він, відкидаючи друге тлумачення, визнає перше.

Про те, що це саме так, свідчить і виступ Дінгла проти тлумачення відносності довжини, згідно з яким «теорія вимагає, щоб «простір змінювався»⁴. І в цьому випадку ми маємо критику справа, з ідеалістичних позицій, критику матеріалістичного тезису про об'єктивне існування простору. Керуючись горезвісним принципом спостережуваності, Дінгл вважає, що критиковане ним тлумачення «зразу приводить... до думки про щось, що виходить за межі спостережуваних фізичних фактів»⁵. «Ми не маємо потреби,—

¹ Н. D i n g l e, The Special Theory of Relativity, стор. 26.

² Там же, стор. 30.

³ Там же.

⁴ Там же, стор. 31.

⁵ Там же.

продовжує Дінгл, — в тому, щоб в дискусію вводити простір... Наша сфера дії є просто сфера дії фізичних вимірювань»¹.

Д'Абро в книзі «Еволюція наукового мислення» при викладі питання про ефекти, використовуючи філософськи хибну термінологію Ейнштейна і посилаючись на деякі хибні сторони трактування ним природи ефектів, обгрунтовує свою суб'єктивістську концепцію. Ейнштейн, як твердить д'Абро, вважає фізичну величину — довжину — тільки результатом вимірювань і остільки ставить відносність довжини в залежність від умов спостереження. «...Коли фізик, такий як Ейнштейн..., — пише д'Абро, — твердить, що довжина відносна, він говорить про дійсну довжину, виміряну за допомогою так званого твердого тіла; і він хоче підкреслити, що ця довжина виявиться змінною і залежатиме, по суті, від наших умов спостереження»². Д'Абро твердить, ніби Ейнштейн «показав, що відносний рух спостерігача не міг не зробити дійового впливу. З цього часу (тобто з часів Ейнштейна. — М. В.), — продовжує д'Абро, — відстань, тривалість і одночасність стають відносними величинами, що відображають залежності між вимірними величинами і відносним рухом спостерігача»³.

Зміни в умовах спостереження, вимірювання не можуть, з точки зору діалектичного матеріалізму, змінити «дійсну довжину», хоч в усіх випадках — чи ці зміни нав'язуються людині природою (як наприклад, у тому випадку, коли ми спостерігаємо рух планет, перебуваючи на Землі, яка рухається, і тому говоримо про «захід» або «схід» Сонця), чи вони привносяться людиною через застосування приладу, в процесі пізнання об'єкта, вплив умов вимірювання, спостереження позначається на результатах вимірювання, і він повинен бути врахований за допомогою відповідної теорії перш, ніж зроблені висновки про досліджувані об'єктивно реальні речі і процеси. Звичайно, як було відзначено раніше, в тих випадках, коли умови спостереження, вимірювання збігаються з об'єктивними умовами існування тіл, відмінність, наприклад, результатів вимірювання довжини в різних системах відліку свідчить про об'єктивно реальні зміни довжини тіла в його різних об'єктивних відношеннях до тіл, взятих як тіла відліку відповідних систем відліку. Але д'Абро не передбачає такої можливості. За його концепцією, «умови спостереження» і «відносний рух спостерігача» — причини, які входять у сферу суб'єктивного, а не об'єктивного. Якщо оцінювати умови спостереження не в зв'язку з їх матеріальною природою, а в зв'язку з гносеологічним навантаженням, яке вони несуть як такі, що з'являються при пізнанні людиною об'єкта, то д'Абро в певному відношенні має рацію. Але тоді виходить, що суб'єктивне творить об'єктивне. Відмінність в умовах спостереження, в характері руху спостерігача, за д'Абро, —

¹ H. Dingle, The Special Theory of Relativity, стр. 31.

² A. d'Abro, The Evolution of Scientific Thought, New York, 1950, стр. 99.

³ Там же, стр. 101—102.

причина, яка викликає об'єктивні зміни довжини. Але це і є ідеалізм.

Д'Абро писав, що «відстань і тривалість тільки виражають відношення між чимось, що є абсолютним, і просторово-часовою сіткою або рухом спостерігача»¹. Не задовольняючись цією «координацією» абсолютного об'єкта і спостерігача, д'Абро відзначав, що «в теорії Ейнштейна... величина, яка буде відносною... означає величину, значення якої залежить від відносного руху спостерігача; під величиною, яка буде абсолютною, розуміється величина, значення якої залишається незмінним при цьому русі»².

Щоб у читачів не залишилось будь-яких сумнівів у тому, що тлумачення суті ефектів у зв'язку з рухом спостерігача має не стільки фізичний, скільки філософський характер, не є способом визначення ролі системи відліку³, а філософським твердженням, д'Абро розглядає «зміни, які теорія (відносності.— М. В.) може внести в наше філософське розуміння природи»⁴.

Переводячи обговорення питання про ефекти в площину гносеології, д'Абро багаторазово відзначає, що «парадокси відносності ніяк не є антиноміями розуму або логіки», а «просто є парадоксами відчуття»⁵.

Д'Абро в ряді місць застерігає, що його розуміння ефектів включає апіорні побудови Канта. Проте він критикує Канта так, як в свій час його критикували Авенаріус та Мах, тобто з позицій махістської різновидності суб'єктивного ідеалізму.

Д'Абро відмічає, що «філософія Канта... яка представляє простір як форму чистого споглядання, була підірвана...»⁶; він підкреслює, що відносність, про яку йде мова,— «не апіорний тип відносності», а «по суті емпіричний тип відносності...»⁷, що вона «не неминуча» і т. ін.

Д'Абро уточнює своє розуміння відносності так: «Ця відносність відстаней і тривалості,— пише він,— повинна відповідати змінам, які були б видимі та відчутні. Ці зміни не зумовлені чисто довільними змінами, які ми можемо вводити в наші математичні системи відліку. Вони не тільки відносяться до світу понять; вони відносяться до світу сприймань. Справа в тому, що системи відліку нав'язуються нам природою, і під цим ми розуміємо, що вони з'ясовують те, що ми фактично бачимо і відчуваємо, а не те, що ми могли б бачити і відчувати, якби світ виявився таким, як який-небудь далекий від життя математик міг би твердити це»⁸. Д'Абро

¹ А. d'A b r o, The Evolution of Scientific Thought, стор. 443.

² Там же, стор. 102.

³ У багатьох працях, присвячених теорії відносності, автори, користуючись правильною термінологією, замість слів «система відліку» застосовують слово «спостерігач».

⁴ А. d'A b r o, The Evolution of Scientific Thought, стор. 443.

⁵ Там же, стор. 444.

⁶ Там же.

⁷ Там же, стор. 99—100.

⁸ Там же, стор. 102.

не йде далі того, що відчувається, бачиться, сприймається. Саме це і входить, з його точки зору, в сферу вивчення теорії відносності, саме в цьому відношенні тільки і можна говорити про відносність довжин, тривалості тощо.

* *
*

Як відзначалося вище, теорія відносності, завдяки працям Мінковського, плідотно використовуючи поняття чотиривимірної просторово-часової багатоманітності, відобразила глибокий об'єктивний зв'язок між часом і простором, зв'язок, який визначає те, що в теорії відносності простір і час розглядаються і разом, і окремо.

Поряд з цим Мінковський вважав, що «віднині (тобто після створення теорії відносності.— М. В.) простір сам по собі і час сам по собі повинні перетворитися у фікції і тільки певний вид сполучення обох повинен ще зберегти самостійність»¹.

Ці висловлювання Мінковського поклали початок хибній і дуже поширеній концепції, згідно з якою визнається реальність просторово-часового континууму і заперечується реальність окремого існування простору і часу, реальність поділу цього континууму на простір і час; визнається реальність просторово-часових величин, просторово-часового інтервалу і взагалі реальність величин, які є інваріантними щодо перетворювань Лорентца, і заперечується реальність просторових та часових величин і відповідно їх змін — ефектів.

Цю концепцію захищав у свій час Еддінгтон². Вона і зараз багатьма підтримується. По суті, до неї ж схиляється М. Борн, вважаючи, наприклад, довжину тільки «властивістю проєкції». За Борном, «ідея інваріантів є ключем до раціонального поняття реальності, і не тільки в фізиці, а й в кожному аспекті світу»³. Борн вважає інваріантність синонімом фізично реального. Він ототожнює абсолютне (в розумінні: незалежне від системи відліку) і реальне. Цей критерій реального неприпустимий, і насамперед тому, що він не фіксує відношення реального до мислення, як первинного до вторинного, без чого неможливо зрозуміти суть реального.

Особливого розгляду заслуговує підхід Ейнштейна до розв'язання цього питання. У «Творчій автобіографії», яка є своєрідним підсумком його багаторічної праці, Ейнштейн писав: «Фізика є прагнення усвідомити існуюче як щось таке, що мислиться незалежно від сприйняття. В цьому розумінні говорять про «фізично реальне»⁴. Тут і далі ми не торкаємося філософськи хибної тер-

¹ Г. М и н к о в с к и й, Пространство и время, зб. «Принцип относительности», Л., 1935, стор. 181.

² А. Э д д и н г т о н, Пространство, время и тяготение, Одесса, 1923, стор. 37 і наст.

³ М. Б о р н, Физическая реальность, «Успехи физических наук», т. LXII, вып. 2, 1957, июнь, стор. 134.

⁴ А л ь б е р т Э й н ш т е й н, Творческая автобиография, в кн. «Эйнштейн и современная физика», стор. 65.

мінології Ейнштейна. Важливо підкреслити інше. Ейнштейн, не ототожнюючи реального та інваріантів, бачить критерій реального в його незалежності від суб'єктивного.

У праці Ейнштейна «Про спеціальну і загальну теорію відносності» наводиться діалог «критика» і «релятивіста». Устами «релятивіста» говорить Ейнштейн. Він пише про те, що «розмежування реального і нереального» не може допомогти чіткому розрізненню величин, залежних і незалежних від системи відліку. І ті, й інші, за Ейнштейном, — величини реальні. Ейнштейн писав, що, наприклад, ніхто не сумнівається в реальності кінетичної енергії, «бо інакше довелось б заперечувати реальність енергії взагалі. Цілком ясно, однак, що кінетична енергія тіла залежить від стану руху системи координат...»¹. Ейнштейн розрізняє «реальні величини, вимірювані незалежно від вибору системи»², і реальність «тільки у зв'язку з іншими даними»³. Хоч ці положення висловлені Ейнштейном у зв'язку з обговоренням питань загальної теорії відносності, вони мають певне значення і для розуміння релятивістських ефектів спеціальної теорії відносності.

Ейнштейн писав, що «часова координата визначена фізично зовсім інакше, ніж просторові координати»⁴. Саме цією фізичною різноякісністю визначається нерівноправне становище просторових і часової координат в математичному апараті спеціальної теорії відносності. Якісна відмінність простору і часу проявляється в різному числі вимірів (тривимірність простору, одновимірність часу). Якщо для часу характерна анізотропність, тобто виділений напрямок ходу процесів, то для простору характерна його ізотропність — всі напрямки в просторі рівноправні⁵.

Висновки теорії відносності ніяк не суперечать філософському діалектико-матеріалістичному розумінню простору і часу як відносно самостійних, об'єктивно реальних форм існування матерії. Разом з тим положення спеціальної теорії про відносність маси, довжин і тривалостей впливають з її основних посилок, що підтверджені практикою, як і самі ці положення. Мова йде про експерименти, в яких встановлюється релятивістська зміна тривалості життя μ -мезона та маси електронів і протонів. Щодо змінювання довжин, то безпосередніх експериментальних даних, які підтверджували б його, поки що немає.

Релятивістські ефекти зовсім не визначаються будь-яким суб'єктивним фактором. Це — реальні зміни.

¹ А. Эйнштейн, О специальной и общей теории относительности, Пг., 1923, стор. 120.

² Там же, стор. 121.

³ Там же.

⁴ Альберт Эйнштейн, Сущность теории относительности, М., 1955, стор. 31 (підкреслено мною. — М.В.).

⁵ Як справедливо писав Мандельштам: «В тому, що час — це одне, а простір — друге, в тому, що різниця фізичної суті цих понять існує, в цьому відношенні теорія відносності нічого нового не дала» (Л. И. Мандельштам, Полное собрание трудов, т. V, стор. 267).

Між предметами, явищами, подіями існують матеріальні зв'язки, відношення, які визначають просторові і часові відношення предметів, явищ, подій. Коли швидкість відносного руху тіл близька до швидкості світла, в об'єкт дослідження включається якісно новий клас відношень між тілами, що рухаються. Цим відношенням і зв'язкам притаманні спільні властивості, виражені в посилках теорії відносності. Вони не є силовими взаємодіями, предметом вивчення динаміки.

Цей новий клас відношень визначає появу нових властивостей, не відомих класичній механіці. Нові поняття спеціальної теорії відносності (довжина, тривалість процесу) виражають властивості не ізольованих тіл і процесів, а властивості об'єктивної єдності тіл, процесів та їх зв'язків і відношень (з іншими або до інших матеріальних тіл і процесів). Разом з тим ці відносні властивості є проявами в різних відношеннях абсолютної просторово-часової властивості — інтервалу.

Безсумнівним є те, що релятивістський ефект — це, якщо мова йтиме про довжину, не скорочення тіла, а зміна довжини тіла. Ця відмінність істотна, бо довжина, як і деякі інші фізичні величини (згідно з спеціальною теорією відносності) не є властивість, притаманна тільки тілу.

О. В. ШУГАЙЛІН

НЕЛІНІЙНІ УЗАГАЛЬНЕННЯ ТЕОРІЇ ПОЛЯ ТА ПИТАННЯ ПРО ЄДНІСТЬ ПЕРЕРВНОГО І НЕПЕРЕРВНОГО В СУЧАСНІЙ ТЕОРІЇ КВАНТОВАНИХ ПОЛІВ

1. Відносність якісної відмінності поля і речовини

Питання про елементарні частинки і можливість побудови єдиної теорії матерії виникло в науці давно і по суті ніколи не сходило з порядку денного. У XVIII та в першій половині XIX ст. на базі молекулярно-атомістичних уявлень і законів класичної механіки було зроблено спробу побудувати механічну картину світу. Але ця спроба, як відомо, не вдалась та й не могла вдатись, бо якісно відмінні різновидності матерії, що трактувались на різних етапах розвитку науки як елементарні частинки, рухаються за своїми специфічними законами, які загалом не зводяться до законів механіки Галілея — Ньютона. Зокрема, це проявилось у електромагнітних явищах. З відкриттям законів електромагнітних явищ була доведена їх принципіальна відмінність від законів механіки. Вона виражається насамперед в тому, що сили, які діють в електромагнітних явищах, мають на відміну від механічних явищ нецентральний характер. Критика механістичних уявлень сприяла усталенню електромагнітної картини світу, яку розробляли М. Фарадей, Дж. К. Максвелл, Дж. Томсон, Г. А. Лорентц, М. О. Умов, П. М. Лебедев, Г. Мі та ін.

Ця картина світу досягла найбільшої доконалості, коли трактування електричних, магнітних і оптичних явищ були об'єднані в електромагнітній теорії Фарадея — Максвелла, коли Лорентц і Ейнштейн розкрили значення константи швидкості поширення світла для вивчення фізичних взаємодій між частинками матерії. У 1912 р. Густав Мі зробив спробу створити унітарну електромагнітну картину матерії, виводячи всі види речовини з електричних зарядів та електромагнітного поля. Подібні спроби звести всю речовину до поля, геометризувати світ були зроблені Ейнштейном, Калюзом, Вейлем, Скоутеном та ін. Наприклад, Ейнштейн вважав, що така програма може бути виконана, бо між полем і речовиною існує не якісна, а тільки кількісна відмінність. Так, в одній з

останніх праць, написаних разом з Л. Інфельдом, він твердив, нібито немає якісної відмінності між полем і речовиною, тому що в речовині міститься більша кількість енергії, а в полі — менша. «Але якщо це так, — підкреслює Ейнштейн, — то відмінність між речовиною і полем скоріше кількісна, ніж якісна. Немає рації розглядати речовину і поле як дві якості, зовсім відмінні одна від одної»¹.

Звичайно, ця спроба теж виявилася невдалою. Зведення усіх видів речовин, усіх видів матерії до електромагнітного поля не витримує критики, по-перше, тому, що в природі є не тільки електрично заряджені частинки речовини, а й нейтральні, як наприклад, нейтрони, P^0 -мезони, нейтрино, і, по-друге, тому, що, крім електромагнітного поля, існують також інші поля: гравітаційне і мезонне, які не тотожні електромагнітному полю. З цієї причини не можна звести всі види речовини ні до електромагнітного, ні до гравітаційного поля. Не можна також всю багатоманітність світу звести, наприклад, до нещодавно відкритого нового, мезонного поля. Радянський учений Д. Д. Іваненко з приводу цього пише, що спроба одержати заряди з електромагнітного поля не вдалась і не могла вдатись, бо, крім електромагнітного поля, існують поля іншої природи. У всякому разі ясно, підкреслює Іваненко, що програма зведення частинок до поля не може бути вдалою. Такої самої думки дотримується Г. Венцель, який у своїй монографії, присвяченій квантовій теорії хвильових полів, пише, що коли раніше можна було «розглядати електромагнітне поле (поряд з гравітаційним) як єдиний агент, так що здавалося правомірним шукати «єдину теорію» на електромагнітній основі, то тепер таке обмеження проблеми ніяк не відповідає сучасним знанням. Крім електромагнітних сил, треба врахувати, наприклад, ядерні, неелектромагнітний характер яких безсумнівний, навіть якщо не погоджуватись з мезонною теорією»².

Думка про відсутність якісної відмінності між речовиною і полем неправильна ще й тому, що частинки речовини за характером свого руху відрізняються від елементарних частинок, які зіставляються з електромагнітним і гравітаційним полями. Відмінність частинок речовини проявляється ще й в тому, що всі вони мають масу спокою, тоді як елементарні частинки — фотони і гравітони, зіставлені відповідно з електромагнітним і гравітаційним полями, мають тільки масу руху. Зрозуміло, що цей поділ видів матерії, які вивчаються фізикою та хімією, на поле і речовину в наш час не є однозначним, бо іноді він провадиться не за характером власної маси, властивій елементарним частинкам, а за іншою ознакою — наявністю кінцевого або безкінечного числа ступенів свободи в розглядуваній сукупності матеріальних об'єктів.

¹ А. Ейнштейн, Л. Инфельд, Эволюция физики, М., 1947, стор. 222.

² Г. Венцель, Введение в квантовую теорию волновых полей, М.—Л., 1947, стор. 250.

У зв'язку з останньою обставиною термін «поле» поширився не тільки на явища електромагнетизму і гравітації, а й на інші сукупності елементарних частинок: електронів, позитронів, нейтронів, протонів та ін. Проте на відміну від квантів електромагнітного і гравітаційного полів кванти всіх інших відомих нам полів мають масу спокою. Отже, хоч між полем і речовиною існує якісна відмінність, вона не занадто велика, не абсолютна, а відносна, бо кванти полів можуть мати масу спокою, але так само можуть і не мати її. Відносність розмежування понять поля і речовини видно і з того, що внаслідок загальної здатності елементарних частинок взаємоперетворюватись ті з них, які мають масу спокою, можуть перетворюватись на такі, що мають тільки масу руху. Таке явище має місце при взаємоперетворенні пари: електрона і позитрона в два гамма-фотони і, навпаки, при переході елементарних частинок матерії — електронів і позитронів, що мають масу спокою, в фотони, що не мають маси спокою. Це явище добре вивчене і з експериментального боку.

Як теоретично показали Д. Д. Іваненко та А. О. Соколов¹, існує, хоч і невелика, імовірність перетворення гравітаційного поля в пару: електрон і позитрон, а також в γ -фотони. Ця імовірність взаємоперетворення зростає із зростанням енергії елементарних частинок. З усього цього випливає висновок, що якісну відмінність між речовиною і полем не можна абсолютизувати. Відносна відмінність між речовиною і полем існує і проявляється в специфічній будові і властивостях цих якісних різновидностей матерії.

2. Необхідність нелінійного узагальнення теорії поля

При всій незадовільності спроби Мі звести всі види матерії до поля йому належить і цікаве починання, пов'язане з дальшим узагальненням рівнянь електромагнітного поля, з'явною заміною максвеллівських лінійних рівнянь нелінійними. Ідеї Мі розвинули інші вчені, зокрема М. Борн та Л. Інфельд.

Особливо блискучими були успіхи в галузі нелінійного узагальнення теорії гравітаційного поля. Як відомо, рівняння гравітаційного поля — це ейнштейнівські нелінійні рівняння другого порядку відносно так званого метричного фундаментального тензора. Завдяки побудові Ейнштейном теорії гравітації було з'ясовано цілий ряд явищ природи: обертання перигелія Меркурія, викривлення світлового променя і уповільнення періодичних процесів у сильному полі тяжіння масивних зірок. Під впливом цих успіхів загальної теорії відносності було зроблено спробу застосувати її не тільки в галузі космології, а й в галузі мікроявищ. Проте використання теорії гравітації для з'ясування суті елементарних частинок матерії, для теоретичного виведення поняття речовини з поняття по-

¹ Д. И в а н е н к о и А. С о к о л о в, Квантовая теория гравитации, «Вестник Московского университета», № 8, 1947, стор. 111—113; А. С о к о л о в, Д: И в а н е н к о, Квантовая теория поля, М., 1952, стор. 675—679.

ля, для побудови єдиної геометричної теорії гравітаційного та електромагнітного полів досі не увінчались успіхом. Видатні фізики і математики — Ейнштейн, Вейль, Скоутен, Еддінгтон, Каллуза — починаючи з 1918 р. запропонували багато неріманових геометричних схем, які, на думку авторів, мали привести до виведення поняття структури речовини з поняття поля. В цьому виявилась, за характеристикою С. І. Вавілова, друга крайня тенденція при розгляді питань теорії будови матерії на противагу атомістичній, яка, навпаки, всі явища світу намагалася пояснити виходячи з розгляду елементарних частинок матерії та їх властивостей. «Протилежна тенденція, — підкреслював Вавілов, — що особливо виявилась у деяких працях Ейнштейна, Мі та Еддінгтона, може бути схарактеризована як прагнення з'ясувати найелементарніші частинки на основі уявлення про світ в цілому. В той час як крайня атомістична тенденція при своєму здійсненні привела до деяких безсумнівних успіхів, принаймні в галузі найпростіших явищ, протилежна космічна тенденція перебуває ще в початковій стадії і певних визнаних результатів не дала, хоч навряд чи доводиться брати під сумнів її принципіальне право на існування. Діалектичний світогляд підказує нам, що істину треба шукати на шляху зустрічі цих протилежних і ніби виключаючих одна одну тенденцій, незважаючи на те, що це дві різні сторони явищ природи»¹.

Однією з причин невдач цих спроб є, очевидно, абсолютизація неперервності явищ природи. Ми вважаємо, що необхідно будувати теорію єдиного поля не тільки на основі неперервності, а й на основі перервності. Тому, на нашу думку, правий Іваненко, який причиною невдач побудови єдиної теорії поля вважає насамперед те, що не враховувалась найважливіша величина, яка характеризує перервність мікроявищ, взаємодії елементарних частинок, — постійна Планка. В геометричних теоріях єдиного поля вона не може бути замінена ніякою комбінацією постійних теорії тяжіння: швидкості світла, постійної тяжіння. Об'єднання електродинаміки з теорією тяжіння не на квантовій основі шляхом узагальнення ріманової геометрії, як підкреслює Іваненко, веде не до покращання узгодженості теорії з дійсністю, а до погіршення, — очевидно, тому, що ріманова геометрія є хорошим наближенням до природи при розгляді мікроявищ і всякий відступ від неї веде до розходження теорії з дійсністю.

Треба думати, що загальною закономірністю розвитку теоретичної фізики в галузі побудови квантованих полів, квантової електродинаміки, квантової теорії елементарних частинок є необхідність нелінійного узагальнення всіх рівнянь елементарних частинок. Таку точку зору висловлювало багато радянських і зарубіжних вчених, у тому числі С. І. Вавілов, Я. П. Терлецький, Д. І. Блохінцев, Д. Д. Іваненко, Л. Яноші, Луї де Бройль, Ж. П. Віж'є

¹ С. И. Вавилов, Собрание сочинений, т. II, М., 1952, стор. 315—316.

та ін. До нелінійних узагальнень квантової теорії ведуть численні узагальнення квантової теорії хвильових полів. Цього вимагає квантова електродинаміка, яка для опису взаємоперетворення частинок, для ліквідації розбіжностей власної маси, заряду, енергії в сучасній теорії елементарних частинок повинна відмовитись від лінійного опису взаємодії елементарних частинок і полів і перейти до нелінійної теорії. Сама електродинаміка, як показує досвід, також повинна стати нелінійною.

Сучасна фізика встановила, що припущення класичної оптики про суперпозицію світла, про лінійність рівнянь електродинаміки тільки приблизно відповідають дійсності, хоч і з великою мірою точності. Але порушення принципу суперпозиції світла повинно мати місце як при поширенні випромінювання в просторі, зайнятому речовиною, так і у вільному від неї просторі. А це означає, що рівняння електродинаміки повинні бути нелінійними. Для поширення світла в просторі, позбавленому речовини, повинно мати місце порушення принципу суперпозиції, щоправда дуже незначне. «Сучасна теорія світла,— підкреслює Вавілов,— приводить все ж до необхідності порушення принципу суперпозиції внаслідок властивості електронів, зв'язаних кінець кінцем з визначним явищем утворення пар — електрона і позитрона. Проте розрахунки, наведені у працях Гейзенберга та його учнів, дають для ефективного перерізу фотонів, в результаті якого повинно відбуватися саморозпорощення, величину, ще приблизно в 10^{30} разів меншу, ніж наведена раніше цифра 10^{-40} . Звичайно, істотно, що принципіально суперпозиція все ж повинна порушуватись»¹.

Сучасна нелінійна квантова електродинаміка, яка враховує перетворення світла в речовину і навпаки, істотно відрізняється від нелінійної електродинаміки Борна та Інфельда. Врахування здатності елементарних частинок до взаємоперетворення веде до природного узагальнення лінійної теорії і до побудови нелінійної теорії відповідних полів. При побудові, наприклад, нелінійної електродинаміки домагаються того, щоб нові рівняння поля, яке знаходиться далеко від джерел, давали зображення поля максвеллівського типу, а рівняння полів, близьких до них,— зростання потенціалу, який уповільнювався б і йшов до кінцевої межі. Проте таке нелінійне узагальнення рівнянь поля приводить до далекосяжних наслідків, зв'язаних із зміною наших уявлень про поле.

Згідно з нелінійною теорією поле являє собою не систему безконечного числа гармонійних, незалежних осциляторів, як у випадку лінійного поля, а безконечну сукупність ангармонійних осциляторів, залежних один від одного. У випадку розгляду нелінійного поля до гамільтоніана гармонійного осцилятора додаються ще члени більш високого порядку².

Нелінійне електромагнітне поле, як показав Е. Шредінгер, повинно приводити до заломлення світла на світлі, розсіювання світ-

¹ С. И. Вавилов, Собрание сочинений, т. II, стор. 220.

² Д. И. Блохинцев, Основы квантовой механики, М.—Л., 1949, стор. 278.

ла на світлі, розсіювання світла на електростатичному полі. Проте ці нелінійні ефекти поки що не піддаються експериментальній перевірці.

Нелінійні узагальнення допускають рівняння не тільки електромагнітного поля, а й інших полів: нуклонних, електронних, позитронних, що описуються відповідними рівняннями Клейна-Гордона та Дірака.

Такого ж нелінійного узагальнення квантової теорії вимагає і гіпотеза злиття де Бройля, яка кладе в основу побудови загальної теорії елементарних частинок певне світлове спірне поле, з частинок якого (на думку де Бройля) за допомогою злиття утворилися всі відомі частинки різних спінів. Поява цієї ідеї припадає на 30-і роки нашого століття. Виходячи з неї де Бройль, Кроніг, Йордан, Соколов розвивали нейтринну теорію світла. Зокрема, Соколов можливості побудови нейтринної теорії світла присвятив кілька своїх статей¹; проти можливості побудови такої теорії виступив В. О. Фок², який доводив необґрунтованість цієї спроби. Одна з найбільших труднощів побудови нейтринної теорії світла полягає в тому, що у фотонів повинна бути маса спокою, бо її мають вихідні частинки — нейтрино. Але уявлення про наявність маси спокою у фотонів суперечить законам електромагнетизму. У зв'язку з цією та іншими значними труднощами розвиток нейтронної теорії світла і гіпотези злиття припинився. За останній час де Бройль та його учні опублікували велику кількість статей, в яких вони намагаються визначити поняття всіх складних частинок.

У Радянському Союзі цим питанням займалися, крім Соколова, Френкель, Іваненко та ін. Зокрема, Френкель у праці «Релятивістська теорія складних частинок»³ виклав свою спробу побудувати релятивістську теорію елементарних частинок.

Таким чином, вивчення питання про нелінійне узагальнення рівнянь теорії стимулюється багатьма причинами, в тому числі і безперервним ускладненням матерії в ході її історичного розвитку від простого до складного.

Метод злиття, запропонований де Бройлем, по суті є конкретизацією положення діалектичного матеріалізму про розвиток елементарних частинок матерії, про ускладнення найпростіших форм матерії, що рухається. Цей метод, як вважає Іваненко, є одним з найбільш імовірних шляхів побудови загальної теорії елементарних частинок на основі загального світлового спірного поля. «Важливо, зокрема, підкреслити,— пише Іваненко,— що якщо покласти в основу теорії частинок певне універсальне спірне рівняння діраківського типу, то завдяки однорідності ми повинні будемо додати до нього члени вигляду $\lambda\psi^3$ і т. ін., що описують

¹ «Журнал экспериментальной и теоретической физики», т. 7, 1937, стор. 1055; т. 8, 1938, стор. 113, 644.

² «Журнал экспериментальной и теоретической физики», т. 7, 1937, стор. 1068; т. 8, 1938, стор. 771.

³ «Журнал экспериментальной и теоретической физики», т. 16, 1946, стор. 326—334.

самодії поля, які й повинні привести до злиття, тобто утворення всіх «складних» у вказаному розумінні частинок. Тим самим ми знову підходимо до нелінійного узагальнення теорії поля»¹.

На нашу думку, гіпотеза злиття де Бройля та її модифікація заслуговують найбільшої уваги, дальшої творчої розробки і практичного підтвердження. Ця гіпотеза є узагальненням всіх спостережень над елементарними і складними частинками. Дійсно, кожна з частинок матерії виникає з якоїсь кількості і певної якості частинок. Завдяки взаємодії вони утворюють якусь вищу єдність щодо кожної з них у нескінченному ряді матерії, що розвивається. Наприклад, завдяки певній кількості і якості атомів та їх хімічній дії утворюються певні молекули або завдяки певній кількості нуклонів, електронів та їх квантовій взаємодії виникають ті або інші атоми. Так само певна якість та кількість елементарних частинок та їх взаємодія створюють складні частинки речовини: певні атомні ядра, мезоатоми, позитроній, мезотроній, молекули позитронія та мезотронія; античастинки створюють складні частинки антиречовини; нарешті, подібно відбувається загальне взаємоперетворення елементарних частинок і античастинок.

Сучасною фізикою точно встановлено, що всі відомі в наш час елементарні частинки і античастинки можуть взаємоперетворюватись. Це означає, що вони мають складну будову. Проте виділення ними тих або інших частинок не означає, що останні перебували в них у готовому вигляді. В дійсності будь-яка елементарна частинка або античастинка матерії, поглинаючи іншу, в залежності від енергії зв'язку перетворює її до більшої чи меншої міри в свою невід'ємну частину, одночасно перебудовуючи й себе, змінюючи свої властивості. Відбувається не просте механічне з'єднання незмінних частинок матерії, а докорінна, якісна зміна їх, завдяки чому утворюється якісно нова форма матерії. Ця якісна зміна вихідних елементарних частинок матерії при утворенні якоїсь третьої буде тим більшою, чим більша відповідна енергія зв'язку цих частинок порівняно з їх енергією спокою. Таким чином, можна сказати, що при всіх цих перетвореннях ми маємо справу не з «з'єднанням» двох елементарних частинок в одну складну, а з злиттям двох простих частинок у знов-таки одну просту. «В атомних явищах,— підкреслює Вавілов,— при утворенні атомів з «вільних» елементарних частинок кількість дійсно найглибшим чином переходить у якість»².

Таких же уявлень про утворення елементарних частинок дотримувався і Френкель, який розглянув це питання у монографії «Принципи теорії атомних ядер». Він писав, що при утворенні атомних ядер, при взаємоперетвореннях елементарних частинок щоразу виникають якісно нові форми матерії. «Таким чином, тут відбувається не механічне з'єднання елементарних частинок, а утворення якісно нової форми матерії, що характеризується нови-

¹ А. Соколов, Д. Иваненко, Квантовая теория поля, стор. 631—632.

² С. И. Вавилов, Собрание сочинений, т. II, стор. 316.

ми елементарними частинками»¹. Слід особливо підкреслити, що при всіх цих взаємоперетвореннях елементарних частинок діють закони збереження маси, енергії, кількості руху, заряду та ін.

3. Про єдність хвильового і корпускулярного в нелінійних теоріях поля

Таким чином, сильна взаємодія елементарних частинок матерії веде до зміни її якості і виникнення частинок більш високого порядку. Зміна якості в природі відбивається в нелінійній теорії елементарних частинок. При цьому виникають суперечності, які виражаються в тому, що, з одного боку, для ліквідації розбіжності власної маси, енергії, заряду елементарних частинок, для опису різних взаємодій полів одне з одним, для одержання корпускул, частинок необхідно узагальнити рівняння полів нелінійним способом, а з другого, в тому, що таке нелінійне узагальнення різних полів створює труднощі у їх квантуванні, труднощі одержання з них поняття частинок. Хоч відповідні квантові перестановочні співвідношення вторинного квантування формально були написані для нелінійних рівнянь давно і після цього не раз пропонувались різні їх модифікації, однак питання про квантування нелінійних рівнянь не можна вважати остаточно розв'язаним, що підкреслював, зокрема, Іваненко. «Хоч формально можна ввести, — писав він, — виходячи з нелінійного лагранжіана, канонічні імпульси і написати тривимірні правила перестановки вторинного квантування, проте через неможливість розкладання Фур'є тепер не можна провести звичайне в лінійній квантовій теорії зіставлення частинок, як квантів поля окремим елементарним хвилям. Досягнення реальних висновків з правил перестановки в нелінійному випадку зроблено не було. Очевидно, навіть саме поняття незалежних частинок повинно бути істотно модифіковане в нелінійній теорії»².

На важливість узагальнення нелінійним способом теорії поля і труднощі квантування нелінійних рівнянь звертало увагу багато радянських учених, зокрема Терлецький, Блохінцев, зарубіжні — Віж'є, Яноші та багато інших. Видатний радянський вчений Блохінцев у своїх працях, присвячених єдиній теорії поля, показав, що існує нагальна необхідність дальшої зміни уявлень про частинки в сучасній нелінійній теорії, яка описує взаємозв'язки між різними полями.

Дійсно, теоретична основа для уявлень про існування елементарних частинок пов'язана з можливістю спектрального розкладу поля на гармонійні коливання. З точки зору польових уявлень частинки є не що інше, як кванти поля, а збудження будь-якої гармоніки означає не що інше, як існування в певному стані частинки. Проте такому спектральному розкладу піддаються тільки

¹ Я. И. Френкель, Принципы теории атомных ядер, М.—Л., 1955, стор. 65.

² А. Соколов, Д. Иваненко, Квантовая теория поля, стор. 583.

ті поля, які підпорядковані принципу суперпозиції і описуються лінійними рівняннями. Але від цього принципу суперпозиції відмовились при переході від лінійних рівнянь поля до нелінійних; цей перехід необхідно було зробити для того, щоб описувати не тільки вільні поля, а й зв'язані між собою. Такий перехід до нелінійного зображення мав місце, зокрема, при описі зв'язку електронно-позитронного поля, даному рівнянням Дірака, з електромагнітним полем, описаним рівнянням Даламбера. Через те що електронно-позитронне поле при великих енергіях перетворюється завжди в електромагнітне і навпаки, а при малих енергіях цей зв'язок здійснюється за допомогою віртуальних фотонів, з одного боку, і електронів та позитронів, з другого, то реально між ними завжди здійснюється нелінійний зв'язок. «Тому що електронно-позитронне поле завжди існує з електромагнітним полем, ми можемо сказати, — підкреслює Блохінцев, — що рівняння для цих полів завжди нелінійні. Але до нелінійних полів не застосовний принцип спектрального розкладу, заснований на лінійності рівняння поля. Разом з тим відпадає строга теоретична основа для поняття частинки. Дійсно, у випадку нелінійних полів неможливо уявити енергію та імпульс поля у вигляді суми енергій та імпульсів окремих збуджень, кожне з яких має корпускулярний характер...»¹.

Те, що в нелінійній теорії повинно бути змінене поняття про частинки, зовсім не означає, що поняття частинок неправильне, ненаукове. Воно приблизно точно відображає дійсність. Як зазначалося, нелінійні поля розкладаються на складові, з якими можна виставити частинки тоді, коли концентрація останніх мала і коли вони перебувають на великих відстанях одна від одної. В такому становищі перебуває відскремлений електрон. Взаємозв'язок цього електрона з електромагнітним полем веде до розбіжності маси, заряду та енергії. Таким чином, принцип спектрального розкладу, а отже, і поняття частинок можуть бути повністю збережені у майбутній теорії для вільних полів. Поняття частинок є граничним поняттям квантового образу нелінійної теорії. Але цей квантовий образ у нелінійній теорії ще не виробився, він перебуває в стадії становлення. З усього сказаного слід зробити висновок, що, незважаючи на удосконалення наших знань про елементарні частинки, поняття частинок у майбутній теорії буде збережене як неповне, приблизно точне відображення властивостей матерії, що рухається.

Зміну поняття про частинки у нелінійній теорії видно хоча б з того, що взаємоперетворення елементарних частинок слід розуміти як взаємоперетворення полів. Дійсно, π -мезон може розпадатись на μ -мезон і нейтрон. Можна вважати, підкреслює Блохінцев, що μ -мезон утворений з нейтринного і електронного полів, але не можна думати, що він складається з частинки електрона і двох частинок нейтрино, бо ні електрон, ні нейтрино не можуть бути локалізовані в просторі комптонівської довжини хвилі. Так само це стосується і взаємовідношення, з одного боку, π -мезона,

¹ «Успехи физических наук», т. 42, вип. 1, 1950, стор. 89—90.

а з другого — μ -мезона і нейтретто. «Тому уявлення про поле,— пише Блохінцев,— створює більш широку основу для розуміння фізичних явищ, ніж уявлення про частинки. Уявлення про частинки є обмеженим і залишаться слухним у майбутньому розвиткові теорії тільки в тих випадках, коли мова йде про перетворення одного спектрального розкладу поля в інший, тобто, якщо говорити мовою частинок, для випадку зіткнення частинок... або в іншій формі (перетворення частинок)»¹.

У зв'язку з квантуванням нелінійних рівнянь згідно з існуючими правилами деякі вчені, наприклад Блохінцев, Френкель та ін., почали брати під сумнів існування корпускулярно-хвильової єдності серед елементарних частинок. Блохінцев у статті «Чи завжди існує «дуалізм» хвиль і частинок?» пише, що існування корпускулярно-хвильової єдності в галузі лінійної теорії завжди має місце, щождо нелінійної теорії, то це питання не ясне, бо в сучасній теорії енергія взаємодії полів має нелінійний характер. Як випадки квадратної, так і особливо випадки кубічної взаємодії приводять до неможливості квантування згідно з існуючими правилами. Не виключена можливість, що кубічна взаємодія могла б відновити позитивний характер енергії і створити можливість проведення квантування навіть згідно з існуючими правилами. «Очевидно,— завершує розгляд цього питання Блохінцев,— існують і такі стани полів, які не зводяться до «полетонів», тобто хвильово-корпускулярний дуалізм не вичерпує всіх можливих станів матерії: можуть бути і такі стани, які не зводяться до частинок. Являють собою ці стани чисто математичну можливість чи вони й насправді реалізуються в природі,— це поки що відкрите питання»².

До критичного аналізу правил квантування закликав Терлецький, який у статті «Проблеми розвитку квантової теорії» підкреслював, що «необхідно дослідити всі можливості узагальнення і фізичного аналізу правил квантування — це найближче і найважливіше завдання квантової теорії»³.

Нам здається, що немає достатніх підстав для відмови від корпускулярно-хвильової єдності, яка в галузі мікроявищ є конкретним виразом єдності перервності та неперервності, і слід було б виконати програму, намічену Терлецьким у галузі розвитку квантової теорії. Тому нам здається, що у Блохінцева, поряд з правильною вимогою змінити наші уявлення про частинки у зв'язку з переходом від класичної до нерелятивістської квантової механіки, а потім — від нерелятивістської квантової механіки до релятивістської і, нарешті, у зв'язку з переходом від лінійної релятивістської квантової теорії до її нелінійних узагальнень, одночасно мав місце ухил в бік визнання в будові та властивостях матерії неперервного на шкоду перервному, корпускулярному.

Подібний сумнів в існуванні корпускулярно-хвильової єдності

¹ «Успехи физических наук», т. 42, вип. 1, 1950, стор. 91.

² «Успехи физических наук», т. 44, вип. 1, 1951, стор. 108.

³ 36. «Философские вопросы современной физики», М., 1952, стор. 444.

в будові та властивостях матерії висловив і Френкель, який вважає, що для усунення нескінченності значень власної маси, заряду, енергії елементарних частинок, ліквідації індетермінізму в квантовій теорії хвильових полів треба відмовитись від поняття корпускулярно-хвильової єдності матерії. Френкель твердить, що певні труднощі розвитку квантової теорії елементарних частинок пов'язані з неправильним, обмеженим корпускулярним трактуванням матерії. Для ліквідації цих труднощів він пропонує відмовитись від корпускулярної моделі речовини. Цілком достатньо, підкреслює він, обмежитися квантованими полями і не зв'язувати їх з частинками. «Уявлення про частинки як кванти поля,— пише Френкель,— не потребує самостійної основи: основою його повинно бути уявлення про квантоване поле. При цьому саме поле розглядається в двох формах свого прояву, тоді як поняття частинок в класичному розумінні слова не фігурує зовсім»¹.

Ми також не настоюємо на тому, що в квантовій теорії, релятивістській чи нерелятивістській, лінійній чи нелінійній, повинно зберегтись уявлення про елементарні частинки як матеріальні точки класичної механіки. Ми вважаємо, що ці теорії найрадикальніше змінюють поняття про атомізм, але, на нашу думку, не знищують уявлення про корпускулярні властивості матерії в єдності з хвильовими. Френкель ігнорує другу сторону сутності матерії — її перервний характер. Обгрунтовуючи свою думку, він пише, що квантовані поля розподілені в просторі неперервно, а їх дії проявляються у вигляді дискретних квантових ефектів, тобто у вигляді окремих частинок. Вважалось, підкреслює Френкель, що хвильовий і корпускулярний аспекти матерії еквівалентні. В дійсності, твердить він, частинки можуть народжуватись і зникати, тоді як польова основа матерії при всіх своїх змінах не може повністю зникнути. Таким чином, за Френкелем, корпускули можуть бути відсутніми і матерія може перебувати тільки в неперервному стані. В цьому випадку вона не повинна була б взаємодіяти з іншими видами матерії, існуючої в формі інших нульових полів. Але, як відомо, сучасна теорія фізичного вакууму показує, що матерія, яка перебуває в найнижчому енергетичному стані у формі різних нульових полів — електромагнітного, гравітаційного, мезонного, електронно-позитронного та ін., взаємодіє з частинками, що виражається в різних ефектах: зрушенні рівня атомних електронів, зміні магнітного моменту, у вакуумних приростах маси, енергії, заряду до елементарних частинок. Це показує, що завдяки вічним флуктуаціям нульових полів, їх взаємодії з частинками ця взаємодія, як визнає і сам Френкель, має квантовий, корпускулярний характер, а отже, немає такого стану матерії, який був би тільки безперервним. В дійсності, навіть за сучасними уявленнями квантової електродинаміки, нульове поле, флуктуючи, безперервно перебуває у взаємодії, яка має квантовий характер. Але цей процес взаємодії вічний, отже, існування матерії завжди проявляється в єдності перервного і неперервного. Тільки непе-

¹ «Успехи физических наук», т. 42, вып. 1, 1950, стор. 74.

первний стан був би властивий матерії тоді, коли б вона перебувала в абсолютному спокої, поза рухом і змінюванням. Оскільки такий висновок суперечить сучасним відкриттям теорії вакууму, безпідставна думка, ніби поле є тільки неперервне утворення. Вічний рух, взаємодія елементарних частинок з вакуумом приводить до того, що в природі не існує ізольованих мікрооб'єктів,— вони завжди перебувають у зв'язку, в квантовій взаємодії з тим середовищем, яке їх породило. Ніяких ізольованих, «вільних» «частинок не існує. Навіть у випадку значного віддалення частинок одна від одної вони все ж продовжують належати до середовища, яке їх породило, і перебувають в стані безперервного руху. Можливо, що в цьому зв'язку частинок і середовища і полягає природа тієї неможливості ізолювати частинку, яка проявляється в апараті квантової механіки»¹.

Сучасна квантова теорія хвильових полів виходить з того, що нульове поле складається з безконечної сукупності осциляторів, перебуваючих у найнижчому енергетичному стані, який, флюктуючи, передає енергію та імпульс квантовим способом, тобто в цьому випадку має місце єдність перервного і неперервного. У випадку ж нелінійного узагальнення, яке, на нашу думку, більш точно, ніж лінійне, відображає природу, осцилятори не ізольовані, а взаємозв'язані. Тут замість лінійних, гармонічних осциляторів мають місце нелінійні осцилятори. Отже, і в цьому випадку, незважаючи на те, що відбувається дальша зміна поняття частинки, нульове поле складатиметься з ангармонічних осциляторів, тобто в основі його знов-таки лежить єдність перервного і неперервного, корпускулярного і хвильового. Проте, висловлюючи критичні зауваження з приводу неправильних, як нам здається, тверджень Френкеля, ми згодні з ним у тому, що наше теперішнє розуміння елементарних частинок по суті дуже далеке від відповідних класичних уявлень про атомізм. Ми цілком згодні з твердженням Френкеля, що «закони макрофізики тому відрізняються від законів мікрофізики, що об'єктами останніх є не «звичайні» частинки, для яких «класичні» закони були сформульовані, а якісно відмінні від них форми матерії, а саме квантовані поля, тобто неперервні в просторі і часі поля, що проявлялись у вигляді дискретних ефектів, з якими зв'язуються модельні уявлення про частинки»².

Френкель вважає, що відмовлення від корпускулярних, обмежених уявлень веде не тільки до ліквідації розбіжностей маси і енергії, а й ліквідує індетермінізм в описі квантово-механічних явищ, бо індетермінізм з'являється тоді, коли робиться спроба узгодити хвильовий і корпускулярний описи явищ. Він твердить, що його теорія знімає питання про структуру мікрооб'єктів, бо квантованість матерії означає не що інше, як тільки те, що в ній

¹ Д. И. Б л о х и н ц е в, Критика философских воззрений так называемой «копенгагенской» школы в физике, зб. «Философские вопросы современной физики», стор. 395.

² «Успехи физических наук», т. 42, вип. 1, 1950, стор. 73.

міститься якесь ціле число мікрооб'ємів, а «форма» їх не має ніякого значення. Питання про структуру частинок виникає тільки тоді, коли ми переходимо від опису окремих мікрооб'ємів до опису їх сукупності. Як показав Мотт, пише Френкель, корпускулярність не властива електронам, альфа-частинкам та іншим елементарним частинкам самим по собі, вона утворюється завдяки взаємодії з «середовищем». «Якщо ж описувати,— підкреслює Френкель,— іонізуючу «частинку» саму по собі за допомогою тривимірної хвилі, що її контролює, то, як було відомо ще раніше, уявлення про її корпускулярну природу і про пряmolінійність її «траєкторії» втрачає всякий сенс»¹.

Дійсно, як твердить Френкель, Мотт для опису іонізуючої альфа-частинки і атомів «середовища» бере тривимірні хвилі, з яких утворює комбіновану хвилю, що визначає імовірність перебування альфа-частинки і атомів у відповідних квантових станах. «Для нас важливо відзначити, що результат, одержаний Моттом, має дуже істотне філософське значення, яке випало з уваги самого автора і яке полягає в тому, що «частинки» являють собою певну форму чисто польових процесів, який виявляється в разі врахування взаємодії хвиль одного сорту (який також сприймається нами у вигляді «частинок»), причому ці хвильові процеси описуються в багатоміровому просторі, що зв'язується з сукупністю відповідних частинок»².

Не можна не звернути уваги на різючу суперечність у розвитку і тлумаченні квантової теорії хвильових полів. З одного боку, всі наведені нами випадки з квантової електродинаміки, гіпотеза злиття де Бройля, факт взаємодії полів між собою ведуть до нелінійної теорії, а в зв'язку з цим і до зміни поняття про частинки, до неможливості одержувати їх поняття з нелінійного апарата квантової теорії, а, з другого боку, згідно з положенням Мотта і Френкеля, частинки одержуються тільки в результаті взаємодії мікрооб'єктів з середовищем. Правда, і в останньому випадку Френкель робить застереження, що це не частинки, а хвилі, які взаємодіють між собою квантовим способом. Так, наприклад, розглядаючи взаємодію, взаємоперетворення елементарних частинок матерії, Френкель пише: «Необхідно лише пам'ятати, що перетворення цих хвиль в «частинки» не має місця насправді, але впливає з квантової природи самих хвиль, або, точніше, з квантового характеру ефектів їх взаємодії з іншими хвилями (або полями), з якими ми зв'язуємо уявлення про інші частинки»³.

Сумніви деяких радянських і зарубіжних учених в корпускулярно-хвильовій природі матерії не несподівані — вони відображають вікову боротьбу в фізиці ідей перервного і неперервного, корпускулярного і хвильового в будові і властивостях матерії. Відомо, що деякі видатні фізики сучасності — Ейнштейн, Шредингер — також робили спроби звести речовину, частинки до неперервного поля. В одній з своїх останніх статей — «Наше уявлен-

¹ «Успехи физических наук», т. 44, вип. 1, 1951, стор. 114.

² Там же, стор. 115.

³ Там же, стор. 114.

ня про матерію» Шредінгер намагається провести іншу ідею,— думку про те, що частинки є перехідні утворення поля, яке визначає їх структурні особливості.

Протилежної точки зору дотримувався Ф. Бопп, який у статті «Про природу хвиль» пропонує відмовитися від ідеї субстанціональності хвиль і вважати хвильове поле виразом закономірностей руху частинок. Проте ці частинки, на відміну від «класичних» незмінних частинок і частинок нерелятивістської квантової механіки і згідно з ідеями релятивістської теорії елементарних частинок, можуть, на думку Боппа, народжуватись і знищуватись.

Немає ніяких підстав проголошувати положення діалектичного матеріалізму про єдність перервності та неперервності, яке прийняте в сучасній фізиці як концепція корпускулярно-хвильової єдності, спростованим. Не тільки нерелятивістська квантова теорія, а й сучасна теорія елементарних частинок підтверджує діалектику перервного і неперервного.

Положення В. І. Леніна, висловлене ним у «Матеріалізмі і емпіріокритицизмі», про те, що фізика породжує діалектичний матеріалізм, ще раз підтверджується відкриттям і обґрунтуванням сучасною фізикою єдності перервного і неперервного в будові і властивостях матерії.

Викрита сучасною фізикою «непереборна» суперечність хвильових і корпускулярних властивостей електромагнітного та інших полів, як говорив Вавілов, є яскравим проявом діалектики в природі, дійсної єдності протилежностей. У межах сьогоднішнього досвіду, експерименту все свідчить про нерозривну єдність перервного і неперервного, корпускулярного і хвильового.

Спробу синтезувати перервне і неперервне при побудові нелінійної теорії поля, теорії елементарних частинок зробили деякі сучасні вчені—де Бройль, Віж'є, Яноші та ін., які намагаються поєднати в одне ціле квантову механіку і загальну теорію відносності.

У зв'язку з виступом Д. Бома та інших учених проти ідеалістичної інтерпретації квантової механіки представниками копенгагенської школи, очолюваної Бором, Гейзенбергом та ін., де Бройль критично переглянув основи квантової механіки і прийшов до висновку, що, очевидно, є можливість поєднати квантову механіку з загальною теорією відносності і таким чином одержати релятивістську загальну теорію елементарних частинок.

Цей шлях нам здається в методологічному відношенні єдино правильним, бо в процесі такої побудови теорії елементарних частинок з самого початку враховується єдність перервного і неперервного. Одним з істотних недоліків єдиної теорії поля, як вказували Вавілов та Іваненко, є ігнорування перервності і спроба побудувати теорію елементарних частинок на основі неперервності. Нам здається, що цей найістотніший недолік ліквідується при здійсненні програми де Бройля. З приводу цього він писав, що коли уявити собі елементарні частинки як сингулярності у хвильовому полі, «частиною якого вони, очевидно, є, а при визначенні поля ввести постійну Планка, то можна було б прийти до об'єднання кон-

цепцій Ейнштейна про частинки з концепціями моєї теорії подвійного розв'язання. Майбутнє покаже, чи можливий дійсно цей грандіозний синтез теорії відносності і квантової теорії»¹.

На позиціях визнання єдності корпускулярних і хвильових властивостей матерії стоїть і відомий угорський фізик Яноші, який вважає, що корпускулярно-хвильова єдність є істотною властивістю матерії. Цю єдність він, правда, розуміє своєрідно. Він твердить, що світло поглинається і випромінюється квантами, але поширюється у вигляді хвиль за законами електромагнетизму. На питання, яким чином хвиля, що займає досить великий обсяг у просторі, може стягуватись в одну точку, Яноші відповідає, що це відбувається завдяки взаємодії елементів фотона з надсвітловою швидкістю. Але таке твердження, як відомо, суперечить принципу відносності. Яноші вважає, що інтерпретація Ейнштейном перетворень Лорентца була б просто невірною у випадку відкриття таких надсвітлових швидкостей, з якими відбувається взаємодія елементів фотона. «Експериментально встановлені фізичні результати теорії відносності, однак, ґрунтуються математично на перетвореннях Лорентца і здебільшого не залежать від того, чи ми трактуємо ці перетворення за Ейнштейном, чи за Лорентцом і Фіцджеральдом. Таким чином, гіпотеза про стягнення фотона не сумісна з ейнштейнівським трактуванням перетворень Лорентца, але вона сумісна з усіма фізичними результатами (які треба відрізнити від спекулятивних результатів), одержаними теорією відносності»².

Яноші намагається також пояснити той факт, що рівняння Максвелла не дають опису індивідуальних фотонів, а описують тільки велике їх число. Він вважає, що це відбувається завдяки лінійному характеру рівнянь. Теорію одиничного мікрооб'єкта він пропонує будувати нелінійним способом. Це необхідно зробити, бо існуюча квантова механіка, згідно з концепціями К. В. Нікольського, Д. І. Блохінцева, Я. П. Терлецького, Л. Яноші та інших учених, є статистичною теорією квантових ансамблів, яка досліджує індивідуальні процеси тільки через призму статистики. Правда, багато радянських учених, в тому числі акад. Фок і чл.-кор. АН СРСР Александров, вважають сучасну квантову теорію теорією одиничних мікрооб'єктів. Яноші, погоджуючись з групою радянських фізиків і філософів у тому, що сучасна квантова механіка є статистичною теорією, а не теорією одиничного мікрооб'єкта, пропонує створити таку теорію, яка описувала б одиничні мікропроцеси шляхом нелінійного узагальнення відповідних рівнянь.

На думку Яноші, нелінійні рівняння можуть пояснювати квантові ефекти, тобто виділення і поглинання енергії квантами і стягнення фронту хвилі з надсвітловою швидкістю. Приблизно те

¹ Луи де Бройль, Останеться ли квантовая физика индетерминистической?, зб. «Вопросы причинности в квантовой механике», М., 1955, стор. 30.

² Л. Яноші, Физические стороны проблемы волна — частица, зб. «Вопросы причинности в квантовой механике», стор. 301.

саме пропонує Яноші і щодо опису одиничних електронів, відмінність яких порівняно з фотонами полягає в тому, що електрони з незначними енергіями не виділяються і не поглинаються. У зв'язку з цим Яноші пропонує провести нелінійне узагальнення квантової електродинаміки, рівняння якої описували б рухи фотонів і електронів у першому наближенні до рівнянь Максвелла або Шредінгера. «Таким чином, ми гадаємо,—підкреслює Яноші,— що електрон або фотон має протяжну структуру. До того часу, поки немає дуже великих збуджень, ця структура рухається майже у відповідності до рівняння Шредінгера або до рівнянь Максвелла. Точний рух цієї структури керується деякими нелінійними рівняннями. У випадку сильної взаємодії і під час процесів стягнення розв'язання цих нелінійних рівнянь відрізняється від розв'язання лінійних рівнянь...»¹.

Весь наведений нами матеріал свідчить про те, що в нелінійних варіантах квантової теорії повинна відбутись дальша зміна поняття про частинки. В квантовій теорії нелінійних хвильових полів ми ще більше відходимо від атомізму, який панував у класичній фізиці. На прогивагу лінійному полю, яке складається з гармонічних осциляторів, в нелінійному полі наявні ангармонічні, нелінійні осцилятори. У зв'язку з цим поки що не переборені труднощі їх квантування за існуючими правилами, а отже, і застосування до цих мікрооб'єктів положення про єдність перервного і неперервного, корпускулярного і хвильового. Проте і при цих умовах немає ніяких підстав говорити про порушення єдності перервності і неперервності в будові і властивостях матерії, про порушення корпускулярно-хвильової єдності.

¹ 36. «Вопросы причинности в квантовой механике», стор. 317.

Б. Я. ДАІН

ФОРМИ РУХУ МАТЕРІЇ І ПРЕДМЕТ ФІЗИЧНОЇ ХІМІЇ¹

Питання про предмет фізичної хімії надзвичайно складне і запутане. Між тим до цього часу не було зроблено серйозних спроб розглянути його в світлі ідей енгельсівської класифікації природничих наук.

Багато хіміків і фізиків вважає, що фізичної хімії як самостійної галузі знання взагалі не існує і що, отже, саме питання про її предмет безпідставне. В передмові до російського видання книги видатного німецького вченого А. Ейкена «Основні начала фізичної хімії»² редактори так і писали: «Фізична хімія являє собою зібрання окремих і часом віддалених одна від одної глав фізики, які в різний час були широко використані для розв'язання хімічних проблем». Ще більш відверте висловлювання в тому ж дусі зустрічаємо в старому підручнику Котюкова³, який вважає, що «фізико-хімія являє собою конгломерат з кількох дисциплін, кожна з яких працює як у власній галузі, так і власними методами».

З цих висловлювань, якщо продовжити їх основну думку, випливає, що у фізичної хімії, яка являє собою «зібрання окремих...глав фізики» або «конгломерат з кількох дисциплін», немає і не може бути власних завдань. На жаль, такий погляд, який культивувався ще в працях класиків фізичної хімії (Нернст), живучий і в наш час. Джерело помилок в подібних твердженнях полягає в недооцінці *специфічної природи хімічних явищ як якісно особливої форми руху матерії*. Саме звідси випливає той помилковий висновок, що фізичні теорії і методи, застосовувані в хімії, є просто «розділами фізики», позбавленими будь-якої специфіки. Між тим, коли ми використовуємо фізичні теорії і методи для розв'язання хімічних проблем, вони неминуче розвиваються і зазнають змін, пристосовуючись до специфіки хімічних проблем. Відомо, наприклад, що прикладення

¹ В основу статті покладено доповідь, прочитану автором у січні 1955 р. на методологічному семінарі Інституту фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського Академії наук УРСР.

² А. Э й к е н, Основные начала физической химии, М.—Л., 1929.

³ Р. И. К о т ю к о в, Физическая химия, Томск, 1930.

квантові механізми до питань хімічного зв'язку привело до значного розвитку її окремих розділів і розробки спеціального математичного апарату. Те саме можна сказати і про термодинамічний метод. Отже, фізичні теорії і методи, застосовані до розв'язання хімічних проблем, перестають бути просто «розділами фізики» і стають складовою частиною хімічної теорії. Таким чином, погляд на фізичну хімію як на конгломерат фізичних теорій позбавлений підстав.

Актуальність питання про предмет фізичної хімії стає особливо очевидною при зіставленні висловлювань з цього приводу різних авторів. Більшість з них вважає завданням фізичної хімії застосування фізичних теорій і методів для вивчення хімічних явищ. З другого боку, в підручнику А. В. Раковського фізична хімія визначалась як наука про фізичні явища, нерозривно зв'язані з хімічними процесами. Ці дві точки зору не тільки не збігаються, але прямо протилежні одна одній. Якщо перше формулювання припускає, що фізична хімія використовує фізичні теорії і методи лише для більш глибокого пізнання *хімічних* явищ, які є по суті предметом її дослідження, то згідно з другою точкою зору призначення фізичної хімії полягає в пізнанні *фізичних* явищ, вивчення яких і складає її предмет.

Часто доводиться зустрічатися з думкою, що метою фізичної хімії є впровадження в хімію фізичних методів дослідження. У підручнику А. Г. Кульмана сформульоване саме це завдання. «Введення фізичної методики дослідження, фізичних вимірів у галузь хімії становить,— пише автор,— предмет фізичної хімії»¹.

Поряд з таким визначенням предмета фізичної хімії, яке явно звучує її компетенцію, зустрічаємо визначення, які приписують фізичній хімії особливі функції узагальнення всього фактичного матеріалу хімії. Так, у книзі О. І. Бродського предмет фізичної хімії визначається так: «Фізична хімія заїмається узагальненням фактичного матеріалу різних розділів хімії, об'єднанням її в загальні закономірності і дальшим розвитком таких узагальнень на основі ще більш загальних законів, які керують матерією, її рухом і, зокрема, її переходами з одних форм в інші»².

Різка відмінність цих двох останніх визначень предмета фізичної хімії цілком очевидна.

Незважаючи на велику кількість і різноманітність думок і висловлювань в питанні про предмет фізичної хімії, майже всі автори сходяться на тому, що знання, які відносяться до сфери збігу фізики та хімії, не можуть бути зосереджені в рамках однієї наукової галузі. З легкої руки Ейкена деякі розділи фізичної хімії почали виділяти в самостійну галузь знань, часто називаючи її хімічною фізикою. В СРСР існує навіть спеціальний Інститут хімічної фізики, а німецький журнал «Zeitschrift für physikalische Chemie» на протязі ряду років виходив двома розділами, які відповідали фізичній хімії та хімічній фізиці. У США видаються окремо «Жур-

¹ А. Г. Кульман, Физическая и коллоидная химия, М., 1949.

² А. И. Бродский, Физическая химия, М.—Л., 1948.

нал фізичної хімії» та «Журнал хімічної фізики». Між тим при тій плутанині, яка існує в розумінні об'єкта дослідження перехідної між фізикою та хімією області, докази на користь її «поділу» не здаються переконливими.

Нам здається, що розходження і плутанина в питанні про предмет фізичної хімії до значної міри пояснюються тим, що питання це розглядалось завжди поза зв'язком з проблемою класифікації природничих наук. Як відомо, основні положення діалектико-матеріалістичної класифікації наук були сформульовані Енгельсом ще в другій половині ХІХ ст. Вони багато в чому сприяли встановленню правильних поглядів на предмет основних наук про природу—фізику, хімію, біологію та ін. Згідно з Енгельсом, головним предметом природознавства є вивчення різних форм руху матерії. З такої точки зору окремі науки являють собою відображення різних форм руху матерії. Створена Енгельсом класифікація природничих наук є разом з тим класифікацією самих форм руху матерії. Зв'язок і послідовність окремих наук випливають з зв'язку і послідовності розвитку різних форм руху матерії, а переходи між окремими науками відповідають переходам між самими формами руху матерії. Оскільки взаємозв'язки і розвиток різних форм руху матерії мають діалектичний характер, то ці ж діалектичні закони розвитку визначають послідовність розміщення наук в класифікації Енгельса.

Питання про предмет фізичної хімії—це насамперед питання про те, які форми руху матерії є об'єктом її дослідження. Звідси випливає завдання визначити її місце в діалектико-матеріалістичній класифікації природничих наук. Це тим більш необхідно, що фізична хімія сформувалась уже після смерті Енгельса і, природно, не була включена в створену ним класифікацію.

Найважливішою особливістю фізичної хімії є те, що вона—перехідна наука. Проте, як відомо, вона є не єдиною наукою такого роду. Для сучасного природознавства характерне те, що провідне місце в ньому зайняли саме такі науки, які є перехідними між основними науками. На межі між фізикою та біологією виникла біофізика, між біологією та хімією—біохімія, між геологією, з одного боку, та фізикою і хімією, з другого, виникли геофізика та геохімія. В області зіткнення астрономії з фізикою та хімією зародились астрофізика та астрохімія. Відомі також галузі знання, які розвиваються в перехідних областях трьох наук. Такими, наприклад, є біогеофізика та біогеохімія. Перехідні науки у великій мірі визначають розвиток сучасного природознавства, і саме в них відбулись найбільш видатні події в останні десятиліття.

Б. М. Кедров, який перший приділив велику увагу методології перехідних наук, правильно відзначав¹, що всі вони повинні займати в класифікації наук особливе місце, яке відповідає їх спільним завданням, а також загальним історичним та гносеологічним причинам, що привели до їх зародження. Звідси випливає, що по-

¹ Б. М. Кедров, Энгельс и естествознание, М., 1947; «Вопросы философии», № 2, 1955, стор. 49.

винен бути єдиний підхід до питання про предмет перехідних наук. Саме в зв'язку з цією більш загальною проблемою надзвичайно важливо розглянути питання про предмет фізичної хімії.

* *

*

Перехідні науки не слід змішувати з окремими науками або науковими дисциплінами, які виникають на базі розвитку розділів чи галузей основних наук. Так, у біології виникли і розрослися в самостійні такі науки, як фізіологія, анатомія, гістологія, мікробіологія та ін. У хімії набули розвитку такі окремі дисципліни, як неорганічна, органічна і аналітична хімія, колоїдна хімія та ін. Виникнення окремих галузевих розділів у тій чи іншій науці є результатом розширення її фактичного матеріалу, ускладнення методів та прийомів дослідження. Так, методи якісного і кількісного аналізу істотно відрізняються від методів і прийомів органічної хімії: в останній панує синтез, тоді як в аналітичній хімії переважає аналіз. Проте всі ці окремі наукові дисципліни становлять частину однієї науки. Вони розглядають і вивчають ту форму руху, яку відображає дана наука. Відмінності в предметі окремих галузей основної науки навряд чи є результатом тих або інших відмінностей у відображуваних ними формах руху. Аналітична хімія, неорганічна та органічна хімія становлять *частини* хімічної науки і є ними у всіх відношеннях. Так само анатомія, фізіологія, мікробіологія являють собою частини біологічної науки.

Проте взаємозв'язки речей, предметів і явищ в оточуючому нас світі настільки складні, що жодна форма руху не проявляється в чистому вигляді і завжди так чи інакше зв'язана з іншими формами руху. Насамперед це стосується найбільш складних (розвинутих) форм руху, які *містять* в собі простіші, менш розвинуті форми.

«...Хімічна дія,—вказує Енгельс,—неможлива без зміни температури і електричного стану, а органічне життя неможливе без механічної, молекулярної, хімічної, термічної, електричної і т. д. зміни»¹. Таким чином, поряд з основними формами руху, які характеризують кожне дане явище, виступають зв'язані з ними супровідні і підпорядковані їм *побічні* форми руху. Їх вивчення стає необхідним для повного розуміння суті основної форми руху. Вивчаючи хімічний процес, ми не можемо абстрагуватися від тих фізичних факторів, які визначають його хід. Досліджуючи явища життя, ми обов'язково враховуємо ті фізичні і хімічні форми руху, які містяться в складних біологічних формах руху.

На ранній стадії розвитку науки, коли основні форми руху були вивчені ще слабо і коли вплив метафізичного способу мислення не спонукав до шукання зв'язків між явищами, не виникало необхідності в створенні спеціальних наукових галузей для дослідження побічних форм руху, які супроводять основні форми і мі-

¹ Ф. Енгельс, Діалектика природи, К., 1953, стор. 183.

стяться в них. Так було у XVIII ст., коли розвиток наук йшов по шляху штучного розчленування природи. Але бурхливий розвиток промисловості і капіталістичних відносин, що зароджувалися, вимагав від науки більш глибокого вивчення природи з метою кращого використання її багатств.

Уже на початку XIX ст. метафізичний спосіб мислення з його штучним розчленуванням природи став гальмом для дальшого розвитку природознавства. Все більше нагромаджувалось фактів, які свідчили про близькість зовсім різнорідних явищ.

Передові вчені і більш раннього часу гостро відчували шкідливість метафізичного методу для розвитку наук. Глибоке розуміння взаємозв'язку і зумовленості явищ природи виказав М. В. Ломоносов. Чітко і ясно формулював він думку про наявність глибоких зв'язків між науками в своєму «Слові про користь хімії». Створення ним першого курсу фізичної хімії було прямим результатом його стихійно-діалектичного підходу до вивчення фізики і хімії.

Проте тільки з другої половини XIX ст. з особливою силою починається стихійне проникнення діалектики в науку. В природознавстві все більше нагромаджується даних, які відносяться до «межових» галузей, до галузей зв'язку з іншими науками. На цій базі і виникають перехідні науки. Хімія перестає бути наукою про рух атомів у чистому вигляді. Вона все більше вивчає ті фізичні явища, які містяться в хімічних формах руху матерії, супроводять їх і зв'язані з ними. Біологічні науки уже не можуть в своєму розвитку ігнорувати фізичні та хімічні явища, які є підпорядкованою частиною біологічного процесу. Знання і факти, які відносяться до цих «межових» галузей, починають переростати рамки наук, які вивчають дану основну форму руху. Так виникають фізична хімія, біохімія, біофізика і т. п.

З сказаного випливає, що предметом перехідних наук є вивчення зв'язків і відношень даної основної форми руху з суміжними формами руху, які містяться в ній, супроводять її і при цьому підпорядковані їй.

З цим основним завданням неминуче пов'язане вивчення взаємопереходів і перетворень суміжних форм руху, які відбуваються весь час в природі. Ці переходи мають діалектичний характер. Вони настають внаслідок того, що досягається певний кількісний ступінь інтенсивності даної якісно визначеної форми руху. Розкрити глибоку діалектичну суть цих переходів, виявити закони виникнення більш розвинутих форм руху з простіших, нижчих є прямим завданням перехідних наук.

Таким чином, якщо основні науки є відображенням певних форм руху, то перехідні відбивають об'єктивно існуючі зв'язки між різними формами руху. Якщо кожній основній науці відповідає певний носій руху, то перехідні науки відображають взаємозв'язки різних носіїв руху. Тому було б неправильним твердити, що фізична хімія в чистому вигляді є наукою про форми атомного руху або про форми руху молекул чи інших мікрочастинок, бо вона якраз вивчає

ті випадки, коли ці види руху співіснують або взаємоперетворюються. Біохімія не є в чистому вигляді наукою про форми руху білкових тіл або про форми атомного руху. Вона вивчає саме ті «межові» явища, коли форми атомного руху проявляються в специфічних умовах руху білкових тіл та ін. Те саме можна сказати про інші випадки.

* *
*

Для методології перехідних наук істотно зрозуміти характер їх зв'язків з тими основними науками, з яких вони виникли. Цей зв'язок у всіх випадках неоднаковий. Зв'язки фізичної хімії з фізикою і хімією нерівноцінні. Так само по суті неоднакові зв'язки біохімії з хімією і біологією або біофізики з фізикою і біологією. «...Наявність..., — говорить Енгельс, — побічних форм не вичерпує суті головної форми в кожному розглядуваному випадку»¹. Характер зв'язку кожної з перехідних наук з основною визначається природою головної форми руху, вивчення якої і становить призначення даної перехідної науки.

Фізична хімія виникла на межі фізики і хімії. Однак її виникнення пов'язане з необхідністю пояснити хімічні процеси з метою їх кращого практичного використання, — саме звідси впливає необхідність детального вивчення зв'язків хімічних форм руху з фізичними. Тому фізична хімія, вивчаючи явища взаємопроникнення фізичних і хімічних форм руху матерії, є по суті наукою хімічною. Справа в тому, що хімічні форми руху являють собою більш складний, більш розвинутий вид руху матерії. Вони неминуче включають в себе, містять в собі фізичні форми руху. Останні підпорядковані основній формі руху в тому складному комплексі, який ми називаємо хімічним процесом. Тому вивчення взаємозв'язків і взаємовідносин цих форм руху неминуче виявляє *примат більш розвинутої хімічної форми руху*. Те саме відбувається при розгляді явищ перетворень і взаємопереходів цих форм руху. Фізичне явище може існувати в більш-менш чистому вигляді до якогось певного ступеня його напруженості. Проте коли кількість переходить в якість і виникає хімічний процес, фізичні форми руху виявляються підпорядкованими хімічним, хімічний характер явища виступає на перший план. Таким чином, і в цьому випадку позначається примат більш складної, більш розвинутої форми руху матерії. Саме тому *кожне явище, яке перебуває на зіткненні фізики і хімії, виявляється більш хімічним, ніж фізичним, а фізична хімія — наукою переважно хімічною*².

З цієї ж причини біохімія і біофізика є науками біологічними. Для живого організму характерні його єдність, цілісність, зла-

¹ Ф. Енгельс, Діалектика природи, стор. 183.

² Примат більш розвинутої хімічної форми руху не взятий до уваги при аналізі предмета фізичної хімії, даному в найновіших статтях, присвячених цьому питанню¹.

годженість і координованість всіх процесів, які в ньому відбуваються. Ці специфічні умови приводять до того, що хімічні форми руху в організмі є складовою і підпорядкованою частиною біологічного процесу (біологічної форми руху матерії). Тому зрозуміти до кінця біохімічний процес можна лише при врахуванні всієї специфіки живого організму. Таким чином, і в цьому випадку позначається примат більш розвинутої, основної форми руху. Біохімія, яка подібно до фізичної хімії вивчає хімічні процеси, є все ж у всіх відношеннях наукою біологічною.

Ми приходимо, таким чином, до висновку, що при визначенні предмета будь-якої перехідної науки завжди повинен враховуватися примат більш високої, більш розвинутої форми руху.

Як відомо, в останні десятиліття в фізичній хімії набули розвитку нові розділи, які раніше перебували лише в зародковому стані або зовсім не існували: вчення про будову молекул і хімічного зв'язку, фотохімія, вчення про елементарні хімічні процеси, ізотопна хімія та ін. Дехто схильний розглядати ці розділи як фізичні на відміну від старих розділів класичної фізичної хімії, які вважаються хімічними. Саме ці нові розділи звичайно і об'єднують під назвою *хімічної фізики*. При цьому не враховується той факт, що нема і не може бути таких фізичних явищ, які містять в собі хімічну форму руху як побічну, підпорядковану, внаслідок чого в межовій між фізикою і хімією області немає об'єкта дослідження для хімічної фізики — науки, яка уявляється її апологетам більш фізичною, ніж хімічною. Для обґрунтування необхідності «поділу» цієї області між фізичною хімією та хімічною фізикою часто висувається те міркування, що в нових розділах фізичної хімії використовуються інші методи дослідження. Якщо в розділах класичної фізичної хімії панує термодинамічний метод і почасти методи статистичної фізики, то в нових розділах хімічної фізики широко застосовуються також методи квантової механіки. Проте чи досить переконливе це міркування? Чи може метод дослідження визначити зміст тієї чи іншої наукової галузі та її місце в класифікації наук? Чи не правильніше гадати, що метод дослідження є вторинним фактором, який залежить від природи об'єкта дослідження, від специфіки характерних для нього форм руху?

Поява нових розділів у фізичній хімії була насамперед результатом тих визначних подій, які відбулись у фізиці за останні 50—60 років. Вони повністю змінили фізичну науку. Ще в середині минулого століття фізика була переважно наукою про форми молекулярного руху. Так її називав і Енгельс. Хоч в той час вже існували і оптика, і електродинаміка, їх значний розвиток був ще неможливий. В розділі «Діалектики природи» «Теплота», написаному близько 1881 р., Енгельс писав: «Коли ми називали фізику механікою молекулярного руху, то при цьому не випускалося з уваги, що цей вираз ні в якому разі не охоплює всієї галузі теперішньої фізики. Навпаки. Ефірні коливання, які опосередковують явища світла й променистої теплоти, звичайно, не є молекулярними рухами в те-

перішньому розумінні слова. Але їх земні дії зачіпають насамперед молекули: заломлення світла, поляризація світла і т. д. зумовлені молекулярною будовою відповідних тіл... Але коли ми настільки просунемося вперед, що зможемо дати механіку ефіру, то в неї, розуміється, ввійде і багато такого, що тепер з необхідності зараховується до фізики»¹.

Саме таке «просунення вперед» і відбулося за останні десятиліття в фізиці. Відкриття складності атомів і встановлення їх структури, поява нових мікрочастинок (електронів, позитронів, протонів, нейтронів, фотонів та ін.) викликали докорінну ломку старих уявлень у фізиці. В наш час молекула вже не є єдиним носієм тих форм руху матерії, які охоплюються сучасною фізикою; сюди ж увійшли форми руху інших мікрочастинок. Проте самий цей факт не був ще достатнім для розвитку нових розділів у фізичній хімії. Істотним було інше—те, що ті форми руху, які вивчає нова фізика, визначають до значної міри хід хімічних процесів і що, отже, повне вивчення останніх без врахування цих форм руху неможливе. Виявилось, що електрони відіграють роль в утворенні хімічних зв'язків, що їх квантовані рухи, зміщення і переходи в атомних та молекулярних системах є хоч і підпорядкованою, але дуже істотною частиною хімічної взаємодії. Квантування внутрішньомолекулярних рухів є фактором, який не можна не враховувати при аналізі хімічних властивостей. Поглинення квантів світла молекулами або атомами різко змінює їх реакційну здатність. Випромінювання фотонів супроводжує велику кількість хімічних реакцій. Потоки швидких частинок (протонів, дейтонів, електронів та ін.) викликають своєрідні хімічні реакції в речовині. Навіть зміни в складі ядер атомів, їх ізотопний склад позначаються в деяких випадках на хімічних властивостях. Таким чином, стало ясно, що повне вивчення хімічних реакцій, хімічних форм руху матерії неможливе без врахування тих явищ, що їх супроводять, в яких беруть участь електрони, протони, фотони та ін. Саме це й привело до появи нових розділів у фізичній хімії. Проте ці розділи зв'язані з фізикою не більше, ніж розділи класичної фізичної хімії, і тому не можуть називатися просто фізичними. Їх відмінність полягає лише в тому, що вони зв'язані з новими розділами фізики. Якщо розділи класичної фізичної хімії являють собою перехідну область від хімії до молекулярної фізики, то нові розділи, що розвинулись за останні 30—40 років, є перехідними між хімією і такими розділами фізики, як оптика, електрика, атомна і ядерна фізика. З цим зв'язане і проникнення в хімію методів квантової механіки.

Вивчаючи елементарні процеси, ми, в кінцевому підсумку, ставимо собі завдання детально з'ясувати механізм хімічних реакцій, тобто об'єктом дослідження для нас є хімічні форми руху. Ізотопна хімія використовує явище ізотопії для дослідження питань реакційної здатності—напрямок і механізму хімічних процесів. Ядерні

¹ Ф. Енгельс, Діалектика природи, стор. 73—74.

процеси як такі не є предметом ізотопної хімії. Це область ядерної фізики. Коли електрохімік вивчає взаємовідношення електричних та хімічних процесів, він завжди залишається хіміком (фізико-хіміком) незалежно від того, чи предметом його дослідження є електроліз (перетворення електричної енергії в хімічну), чи гальванічні елементи (перетворення хімічної енергії в електричну). В тому і в іншому випадку об'єктом його досліджень є передусім хімічні форми руху. Так само фотохімік залишається в рамках хімічних проблем незалежно від того, чи вивчає він явища хемолюмінесценції, чи хімічні реакції, що збуджуються дією фотонів. Те саме можна сказати і про «старі» розділи класичної фізичної хімії. Розчини, їх будову і властивості вивчають однаково і молекулярна фізика і фізична хімія. Проте завдання у них різні. При цьому у фізико-хіміка вивчення спрямоване на з'ясування тих особливостей структури і молекулярного руху розчинів, які відбиваються на їх хімічній поведінці, їх реакційній здатності. Не випадково, звичайно, в фізичній хімії, а не в молекулярній фізиці виникли теорія електролітичної дисоціації і сольватна теорія розчинів. Це пояснюється тим, що дисоціація і сольватація, а також комплексоутворення належать до тих рис розчинів, які особливо позначаються на хімічних властивостях.

Незалежно від того, з якими частинами або розділами фізичної хімії ми маємо справу, її завдання одні. Вони полягають у вивченні тих особливостей хімічних форм руху, які є результатом їх зв'язків з фізичними формами руху, що містяться в них, супроводять їх і при цьому їм підпорядковані. Розкриваючи ці зв'язки, фізико-хімік встановлює кількісні закономірності, що лежать в їх основі, і формулює загальні закони взаємозв'язку і взаємоперетворень фізичних і хімічних форм руху.

Серед різних взаємовідношень фізичних і хімічних форм руху фізико-хіміка цікавлять до значної міри їх взаємоперетворення і переходи, в яких з особливою яскравістю проявляються діалектичні закономірності виникнення хімічних форм руху з фізичних і навпаки. Відповідно до цього ми маємо у фізичній хімії такі розділи, як термохімія, електрохімія, фотохімія, що вивчають закономірності, властиві таким переходам. Однак предмет фізичної хімії не може бути зведений до вивчення тільки цих переходів і перетворень. Взаємопроникнення фізичних і хімічних форм руху дуже велике навіть в областях, далеких від вузлових пунктів, що відповідають стрибковидним взаємопереходам цих форм руху матерії. Ці області також є об'єктом дослідження фізико-хіміка.

Невірне те визначення предмета фізичної хімії, в якому їй приписується особливе завдання узагальнювати весь фактичний матеріал різних розділів хімії. Воно не визначає місця фізичної хімії в діалектико-матеріалістичній класифікації наук. З другого боку, воно відриває теоретичні узагальнення від того фактичного матеріалу, який узагальнюється.

Неправильне також визначення фізичної хімії як науки про фізичні методи дослідження речовини і хімічної реакції. Хибність та-

кого визначення цілком очевидна. Метод дослідження в тій або іншій галузі знання зовсім не визначає її змісту, її предмета. Фізичні методи в наш час застосовуються в найрізноманітніших галузях природознавства (наприклад, в фізіології), але це, однак, не завжди приводило до виникнення яких-небудь нових «межових» наук.

На основі викладеного вище предмет фізичної хімії може бути сформульований так:

фізична хімія являє собою перехідну науку, яка вивчає зв'язки хімічних форм руху матерії з фізичними формами руху, що містяться в них, супроводять їх і при цьому їм підпорядковані, а також установлює закони, які лежать в основі зв'язку і взаємопереходів цих форм руху матерії.

В. А. РОЙТЕР

ПРО НЕДООЦІНКУ ЗНАЧЕННЯ ЯКІСНИХ ВІДМІННОСТЕЙ В СУЧАСНІЙ ФІЗИЧНІЙ ХІМІЇ

Фізична хімія — одна з хімічних дисциплін. Але якщо інші хімічні дисципліни зосереджують увагу головним чином на специфічних, індивідуальних властивостях речовин і явищ, завданням фізичної хімії є встановлення загальних закономірностей для ряду явищ і властивостей, які розкривають взаємозв'язок між ними. Закономірності ці по можливості набувають форм математичних залежностей, в яких індивідуальні особливості речовин і явищ відображаються тільки у величинах констант.

Такий напрям у вивченні явищ природи, будучи цілком науковим і плодотворним, містить в собі разом з тим небезпеку втрати чіткого уявлення про якісні відмінності між явищами, що вивчаються, можливість недооцінки важливості цих відмінностей. І дійсно, у фізичній хімії частіше, ніж в інших хімічних дисциплінах, ми зустрічаємося з такими проявами метафізичного методу, як спроби звести складні форми руху матерії до більш елементарних, з підміною якісних відмінностей чисто кількісними тощо.

Поняття формуються в процесі суспільної практики, отже, виникнення їх є суспільний, історичний процес. Це саме відноситься і до наукових понять, виникнення яких також диктується потребами практики. Кожне з них відповідає реально існуючому предметові, явищу або групі явищ, якісно відмінних від інших предметів або явищ, що не відповідають даному поняттю.

Проте ясний, реальний зміст даного поняття далеко не завжди зберігається, коли наука береться за його вивчення. Одним із шляхів викривлення змісту поняття, який часто зустрічається, є такий: поняттю дається формальне, неповне визначення, яке не відображає суті явища, що відповідає даному поняттю. Через це втрачається чіткість меж поняття, і воно формально охоплює всупереч своєму первинному змісту зовсім різні явища. Так, наприклад, трапилось з поняттям «каталіз» після обробки його Оствальдом. Одно з його визначень говорить: «Каталізатор — така речовина, яка, не входячи в остаточний продукт хімічної реакції, змінює її швидкість»¹. Не-

¹ W. Ostwald, Physik. Z., т. 3, 1902, стор. 313.

зважаючи на деякі позитивні сторони цього визначення порівняно з попереднім, даним Берцеліусом, воно має ряд принципіальних недоліків. Воно, по-перше, суцього формальне. Оствальд не вважав за потрібне у визначенні поняття розкривати природу, механізм явищ.

Послідовник Маха, засновник так званої енергетичної школи, Оствальд твердив, що в науці можна оперувати тільки тим, що дається в наших відчуттях, що може бути безпосередньо вимірне. Все інше він вважав непотрібними гіпотезами, які не можуть бути доведені. Саме з цих позицій Оствальд і надав визначенню того формального, феноменологічного характеру, який зберігся повністю і в сучасних визначеннях каталізу. Сталість, незмінність його протягом понад півстоліття, які часто розглядаються як його позитивна риса, в дійсності вказують лише на його бідність і беззмістовність. Істинно наукове визначення не може застигнути, воно повинно розвиватись разом з розвитком наших знань про природу явищ, охоплюваних даним поняттям.

По-друге, визначення Оствальда надто широке. Якщо йти за ним, то в коло явищ, що охоплюються поняттям каталізу, довелось б включити дуже багато найрізноманітніших явищ: власне каталіз, дію інертної насадки, що збільшує поверхню зіткнення фаз в реакційному апараті, дію розчинників, так званий негативний каталіз, дію отрути і багато іншого¹.

Другий шлях викривлення поняття більш складний. Вивчивши суть явища, відшукавши його зв'язки з іншими явищами, що відповідають іншим поняттям, — саме в цьому полягає завдання науки, — забувають про існування якісної відмінності між ними і роблять спробу звести одне поняття до іншого, підмінити одне поняття іншим.

Подібна метаморфоза відбулась, наприклад, з поняттям «розчин» — одним з найдавніших наукових понять. З незапам'ятних часів люди спостерігали зникнення солей у воді і виділення їх знову при випаровуванні води. Формування поняття «розчин» було найтісніше пов'язане з явищем розчинення, з поняттям про розчинні і нерозчинні тіла, з шуканням розчинників.

Сучасна ж фізична хімія, встановивши спільність ряду кількісних закономірностей для деяких властивостей розчинів і газових сумішей, ототожнила поняття «розчин» з поняттям «гомогенна суміш», залишивши в тіні найважливіші специфічні ознаки поняття «розчин», що якісно відрізняють його від газових сумішей, хоч останні також охоплюються поняттям «гомогенна суміш».

Для ілюстрації наведемо визначення поняття «розчин» у найбільш поширених вітчизняних підручниках фізичної хімії.

«Якщо розпорошеність однієї речовини в іншій доходить до молекул або іонів, розміри яких того ж порядку, що й молекули другого або других речовин, то ми одержуємо істинний розчин»².

«Розчинами називаються такі системи, в яких одна речовина рів-

¹ Докладніше про це див. «Український хімічний журнал», т. 19, 1953, стор. 119.

² А. В. Раковскій, Курс физической химии, М., 1939, стор. 232.

номірно розподілена в середовищі іншої або інших речовин. В загальному випадку цей термін може відноситися до будь-якого агрегатного стану системи. Сюди входять суміші газів, і рідкі розчини, і тверді тіла, тверді розчини або змішані кристали»¹.

Більш розгорнуте визначення дається в підручнику О. І. Бродського. Тут значне місце приділяється питанню про хімічну взаємодію молекул розчиненої речовини з розчинником. Але й Бродський не вважає, очевидно, що обставину істотною, якісною ознакою розчинів, бо подібно до інших авторів відносить до розчинів і газові суміші: «Розчини можуть бути в усіх трьох агрегатних станах. Найпростіший їх тип — це газові суміші»².

Між тим наявність або відсутність хімічної взаємодії між частинками є істотною ознакою, яка відрізняє розчини від простої гомогенної суміші, наприклад суміші газів при невисоких тисках. І хоча розчини дійсно можуть існувати у всіх трьох агрегатних станах (газові суміші при високих тисках проявляють часто характерні особливості розчинів), ототожнювати розчин з будь-якою гомогенною сумішшю не можна. Змішування понять до значної міри є причиною становища, що створилось в теорії розчинів, при якому такі практично важливі сторони явища, як відмінність розчинності, насичення розчинів та інші питання, безпосередньо зв'язані з механізмом розчинення, майже не одержали теоретичного висвітлення.

З прикладами метафізичного «зведення» понять ми зустрічаємось також і в галузі теорії хімічного зв'язку. В недалекому минулому спостерігались спроби звести природу хімічного зв'язку до чисто електростатичної взаємодії. Цієї помилки не уник, наприклад, і Л. В. Писаржевський, який так багато зробив для перебудови хімії на базі вчення про будову атомів.

У вступі до «Неорганічної хімії» Л. В. Писаржевського і М. А. Розенберга читаємо: «У світлі сучасних поглядів хімічні процеси слід розглядати як явища електричні. Таємнича сила хімічної спорідненості зводиться до притягань між протилежними електричними зарядами. Хімія стає одним з розділів учення про електрику...»³.

Пізніше спостерігаються спроби розглядати хімічний зв'язок як чисто квантомеханічну взаємодію. Одним з прикладів такого зведення хімії до квантової механіки є теорія резонансу, як це було показано Б. М. Кедровим в статті «Проти «фізичного» ідеалізму в хімічній науці»⁴.

Можна було б навести багато подібних прикладів, бо цей шлях викривлення понять є типовою причиною метафізичних ухилів у фізичній хімії. Слід додати, що і в цих випадках помилкам часто сприя-

¹ В. А. Киреев, Курс физической химии, М.—Л., 1951, стор. 308.

² А. И. Бродский, Физическая химия, II, М.—Л., 1948, стор. 498.

³ Л. В. Писаржевский и М. А. Розенберг, Неорганическая химия, стор. 7, «Кокс и химия», Х.—К., 1933. Слід, правда, гадати, що цей тезис, який має явно механістичний характер, потрапив у вступ до видання 1933 р. автоматично з попередніх видань, бо в самому тексті даного видання суть хімічних процесів розглядається значно глибше.

⁴ Зб. «Философские вопросы современной физики», М., 1952, стор. 539.

ють нечіткість у визначенні понять, недостатня пильність у відборі існуючих для даного поняття ознак. Причиною ж останнього є недооцінка фізико-хіміками значення якісних відмінностей.

Та сама причина до значної міри зумовлює недостатню плодотворність ряду фізико-хімічних теорій і концепцій і відрив теорії від практики, який часто має місце. Навряд чи треба доводити необхідність насамперед тлумачити ті сторони явища, які відносяться до основних, істотних ознак поняття, відрізняють його від інших понять. Звичайно, у даного поняття є багато інших важливих ознак, спільних з подібними поняттями. Всебічне вивчення цих ознак також входить у завдання теорії даного явища. Але теорія, яка залишає в стороні розгляд істотних ознак, що відрізняють дане явище від інших, не може називатись теорією цього явища насамперед тому, що вона не може задовольнити найважливіші запити практики. Адже оскільки поняття виникає з потреб практики, остільки, очевидно, саме істотні ознаки, що відрізняють це поняття від інших, і являють собою найбільший інтерес для практики. Тому відхід теорії від розгляду якісних особливостей явища, обмеження уваги лише шуканням спільних для різних явищ рис і закономірностей тягнуть за собою відрив від багатьох найважливіших завдань практики.

На жаль, у фізичній хімії ці міркування часто не враховуються. Для ілюстрації наведемо приклади з найбільш близької нам галузі—теорії каталізу.

Якщо з кола явищ, охоплених оствальдівським визначенням каталізу, виключити явища так званого фізичного каталізу, негативного каталізу, отруєння тощо і виділити явища каталізу у власному розумінні цього слова, то всі сучасні дослідники зійдуться на тому, що каталіз — хімічне явище, тобто він зумовлюється тими ж силами, відноситься до тієї ж форми руху матерії, що й будь-які хімічні процеси. І все ж явища каталізу безумовно якісно відрізняються від звичайного хімічного процесу, являють собою особливу форму хімічного перетворення.

Особливістю каталітичних процесів, що відрізняє їх від звичайних хімічних перетворень, є така форма хімічної взаємодії каталізатору та реагентів, при якій каталізатор не входить до складу продуктів реакції. Саме в механізмі, який визначає можливість такої форми перетворення, у з'ясуванні умов, при яких хімічна взаємодія між кількома речовинами залишає хімічно незмінною одну з них, незважаючи на її участь у реакції, слід шукати ключ до розв'язання основних проблем каталізу, зокрема проблеми раціонального підбору каталізаторів. При цьому основні, найзагальніші рішення цього питання повинні однаково охопити всі випадки каталізу, як гетерогенного, так і гомогенного. При детальнішому вивченні питання, безумовно, виявилось б, що існує ряд різних шляхів взаємодії каталізатору з реагентом, різних форм участі його в активних комплексах, і це повинно було б послужити базою для природної класифікації каталітичних реакцій¹.

¹ «Украинский химический журнал», т. 21, 1955, стор. 143.

Між тим, у численних сучасних теоріях каталізу ми не зустрічаємо подібного аналізу. Питання причини каталітичного прискорення якщо і ставиться, то звичайно щодо окремих випадків каталізу, і «надбудови», які характеризують цей окремий випадок, затемнюють основне питання. При зіставленні теорій можна переконатися в справедливості зробленого вище висновку: чим далі теорія каталізу відходить від розгляду принципіальних якісних відмінностей каталітичних реакцій від звичайних хімічних, тим менші її можливості передбачати в основному питанні каталізу — підборі каталізаторів, тим менша її популярність.

Так, найстаріша теорія каталізу — теорія проміжних сполучень дає загальну схему хімічних взаємовідношень каталізатору з реагентами, і, незважаючи на те, що ця схема є лише дуже грубим наближенням, вона досі в якійсь мірі допомагає при підборі каталізаторів і тому і зараз ще досить популярна.

Протилежне положення займає теорія активних ансамблів, запропонована М. І. Кобозевим у 1939 р., яка з того часу розробляється ним та його учнями в Московському державному університеті. За минулі 17 років було опубліковано кілька десятків праць, які доводили справедливість основних положень теорії — існування на поверхні каталізаторів аморфної фази у вигляді груп атомів, ансамблів, які є носіями каталітичної активності, і вирішального впливу на активність цих ансамблів кількості атомів у них. Автори цієї теорії широко пропагували її в пресі, на конференціях і дискусіях. І все ж ця теорія, незважаючи на її оригінальність і дотепні докази, не одержала широкого визнання. Головною причиною цього, на нашу думку, є її безплідність у практичних висновках.

Причину становища, в яке потрапила теорія активних ансамблів, легко зрозуміти, якщо порівняти з вимогами до теорії каталізу, викладеними вище, основне вихідне положення теорії Кобозева, сформульоване ним з граничною чіткістю в першій фразі його недавно опублікованої великої узагальнюючої статті: «З усіх різноманітних і складних завдань у галузі каталізу центральним теоретичним питанням є встановлення фізичної природи активних центрів»¹.

Тут відбулась підміна основної, істотної ознаки каталізу друго-рядною, хоч, можливо, і важливою для певного обмеженого кола каталітичних процесів. Автора не спиняють ті елементарні міркування, що питання про природу активних центрів може мати якесь значення лише для гетерогенного каталізу і втрачає всякий сенс для гомогенного, що і в теорії гетерогенного каталізу не розв'язане поки що більш загальне питання: чи завжди необхідна для каталізу наявність якихось особливих активних центрів, бо в ряді випадків доведена участь в реакції будь-якої точки поверхні кристалічного каталізатору; автора не бентежить також та обставина, що питання про природу активної поверхні не специфічне для каталізу, бо особливо активні ділянки поверхні повинні не меншою мірою позначатися і на проходженні звичайних хімічних гетерогенних реакцій. Захопив-

¹ «Успехи химии», т. 25, 1956, стор. 545.

шись розв'язанням другорядного для розуміння суті каталізу питання, автор зовсім відійшов від з'ясування механізму взаємодії реагентів і каталізатору, залишив осторонь головну проблему, що й проявилось незабаром у відриві його теорії від практики. Теорія активних ансамблів не може тому претендувати на значення теорії каталізу — це лише одна з теорій активних центрів, поняття про які є окремим і неспецифічним для каталізу, хоч, на думку більшості дослідників, і дуже важливим для розуміння деяких сторін гетерогенного каталізу.

Історія виникнення і розвитку теорії активних ансамблів може служити наглядною ілюстрацією необхідності старанного аналізу якісних особливостей явища, теорія якого створюється, для правильного відбору основних положень.

Треба сказати, що розглянутий приклад є крайнім випадком недооцінки якісних особливостей явища. Інші сучасні теорії каталізу — мультиплетна, електронно-хімічна, предсорбційна та ін. — в більшій або меншій мірі займаються питанням механізму каталітичної взаємодії, будовою і властивостями активних комплексів з участю каталізаторів.

Все ж і в цих теоріях відсутнє чітке виділення загальних рис каталізу, що характеризують його якісну відмінність від інших явищ. Ця нечіткість позначається насамперед на невизначеності меж застосування тієї чи іншої теорії. Будучи, безумовно, теоріями окремих типів каталізу, деякі з них мають тенденцію необгрунтовано поширювати сферу своєї застосовності за межі даного типу¹. Така нечіткість негативно позначається також на спробах побудувати наукову класифікацію каталітичних явищ.

Наведених прикладів, нам здається, досить, щоб довести необхідність приділяти більше уваги якісним відмінностям між явищами, які вивчаються фізичною хімією. Нехтування якісними відмінностями приводить до збіднення теорії і відриву її від практики. У зв'язку з цим одним з важливих завдань фізичної хімії є старанний перегляд і уточнення найважливіших понять, які входять у коло її компетенції, усунення з них елементів механіцизму та приведення їх у відповідність з сучасним рівнем науки.

¹ «Журнал физической химии», т. 29, 1955, стор. 1349.

Я. М. САВЕНКО

ДО ПИТАННЯ ПРО ЗОВНІШНІ ТА ВНУТРІШНІ СУПЕРЕЧНОСТІ В РОЗВИТКУ ЖИВОЇ ПРИРОДИ

Діалектичний матеріалізм вчить розглядати суперечності як джерело руху та розвитку. В. І. Ленін у своїх класичних працях глибоко і всебічно розробив учення про зовнішні та внутрішні суперечності, показав вирішальне, провідне значення внутрішніх суперечностей у розвитку явищ матеріального світу. Без суперечностей немає і не може бути розвитку як органічної і неорганічної природи, так і суспільної діяльності людей.

Органічна природа, так само як і людське суспільство, належить до тієї галузі матеріального світу, в якій суперечності проявляються в найбільш гострій формі. Швидкий темп і поступальний характер еволюції органічної живої природи свідчать не тільки про наявність в ній гострих і складних суперечностей, а й про великі можливості їх подолання шляхом розвитку організмів.

Завдання цієї статті — висвітлити в загальних рисах характер і значення внутрішніх суперечностей як фактора розвитку живих тіл. У статті розглядаються зовнішні і внутрішні суперечності розвитку всієї органічної природи. Проте, з ряду причин, автор посилається на фактичний матеріал, взятий переважно з рослинного світу.

* *
*

Суперечності в явищах матеріального світу виступають у багатьох формах. Марксистська філософія вчить виділяти у кожному конкретному явищі з багатьох суперечливих сторін основну, або головну сторону. Головна сторона суперечностей, за визначенням Мао Цзе-дуна, та, «яка відіграє в суперечностях провідну роль. Характер речей і явищ в основному визначається головною стороною суперечності, яка займає домінуюче положення»¹.

Розглядаючи суперечливий характер явищ органічної природи, Енгельс писав: «Коли вже просте механічне переміщення містить у

¹ Ма о Ц з е - д у н, Избранные произведения, т. 2, М., 1953, стор. 444.

собі суперечність, то тим більше містять її вищі форми руху матерії, а особливо органічне життя та його розвиток... Отже, життя є також існуюча в самих речах та процесах суперечність, яка безперестанно сама себе породжує і розв'язує себе, і як тільки ця суперечність припиняється, припиняється і життя, настає смерть»¹.

Енгельс показує, що головна, провідна суперечність життя організмів виступає у взаємодії асиміляції і дисиміляції. Цей найбільш загальний закономірний процес обміну речовин є основою життєдіяльності організмів.

Різноманітність форм прояву життєдіяльності організмів свідчить про наявність у них різних способів, напрямів подолання тих суперечностей, які безперервно виникають в процесі обміну речовин. В цій статті ми розглянемо тільки ті суперечності в обміні речовин, які, переборюючись поступальним розвитком органічних тіл, визначають темп і напрям їх руху від простого до складного, від нижчого до вищого.

Розглядаючи суперечності в живій природі, видатний радянський учений В. Р. Вільямс виразив деякі з них у сформульованому ним біологічному законі.

За цим законом, жодна біологічна однорідна група істот не може використати як засіб до життя продукти своєї життєдіяльності, екскременти, а також деякі складні продукти синтезу. «Існує,— писав Вільямс,— досить виражений біологічний закон, за яким жодна біологічна група не може використовувати у вигляді їжі або джерела енергії свої екскременти, або виділення. Таке використання можливе тільки біологічною групою діаметрально протилежного типу»².

Цей біологічний закон є не чим іншим, як однією з форм прояву більш загальної діалектичної закономірності природи. Ця закономірність, як вказує Енгельс, полягає в тому, що взаємодіючі протилежності, будучи в певних умовах доведені до крайності, переходять одна в одну. В процесі цього взаємопереходу між протилежностями тимчасово виникає певний збіг, тотожність або уподібнення взаємодіючих сторін. Внаслідок уподібнення взаємодіючих протилежностей притягання між ними змінюється відштовхуванням. Взаємовідштовхування відбувається як в просторі (переміщення), так і в часі (зміна якості у вигляді розвитку або регресу).

Розглянута нами діалектична закономірність взаємопереходу протилежностей проявляється і в обміні речовин живих тіл, але в особливій, властивій тільки їм, специфічній формі. Ця специфічність взаємодії протилежностей живого з неживим проявляється насамперед у тому, що уподібнення живим тілом неживого проходить в асиміляції і у впливі на нього продуктами дисиміляції.

Як відомо, в процесі асиміляції живе тіло, вживаючи їжу, уподібнює її собі. Наприклад, зелена рослина, як органічне тіло, з мінеральної поживи й води утворює за допомогою світла складні органічні речовини—асимілянти, які, будучи отруйними, негайно нейтралі-

¹ Ф. Енгельс, Анти-Дюрінг, К., 1953, стор. 103.

² В. Р. Вільямс, Почвоєдіння. Земледілля з основами почвоєдіння, М., 1949, стор. 314.

зуються або викидаються з асимілюючих органів. Без усунення цієї суперечливості життєдіяльність асимілюючої сторони відмирає. Але отруйні продукти життєдіяльності асимілюючих процесів стають умовою існування діаметрально протилежних — дисимілюючих процесів, які проходять в тому або іншому організмі.

В свою чергу, продукти дисиміляції, в тому числі різні ензими, діючи на тіла неживої природи, роблять їх придатними до засвоєння протилежними, тобто асимілюючими органами живого тіла. Встановлено, наприклад, що не тільки організм тварини виділяє при дисиміляції різні травні ферменти для хімічної переробки поживних речовин,— корені рослин також впливають на речовини ґрунту. Виділяючи в ґрунті вугільну кислоту та інші органічні кислотні сполуки, корені рослин змінюють фізичні і хімічні властивості ґрунту, вони можуть розкладати мінеральні та органічні сполуки, перетворювати їх в розчин і тим самим сприяти засвоюванню поживи рослинами.

Таким чином, в самому обміні речовин, в асиміляції і дисиміляції безперервно виникають і переборюються внутрішні суперечності. Суть їх полягає в тому, що організм асимілюючою або дисимілюючою перетворює засоби існування в несприятливі для даної сторони, але сприятливі для протилежної. Оскільки рівновага між асимілюючою і дисимілюючою в обміні речовин безперервно порушується, в організмі завжди виникають внутрішні суперечності. Це безперервне виникнення і подолання суперечностей в окремому організмі всебічно розкривається у всій живій природі як в єдиній складній системі взаємодій біологічних протилежностей.

Всі живі істоти на земній кулі за способом харчування поділяються на дві діаметрально протилежні біологічні групи — автотрофні і гетеротрофні. Основна група автотрофних істот — зелені рослини — створюють і концентрують з мінеральних речовин за допомогою світла органічну речовину, збільшуючи тим самим потенціальну енергію всієї біологічної системи. Гетеротрофні ж, навпаки, мінералізуючи органічну речовину, своєю життєдіяльністю знижують потенціал вільної енергії даної системи.

Велику роль у створенні органічних речовин відіграють вищі зелені рослини, а в мінералізації органічної речовини — мікроорганізми, що знаходяться в ґрунті. «Ці два процеси, — підкреслював В. Р. Вільямс, — нерозривно зв'язані, складають у сукупності малий біологічний кругообіг зольної і азотної поживи рослин»¹. Дальші дослідження радянських учених повністю підтвердили це положення Вільямса.

У біосфері автотрофні і гетеротрофні організми, здійснюючи біологічний кругообіг речовин, взаємодіють стихійно з дуже складними суперечностями. Дві протилежні за напрямом життєдіяльності групи (одна створює органічну речовину, а друга руйнує її) живуть і розвиваються відносно самостійно і виконують свої функції в біологічному кругообігу не повністю, не відповідно до потреб протилежної групи істот.

¹ В. Р. Вільямс, Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения, стор. 60.

Більше того, процес мінералізації на різних ступенях розкладу органічних речовин здійснюється різними видами тварин і мікроорганізмів з різними фізіологічними особливостями, і речовини, які виділяє один вид, можуть пригнічувати життєдіяльність іншого виду організмів тощо. Так в самому біологічному кругообігу, у взаємодії різних видів тварин і рослин виникають різноманітні гострі внутрішні суперечності обміну речовин.

Як приклад розглянемо наслідки дослідження Вільямсом лісового угруповання вищих і нижчих рослин.

Вільямс прийшов до висновку, що лісова деревна рослинна формація утворюється з двох протилежностей, а саме: з одного боку, з лісових дерев'янистих зелених рослин, що утворюють органічні речовини, і з другого — з грибів, актіноміцет і анаеробних бактерій, які розкладають органічну речовину.

Внаслідок життєдіяльності грибів лісового угруповання в ґрунті нагромаджується кренова кислота, яку не можна знищити або нейтралізувати і яка пригнічує життєдіяльність грибів, переважно плісенних. Гриби самі не можуть звільнитися від отруювання їх креновою кислотою. На допомогу могли б прийти бактерії, які розкладають кренову кислоту, але вони не можуть існувати в лісовому ґрунті через присутність в ньому дубильних речовин, що знаходяться в залишках дерев'янистих рослин.

На допомогу грибам приходить зовнішнє неорганічне середовище—геологічний кругообіг води, при якому велика кількість вологи випаровується, випадає у вигляді опадів на сушу, промиває ґрунт і уносить з собою розчинені речовини.

І дійсно, вилугування кренової кислоти текучою водою до деякої міри освіжає середовище грибів і тим самим забезпечує процес дальшого розкладання ними залишків дерев'янистих рослин. Але кренова кислота, унесена водою в нижні шари ґрунту, негативно діє на материнську породу, розчиняє в ній речовини, руйнує глинисту її частину і тим самим сприяє процесам, зв'язаним з руйнуванням структури тощо.

Прикладом внутрішніх суперечностей, подібних до розглянутих вище, але таких, що виникають у масштабі всієї біосфери (область поширення життя на Землі), можуть служити ті суперечності, які з'являються в газообміні живих тіл через атмосферу.

Атмосфера — це суміш азоту, кисню, вуглекислоти, неону, криптону, ксенону та інших елементів. В цій суміші, крім вуглекислоти і кисню, всі елементи являють собою хімічно інертні гази, з яких на особливу увагу заслуговує дуже важливий для життя газ азот.

Без білка немає життя. Азот є обов'язковою складовою частиною білка. За сучасними уявленнями (В. І. Вернадський), основна маса азоту і кисню атмосфери утворена життєдіяльністю організмів. В умовах земної атмосфери два атоми азоту, з'єднуючись, утворюють дуже міцну, хімічно інертну молекулу атмосферного азоту. Зворотнє перетворення цього нейтрального для життєдіяльності організмів атмосферного азоту в активну форму дуже затруднене.

Виходить, що живі істоти утворили величезні запаси атмосферо-

го азоту і не можуть його використати через його винятково високу хімічну інертність. Ця внутрішня суперечність живої природи поступово загострюється, тому що запаси азоту в сполуках ґрунту невеликі, до того ж вони виснажуються безперервним переходом зв'язаного азоту в нейтральну молекулярну форму атмосфери.

Перетворення нейтрального азоту атмосфери в активну форму здійснюється двома шляхами. По-перше, електричні розряди і фотохімічні процеси окислюють атмосферний азот, який розчиняється у воді й вноситься нею в ґрунт. По-друге, атмосферний азот залучається у біогенний кругообіг бактеріями — азотозбирачами. І оскільки цей, другий шлях залучення атмосферного азоту в біогенні процеси переважає над першим, то виходить, що суперечності у розвитку живої природи (азотний голод) викликаються і усуваються в основному життєдіяльністю самих організмів.

Не менш істотні і гострі внутрішні суперечності в розвитку живої природи спостерігаються в обміні вуглекислоти і кисню між зеленими рослинами і тваринами. Встановлено, що близько 95% свого тіла зелені рослини будують за рахунок води і вуглекислоти, взятої з атмосфери. Тому запаси вуглекислоти, що знаходиться в атмосфері, швидко зменшуються.

Ще видатний дослідник явищ фотосинтезу К. А. Тімірязев звертає увагу на гостроту тих суперечностей у газообміні, які створюються життєдіяльністю зелених рослин. «Якби можна було виділити стовб атмосфери над полем пшениці,—писав К. А. Тімірязев,—то кількості вуглекислоти, що міститься в ньому, вистачило б на чотири з половиною роки, для клевера вистачило б її приблизно тільки на два. З цього видно, як швидко повинна відновлятися вуглекислота в атмосфері»¹.

Запаси вуглекислоти в атмосфері частково поповнюються при виверженнях вулканів, згоранні палива тощо. Але основна маса вуглекислоти повертається в атмосферу біологічним шляхом, а саме: внаслідок дихання організмів, бродіння та гниття органічних речовин.

Таким чином, як зменшення вуглекислоти в атмосфері, так і відновлення її відбувається у суперечливій формі, в процесі біологічного кругообігу речовин. І наскільки ці суперечності ґрунтуються на нестійкій рівновазі, видно з того, що кількість вуглекислоти в атмосфері тепер (0,03%) є мінімальною. Дальше зменшення її порушить нормальну життєдіяльність зелених рослин. Разом з тим, збільшення вуглекислоти в повітрі до 0,5% стане згубним для тваринного світу.

Отже, як бачимо, внутрішні суперечності живих тіл (суперечності, що виникають в результаті життєдіяльності самих організмів) переборюються переважно у взаємодії між ними, коли одна біологічна група істот усуває суперечності, викликані життєдіяльністю іншої. Існують також інші форми подолання внутрішніх суперечностей, а саме поновлення умов існування внаслідок переміщення

¹ К. А. Т і м і р я з е в, Избранные сочинения в 4-х томах, т. 1, М., 1948, стор. 126.

організмів або освіження середовища зовнішніми геологічними факторами, як-от кругообіг води тощо.

Виникає питання, що являє собою та форма подолання внутрішніх суперечностей, яка має місце тоді, коли названі способи є недостатніми або й зовсім непридатними. Спробуємо висвітлити особливості цієї, на нашу думку, найбільш важливої для розвитку живої природи, форми подолання внутрішніх суперечностей.

Завдяки рухові повітряних мас безперервно усуваються надлишкові місцеві нагромадження вуглекислоти або кисню, і тому вони розподіляються в атмосфері в основному рівномірно. В атмосфері, як правило, не трапляється того, що нерідко буває в ґрунті і невеликих водоймах,—надмірного нагромадження одних і нестачі інших поживних речовин або продуктів життєдіяльності. Повітряні маси завжди рухаються і звичайно в достатній мірі поновлюють середовище. Але змінити хімічний склад всієї атмосфери організми, які населяють земну поверхню, швидко не можуть.

Проте, хоч зміни в атмосфері (внаслідок життєдіяльності організмів) проходять повільніше, ніж у невеликих водоймах та ґрунті, вони викликають такі суперечності в життєдіяльності всього угруповання автотрофних і гетеротрофних організмів, яких не можна усунути прискоренням руху засобів життя або переміщенням самих організмів в інші місцевості.

При зміні якісного і кількісного складу атмосфери життя на земній кулі може зберігатися тільки при одній умові—якщо організми розвиватимуться відповідно до вимог нового, ними ж створеного повітряного середовища.

Радянські вчені, досліджуючи проблеми виникнення життя, висловили припущення, що первісні організми були гетеротрофні й живились органічними речовинами. Запаси цих органічних речовин при виникненні життя були, очевидно, невеликі. А тому в міру їх виснаження неминуче виникали внутрішні суперечності, які не можна було подолати ні за допомогою відсутньої протилежної біологічної групи (автотрофних організмів), ні за допомогою припливу органічних речовин з неживої природи або переміщення гетеротрофних організмів на поверхні земної кулі. Подолання їх могло відбутися тільки одним шляхом, а саме шляхом переходу більшості гетеротрофних організмів до автотрофного харчування.

Так гетеротрофні організми, еволюціонуючи невідомими ще науці перехідними етапами, прийшли до самозаперечення—до виникнення рослинного світу. Заперечення заперечення сталося на дальшому етапі еволюції органічної природи і виразилось у повторному розквіті життєдіяльності гетеротрофних організмів. Гадають, що це відбувалося так.

Сотні мільйонів років тому волога, бідна на кисень, але багата на вуглекислоту земна атмосфера була несприятливою для аеробних організмів і дуже сприятливою для зелених рослин. Земля була вкрита багатою зеленою рослинністю, яка кінець кінцем перетворила повітряне середовище з сприятливого для себе в менш сприятливе.

Зменшення вмісту вуглекислоти в атмосфері й збільшення вмісту

кисню, поряд з іншими змінами (нагромадження органічних залишків тощо), зумовили швидкий розвиток на суші гетеротрофних організмів. Рівновага хімічного складу атмосфери встановилася вже на основі нових біологічних протилежностей.

Ці внутрішні фактори саморозвитку в живій природі, звичайно, мають місце і при обміні речовин організмів через гідросферу і ґрунт, але характер їх тим більш суперечливий і малодосліджений.

Розглянуті вище природничо-наукові дані показують, що внутрішні суперечності в обміні речовин організмів викликаються й переборюються насамперед самою живою природою. Ці внутрішні суперечності є суперечності між живими тілами, з одного боку, і результатом їх життєдіяльності, з другого. Отже, фактори розвитку живої природи виникають насамперед в ній самій.

У дискусії з питання про суперечності, яка проходить на сторінках журналу «Вопросы философии», деякі автори ставлять питання: що є джерелом саморозвитку матеріального світу — суперечності чи їх переборювання? На нашу думку, праві ті, хто вважає, що виникнення і переборювання суперечностей у розвитку невід'ємні одне від одного. Створення і переборювання власними зусиллями суперечностей — це і є саморозвиток. Загасання суперечностей (рівновага, спокій), так само як нездатність до їх подолання, в однаковій мірі гальмують розвиток.

Діалектичний матеріалізм учить, що у створенні та розв'язанні суперечностей одночасно беруть участь як внутрішні, так і зовнішні фактори. Проте головну роль у поступальному розвитку природи і суспільства відіграють внутрішні суперечності та власні можливості їх переборювання. В. І. Ленін, визначаючи елементи діалектики, вказував на те, що головне у розвитку речі — «її власний рух, її власне життя»¹. Розкрити ці конкретні джерела поступального руху — одне з головних завдань науки.

Радянські біологи, керуючись діалектичним матеріалізмом, розглядають зовнішні й внутрішні суперечності у нерозривній єдності. Але питання, що саме слід розуміти під внутрішнім і зовнішнім у живій природі, ще недостатньо розроблене. Як приклад наведемо думку Т. Д. Лисенка з цього питання. «Мічурінська біологія, — пише Лисенко, — показує, що провідним, визначаючим розвиток, багатоманітність органічного світу, перетворення одних видів в інші — були, є і будуть умови зовнішнього середовища. Разом з тим з певною ясністю встановлено, що в індивідуальному розвитку організмів активною, визначаючою є природа організму, його спадковість»².

Як бачимо, під внутрішнім у живій природі Лисенко розуміє тільки те, що притаманне самому організму (спадковість тощо), під зовнішнім — процеси і тіла поза організмом. Перш ніж розбирати наведену точку зору Лисенка, розглянемо значення для еволюції життя зовнішніх факторів неорганічного середовища.

¹ В. І. Ленін, Філософские тетради, М., 1947, стор. 192.

² Т. Д. Лысенко, За дальнейшее развитие мичуринского учения, «Агробиология», 1955, № 4, стор. 5.

Серед ботаніків панує думка, що вищі рослини виникли в процесі пристосування водяних рослин до умов життя на суші. У минулі геологічні епохи тепла і насичена харчовими речовинами вода океанів була сприятливим середовищем для життя нижчих рослин. Обмін речовин між автотрофними і гетеротрофними організмами, так само як і процес запліднення всередині одного виду, здійснювався в той час через водне середовище. І оскільки у воді живе тіло вбирало їжу всією поверхнею, то дрібні або з розчленованим тілом організми мали в цьому відношенні перевагу над великими, нерозчленованими. Ось чому можна припускати, що роздріблення шляхом розмноження, а не ріст компактної маси живого тіла було головним засобом подолання суперечностей обміну речовин у великих водоймах археозойської та протерозойської ер.

Великі водні басейни, подібно до атмосфери, не швидко змінювались під впливом живих тіл. Тому внутрішні суперечності, що виникають внаслідок нагромадження результатів життєдіяльності організмів, визрівали там повільно. В таких умовах розпилення живої матерії, розмноження організмів повинно переважати над їх поступальним розвитком.

Результати життєдіяльності рослинних і тваринних організмів могли швидко нагромаджуватися і надовго зберігатися тільки у закритих і невеликих водоймах. В затоках, озерах, лагунах, що час від часу пересихали, швидко утворювалось внутрішнє середовище (нагромадження продуктів життєдіяльності, виснаження засобів існування, зіткнення й асоціація живих тіл між собою тощо), в якому нове покоління змушене було пристосовуватися не стільки до зовнішнього неорганічного середовища, скільки до умов, що склалися в результаті життєдіяльності минулих поколінь. Цілоком логічно вважати, що саме такі, переважно внутрішні, умови життя і примусили організми частково або повністю переселитися на сушу.

Особливо складним і суперечливим був, очевидно, перехід на сушу рослин. Рослини, які не мають пристосувань до пересування по суші, попадають у відносно незмінні ґрунтові умови. Ґрунтоутворювальний процес порівняно з процесами, які відбуваються у воді, або газообміном через атмосферу, як уже відмічалось, більш суперечливий. Не всякий поверхневий шар суходолу може забезпечити одночасно приплив до коренів рослин свіжого повітря атмосфери і води з розчиненими в ній харчовими речовинами. Ці особливості властиві тільки ґрунту, і їх повинні були утворювати самі організми.

Поступовий перехід нижчих рослин на сушу примушує їх брати на себе ті функції, які виконувало раніше рухливе водне середовище, насичене мінеральними речовинами і киснем повітря. Суперечності, що виникли на суші (недостача вологи, їжі, нагромадження продуктів життєдіяльності), вимагали не розпилення живої речовини у розмноженні, а її росту, розвитку й асоціації в більш складні угруповання організмів. Збільшуючись, рослини поступово диференціювалися на листя, корені й стебло.

Ці нові організми спеціалізуються, з одного боку, на вбиранні води і мінеральних речовин з ґрунту, з другого — на газообміні з ат-

мосферою. Завдяки розчленуванню організму кожна спеціалізована сторона збільшує асиміляцію речовин зовнішнього середовища, а також активізує внутрішній обмін речовин. В результаті диференціації організму ріст підземної частини рослин сприяв росту наземної й навпаки, а взаємообмін асимілянтами між ними привів до утворення більш складної системи провідних тканин.

Дальший розвиток кореневої системи і крони підвищує ефективність засвоєння енергії, води та їжі з зовнішнього середовища. Розширюється й удосконалюється внутрішній обмін речовин. У швидко-ростучому організмі концентруються запаси поживних речовин і во-логи. Це зміцнення й ускладнення організму утворювало сприятливе внутрішнє середовище для клітин і тканин.

Так в умовах тепло-го і вологого клімату на зміну примітивній наземній рослинності (псилофітам) приходять велетенських розмірів папоротеподібні дерева. Наступний за девоном кам'яновугільний період палеозойської ери характерний саме розквітом цих пристосованих до умов суші рослин.

Проте великі розміри папоротеподібних дерев свідчать про те, що зовнішні і внутрішні умови життя були сприятливими тільки для клітин вегетативних органів рослин. Для стате-вих же клітин (спор), за допомогою яких розмножувались ці рослини, умови суші продовжували лишатися несприятливими. Запліднення, як і раніше, коли рослини перебували у воді, вимагало наявності водного середовища, і тому поширення рослин в менш вологі місця континенту гальмувалось. Суперечності особливо загострилися тоді, коли клімат на континенті став більш сухим.

Рослини і тут беруть на себе ті функції, які раніше виконувало зовнішнє середовище. Замість водного зовнішнього середовища умовами життя зародка рослин в ранній період його існування стає материнський організм.

Запліднена статева клітина в умовах материнського організму виростає в насіння. Насіння — це вже не одноклітинна спора, а багатоклітинний організм, в якому звичайно є запаси харчових речовин, засоби захисту від несприятливого впливу зовнішнього середовища тощо. Насіння — це сховище молодої рослини. Розмноження насінням є новий важливий засіб подолання суперечностей поступального розвитку флори.

Рослини у своєму поступальному розвитку, з одного боку, ускладнюючись, беруть на себе ті функції, які не може далі успішно виконувати їх абіотичне і біотичне зовнішнє середовище, і, з другого, спрощуючись, по можливості передають інші свої функції сприятливим факторам зовнішнього середовища. Так, функцію перехресного запилення виконує зовнішнє повітряне середовище. Ці та інші пристосування дали можливість голонасінним одержати перевагу над папоротеподібними у боротьбі за витривалість в нових умовах. З середини пермського періоду мезозоя на суші панують голонасінні рослини.

Проте слід мати на увазі, що нижчі форми життя, підготувавши умови існування для більш розвинутих, не завжди самі відмирають.

Дані палеонтології показують, що основні типи організації рослин і тварин, які існували в минулі епохи, мають своїх представників і тепер. В живій природі створюється все більш складна диференціація за ступенями розвитку, починаючи від найпримітивніших форм (віруси та ін.) і кінчаючи вищими рослинами і тваринами.

Нижчі форми життя відмирають тільки тоді, коли зникають умови для їх дальшого існування. Крім того, вищі рослини можуть поліпшувати умови існування нижчих. Щось подібне ми бачимо у взаємовідношеннях папоротеподібних і насінневих рослин.

«Насіння,—говорить акад. В. Л. Комаров,—як досконалий орган зародкового життя, як можливість розвивати і зберігати зародок від руйнівних кліматичних впливів, дало рослинам можливість проникати вглиб великих материкових просторів, відірватися від морського узбережжя і, використовуючи короткочасні вологі періоди, у зв'язку з порами року, створити обширні зарослі. А там, де рослини багаті, вони самі зволожують повітря, випаровуючи воду за рахунок ґрунтових вод, і дають притулок в своїй тіні також і представникам стародавніх типів, що самотійно живуть у воді»¹.

Це явище диференціації видів, при якій у більш розвинутих життєвих форм знаходять «притулок» менш розвинуті й не здатні до дальшого самотійного існування, супроводить всю еволюцію природи і веде обидві сторони до взаємного пристосування і відповідної зміни. Деякі старі малорозвинуті види органічно включаються до сфери життєдіяльності нових вищих видів,—наприклад, співіснування вищих рослин і мікрофлори у лісових, степових та інших формаціях.

Наявність менш розвинутих видів, що виконують елементарні функції життя, створила можливість для вищих видів виконувати складні життєві функції. Завдяки цьому вся жива природа являє собою єдину і цілісну систему. В цьому світлі треба розглядати і вищі багатоклітинні організми, які являють собою нову якість, що виникла в процесі філогенезу.

У другій половині крейдяного періоду мезозойської ери на поверхні Землі почалося порівняно швидке поширення покритонасінних рослин. Покритонасінні квіткові рослини, як більш розвинуті і пристосовані до нових умов життя, успішно витиснули голонасінну флору. Тому до початку кайнозойської ери рослинний покрив Землі ще раз змінився і набрав в основному тих рис, які збереглися до нашого часу.

Причини різкого переходу від панування голонасінних до покритонасінних рослин до цього часу не може встановити. Є багато різних теорій, які намагаються пояснити цей важливий етап у розвитку флори, поступального розвитку життя взагалі.

Радянський вчений проф. М. І. Голєнкін висловив припущення, що швидкій перемозі квіткових сприяли кліматичні зміни, внаслідок яких хмари, що закривали поверхню Землі, розвіялись, і сонячне проміння стало безпосередньо падати на рослини². Голонасінні й

¹ В. Л. Комаров, Происхождение растений, М., 1943, стор. 175.

² М. И. Голєнкін, Победители в борьбе за существование, М., 1937.

папоротеподібні, пристосовані до умов хмарності і вологості, не змогли швидко пристосуватися до нових умов і тому були переможені покритонасінними, витривалішими щодо сонячного світла її сухості.

Незалежно від того, чи підтвердиться це припущення проф. Голленкіна, не викликає сумніву те, що квіткові рослини з'явилися значно раніше гаданої ним кліматичної зміни. Справжні причини виникнення квіткових слід шукати в тих умовах, які існували до їх поширення на континентах. Повсюдна поява квіткових свідчить тільки про наявність досить сприятливих зовнішніх умов для їх розмноження. Але розмноження і розвиток рослин в їх поступальній еволюції—це різні речі. А тому можна вважати, що для розвитку квіткових потрібні були не ті умови, які сприяли успішному витісненню ними голонасінних, а інші, тобто ті, що фактично були сприятливими для росту і розмноження голонасінних.

Все це зобов'язує нас розглядати еволюцію зелених рослин як складний внутрішньо суперечливий процес. Голонасінні та покритонасінні рослини — це не просто дві різні форми рослин. Вони по відношенню до деяких зовнішніх факторів виступають як суперечливі явища життя. Ось чому ті самі зовнішні умови приблизно з кінця палеозою й до кінця мезозою (час панування голонасінних) могли сприяти росту і розмноженню голонасінних і розвитку нових рослинних форм — покритонасінних.

Це припущення підтверджується поглядами Лисенка на ріст і розвиток рослинного організму. Лисенко, розкриваючи корінну різницю між ростом і розвитком рослин, показав, що коли ріст організму збільшує розміри і масу живої речовини, то індивідуальний розвиток дає насіння. Ріст, розмноження організмів як кількісне збільшення живої речовини зовні помітне, його легше встановити, ніж якісні зміни в розвитку організму. Можливо саме тому геологи легко визначають період розквіту (розмноження) голонасінних і не можуть помітити появу в той же період покритонасінних рослин.

Про те, що покритонасінні рослини дійсно переважно розвивались, а не розмножувались у період панування голонасінних, свідчить те, що у другій половині крейдяного періоду їм були властиві такі особливості, які можуть бути тільки результатом розвитку, — поява квітки, плода, тобто того, що безпосередньо зв'язано з насінням.

До числа тих нових особливостей, що з'явились у розвитку покритонасінних, біологи відносять вологу камеру, в якій відбувається зав'язь, систему судинних пучків, завдяки яким успішно здійснюється швидкий відтік вироблених листям асимілянтів і притік до них води та мінеральної поживи тощо.

Як бачимо, поява нових особливостей у квіткових являє собою не просто пристосувальну зміну, а подолання суперечностей з зовнішнім середовищем шляхом розвитку. Анатомічна будова квіткових удосконалюється в напрямі загального поступального розвитку живої природи — підвищення здатності до кращого використання факторів

життя (світло, тепло, вода, мінеральна їжа), а також покращання відтоку продуктів життєдіяльності від різних частин організму.

Квіткові рослини, розширюючи можливість використання сонячного світла, значно підвищили життєздатність і темп розвитку органічної природи в цілому.

В кінці неогену клімат стає більш холодним. Це сприяє появі нових рослин — трав. «Одним із основних напрямів у пристосуванні еволюції вегетативних органів покритонасінних,— пише А. Л. Тахтаджіян,— було перетворення багатьох деревних форм у трав'янисті. Еволюція багатьох покритонасінних йшла від дерев через чагарники до багаторічних і далі до однорічних трав»¹. Незважаючи на те що трав'янисті рослини більш розвинені й пластичні порівняно з деревними, вони своєю появою, подолавши одні, загострюють інші суперечності. Трав'янисті рослини набагато більше беруть з ґрунту мінеральних речовин, а повертають їх назад тільки своїм розкладеним корінням. Коріння трав не може в такій мірі, як коріння дерев, поставляти харчові речовини з нижніх шарів ґрунту у верхні і т. д.

* *
*
*

Розглянута еволюція рослин свідчить про наявність певної тенденції в поступальному розвитку їх вегетативних органів і органів відтворення. На початку еволюції рослин — від простих до пагоротеподібних — яскраво виражений процес росту й розвитку вегетативних органів живого тіла. Потім поступово скорочується питома вага і розміри зростаючої живої речовини у зеленій рослині, і ріст та розмноження вегетативної сторони організму в процесі еволюції ніби поступаються місцем і підпорядковуються статевим клітинам і зв'язаним з ними органам.

Як ми уже відзначали, пояснити поступальний процес розвитку органічної природи тільки безперервно виникаючими суперечностями у взаємодії з зовнішнім неорганічним середовищем не можна. Зовнішні суперечності слід розглядати у діалектичному зв'язку з суперечностями організмів з внутрішнім середовищем — результатом їх життєдіяльності. Розглянемо взаємодії й взаємопереходи зовнішніх і внутрішніх суперечностей у поступальному розвитку органічної природи.

Головна особливість взаємодії між зовнішніми і внутрішніми суперечностями в поступальному розвитку органічної природи полягає в тому, що внутрішнє (живе), взаємодіючи з зовнішнім (неживим), безперервно удосконалюється і за допомогою нагромадженої вільної енергії підпорядковує і переробляє оточуючу неорганічну природу.

Ще Енгельс відмічав те, що «на землі рух диференціювався у вигляді зміни руху і рівноваги: окремий рух прямує до рівноваги, а сукупний рух знову знищує окрему рівновагу»².

¹ А. Л. Тахтаджіян, Некоторые проблемы эволюционной морфологии покрытосеменных, зб. «Вопросы ботаники», т: 11, М., 1954, стор. 768.

² Ф. Енгельс, Диалектика природы, К., 1953, стор. 181.

Джерелом сукупного руху на поверхні землі Енгельс вважав сонячну енергію, тобто космічні фактори життя (світло, тепло). «...Усім активним рухом, — говорить Енгельс, — ми зобов'язані припливові відштовхування, що йде від сонця»¹.

Органічна речовина (зелена рослина) має здатність акумулювати кінетичну сонячну енергію і перетворювати її в хімічну потенціальну енергію. Органічне тіло, таким чином, є однією з тих ланок природи, через яку взаємодіють основні види матерії — світло (поле) і речовина.

В акумулюванні й використанні органічною природою сонячної енергії проявляється загальний сукупний рух, який неминуче вступає в суперечність з тенденцією руху неорганічної речовини земної кулі до відносного спокою, рівноваги. При акумулюванні органічною природою сонячної енергії зовнішній сукупний рух перетворюється у внутрішній і стає відносно незалежним від зовнішнього середовища. Такий енергетичний генезис суперечностей живої природи.

Акад. В. І. Вернадський вказував на те, що біосферу не можна розглядати як звичайну частину нашої планети. Це не тільки земна речовина, а й сонячна енергія. Завдяки такому поєднанню протилежностей історія біосфери різко відрізняється від історії інших частин Землі. «Вона в такій самій, якщо не в більшій мірі, створіння Сонця, як прояв процесів Землі»².

Органічна (жива) природа, як головний активний фактор нашої планети (крім радіоактивних речовин), у своїй взаємодії з зовнішнім середовищем змінює його не звичайним способом, властивим для неорганічних тіл земної кулі. Органічна природа піднімає термодинамічний потенціал вільної енергії біосфери й перетворює її в особливе внутрішнє середовище.

Це внутрішнє середовище (біосфера) утворилось і розвивалось одночасно з появою життя і еволюцією земної оболонки, поступальний розвиток якої привів до появи організмів. Разом з тим організми докорінно змінили земну оболонку, перетворивши її у своє внутрішнє середовище.

Прискорений поступальний розвиток органічних тіл (порівняно з неорганічними) пояснюється насамперед тим, що умовами існування організмів все більше стає те внутрішнє середовище, яке вони самі утворюють в процесі обміну речовин з зовнішнім неорганічним середовищем. В це внутрішнє середовище живої природи входять: викликані організмами зміни в атмосфері, гідросфері, літосфері, продукти їх життєдіяльності тощо.

Проте під власне внутрішнім середовищем органічної природи слід розуміти не перераховані компоненти, а той специфічний тип взаємозв'язку (обмін речовин і енергії), який організми утворюють у взаємодії між собою і зовнішнім для них середовищем. Внутрішнє середовище, на відміну від зовнішнього, безперервно поновлюється життєдіяльністю самих організмів, а тому воно розвивається разом з ними.

¹ Ф. Енгельс, Діалектика природи, стор. 49.

² В. І. Вернадський, Біосфера I—II, М., 1926, стор. 10.

Внутрішнє середовище — це відносно самостійна система, яка по відношенню до зовнішнього середовища перебуває в стані єдності та боротьби протилежностей.

Нові покоління в біосфері ростуть і розвиваються у суперечливих умовах, створених минулими поколіннями. Дане покоління організмів, вносячи своєю життєдіяльністю зміни в умови життя, викликає тим самим суперечності між цими зміненими умовами і застарілою спадковістю наступного покоління, що народжується. Саме ці суперечності, а не суперечності молодих організмів з зовнішньою неорганічною природою, є головними в поступальному розвитку органічних тіл.

Внутрішнє середовище — поняття відносне: ґрунт, тропосфера, гідросфера в межах знаходження всього угруповання автотрофних і гетеротрофних організмів є внутрішнім середовищем для всієї органічної природи в цілому, але зовнішнім щодо окремих груп організмів або окремих живих тіл. Кожне живе тіло або система тіл, незалежно від розмірів, завжди має своє внутрішнє середовище, завдяки якому безперервно здійснюється самооновлення організмів.

До внутрішнього середовища менших масштабів, ніж біосфера, відносяться біогеоценози. За дослідженням акад. В. М. Сукачова, рослини, тварини, комахи, гриби, бактерії, ґрунт, кліматичні умови, ліси, тундра, степ, луки, болота тощо, перебуваючи у дуже тісних і різноманітних відношеннях, утворюють щось цільне — біогеоценоз.

Розглядаючи основні компоненти біогеоценозу (атмосфера, ґрунт, рослини, тварини, мікроорганізми), Сукачов звертає увагу головним чином на їх єдність, яка є результатом взаємодії органічної і неорганічної речовини. Цю єдність Сукачов розуміє як сталий взаємообмін між речовиною і енергією, який є основою формування нових специфічних внутрішніх закономірностей.

Біогеоценоз, як внутрішнє суперечливий, перебуває у безперервному русі. «Цей рух, — пише Сукачов, — маючи джерело у суперечності тих процесів, що проходять у біогеоценозі, в той же час знає найрізноманітніших впливів зовні, від інших біогеоценозів, з якими він також взаємодіє, і від різноманітних явищ природи, то ближчих, то віддаленіших. Ці явища з боку, не будучи самі джерелом руху, саморозвитку біогеоценозу, в той же час можуть дуже впливати на напрям і швидкість його розвитку»¹. Не відриваючи біогеоценоз від його зовнішнього середовища, Сукачов джерелом безперервної зміни вважає насамперед внутрішні суперечності, саморозвиток.

Подібні природні утворення в біосфері — закономірне явище. Ще акад. В. І. Вернадський звернув увагу на те, що, хоча у біосфері скрізь є життя («у тонких плівках, у тонких шарах ґрунту, в лісах, ланах, наземних водоймах, що його вкривають, у морсько-

¹ «Ботанический журнал», № 3, 1955, стор. 355.

му планктоні, в грязях морського дна»¹⁾), воно розподілене в ній дуже нерівномірно, а саме — сконцентроване в окремі скупчення живих істот.

Ці скупчення органічної речовини у «вузли» живої природи виникають внаслідок прогресивної внутрішньої диференціації, тобто розвитку. У цих природних скупченнях утворюється особливе внутрішнє середовище, в якому концентруються енергія та їжа. В ньому, з одного боку, формуються специфічні умови відповідно до потреб організмів, а з другого, виростають тільки такі види і організми, які відповідають середовищу.

В умовах внутрішнього середовища (біогеоценозу) організми нового покоління стикаються не стільки з факторами зовнішнього неорганічного середовища, скільки з суперечливими міжвидовими та внутрішньовидовими відношеннями та результатами життєдіяльності всіх організмів. Ці внутрішні взаємовідношення організмів є вирішальними у їх розвитку.

Розмежування в біологічній науці понять зовнішнього і внутрішнього середовища має принципове методологічне значення. Відомо, що мічурінська біологія відкидає неодарвіністські та неоламарксистські погляди на зовнішні та внутрішні фактори розвитку організмів. Мічурінська біологія керується положеннями діалектичного матеріалізму про нерозривну єдність внутрішніх і зовнішніх суперечностей. Визнавши, що вирішальне значення у цій єдності відіграють внутрішні суперечності, мічурінська біологія дає їм матеріалістичне пояснення.

Внутрішні суперечності виникають у процесі взаємодії організмів з зовнішнім середовищем. Вся жива природа, взята разом, має ове суперечливе внутрішнє середовище, його мають також усі угруповання організмів і кожний організм зокрема.

Ось чому «межа» між зовнішнім і внутрішнім є дуже умовною і відносною. Вище ми наводили висловлювання Лисенка з цього питання, в якому він під «внутрішнім» розуміє саму природу організму, — спадковість тощо. Т. Д. Лисенко в даному разі говорить тільки про одну із форм прояву «внутрішнього» в органічній природі. Спинимосся на ній більш докладно.

Спадковість — це внутрішнє середовище живого тіла. Хоча акад. Сукачов і застерігає від спроб ототожнення біогеоценозу з організмом, все ж відмінності між ними, які він називає, дозволяють розглядати спадковість як внутрішнє середовище, за своїм походженням і значенням подібне до біогеоценозу та біосфери.

Подібне не означає тотожне. Відомо, що живе тіло являє собою єдине ціле, в ньому всі частини органічно зв'язані одна з одною. У біогеоценозі складові частини (синузії) зберігають певну самостійність і підпорядковані особливим закономірностям.

Проте ця принципова відмінність організму від біогеоценозу не виключає існування в ньому внутрішнього середовища. Внут-

¹ В. И. Вернадский, Биохимические очерки 1924—1932 гг., М., стор. 59.

рішне середовище не тільки є в організмі, а, виступаючи як спадковість, досягає найвищої досконалості. Завдяки спадковості в онтогенезі дуже швидко розвиваються і переборюються суперечності, які забезпечують ріст і розвиток живого тіла, на формування видових ознак якого у зовнішньому середовищі потрібні були тисячоліття.

У 1948 р. Лисенко визначав спадковість як «ефект концентрування впливів умов зовнішнього середовища, асимільованих організмами в ряді попередніх поколінь»¹.

Тепер Лисенко і його однодумці, визначаючи спадковість, відзначають насамперед здатність організму вимагати для свого життя й розвитку певних умов і по-своєму реагувати на ті або інші умови середовища.

Коли у вищенаведеному визначенні спадковості 1948 року вказувалось на її джерело, генезис, то тут йдеться про те, що являє собою спадковість. Спадковість—це не мертвий або живий матеріальний субстрат, що перебуває в організмі, а певний тип взаємозв'язків між обміном речовин і обміном енергії. Тому мічурінська біологія вважає, що змінити спадковість—це означає змінити тип обміну речовин в організмі. Два наведені визначення спадковості не суперечать, а доповнюють одне одне.

Без спадковості немає поступального розвитку. Класики марксизму неодноразово вказували на те, що в розвитку заперечення включає в себе спадкоємність. Нове, заперечуючи старе, бере з нього потрібні для себе риси.

Вище ми бачили, що і в розвитку органічної природи в цілому старі типи рослин і тварин, в тому числі й тип простіших, в основному збереглися. Але збережені до цього часу, вони не залишилися такими, якими були в минулі геологічні епохи,—зливаючись із сучасною органічною природою, вони змінюються й підпорядковуються провідним, найбільш розвинутим формам життя.

Оскільки вояке живе тіло являє собою єдине ціле, то нагромаджені в ньому впливи зовнішнього середовища також повинні бути структурною єдиною системою. У 1935 р. Лисенко писав: «Розвиток сучасних нам рослинних організмів завжди починається з певної структурної основи—спадкової основи (генотипу), що несе в собі «відбиток» всієї попередньої філогенетичної історії. Цей «відбиток» дає загальну канву, визначає поступальний хід необхідних етапів індивідуального розвитку, відносно задаючи загальний тон всьому циклу розвитку організму (у рослин від насіння до насіння)»².

Всі наведені висловлювання Лисенка, взяті разом, дають повне наукове уявлення про спадковість як про найбільш розвинене й стійке внутрішнє середовище. В час зародження організму це внутрішнє середовище визначає спрямованість його індивідуального розвитку й властивий даному виду тип обміну речовин. Таким чином, біосфера, біогеоценоз, спадковість та інші подібні явища

¹ Т. Д. Лисенко, Агробіологія, К., 1948, стор. 444.

² Там же, стор. 52.

органічної природи — все це різні за розмірами, ступенями розвитку і стійкістю внутрішні середовища.

Подібно до того як у біосфері або біогеоценозі живі тіла й увесь змінений ними географічний комплекс невіддільні один від одного, так спадковість невіддільна від живого тіла, взаємодіє й розвивається разом з ним.

Спадковість і мінливість, як внутрішні протилежності, взаємозумовлені і взаємопереходять в процесі розвитку організму. Під впливом зовнішнього середовища організм змінює свою спадковість. Зміна спадковості по-новому формує властивості та ознаки організму, визначає характер обміну речовин з зовнішнім середовищем. Боротьба внутрішніх суперечностей у спадковості й мінливості тісно пов'язана з зовнішніми суперечностями.

Під впливом зовнішнього (органічного і неорганічного) середовища організми одного виду безперервно змінюються і набувають індивідуальних рис. Тому при з'єднанні батьківської й материнської клітин підвищується різноякісність, внутрішня суперечність нового організму — основа його життєвості та стійкості. Разом з тим змішання речовини при злитті яйцеклітини з спермієм вносить зміни у спадковість тощо.

При посиленому розмноженні й рості живі тіла, якщо вони однорідні за способом харчування, з одного боку, швидко витрачають засоби існування, які дає їм зовнішнє середовище, а з другого, посилено напромаджують продукти життєдіяльності, які зовнішнє середовище не встигає виводити. Ці суперечності, викликані розквітом життєдіяльності організмів, особливо загострюються в центрі однорідного угруповання.

Угруповання однорідних живих тіл (наприклад, клітини організму, організми одного виду), збільшуючи шляхом зросту і розмноження загальну масу живої речовини і свою чисельність, не може успішно виводити напромаджені продукти життєдіяльності й доставляти засоби існування з периферії в центральні ділянки.

Тому живі тіла або їх частини, розташовані в центрі угруповання і в якійсь мірі ізольовані від зовнішнього середовища, більше змінюються відповідно до вимог внутрішнього середовища, ніж організми, розташовані на периферії. В цих умовах жива речовина диференціюється на взаємопротилежні сторони — «ядро» й «оболонку».

Коли органічна речовина, що міститься в «оболонці», по способу харчування автотрофна, то органічна речовина «ядра» буде гетеротрофною і навпаки. Виниклі протилежні сторони живої системи, поновлюючи засоби існування одна одної, сприятимуть більш успішному росту, розмноженню, а отже, і дальшій диференціації.

Логічно припустити, що саме внаслідок подібних внутрішніх і зовнішніх суперечностей в минулому диференціювався живий безструктурний білок. «Минули, мабуть, тисячоліття, — говорить Енгельс, — поки створились умови, при яких став можливий дальший крок вперед і з цього безформного білка виникла завдяки утворенню ядра та оболонки перша клітина. Але разом з цією пер-

шою клітиною була дана й основа для формоутворення всього органічного світу»¹.

Диференціація всієї органічної природи, починаючи від розчленування на автотрофні й гетеротрофні біологічні групи в біосфері й кінчаючи розчленуванням на вегетативну і анімальну сторони в грудочці живого білка, проходить на основі подолання внутрішніх суперечностей. Ця диференціація ґрунтується на основних суперечливих процесах життя — асиміляції життєвих засобів, що надходять з зовнішнього неорганічного середовища, і дисиміляції нагромаджених органічних продуктів життєдіяльності у внутрішньому середовищі.

При розгляданні біосфери, біогеоценозу, спадковості як внутрішнього середовища стає зрозумілим характер і напрям процесів розвитку, які відбуваються в них внаслідок життєдіяльності організмів. Асиміляція впливу зовнішнього середовища живими тілами, які ростуть і розмножуються, супроводжується нагромадженням у внутрішньому середовищі продуктів життєдіяльності, несприятливих для даних організмів. Останні загинуть, якщо не зміняться відповідно до нових вимог життя. Так створюються внутрішні фактори процесу видоутворення.

Перетворюючи зовнішнє середовище у внутрішнє, живі тіла створюють для себе прямо протилежні умови існування. В процесі пристосування організмів до цих нових внутрішніх умов організми самі змінюються в протилежному напрямі. Така життєдіяльність організмів веде до закономірної зміни протилежностей шляхом заперечення заперечення. Коли з насіння в умовах зовнішнього середовища виростає зрілий організм, то в умовах внутрішнього середовища зрілого організму знову формуватиметься насіння. Тимчасом як розквіт життєдіяльності гетеротрофних організмів сприяє розквіту автотрофних, зелені рослини, навпаки, створюють умови життя для тваринного світу.

Якщо внутрішній процес зміни спадковості не порушується іншими факторами, то в надрах даного виду внаслідок заперечення заперечення може виникнути новий вид, до певної міри подібний до того, з якого він утворився. В останні роки Лисенко, узагальнюючи нагромаджений фактичний матеріал, висунув припущення, що існуючі види можуть виникати знову.

Повторна поява старих видів, помічена Лисенком, свідчить про те, що розвиток по спіралі має місце не тільки в еволюції всієї живої природи, в онтогенезі окремого організму, а й в історії виду — філогенезі.

* *

*

Закінчуючи висвітлення зовнішніх та внутрішніх суперечностей у розвитку природи, зробимо деякі загальні висновки.

Оскільки зміни у зовнішньому неорганічному середовищі порів-

¹ Ф. Енгельс, Діалектика природи, стор. 14.

няно з тривалістю життя видів, організмів проходять повільно і в окремих ділянках земної оболонки не спрямовано, ці зміни не можуть бути головною безпосередньою причиною поступального розвитку органічної природи.

Дані природознавства показують, що клімат на землі за останні два мільярди років не зазнавав значних змін, що близько мільярда років тому життя на Землі було у стані первісних, примітивних форм, а приблизно мільйон років тому з'явилися предки людини.

Отже, як би за цей період не змінювались на земній поверхні суша і моря, розташування й висота гірських хребтів, кліматичні зони тощо, все одно цього далеко не досить для того, щоб пояснити появу вищих рослин, а особливо тварин з їх розвинутою нервовою системою.

Слід також мати на увазі, що впливу зовнішніх геологічних і кліматичних факторів зазнавали всі живі істоти, а прогресивно розвивається тільки невелика їх частина. Треба врахувати й те, що від проторозою (рання ера, в якій учені знаходять залишки безхребетних) до нашого часу не з'явилось жодного нового типу безхребетних.

Отже, поступальний розвиток живої природи охоплює собою не всі живі тіла і не в однаковій мірі.

На фоні загальних повільно діючих зовнішніх умов життя виникають окремі фактори, які прискорено змінюються і спрямовують лише певну частину живих тіл в напрямі до вищих форм розвитку. Такими факторами поступального розвитку є нові внутрішні суперечності, що безперервно виникають в самій органічній природі.

Зовнішнє неорганічне середовище утворює основні необхідні умови існування життя. Воно своїм впливом піднімає життєвість організмів, а також визначає загальні напрями дії біологічних закономірностей. Але провідне значення в утворенні більш досконалих форм життя відіграють внутрішні умови, тобто ті, які виникають у біосфері в результаті життєдіяльності самих організмів.

Не зовнішнє, не безпосереднє, а внутрішнє опосередковане буття живих істот є визначальною причиною їх поступального розвитку. Внутрішні фактори, як опосередковані, звичайно, чимось зумовлюються, але цим «чимось» є не «ентелехія» (внутрішній, нематеріальний фактор розвитку), як стверджують віталісти, а перетворені в процесі життєдіяльності організмів зовнішні умови еволюції органічної природи.

Розглянутий матеріал дозволяє нам також зробити деякі висновки щодо взаємодії протилежностей в розвитку природи.

Протилежності в процесі взаємодії перетворюються одна в одну. При кількісній відповідності обох протилежностей вони тимчасово вирівнюються, взаємонейтралізуються. Коли ж цієї відповідності немає, то сильніша перетворює другу в собі подібну і тим самим відштовхує її. Так притягання в особливих формах, властивих органічним тілам, переходить у відштовхування.

У біосфері внутрішня протилежність (органічне тіло) є сильні-

шою порівняно з зовнішньою протилежністю (неорганічні тіла). Тому органічне тіло дуже швидко перетворює зовнішнє сприятливе середовище у внутрішнє несприятливе (продукти і результати життєдіяльності, в тому числі й інші однорідні організми, що з'явилися при розмноженні).

Опинившись у внутрішньому (несприятливому) середовищі, тіла можуть продовжувати своє існування тільки при умові:

а) переміщення всього тіла або частини його у невикористані ще ділянки середовища (ріст, розмноження, пересування по земній поверхні);

б) більш прискореного освіження навколишнього середовища зовнішніми факторами;

в) об'єднання з іншою, діаметрально протилежною групою організмів для того, щоб в обміні з нею продуктами життєдіяльності взаємно поновлювати життєві умови;

г) зміни самого тіла або угруповання тіл відповідно до вимог нового внутрішнього середовища.

Четвертий спосіб подолання внутрішніх суперечностей є головним, визначальним; виступаючи у нерозривній єдності з іншими способами подолання суперечностей, він забезпечує саморозвиток органічної природи.

Саморозвиток органічної природи відбувається по спіралі. Органічні тіла, перетворивши зовнішнє сприятливе середовище на внутрішнє несприятливе, змушені самі переходити в протилежний стан. Наприклад, автотрофне перетворюється в гетеротрофне, а потім знову в автотрофне і т. д. (заперечення заперечення). Оскільки цей рух відбувається у безперервній взаємодії з зовнішнім неорганічним середовищем, ми не маємо замкнутого кола.

Основні закони матеріалістичної діалектики — закон переходу кількісних змін у якісні, закон заперечення заперечення, закон єдності і боротьби протилежностей в розглянутому поступальному розвитку живої природи виступають у нерозривній єдності.

Проте ядром цього діалектичного процесу є боротьба внутрішніх суперечностей. Сама життєдіяльність організмів є джерелом нових суперечностей, подолання яких не випадкове, а необхідне, і є причиною розвитку органічних тіл від нижчого до вищого, від простого до складного.

Д. В. ПУСТОВАЛОВ

ПРО РОЗВИТОК В. В. ДОКУЧАЄВИМ ЕВОЛЮЦІЙНИХ ІДЕЙ Ч. ДАРВІНА В ГРУНТОЗНАВСТВІ

До появи еволюційних ідей Ч. Дарвіна в природознавстві панував метафізичний погляд на розвиток природи. Згідно з ним природа залишається незмінною з моменту виникнення, планети продовжують свій рух, наданий «першим поштовхом», зірки завжди стоять на своїх місцях, земля і види рослин і тварин на ній ніколи не змінюються.

Усі явища природи переважною більшістю природознавців розглядались ізольовано, поза зв'язком одне з одним.

Зростання продуктивних сил, зміни в умовах матеріального життя народів ставили все нові запити до науки, вимагали її розвитку. Успіхи морфології, порівняльної анатомії, ембріології, фізіології та систематики у XVIII ст. похитнули впевненість у незмінності видів, внесли корективи в усталений світогляд. Численні наукові відкриття примусили багатьох учених переглянути свої погляди і виступити з критикою метафізичних і теологічних концепцій.

Як у зарубіжних країнах, так і в Росії того часу було багато дослідників, які прийшли до еволюційних, матеріалістичних поглядів.

Першим російським ученим, який почав вивчати походження природи з матеріалістичних позицій і розглядав її у вічному русі та змінюваності, був М. В. Ломоносов (1711—1765). «...Твердо пам'ятати слід,—писав він,—що видимі тілесні на Землі речі і весь світ не в такому стані були спочатку від створення, як ми зараз знаходимо... Даремно багато хто думає,—пише він далі,—що все, що ми бачимо, спочатку творцем створено... Такі міркування дуже шкідливі для приросту всіх наук... хоч тим розумникам і легко бути філософами, вивчивши напам'ять три слова: бог так створив... і се даючи у відповідь замість усіх причин»¹.

Член Петербурзької академії наук К. Ф. Вольф (1733—1794)

¹ М. В. Л о м о н о с о в, Избранные философские произведения, М., 1950, стор. 396—397.

своїм вченням про те, що розвиток рослин і тварин іде від просто-го до складного шляхом новотворень і під впливом природних причин, показав необгрунтованість метафізичних уявлень в цій галузі. Ф. Енгельс писав з приводу його відкриттів: «Характерно, що майже одночасно з нападом Канта на вчення про вічність сонячної системи К. Ф. Вольф вчинив у 1759 р. перший напад на теорію сталості видів, проголосивши вчення про еволюцію»¹.

Через відсталість науки того часу Вольф не міг стати послідовним еволюціоністом, але він, за виразом Енгельса, «геніально передбачив» еволюційну теорію.

Еволюційні матеріалістичні погляди в природознавстві захищали російські вчені Дядьковський (1784—1841), К. Ф. Рулье (1814—1858), К. М. Бер (1792—1876) та інші.

Величезну роботу в цьому напрямі провели представники революційно-демократичної думки О. І. Герцен, В. Г. Белінський, М. Г. Чернишевський, М. О. Добролюбов, Д. І. Писарев.

До моменту виходу в світ праці Дарвіна наука вже мала велику кількість фактів, гіпотез і теорій, спрямованих проти антинаукових тверджень про незмінність природи.

Дарвін перший в науці дав найбільш повне матеріалістичне пояснення походженню сучасних рослинних і тваринних організмів, показав живу природу в процесі безперервного розвитку, розкрив взаємозв'язки між організмами, пояснив відносну доцільність і причини пристосованості організмів до умов життя.

На основі багатого фактичного матеріалу він довів, що сучасний органічний світ, з усією властивою йому різноманітністю і пристосованістю форм, є результат складної еволюції, яка тривала мільйони років, і тим самим завдав нищівного удару метафізичним уявленням про природу.

Класики марксизму-ленінізму надавали великого значення відкриттям Дарвіна. К. Маркс, ознайомившись з книгою «Походження видів», писав Енгельсу: «...Ця книга дає природничо-історичну основу нашим поглядам»².

В. І. Ленін також дуже високо оцінював вчення Дарвіна; так, він писав: «...Дарвін поклав край поглядів на види тварин і рослин, як на нічим не зв'язані, випадкові, «богом створені» й незмінні, і вперше поставив біологію на цілком науковий ґрунт, встановивши змінність видів і наступність між ними...»³.

Високо оцінюючи вчення Дарвіна, класики марксизму-ленінізму разом з тим вказували на окремі його недоліки і помилки.

Однією з помилок Дарвіна було механічне перенесення теорії Мальтуса на рослинний і тваринний світ. Окремий випадок боротьби видів при переселенні Дарвін видає за вирішальний фактор біологічного процесу, тим самим недооцінюючи вирішальної ролі умов життя організмів. Пізніше Дарвін сам неодноразово виз-

¹ Ф. Енгельс, Діалектика природи, К., 1953, стор. 12.

² К. Маркс, Ф. Енгельс, Сочинення, т. XXII, М.—Л., 1929, стор. 551.

³ В. І. Ленін, Твори, т. 1, стор. 120.

навав, що він недооцінював роль зовнішнього середовища. Так, у листі до Неймайра (1877) він заявляє: «Зараз уже немає сумнівів у тому, що види можуть сильно змінюватись під прямою дією навколишнього середовища. Відносно того, що раніше в моєму «Походженні видів» я не настоював більш рішуче на цьому пункті, я можу сказати у своє виправдання, що більшість особливо переконливих фактів було знайдено після його опублікування»¹.

Це роз'яснення Дарвіна довго лишалося невідомим широкому колу читачів, а тимчасом багато хто, захопившись логікою і багатством фактичного матеріалу «Походження видів», почав впадати у крайності. Коли до появи вчення Дарвіна в органічній природі бачили тільки «співдружність», взаємодію і не бачили боротьби, то потім почали визнавати тільки одну боротьбу. Зрозуміло, що обидві точки зору обмежені і однобічні. Взаємодія живих істот, вказував Енгельс, включає в себе як свідоме та невідоме співробітництво, так і свідому та несвідому боротьбу. «Якщо ...який-небудь, з дозволу сказати, природодослідник, — писав він, — дозволяє собі зводити все багатство і різноманітність історичного розвитку до односторонньої і сухої формули «боротьба за існування», до формули, яку навіть в галузі природи можна прийняти тільки дуже умовно, то такий метод сам собі виносить обвинувальний вирок»².

Дарвін помилявся, поділяючи змінність видів на визначену і невизначену, хоч між ними немає ніякої різниці, оскільки напрям кожної зміни повністю визначається впливом факторів зовнішнього середовища.

Енгельс писав, що «...дарвінова теорія є утратичним доказом гегелівської концепції про внутрішній зв'язок між необхідністю і випадковістю»³. Проте, розкривши одну з сторін зв'язку між необхідністю і випадковістю, Дарвін не піднявся до розуміння того, що випадковість у кожний момент є форма прояву необхідності.

Зрозуміло, що ці та інші недоліки не могли заслонити собою геніальних, позитивних сторін вчення Дарвіна.

Завдяки діяльності революціонерів-демократів, поширенню матеріалізму в 60-х роках і працям російських еволюціоністів дарвінізм у Росії знайшов сприятливий ґрунт. Вчення Дарвіна в Росії не тільки було схвалене прогресивними силами, а й одержало свій дальший розвиток.

У 1860 р., через три місяці після опублікування «Походження видів» англійською мовою, професор Петербурзького університету С. С. Куторга (1805—1861) уже викладав основи дарвіновської теорії студентам перших курсів. Серед слухачів лекцій був і К. А. Тімірязев, який пізніше став продовжувачем Дарвіна і полум'яним пропагандистом його ідей.

¹ Ч. Дарвін, Избранные письма, М., 1950, стор. 254.

² К. Маркс, Ф. Енгельс, Вибрані листи, К., 1954, стор. 291.

³ Ф. Енгельс, Діалектика природи, стор. 230.

В лютому 1861 р. на книгу Дарвіна було опубліковано позитивну рецензію в «Отечественных записках», а в кінці того ж року в «Библиотеке для чтения» з'явилися дві статті Куторги з викладом суті дарвіновської теорії.

У 1863 р. в «Русском вестнике» професор Московського університету С. А. Рачинський (1836—1902) виклав матеріалістичну теорію добору та інші ідеї Дарвіна, а в наступному році книга «Подходження видів» вийшла в його перекладі російською мовою. За короткий час у пресі з'явилося багато відгуків на цю працю. Твори Антоновича, Писарева, Тімірязєва популяризували її основні ідеї.

У 1885 р. навколо вчення Дарвіна почала розгортатися широка ідейна боротьба, викликана виходом у світ двотомного твору Данилевського «Дарвінізм», в якому він намагався спростувати нове вчення. Данилевського підтримав антидарвініст Страхов, який у 1887 р. в «Русском вестнике» опублікував статтю «Повне спростування дарвінізму». Зрозуміло, що за спиною Данилевського і Страхова стояли всі реакційні сили країни. В цій ідеологічній боротьбі антидарвіністи зазнали поразки.

Більшість видатних російських учених того часу активно пропагувала і розвивала вчення Дарвіна: в галузі фітогеографії—А. Н. Бекетов (1825—1902), у флористичних працях—В. Л. Комаров (1869—1945), в зоогеографії—М. О. Северцев (1827—1885), в зоогеографії та орнітології—М. О. Мензбір (1885—1935), в ембріології—О. О. Ковалевський (1840—1901), в ембріології, патології та медицині—І. І. Мечников (1845—1916), в палеонтології—В. О. Ковалевський (1842—1883), в еволюційній морфології—О. М. Северцев (1886—1936), у фізіології тварин і людини—І. М. Сеченов (1829—1905). Великим пропагандистом дарвінізму був І. П. Павлов (1849—1936).

У ґрунтознавстві еволюційні ідеї Дарвіна одержали свій творчий розвиток у працях Василя Васильовича Докучаєва, його учнів і послідовників. Відзначаючи спільні риси в працях Докучаєва, Дарвіна і Ляйєля, В. Р. Вільямс писав:

«Схожа також їх роль в розвитку сучасного природознавства: перший поклав початок сучасної біології, другий—сучасної геології, а В. В. Докучаєв—сучасного генетичного ґрунтознавства»¹.

Докучаєв бачив заслугу Дарвіна насамперед у науковому доведенні того положення, що життя є процес, а всьому живому властиві розвиток і змінюваність. Але високо оцінивши вчення Дарвіна, Докучаєв не підійшов до нього догматично, а правильно відзначив його головну помилку—перебільшення ролі боротьби за існування. Не заперечуючи наявності в природі боротьби за існування і її значення як одного з факторів еволюції органічного світу, Докучаєв вважав, що це не дає достатньої підстави для того, щоб вважати боротьбу за існування абсолютним законом природи. Боротьба за існування, вважав він, лише там проявляється найсильніше, де рослинні або тваринні організми зосереджені

¹ В. Р. В и л ь я м с, Собрание сочинений, т. VIII, М., 1951, стор. 293.

на дуже малому просторі, що рідко трапляється в природі. Докучаєв правильно вказував, що «великий Дарвін, якому сучасна наука зобов'язана, може, $\frac{9}{10}$ своєї теперішньої широчіні, вважав, що світом править старозавітний закон: око за око, зуб за зуб. Це значна помилка, велика хиба. Зрозуміло, за цю помилку Дарвіна не можна обвинувачувати і її не можна віднести до недостатності таланту, який перевернув, як я говорив, догори дном усю науку. Але все ж тепер Дарвін виявляється, хвалити бога, неправим. У світі, крім жорстокого, суворого, старозавітного закону постійної боротьби, ми ясно вбачаємо тепер закон співдружності, любові»¹.

Докучаєв розглядав дарвінізм як науку творчу, що допомагає змінювати органічну природу в інтересах людини, свідомій волі якої він, на відміну від Дарвіна, відводив значне місце в перетворенні природи. Докучаєв, зокрема, довів, що правильне використання людиною ґрунту є найкращим заходом боротьби з неврожайями, викликаними засухою, ерозіями і суховіями.

Творче застосування ідей дарвінізму допомогло Докучаєву «відкрити» ґрунт як природничо-історичне тіло природи, конкретизувати основні матеріалістичні ідеї Дарвіна в галузі ґрунтознавства і на глибокій науковій основі розвинути далі його вчення.

* *
*

Докучаєв виступив із своїми працями в період, коли, за словами Енгельса, «емпіричне природознавство досягло такого піднесення і добилося таких блискучих результатів, що не тільки стало можливим повне подолання механічної односторонності XVIII століття, але й саме природознавство завдяки виявленню існуючих в самій природі зв'язків між різними галузями дослідження (механікою, фізикою, хімією, біологією і т. д.) перетворилось з емпіричної науки в теоретичну, стаючи при узагальненні добутих результатів системою матеріалістичного пізнання природи»².

Але ця загальна тенденція розвитку науки сама по собі ще не визначала правильності наукових висновків і узагальнень окремого вченого. Останнє залежало насамперед від світогляду вченого, від того, наскільки він вільний від ідеалізму та метафізики і вивчає природу такою, якою вона є.

Докучаєв досяг видатних успіхів у науково-дослідній роботі головним чином тому, що він застосовував історичний метод в природознавстві і твердо стояв на матеріалістичних позиціях.

На той час, коли Докучаєв почав свої дослідження, уже склалася загальнозживана точка зору на ґрунт як на різновидність гірських порід, що утворилась внаслідок фізико-хімічного вивітрювання.

¹ В. В. Докучаєв, Сочинения, т. VII, М., 1953, стор. 277.

² Ф. Енгельс, Діалектика природи, стор. 143.

Докучаєв указував, що ґрунтознавці Західної Європи «різко розбилися на досить штучні школи, з яких одна визнає переважно хімізм ґрунтів, друга — фізику, третя — геологію з механічним складом та ін., четверта... хоч і піддала ґрунти і механічному, і фізичному, і хімічному аналізу, зате залишила в стороні їх геологію, тобто походження ґрунтів, їх міцність, будову, відношення до підґрунту тощо»¹.

Отже, західноєвропейські школи розглядали окремі сторони природних явищ ізольовано, не враховуючи їх діалектичної єдності. Докучаєв довів необґрунтованість цих напрямів і, спираючись на все цінне, що було в ґрунтознавстві до нього, створив матеріалістичну науку про ґрунт.

Народження науки про ґрунт датується 80-ми роками ХІХ ст., з моменту виходу в світ класичної праці Докучаєва «Російський чорнозем» (1883), яка по праву повинна стояти поряд з «Походженням видів» Дарвіна.

Ця праця справила великий вплив не тільки на дальший розвиток ґрунтознавства, а й на геоморфологію та геоботаніку і за своїм значенням вийшла далеко за межі вітчизняної науки, створивши міцний фундамент як сучасного генетичного ґрунтознавства, так і сучасної агрономії. В ній Докучаєв довів, що ґрунт розвивається з материнської породи під впливом взаємодії клімату, рослинних і тваринних організмів і залежить від віку країни, рельєфу місцевості, а пізніше — і від господарської діяльності людини.

Вільямс писав: «Історична заслуга В. В. Докучаєва полягає в тому, що генезис ґрунтів він поставив головною метою ґрунтових досліджень, що замість окремих розрізнених думок про процес ґрунтоутворення і фактори, що його зумовлюють, замість емпіричного вивчення окремих властивостей ґрунтів він створив вчення про ґрунт як особливе природне тіло, що розвивається під спільним впливом п'яти природних факторів. До Докучаєва ґрунтознавство було емпіричною наукою; внаслідок праць Докучаєва воно стало широкою природничо-науковою дисципліною»².

Під ґрунтом Докучаєв розумів ті горизонти гірських порід, які змінені спільним впливом води, повітря, живих і мертвих організмів, впливом, який відбився певним чином на складі, структурі і кольорі таких продуктів вивітрювання. Ґрунт, за Докучаєвим, є матеріальний вираз діалектичної єдності живої і неживої природи. Тільки безперервна взаємодія живого і мертвого дає нам ґрунт. Докучаєв довів, що чорноземи зовсім не утворилися на дні морів і не принесені людьми, як вважало багато вчених, а виникли під впливом степової рослинності на тих місцях, де вони знаходяться і дотепер. Чорнозем може утворюватися на будь-якій гірській породі, а не тільки на лесах та інших багатих на вуглекислий вапняк породах; не утворюється він лише під лісом.

Визначення ґрунту як орного горизонту кори вивітрювання.

¹ В. В. Докучаєв, Сочинения, т. IV, М., 1950, стор. 318.

² В. Р. Вильямс, Собрание сочинений, т. VIII, стор. 289.

дане агрикультурниками, Докучаєв вважав ненауковим. Що в такому разі, запитував він, розуміти під російською цілиною, яка жодного разу не бачила сохи? У визначеннях агрогеологів і агрикультурників, писав Докучаєв, ґрунти лишаються середовищем, призначеним для одержання з нього якнайбільшої вигоди; майже ніхто не зайнявся тим, щоб вивчити їх як природні тіла.

У вченні Докучаєва ґрунт виступив не тільки як тіло природи, а й як об'єкт людської праці, як найважливіший засіб виробництва в людському суспільстві.

Таким чином, докучаєвське ґрунтознавство є першою синтетичною галуззю природознавства, яка вивчає не одну яку-небудь категорію природних тіл і явищ, а складні відношення між організмами і гірськими породами. Докучаєв завжди розглядав ґрунт не як незмінне тіло природи, а як таке, що історично виникло і розвивається.

Якщо втручання людини зробить гірську породу придатною для життя культурних рослин, то і тоді не можна ототожнювати її з ґрунтами, що утворились природним шляхом. Таку породу можна назвати орним шаром, культурним шаром, штучним ґрунтом, але не природним ґрунтом.

У італійців, наприклад, існує так званий переносний ґрунт, тобто такий, який вони переносять на нове місце проживання і яким користуються для вирощування троянд на неродючих скелях біля своїх жител. Хіба можна, запитує Докучаєв, назвати такий ґрунт природним? Між цими поняттями існує така ж різниця, як між піщаною глиною і цеглою, як між природною гірською породою і штучно приготованою сумішшю. Культурні ґрунти в Західній Європі і в Росії також виникли природним шляхом і тільки з часом були змінені людиною.

Якісний склад ґрунтів залежить від об'єктивних умов, місця і часу. «*Поширення* чорнозему,—писав Докучаєв,—дуже строго пристосоване до певної широти та довготи, до певного характеру метеорних опадів, температури і навіть вітрів Європейської Росії»¹.

У висновках праці «Російський чорнозем» ми знаходимо по суті всі ті основні положення, на яких базується сучасне ґрунтознавство:

- 1) самостійність ґрунту як природно-історичного тіла;
- 2) генетичний зв'язок ґрунту з оточуючими його природними тілами і умовами;
- 3) уявлення про ці тіла і умови як про фактори ґрунтоутворення;
- 4) ідея рівноцінності цих факторів.

Вчення Докучаєва про ґрунт було новим словом у науці, прямим запереченням антиісторичного погляду на ґрунти як пухку гірську породу, яка завжди дорівнює сама собі. В ньому знайшло своє яскраве підтвердження еволюційне вчення Дарвіна про розвиток живої природи.

¹ В. В. Докучаєв, Сочинения, т. II, М., 1949, стор. 400.

У своїх дослідженнях Докучаєв виходив з того, що природа є об'єктивною реальністю, «що явища й тіла існують в природі цілком незалежно від нас»¹, від нашої свідомості. Такий підхід дав йому можливість вперше обгрунтувати твердження про розвиток ґрунтів у часі, тобто про еволюцію ґрунтів.

Роль часу в утворенні ґрунтів Докучаєв відмітив ще в першому томі «Нижегородських досліджень». Там він писав, що ґрунти «являють нам величини не тільки надзвичайно мінливі в просторі, але вони в певному відношенні порівняно непостійні і в часі. І дійсно, ми не знаємо ґрунтів, які б *такими*, як вони є, з даним характером залишались вічно... Так, будь-який *наносний* ґрунт залишатиметься *таким* тільки до того часу, поки триває процес його утворення; після закінчення ж його він почне поступово (у верхніх горизонтах) змінюватись і зробиться з часом *типовим сухопутно-рослинним*. Далі, сьогодні *даний* ґрунт належить до нормальних ґрунтів, через 50—100—1000 років, коли поруч утвориться яр і зміниться характер метеорних опадів у даній місцевості (під метеорними опадами Докучаєв розуміє метеорологічні опади.—Д. П.), той самий ґрунт зазнає вимивання і розпадається на ґрунт *наносний* і *перелитий*; навіть у місцевостях порівняно рівних всі ґрунти, як відомо, прагнуть, в силу *елювіальних* процесів, всюди змінитись і стати більш *піщаними*»².

Найважливішими причинами еволюції ґрунтів Докучаєв вважав розвиток ярів, зміну клімату, саморозвиток ґрунтоутворювального процесу. Ґрунти підкоряються загальному закономірності природи—вічно змінюватися в часі та просторі. У праці «До питання про переоцінку земель Європейської та Азіатської Росії» Докучаєв відзначав: «Я, звичайно, ні трохи не сумніваюсь, що і ґрунти, подібно до всього на світі, змінюються...»³. Ґрунти проходять різні фази розвитку, наприклад, солонці при поступовому вилугованні солей можуть переходити у чорноземи і каштанові землі, а чорноземи та інші ґрунти при певних умовах—у солонці, нерозвинуті кістякові ґрунти—у добре розвинуті. Докучаєв вказував на зміни чорнозему під впливом дубового лісу, на можливість перетворення болотних ґрунтів у чорноземи. У величезній більшості випадків, писав він, сибірський чорнозем має очевидний генетичний зв'язок з ґрунтами безсумнівно болотними, солонцюватими та озерними. Цим твердженням Докучаєв набагато випередив результати сучасних досліджень Гершеніна, Нікітіна, Іванова та ін. Своїми дослідженнями в районі о. Сиваш Докучаєв довів висловлену ним раніше думку про можливість остепеннення солонців, гри якому вирішальну роль відіграє рослинність. Він писав, що, як по берегах Каспійського моря, так і по узбережжях

¹ В. В. Докучаєв, Сочинения, т. I, М., 1948, стор. 153.

² В. В. Докучаєв, Сочинения, т. IV, М., 1950, стор. 259.

³ В. В. Докучаєв, Сочинения, т. VI, М., 1951, стор. 261.

Сиваша продовжується перехід морського дна в солонці, а цих останніх—у степні прісні ґрунти.

Цікаві висновки по еволюції ґрунтового процесу зробив Докучаєв також при вивченні ґрунтів Криму. Він ще раз підтвердив положення діалектичного матеріалізму про те, що історію в часі має не тільки земля, взята в цілому, а й-сучасна її поверхня, рослини і тварини, які живуть на ній. Відкриттям зміни ґрунтових типів він конкретизував ідею Дарвіна про еволюцію на земній поверхні.

Зміну ґрунту Докучаєв розглядав у тісній взаємодії з середовищем, або ґрунтоутворювачами. Протягом віків тривала і триватиме взаємодія між ґрунтом, кліматом, материнською породою, рослинними і тваринними організмами, рельєфом місцевості і людиною. Кількісні зміни переростають у якісні. Як тільки припиниться обмін речовин ґрунту з атмосферою, він перетвориться в гірську породу, позбавлену родючості. Лише в результаті багатовікової взаємодії живої природи з мертвою (материнська порода) з'явилися сучасні ґрунти у всій їх різноманітності.

* *
*

Докучаєв правильно розумів, що суттю ґрунтоутворення є процес створення і руйнування органічних речовин, а рушійною силою цього процесу—суперечності між організмами, які населяють ґрунт, і умовами їх існування, між новими умовами існування і старими спадковими рисами організмів. Процес ґрунтоутворення має властивість неперервності, але його інтенсивність може значно змінюватись в залежності від умов. Ґрунт утворюється внаслідок того, що материнська гірська порода вивітрюється, рослинні залишки (наземні і підземні) поступово збагачують її перегноем і сприяють дальшій видозміні.

Про виникнення ґрунтів Докучаєв писав: «Цей, можна сказати, *головний закон* сучасного ґрунтознавства зумовлюється... найближчим зв'язком між *ґрунтом та підґрунтом*, з одного боку, і строго *закономірним* характером тих змін, які відбуваються і відбувались у *первинних* материнських гірських породах під час перетворення їх в *ґрунти* під впливом різноманітної життєдіяльності *рослин і тварин*, місцевих кліматичних умов, віку країни і різного роду гідрологічних відношень *ґрунту*»¹.

Важливу роль в утворенні ґрунту Докучаєв відводив клімату, оскільки з кліматом найтісніше пов'язана життєдіяльність органічного середовища ґрунту; клімат зумовлює якість рослинності.

Так, особливістю ґрунтів полярної зони є їх бідне органічне життя, тому найважливішим заходом щодо цих ґрунтів Докучаєв вважав зараження їх мікробами. Людина повинна інтенсифікувати біологічні процеси ґрунту, щоб підвищити його родючість.

Клімат прискорює або уповільнює вивітрювання материнських

¹ В. В. Докучаєв, Сочинения, т. VI, стор. 268.

порід, впливає на кількість опадів, визначає вологість і водний режим ґрунту.

Але Докучаєв різко виступав проти переоцінки ролі клімату, проти тих, хто не бачив його зв'язку з іншими факторами ґрунтоутворення, хто вважав його, докучаєвську, теорію утворення ґрунтів кліматичною. Докучаєв неодноразово повторював, що тільки сукупністю причин можна пояснити особливості ґрунтів. Він говорив: «Чому А. Є. Воейков вважав за потрібне назвати розвинуті мною принципи кліматичною теорією? Для чого він приписує мені, ніби я весь розподіл ґрунту пояснюю виключно кліматом? І раніше, і тепер я тверджу, що в одному випадку міг відігравати найбільш значну роль один фактор, в іншому—інший... але безсумнівно вони всі діяли і брали участь в утворенні ґрунтів, отже, всі вони і повинні бути взяті до уваги»¹.

В результаті комплексного впливу ґрунтоутворювачів зв'язок між тим чи іншим типом рослинності і ґрунтом, за Докучаєвим, настільки глибокий, що навіть в тому разі, коли людина зовсім знищить тайгу і зоре незайманий степ, ґрунтознавець завжди зуміє встановити, де були колишні ліси і степи. Різні типи рослинності дають і різні типи ґрунтів. Ліс дає сірі лісові землі, біліші на перегній, ніж чорнозем; перегній їх більш кислий і розчинний. Ковила, тонконіг і подібні до них рослини дають чорнозем, який містить багато перегною, але зате менш розчинного. Навіть різні види лісової рослинності утворюють різні ґрунти. «Звертаю вашу увагу,— писав Докучаєв,— на один надзвичайно важливий факт: як два головні типи рослинності—трав'яниста та лісова—дають різні типи ґрунтів, так само різна лісова рослинність дає ґрунти також різні. Давно помічено народом, що ґрунт з-під лісу відрізняється в залежності від того, який на ньому був ліс»².

Якісний склад ґрунту в свою чергу впливає на рослинні організми; так, на вапнистому ґрунті для рослин характерне сизе, дуже розсічене листя, квітки з великими, але не яскраво забарвленими пелюстками; рослини на солончаках відзначаються товстим, м'ясистим листям і сланким стеблом.

Роль тваринних організмів у ґрунтоутворенні Докучаєв розкрив у праці «Російський чорнозем», де показав, що чорноземні степи ще більше, ніж ковилою, характеризуються тваринами, які їх населяють, особливо гризунами: бабаками, ховрашками, тушканчиками, мишами тощо.

Докучаєв не погоджувався з думкою Дарвіна про винятково велику роль в ґрунтоутворенні дощових черв'яків. Відомо, що Дарвін пояснював приріст ґрунтового шару тільки «діяльністю» черв'яків. Але цим ніяк не можна пояснити відмінностей в утворенні різних ґрунтів, тим більше, що черв'яки самі по собі, без інших факторів ґрунтоутворення, нічого «створити» не можуть.

Великого значення в процесі ґрунтоутворення Докучаєв надавав нижчим організмам. Так, уже в початковий період розвитку

¹ В. В. Докучаєв, «Сочинения», т. II, стор. 318.

² В. В. Докучаєв, «Сочинения», т. VII, стор. 272.

науки про мікроорганізми він зумів правильно оцінити їх значення. «... Навряд чи знайдеться на земній кулі істота,—говорив він,— на яку бактерії не зробили б того чи іншого впливу»¹.

Особливе місце в ґрунтоутворенні Докучаєв відводив ролі рельєфу. «Російським ґрунтознавцем,—говорив він,— належить честь принаймні поставити, а почасти і остаточно розв'язати надзвичайно цікаве питання про ті закономірні співвідношення, які повинні існувати і справді існують між віком і висотою місцевості, з одного боку, характером та розподілом ґрунтів (чорнозем, лісові землі, солонці та ін.), з другого; а це і становить саму суть вчення і про географічний розподіл ґрунтів»².

Докучаєв поділяв ґрунти на нормальні та анормальні, еродовані. Нормальні—це ті ґрунти, які лежать в місці їх залягання і зберігають тісний зв'язок з ґрунтоутворюючою породою. Анормальні, еродовані—це ґрунти перемиті, змиті, вони часто не зв'язані з породами, що їх підстилають. В даному разі характер ґрунтів залежить від особливостей рельєфу, які то підсилюють, то ослаблюють вплив клімату на ґрунт. Рельєф тісно пов'язаний з кліматом, а останній—з рослинністю. «ґрунти рідко лежать в зовсім рівних місцевостях, а звичайно одні на схилах і вершинах горбів, другі ж в низинах та котловинах, що завжди інакше відносяться до тепла й води, ніж місця високі... Було б великою помилкою ототожнювати вищезгадані ґрунти навіть і в тому випадку, якщо вони лежать в тій самій місцевості, але мають різний підґрунт і неоднаково розміщені відносно горизонту»³. Рельєф місцевості істотно впливає на температурний режим ґрунту; зв'язок ґрунту з рельєфом настільки тісний, що людина, знайома з геологією краю, по одному зовнішньому вигляду поверхні може приблизно визначити породи ґрунтів.

Докучаєв відводив велику роль науковому передбаченню, вказуючи, що «тільки ґрунтове, наукове вивчення сучасного і минулого ґрунтів може ствердливо сказати нам, яке буде їх майбутнє»⁴.

Існує думка, що Докучаєв недооцінював роль людини в процесі ґрунтоутворення. Недооцінка ролі людини як могутнього фактора ґрунтоутворення становить, на думку багатьох авторів, значний недолік концепції Докучаєва. Зокрема, В. П. Бушинський писав: «В працях Докучаєва недостатньо підкреслюється роль людини, як особливого «виробничого фактора» ґрунтоутворення, при її активному втручання в природні процеси»⁵.

Діяльність людини Докучаєв не відносив до числа факторів ґрунтоутворення, але це не означає, що він не визнавав цього фактора.

* * *

*

У період розквіту наукової діяльності Докучаєва в Росії широко пропагувався так званий закон «спадної» родючості ґрун-

¹ В. В. Докучаєв, Избранные сочинения, т. II, М., 1949, стор. 310.

² В. В. Докучаєв, Сочинения, т. VII, стор. 136—137.

³ В. В. Докучаєв, Избранные сочинения, т. III, стор. 211.

⁴ В. В. Докучаєв, Сочинения, т. II, М., 1949, стор. 73.

⁵ «Советская агрономия», № 4, 1946.

тів. Розглядаючи ґрунтоутворення як просте руйнування гірських порід та ігноруючи роль життя у розвитку ґрунтів, прихильники цієї теорії прийшли до висновку про «затухаючу криву» ґрунтової родючості.

Так, Ю. Лібих говорив: «Збільшення врожаю не може бути пропорціональним праці, затраченій на полі, навпаки, врожай зростає в значно меншій пропорції»¹.

Докучаєв був одним з тих передових учених, які бачили реакційність і антинауковість теорій «спадної» родючості ґрунту.

«Слід турбуватися про те,— говорив він,— щоб стерти сліди нерозумної культури, яка перетворила цей прекрасний зернистий ґрунт на порох»². Далі Докучаєв вказував, що «наш чорнозем, ораний безперервно на протязі 2000 років, і тепер багатий і сильний, як колись»³; якщо дати йому більше вологи і правильно обробляти, він даватиме дивовижні врожаї.

Докучаєв ніколи не відділяв дослідження ґрунту як природно-історичного тіла від вивчення його як засобу виробництва. Для Докучаєва ґрунтові дослідження були природно-історичною основою, необхідною для розв'язання питань про випробування мінеральних добрив і спеціальних методів обробки землі, про штучне зрошення і найкращу утилізацію ґрунтової вологи, про заліснення степів, пісків, ярів і гір, про розведення в різних районах Росії тих або інших промислових рослин тощо. «Тепер,— писав він,— дуже часто балакають про зубожіння; можливо, воно і є, але не в природі»⁴. Докучаєв вірив, що при розумному втручанні людини в природу, при знанні закономірностей природи можна змінити її в бажаному для людини напрямі, зокрема безмежно підвищувати родючість ґрунту.

Закону «спадної» родючості Докучаєв протиставив план перетворення природи в степових та лісостепових районах нашої країни, проведення якого в життя він вважав надійною гарантією одержання високих і стійких урожаїв.

У працях Докучаєва доведено, що головною причиною катастрофічного падіння урожайності в умовах поміщицько-капіталістичного господарства є не сили природи, а хижацьке використання родючості ґрунту й всіх тих факторів, які визначають урожайність.

Говорячи про догляд за ґрунтом і боротьбу за вологу, Докучаєв вказував, що треба зберігати воду, яку дають нам атмосферні опади, а для цього слід реставрувати, відновити природу ґрунтів, якщо вона зіпсована невмілими руками. Головне завдання він бачив у тому, щоб «відновити, *по можливості*, нормальні відношення між повітрям (погодю), водою; степом (ґрунти та ін.) і рослинністю як луговою, так і ліською, відновити дрібнозернисту структуру наших чорноземних ґрунтів; дати змогу і без того не-

¹ Ю. Л і б и х, Химия в приложении к земледелию и физиологии растений, т. I, М., 1870, стор. 193.

² В. В. Докучаєв, Сочинения, т. VII, стор. 272—273.

³ Там же, стор. 220.

⁴ Там же, стор. 284.

багатим степовим опадам (снігу та воді) використовуватися самим степом (а не ярами та балками); нарешті, захистити, по можливості, останній від висушливої дії суховіїв і засипання літучими пісками»¹.

Звичайно, структура ґрунту тільки сама по собі не може бути постійною основою для одержання високих і сталих врожаїв. Необхідно також своєчасно і на високому рівні проводити в життя комплекс агротехнічних заходів в залежності від особливостей землі.

Згідно з сучасними уявленнями, ґрунт — не тільки умова і середовище життя, а й джерело його. Цим, проте, роль ґрунту не обмежується, — він є також джерело атмосфери, визначає склад гідросфери і через останню справляє глибокий вплив на процес утворення водних опадів, тобто бере участь у формуванні стратосфери.

Наука й практика радянського сільського господарства знають багато прикладів, як шляхом внесення добрив, гною, вапнування, обробки, травосіяння, глибокої оранки та інших агротехнічних заходів окультурювати ґрунти і підвищувати їх родючість.

Поліпшуючи якісний склад ґрунту, людина прискорює ґрунтоутворювальний процес; при вмілому, раціональному використанні ґрунтів вони повністю задовольнятимуть потребу всього населення земної кулі в сільськогосподарських продуктах.

Розробляючи систему заходів по боротьбі з засухою, суховіями та ерозією ґрунтів, Докучаєв враховував той величезний вплив, який може зробити людина на ґрунт при правильній системі господарства. Не включаючи людину до факторів ґрунтоутворення, він, очевидно, виходив з тих міркувань, що ґрунт утворився задовго до її появи. Проте Докучаєв добре розумів, що з моменту втягнення цілих земель у культуру вплив природних факторів відсувається на задній план і на перше місце виступає виробнича діяльність людини. Маючи на увазі роль людини у взаємозумовленій єдності всіх ґрунтоутворювачів, Докучаєв писав: «Не буде, звичайно, перебільшенням, якщо ми скажемо, що з часом в той *самий ланцюг* удасться внести коли не все, то багато і багато, з чого складається життя людини, принаймні, життя економічне, сільськогосподарське та ін.»².

«Мені багато разів закидали те, — пише він в іншому місці, — що я занадто захоплююсь ґрунтами і забуваю значення в справі оцінки економічних та побутових умов. Це цілковита неправда. Я ніколи не випускав з уваги цих факторів і визнавав їх значення завжди... Я завжди говорив, що для правильної оцінки потрібні і статистичні, і економічні, і, можливо, навіть історичні дослідження»³.

Суперечку про те, якому з ґрунтоутворювачів слід приділяти більше уваги — ґрунту, клімату, рослинності тощо, суперечку,

¹ В. В. Докучаєв, Сочинения, т. VII, стор. 173—174.

² В. В. Докучаєв, Избранные сочинения, т. III, стор. 291.

³ В. В. Докучаєв, Сочинения, т. VII, стор. 285.

яка продовжується і в наші дні, Докучаєв завжди справедливо вважав схоластичною. Він вказував, що це питання рівноцінне тому, якби лікаря запитали, що важливіше для людини: вода, повітря чи їжа. Таке питання могли б визнати за пусте і марне, або відповіли б — і те, і друге, і третє. Докучаєв писав: «У природі всі ґрунтоутворювачі діють звичайно *разом*, місцями посилюючи один одного, іноді вступаючи в боротьбу, але у всякому разі створюючи сотні — тисячі нових умов, утворюючи сотні — тисячі нових ґрунтів»¹.

Коли елементи ґрунтоутворення однакові, тоді однаковими будуть і ґрунти; навпаки, відмінність ґрунтоутворювачів — усіх або одного — неминуче створить і відмінність ґрунтів.

«Жодний організм, жодне явище природи не стоїть окремо, зовсім ізольовано, — говорив він, — а тому і не може бути пізнане повністю без відповідних досліджень *сусідніх* організмів і явищ»².

Ґрунтоутворювачі не можуть діяти абсолютно однаково; цей процес не може визначатися і якимсь одним вирішальним фактором. Якщо припустити, наприклад, що біологічний фактор є провідним в ґрунтоутворенні, то він повинен змінювати і спрямовувати всі інші ґрунтоутворювачі. Відомо, що рослини вносять в ґрунт не тільки кількісні, а й якісні зміни. Проте впливати на рельєф, на хімічні властивості материнської породи, на кількість сонячної енергії і кількість опадів вони не можуть. Ці зміни залежать насамперед від розвитку Землі як планети, яка в свою чергу підпорядковується в своєму розвитку коосмічним, геологічним, кліматологічним та іншим процесам.

Біологічний фактор сам повністю залежить від усіх інших ґрунтоутворювачів, тому сам по собі не може спрямовувати ґрунтоутворювальний процес.

Можна сперечатися про ступінь важливості того чи іншого ґрунтоутворювача, його місце в процесі ґрунтоутворення, але говорити про «єдину» причину цього процесу — значить заперечувати комплекс причин, розглядати процес ґрунтоутворення поза взаємозв'язком, ізольовано, поза умовами місця і часу.

Згідно з ученням Докучаєва, ґрунтоутворення — це складний і тривалий історичний процес, який виник на певному ступені розвитку матеріального світу. Через це ґрунт треба вивчати насамперед і головним чином з природничо-історичної точки зору, як вивчають натуралісти будь-які матеріали, рослини і тварини.

Ґрунти — не гірські породи, і їх найістотніші властивості залежать від місцевих кліматичних і рослинних умов. Всі ці умови діють по-різному, але завжди в комплексі.

¹ В. В. Докучаєв, Сочинения, т. V, М., 1951, стор. 471.

² В. В. Докучаєв, Сочинения, т. VII, стор. 474. І все ж Д. Г. Віленьський, наприклад, обвинувачує Докучаєва в тому, що він недооцінював біологічні процеси, зокрема роль рослинності (Д. Г. Виленский, Основположники русского почвоведения Докучаев, Костычев, Вильямс, М., 1949, стор. 16), а «докучаєвець» Д. І. Палазов намагається довести, що єдиною причиною ґрунтоутворення є життєдіяльність рослинних організмів (Д. И. Поплов, Процесс почвообразования и развитие плодородия почв (о едином процессе почвообразования), «Известия ТСХА», № 3, 1955).

«Всі ці ознаки важливі, всі вони мають силу тільки до того часу, поки існують разом, в певному угрупованні, а тому і розглядати їх слід не поодиноці, а завжди у взаємному зв'язку»¹, — писав Докучаєв.

Саме ґрунтознавство Докучаєв розглядав як науку про взаємозв'язок. «Як відомо, — підкреслював він, — в самий останній час все більше і більше формується і відокремлюється одна з найінтересніших *дисциплін* в галузі сучасного природознавства, а саме — вчення про ті складні і різноманітні *співвідношення* і *взаємодії*, а також і про *закони*, які керують їх віковими *змiнами*, які існують між так званою *живою* і *мертвою природою*, між а) поверхневими гірськими породами, б) пластикою землі, с) ґрунтами, д) наземними і ґрунтовими водами, е) кліматом країни, ф) рослинними і г) тваринними організмами (в тому числі і навіть головним чином нижчими) і людиною...»².

Визначення ґрунту як особливого природно-історичного тіла для того часу було великим досягненням людського пізнання. Проте в це визначення не було включене поняття про безперервну зміну ґрунту під впливом біологічних, фізичних і хімічних процесів, не показано, що на відміну від гірської породи ґрунт володіє суттєвою якістю — родючістю.

Історичний підхід Докучаєва до вивчення ґрунтів знайшов своє відображення в його працях про зональність. Праці Докучаєва про зони природи внесли великий вклад у сільськогосподарську науку і практику.

На початку 1807 р. німецький вчений Гумбольдт встановив, що клімат, рослинність і тварини в своєму розподілі по земній кулі утворюють рослинно-кліматичні зони. Це було, за визначенням Енгельса, великим досягненням природознавства того часу. Однак вчення Гумбольдта має великий недолік, який не дозволяє вважати його родоначальником ідей зональності в цілому. Він не помітив мінливості найверхнього шару землі — ґрунту.

Докучаєв глибоко розробив історико-генетичне вчення про зони природи. Горизонтальну зональність він пов'язав з формою і обертанням Землі навколо осі. Нерівномірне поширення по земній поверхні гір і низин він пояснив вертикальною зональністю. При врахуванні вертикальних зональностей помітна різка і пряма залежність між висотою місцевості і типом ґрунту. Докучаєв виділив п'ять природно-історичних зон: 1) бореальну або тундрову; 2) тайгову або лісову; 3) чорноземну; 4) аеральну або зону сухих субтропічних країн; 5) червоноземну або латеритну — зону тропічних країн. Цим поділом користуються в радянській географії і по цей час. Три пояси — тундровий, тайговий і тропічний — зображені на картах по тих кордонах, які визначив Докучаєв. Докучаєв не обмежився споглядально-натуралістичною характеристикою природних зон, а зробив ряд практичних висновків.

Зони природи разом з мікрокліматом він розглядав насампе-

¹ В. В. Докучаєв, Сочинения, т. IV, стор. 200.

² В. В. Докучаєв, Сочинения, т. VI, стор. 416.

ред як сільськогосподарські зони і вважав, що сільське господарство повинно будуватися на глибокому і ретельному врахуванні всіх місцевих особливостей природного середовища. Агрономія, зазначав він, як чисто прикладна галузь, повинна бути зональною.

Докучаєв перший встановив закономірність географічного поширення ґрунту, в зв'язку з чим і стало можливим складання точних порівняльних ґрунтових карт, необхідних для інвентаризації землі.

Закон зональності не можна розуміти догматично, як абсолютний закон природи. Його слід розглядати як загальний закон, що проявляється на різних територіях по-різному. Це завжди підкреслював Докучаєв. «Природа — не математика: накреслена нами вище картина *горизонтальних* ґрунтових, — писав він, — (а, отже, і природно-історичних) зон є *схема*, якщо завгодно, *закон*,... але на щастя людства взагалі — і великої Росії в особливості, на щастя для культури, такої мертвущої, сухої, так би мовити, математичної одноманітності немає в природі»¹.

Високо оцінюючи видатний науковий вклад Докучаєва, внесений працею «Наші степи раніше і тепер», Вільямс писав: «Наші степи раніше і тепер» являють собою одну з перших спроб застосувати еволюційний принцип для розв'язання практичних питань величезної ваги — для розробки заходів по боротьбі з засухою, неврожайами та голодом. В цьому розумінні вказана праця Докучаєва являє собою дуже сильну підтримку і підтвердження одного з найважливіших відкриттів, зробленого Дарвіном і Ляйелем, — принципу еволюції»².

* *
*

З сказаного можна зробити такі висновки.

Докучаєв, в числі передових вчених Росії, вірно сприйняв матеріалістичне вчення Дарвіна й став продовжувачем його ідей в новій науці — ґрунтознавстві. Поряд з тим він бачив окремі недоліки в ученні Дарвіна.

Видатна заслуга Докучаєва полягає в тому, що він, творчо розвиваючи еволюційні ідеї Дарвіна, створив вчення про ґрунт як окреме тіло, що змінюється, показав, що ґрунт розвивається на материнській породі під впливом її при взаємодії таких факторів, як клімат, рослини та тваринні організми, рельєф місцевості та господарська діяльність людини.

Докучаєв показував, що всі ґрунтоутворювачі однаково важливі, але діють в залежності від умов по-різному. Якби їх прояви були однаковими, то не існувало б якісної різноманітності ґрунтів.

Розвиваючи ідеї Дарвіна, Докучаєв створив чітку теорію про змінюваність ґрунтів у часі й просторі.

Розглядаючи ґрунт як природно-історичне тіло, Докучаєв показав, що ґрунт повністю залежить від навколишнього середови-

¹ В. В. Докучаев, Сочинения, т. VI, стор. 402—403.

² В. Р. Вильямс, Собрание сочинений, т. VIII, стор. 299.

ща. Як тільки припиниться обмін речовин ґрунту з середовищем, він перетвориться на гірську породу, позбавлену всякої родючості.

Встановивши, що ґрунт є самостійним тілом природи, Докучаєв запропонував методикі його опису, розкривши основні закономірності поширення ґрунтів.

Завдяки його працям стало можливим складання ґрунтових карт, необхідних для інвентаризації основного засобу виробництва—землі. Докучаєв розробив науковий метод їх складання й тим самим заклав основи географії ґрунтів.

Докучаєв розглядав ґрунт не лише як тіло природи, що історично виникло й розвивається, а й як об'єкт людської праці. Глибоко вивчивши рослинне середовище, він виступив проти реакційної теорії так званого закону «спадної» родючості ґрунту. У праці «Наші степи раніше і тепер» Докучаєв показав, що ґрунт, якщо з ним правильно поводитися, не зменшує, а поступово збільшує свою родючість. Ця праця Докучаєва ще раз підтверджує справедливість слів Маркса про те, що земля — це велика лабораторія, яка дає і засоби праці, і матеріал праці, і місце для поселення; це базис колективу. Тому ґрунт і є посередником між людиною, органічним та мінеральним світом. Його «родючість зовсім не така вже природна якість... як це може здатися: вона тісно пов'язана з сучасними суспільними відносинами»¹.

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс, Сочинения, т. V, стор. 406.

ЗМІСТ

Дишлевий П. С. Філософський релятивізм і теорія відносності.	3
Вільницький М. Б., До питання про природу ефектів у спеціальній теорії відносності.	28
Шугайлін О. В. Нелінійні узагальнення теорії поля та питання про єдність перервного і неперервного в сучасній теорії квантованих полів.	53
Даїн Б. Я. Форми руху матерії і предмет фізичної хімії.	69
Ройтер В. А. Про недооцінку значення якісних відмінностей в сучасній фізичній хімії.	79
Савенко Я. М. До питання про зовнішні та внутрішні суперечності в розвитку живої природи.	85
Пустовалов Д. В. Про розвиток В. В. Докучаєвим еволюційних ідей Ч. Дарвіна в ґрунтознавстві.	105