Такі стани називатимемо *виродженими*; про виродженість сигналізує наявність верхнього індексу біля символу семантичного стану $\psi_i^{\,j}(X)$. Наприклад, в українській мові словоформа *мати* зі значенням категорії "частина мови" "іменник" має два граматичні стани:

$$g_{\text{іменник}}^{\underline{\text{жін.рід}},\ \underline{\textbf{однина}},\ \text{наз.відм.}},$$

де слово *мати* має лексичне значення "Жінка стосовно дитини, яку вона народила" та:

$$g_{\text{іменник}}^{\underline{\text{чол. рід}}\ \underline{\textbf{множина}},\ \text{наз.відм.}},$$

де слово *мати* має лексичне значення "Спортивні матраци". Наведений приклад ілюструє явище *внутрішньочастиномовної омонімії.*

Кількість власних семантичних станів одиниці X, які відповідають певному значенню категорії F, називатимемо *кратністю виродження цього семантичного стану.* Так, у розглянутому прикладі стан ψ(*мати*) має кратність виродження 2.

Семантичні стани, в яких оператор F має певне значення, називатимемо *чистими*. Проте a priori не можна забороняти існування семантичних станів, для яких оператор F не набуває одного певного значення, але може характеризуватися, наприклад, двома. Формально таку ситуацію можна передати за допомогою співвідношення:

$$F\,\psi(X) = f_1\,\mu_1(\psi_1)\,\psi_1(X) + f_2\,\mu_2(\psi_2)\,\psi_2(X), \tag{5.4}$$

де семантичний стан ψ одиниці X при дії на нього оператора F розщеплюється на два, а саме: $\psi_1(X)$ та $\psi_2(X)$, де $\psi_1(X)$ відповідає значенню семантичної категорії f_1, а $\psi_2(X)$ — значенню семантичної категорії f_2; лінгвістичний зміст функцій $\mu_1(\psi_1)$ та $\mu_2(\psi_2)$ буде з'ясовано нижче.

Стани, для яких оператор F, діючи на функцію семантичного стану, зображається комбінацією певної кількості чистих семантичних станів, що відповідають різним власним значенням цього оператора, називатимемо *змішаними семантичними станами.*

Таким чином, рівняння (5.4) визначає семантичний стан, в якому перебуває одиниця X і який являє собою своєрідне явище суперпозиції (суміші) чистих семантичних станів $\psi_1(X)$ та $\psi_2(X)$, що відповідають частинам мови f_1 та f_2 відповідно. Лінгвістична інтерпретація рівняння (5.4) полягає в тому, що одиниця X має семантичні ознаки водночас і f_1 і f_2. Відповідні показники — ідентифікатори зазначеної належності — містяться у виразах для семантичних станів $\psi_1(X)$ та $\psi_2(X)$.

Така ситуація є досить поширеною в мові. Так, в українських та російських дієприкметниках поєднуються властивості дієслова і прикметника. Розглянемо, наприклад, російські дієприкметникові лексеми *ведущий* та *ведомый*. Вони відмінюються за прикметниковою словозмінною парадигмою (по шість відмінків у чоловічому, жіночому та середньому родах і у множині), маючи водночас у своїй структурі дієслівну морфологічну ознаку активності/пасивності — вона набуває тут матеріального вираження у вигляді суфіксів **-ущ** та **-ом**, відповідно. Зазначена морфологічна ознака не здається сильною з огляду на приналежність до дієслова, де вона не набула статусу словозмінної; крім того, вона характерна для цілої словозмінної парадигми, а не лише для окремих її членів. Це дає підставу для виділення класу слів з такими властивостями до самостійної частини мови — дієприкметника (рос. — причастия). У назві "дієприкметник" поєдналися дієслівне та прикметникове начала, тим часом як назва "причастие" вже символізує самостійність та формальну рівноправність цієї частини мови з іншими повнозначними відмінюваними частинами мови.

5.3. Семантичні стани у формалізмі нечітких множин

Підкреслимо принципову відмінність між описаною ситуацією і звичайною омонімією. Явище омонімії також можна описувати рівнянням типу (5.4): $F\,\psi(X) = f_1\,\mu_1(\psi_1)\,\psi_1(X) + f_2\,\mu_2(\psi_2)\,\psi_2(X) + \ldots$, де різні члени правої частини відповідають різним омонімічним станам слова X — якщо йому властивий той чи інший різновид омонімії. Але в процесі мовної обробки, коли відбувається зняття омонімії, права частина цього рівняння редукується до одного члена, який, власне, і становить чистий граматичний стан аналізованого слова X у конкретному контексті Зовсім іншою є ситуація, коли одиниця X перебуває у змішаному стані, — у цьому випадку ніяка мовна обробка не здатна зменшити число членів рівняння (5.4), яке і представляє кінцевий її результат. Таке становище сигналізує про існування одиниць, які в контексті (а подекуди і завжди) функціонують лише у змішаних семантичних станах.

Висновок про існування одиниць, для яких мова дозволяє функціонування тільки у змішаних семантичних станах, може бути досить цікавим свідченням неможливості повної формалізації мовної системи, точніше, свідченням меж цієї формалізації. Це, зокрема, означає, що навіть найбільш формалізована ділянка теорії мови, якою є граматика, має риси нечіткості, що входить у певну суперечність із граматичним детермінізмом і спонукає до вироблення спеціальної мови опису багатозначних граматичних ситуацій.

Концептуальні засади такої мови, на нашу думку, створює теорія нечітких множин Л. Заде[6]. Продемонструємо, як це досягається.

Звернімося до визначення множини Ψ семантичних станів та множини $\Psi(f_i) = \{\psi\colon F\,\psi = f_i\,\psi_{\ i}\}$ часткових семантичних станів, наведених у попередньому підрозділі. Якби існувала принципова можливість редукції у процесі мовної обробки будь-якого семантичного стану до чистого, множину Ψ можна було б представити у вигляді об'єднання множин $\Psi(f_i)$, які між собою не перетинаються, тобто справджувалася б така формула:

$$\Psi = \cup_f \Psi(f_i)\ ;\ \Psi(f_i) \cap \Psi(f_j) = \varnothing \text{ при } i \neq j. \tag{5.5}$$

Ситуація матиме зовсім інший вигляд, якщо ми врахуємо описану вище можливість існування одиниць, які одночасно характеризуються, наприклад, двома (або більше) значеннями певної семантичної категорії. Семантичний стан $\psi(X)$ такої одиниці X вже не належатиме лише до однієї з підмножин $\Psi(f_j)$, а одночасно до двох та, можливо, навіть більше.

Формальний механізм опису подібних явищ здійснюється у такий спосіб. Визначимо на множині $\Psi = \cup_f \Psi(f_i)$ структуру нечіткої в смислі Заде множини. Для цього на кожній з підмножин $\Psi(f_i)$ визначимо функцію приналежності $\mu_i(\psi)$, яка для кожного $\psi \in \Psi(f_i)$ набуває певного числового значення з інтервалу [0, 1]:

$$\mu_i(\psi) \in [0,1]\ . \tag{5.6}$$

При цьому вважатимемо, що якщо $\mu_i(\psi) = 1$, то стан ψ є чистим, а якщо $\mu_i(\psi)$ менше 1, відповідний ψ є компонентом змішаного стану, другий компонент якого ψ' (для двокомпонентних станів) належить до певної підмножини $\Psi(f_j)$, $i \neq j$, зі значенням функції приналежності $\mu_j(\psi')$, також меншим за 1, але таким, щоб виконувалася умова:

$$\mu_i(\psi) + \mu_j(\psi') = 1. \tag{5.7}$$

Тоді кожна з підмножин $\Psi(f_i)$ перетворюється на нечітку множину з функцією належності $\mu_i(\psi)$:

$$\Psi(f_i) \rightarrow \{\,\Psi(f_i), \mu_i(\psi), \psi \in \Psi(f_i)\}\ . \tag{5.8}$$

Елементами визначеної у такий спосіб нечіткої множини слугують пари $(\psi(f_i),\ \mu_i(\psi))$. Разом з цим структура нечіткої множини

[6] *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. — М., 1976. — 168 с.

індукується і на всій множині Ψ як об'єднанні нечітких множин (5.8) за виконання умови (5.7). Функція належності $\mu_i(\psi)$ при цьому набуває інтерпретації як міра набуття семантичним станом g властивостей значення f_i категорії F. Максимального значення, рівного 1, функція належності набуває на чистих станах, які характеризують слова з однозначно визначеним показником належності до певної семантичної категорії.

Для слів зі змішаними семантичними станами виду:

$$\psi(X) = \mu_1(\psi_1)\ \psi_1(X) + \mu_2(\psi_2)\ \psi_2(X) + \ldots \tag{5.9}$$

величина $\mu_1(\psi_1)$ демонструє ступінь виявлення словом X властивостей значення f_1, а $\mu_2(\psi_2)$, відповідно, — ступінь виявлення словом X властивостей значення f_2 і т.д. Узагальнена умова (5.7), а саме: $\mu_1(\psi_1) + \mu_2(\psi_2) + \ldots = 1$, забезпечує повноту семантичних властивостей розглядуваного слова і замкненість семантичного опису.

Наприклад, в уривку з "Гаврилиады" горезвісного Нікіфора Ляпіса-Трубецького з "Дванадцяти стільців" Ільфа та Петрова: "Гаврила стул купил на рынке. Был у Гаврилы стул плохой" у першому реченні стілець виступає в семантичному стані ψ_1(*стул*) — буквальному значенні слова *стул*: "Вид меблів у вигляді короткої лави, перев. із спинкою, для сидіння однієї людини". Але в другому реченні семантичний стан цієї ж лексеми трансформується і виступає як поєднання двох елементарних семантичних станів ψ_1(*стул*) та ψ_2(*стул*):

$$\psi = \mu_1(\psi_1)\ \psi_1(\textit{стул}) + \mu_2(\psi_2)\ \psi_2(\textit{стул}),$$

де ψ_1(*стул*) таке саме, як і в першому реченні, а ψ_2(*стул*) передає "шлунково-фразеологічний семантичний стан, що відповідає "шлунково-кишковому" значенню цієї ж лексеми (**плохой стул** — *расстройство желудка*). Поява ψ_2(*стул*) у другому випадку легко прогнозується навіть в автоматичному режимі за наявності фразеологізму "плохой стул" у відповідному фрагменті словникової статті тлумачного словника та відповідній семантичній структурі. Оскільки інших семантичних значень у цій мовній ситуації не передбачається, природно суму $\mu_1(\psi_1) + \mu_2(\psi_2)$ покласти рівною 1; втім, значення окремих доданків можна, мабуть, визначити лише застосовуючи "експертні оцінки". Двозначність семантичної структури і є, мабуть, причиною комічного ефекту, що властивий даній мовній ситуації. Проте, незважаючи на таку двозначність, у психологічному плані виникає враження однозначного розуміння цієї ситуації: а саме — однозначного розуміння її двозначності.

5.4. Формальні аспекти відношення синонімії та аналогія з визначенням перекладних еквівалентів

Дослідженню явища синонімії присвячено багато праць, проте формальні засади його опису, на нашу думку, розроблені ще недостатньо. Вважатимемо, що лексеми x та y перебувають у відношенні синонімії S, — цей факт позначатимемо таким записом: xSy, якщо існують семантичні стани, а саме стани лексичної семантики — позначимо їх $c(x)$ та $c(y)$, що відповідають певним лексичним значенням розглядуваних лексем, які є близькими для всіх граматичних значень цих лексем: $c(x) \approx c(y)$. Це означає, що:

$$\left| c(x) - c(y) \right| < \varepsilon, \tag{5.10}$$

де ε — певна достатньо мала величина.

Зрозуміло, що для оцінки величини $\left| c(x) - c(y) \right|$ необхідно мати такі формальні визначення для $c(x)$ та $c(y)$, які дозволяють обчислити різницю $c(x) - c(y)$ та оцінити її величину. Це є досить складним завданням, і на практиці виконується дещо зовсім інше, а саме здійснюється експертна оцінка лінгвістом, який, аналізуючи значення (семантичні стани) $c(x)$ та $c(y)$ і покладаючись на свій досвід та інтуїцію, сам встановлює їхню близькість, використовуючи, як правило, не дуже чіткі критерії.

Відзначимо деякі формальні властивості відношення синонімії. Очевидно, що воно є рефлексивним і симетричним, тобто xSx та $xSy \Rightarrow ySx$. Утім, відношення синонімії необов'язково транзитивне, тобто з фактів xSy та ySz, не випливає xSz. Це означає, що різниці $\left| c(x) - c(y) \right|$ та $\left| c(y) - c(z) \right|$ можуть накопичуватися і врешті-решт виявиться, що $\left| c(x) - c(z) \right| > \varepsilon$. Утім, ми розглядатимемо тільки такі синонімічні ряди (синсети) SX, що якщо $X = \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$ — множина лексем, які становлять певний синсет SX, то $x_i \; S \; x_j$ для всіх $i, j = 1, 2, \ldots, n$. Це дає можливість позначити множину значень синсета SX через $C(SX)$. Отже, для будь-яких $c(x) \in C(SX)$ та $c(y) \in C(SX)$, $\left| c(x) - c(y) \right| < \varepsilon$.

Відзначимо принципову різницю між описом лексичної семантики у тлумачних словниках та описом синонімії. А саме, тлумачний словник прагне подати, так би мовити, абсолютну семантику, тобто для кожної лексеми x визначити й описати якомога повніше множину її семантичних станів:

$$C(x) = \{c_i(x) \mid i = 1, 2, \ldots, k.\}, \tag{5.11}$$

причому так, що для будь-якого контексту $M(x)$ знайшовся б елемент $c_M(x) \in C(x)$, який представляє значення лексеми x у цьому контексті. Зрозуміло, що множина $C(x)$ містить як чисті, так і змішані семантичні стани.

Натомість семантика синонімії є відносною і в формалізмі семантичних станів представлена лише різницею $|c(x) - c(y)|$ семантичних станів $c(x)$ та $c(y)$, для яких, як зазначалося, висувається вимога близькості. Залишається з'ясувати, в яких спосіб можна встановити близькість семантичних станів $c(x)$ та $c(y)$, і отже, "обчислити" різниці $|c(x) - c(y)|$. Одним з можливих способів до цього є певне структурування словникових дефініцій (формул тлумачення), за допомогою якого можливе більш формальне поводження з елементами семантичної структури. Для демонстрації викладеного скористаємося методом, наведеним у третьому розділі (див. також праці[7]), де запропоновано розвинення словникових дефініцій дієслова у лінійний формат, поданий у таблиці 3.16. Використовуючи цей формат, будь-яку дієслівну словникову дефініцію (принаймні зі Словника української мови) можна розкласти в лінійну послідовність компонент (1—11). На додаток до прикладів, поданих у третьому розділі, наведемо ще такі:

Формат дефініцій дієслова				
Реєстрова одиниця	**Семантичний стан**	**Семантична тема**	**Диференційні семи**	
			об'єкт	**спосіб, засіб**
		1	**3**	**5**
ГОВОРИ#ТИ, ворю, вóриш, *недок.*	1 Мати здатність висловлювати думки, почуття; володіти мовою.	Мати здатність висловлювати	Думки, почуття	—
		Володіти	—	Мовою
РОЗМОВЛЯ#ТИ, 33яю, 33яєш, *недок.*	2. Мати здатність, уміти говорити, висловлювати свої думки, почуття.	Мати здатність, уміти говорити, висловлювати	свої думки, почуття	—
	3. Говорити, володіти якою-небудь мовою.	Говорити, володіти	—	якою-небудь мовою
БАЛА#КАТИ, аю, аєш, *недок.*	1. *про кого, що і без дод.* Те саме, що **розмовляти**	**Розмовляти**	—	—
	2. *розм.* Володіти мовою.	Володіти	—	мовою

[7] *Сухарина Н. М.* Граматична та лексична семантика українського дієслова в лексикографічній системі. Автореферат к.ф.н., — К.:, 2003. *О. Г. Рабулець, Н. М. Сухарина, В. А. Широков, К. М. Якименко.* Дієслово в лексикографічній системі, — К.: Довіра 2004.

Порівняння семантичних станів за допомогою цього лінійного формату зводиться до порівняння відповідних його компонент. Воно дає два семантичні стани: $C_1(x)$ = *Мати здатність, уміти говорити, висловлювати свої думки, почуття*; $C_2(x)$ = *Володіти якою-небудь мовою*, яким відповідає один і той самий синсет: {**розмовляти#ти**; **говори#ти**; **бала#кати**}.

Як правило, на практиці семантика тлумачних словників, на жаль, не узгоджується з семантикою словників синонімічних, тобто визначення семантичних станів при синонімії, що зафіксовано у формулі (5.10), не завжди узгоджуються з визначеннями станів лексичної семантики, представленими у формулі (5.11). Це спричиняє виникнення значних проблем при створенні семантичних аналізаторів та двомовних перекладних словників і систем лексикографічного забезпечення машинного перекладу.

Між визначенням синонімії та знаходженням перекладних еквівалентів існує глибока аналогія. Вона ґрунтується на тій обставині, що якщо знаходження синоніма зводиться до пошуку близьких значень лексем однієї мови, то знаходження перекладного еквівалента є таким самим пошуком близьких значень, але для різних мов. Введемо верхній індекс біля мовної одиниці та її семантичного стану для позначення мови, в якій цю одиницю (або стан) представлено. Тоді синонімія відбиватиметься співвідношенням $\left| c^1(x) - c^1(y) \right| < \varepsilon$, де i — індекс, що маркує мову.

Натомість відношення "перекладний еквівалент": x^1Tx^2 зображатиметься співвідношенням $\left| c^1(x^1) - c^2(x^2) \right| < \varepsilon$. Зрозуміло, що для формального визначення останньої процедури необхідно звести величини $c^1(x^1)$ та $c^2(x^2)$ до якогось єдиного представлення, яке може надавати, наприклад, мова-посередник — позначатимемо її верхнім індексом 0. Таким чином, спочатку маємо відображення $c^1(x^1) \rightarrow c^0(x)$ та $c^2(x^2) \rightarrow c^0(y)$. Тоді одержуємо еквівалентність:

$$xSy \Leftarrow \left| c^0(x) - c^0(y) \right| < \varepsilon \sim \left| c^1(x^1) - c^2(x^2) \right| < \varepsilon \Rightarrow x^1Tx^2 . \quad (5.12)$$

З останньої формули випливає, що пошук перекладного еквівалента з однієї мови на іншу рівнозначний підбору синоніма у певній абстрактній мові-посереднику. Незважаючи на те, що така мова наразі залишається невідомою величиною концептуального моделювання (зокрема неочевидною залишається універсальність такої мови), формула (5.12) дає ключ до розуміння ролі синонімії в процесі перекладу з однієї мови на іншу: конструювання величин $c^0(x)$ і $c^0(y)$ передбачає наявність множин $C^1(SX^1)$ та $C^2(SX^2)$ і встановлення між ними певної відповідності — навіть якщо ми не маємо формального методу визначення такої відповідності.

5.5. Семантичні стани та лексикографічні числення

5.5.1. Лексикографічні числення

Як було показано, Л-системи допускають глибоке структурування і дозволяють описувати структури: окремих елементів словникових статей, міжстатейних та міжсловникових відображень тощо, а процес рекурсивної редукції надає практично необмежений ресурс до продовження та поглиблення такого структурування. Архітектура Л-системи, визначена у першому розділі діаграмою (1.36), забезпечує можливість реалізації Л-систем у широкому діапазоні інформаційно-фізичних середовищ — традиційних (книжкових), комп'ютерних (локальних, розподілених, мережевих, віртуальних...), нейробіологічних і т.д.

Поняття лексикографічного середовища надає засоби до розвинення методики та техніки інтеграції Л-систем й створення словникоподібних комплексів необмеженої складності. Отже будь-який словник, будь-яка словникова система обов'язково втрапляє до класу лексикографічних середовищ і в такий спосіб може бути представлена у вигляді лексикографічного середовища з певною структурою. В цьому смислі питання класифікації і типології словників одержують широке поле для розвитку та різнопланових узагальнень.

Але поняття лексикографічної системи, лексикографічного середовища та все, що пов'язане із ними, зовсім необов'язково мусять мати стосунок тільки до словників та їхніх комплексів — вони можуть застосовуватися до опису більш широкого кола мовно-інформаційних процесів. Та навіть більше: зазначені поняття обов'язкові всюди, де розвиваються лексикографічні ефекти, що, завдяки універсальній природі останніх, відкриває шлях до порівняння структур лексикографічних систем з іншими прикладами формально визначених структур. Зокрема, Л-системи та Л-середовища можуть розглядатися і як числення. З метою ілюстрації та обґрунтування цього твердження, слідуючи за працею[8], розглянемо поняття числення.

Загальне поняття *числення* або *дедуктивної системи* таке ж фундаментальне як і поняття алгоритму і мусить розглядатися незалежно від будь-яких його формальних уточнень. Поняття числення

---

[8] *Успенский В.А.* Теория алгоритмов: основные открытия и приложения. — М.: Наука, 1987. — 298 с.

відображає, а в чомусь, можливо, й узагальнює інтуїтивне уявлення про індуктивне породження множини. Математичні та психологічні витоки поняття числення сходять до глибокої давнини. Ігри з чіткими правилами (шахи, доміно, шашки, маджонг, го), різноманітні картярські ігри були, можливо, першими реальними прикладами числень. Зараз, зрозуміло, ми, розглядаючи числення, абстрагуємося від "ігрових" аспектів, а зосереджуємося на, так би мовити, "юридичному" боці — можливості виконувати певні дозволені послідовності дій з певними об'єктами.

Значну роль у розвиткові загального поняття числення відіграли числення математичної логіки або так звані логістичні системи, перші з яких з'явилися наприкінці XIX століття у праці Фреге[9].

Загальне поняття числення менш популярне, ніж поняття алгоритму, і навіть термінологія, що стосується загальних числень досі не встоялася. Можна подати таке його "визначення на пальцях": числення є скінченним набором *дозвільних* правил, які також називаються *породжувальними* правилами або *правилами виводу*. Ці правила *дозволяють* здійснювати перехід від одних *конструктивних об'єктів* до інших, тим часом як алгоритм *наказує* здійснювати такі переходи.

Типовим прикладом дозвільних правил є правила шахової гри, причому в ролі конструктивних об'єктів, якими оперують правила, виступають шахові позиції, споряджені вказівкою на черговий хід (та можливо ще певною додатковою інформацією, наприклад, чи ходив раніше король...). Позицію, споряджену усією необхідною додатковою інформацією, природно назвати *станом* гри. Саме *стани* гри слід розглядати як ті *конструктивні об'єкти*, над якими можуть здійснюватися операції шахового числення. Поняття або уявлення про *стани* є одним з основних понять теорії числень.

Але це поняття, або його аналоги, явно або неявно фігурують практично у будь-якій теорії, яка описує функціонування тих чи інших об'єктів (тобто об'єктивну чи об'єктивовану реальність). І ми також використовуємо поняття стану в наших теоретичних побудовах, ввівши в обіг у попередньому розділі поняття семантичних станів мовних, зокрема — лексичних, одиниць (а взагалі — станів ЕІО будь-якого походження). Наступне і логічне завдання — запропонувати формалізм до знаходження репрезентантів семантичних станів мовних одиниць мовою теорії лексикографічних систем.

---

[9] *Frege G.* Begriffsschrait, eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens. Halle, 1879.

У зв'язку з викладеним вважаємо за необхідне навести певні загальнонаукові міркування щодо концепції станів системи. Зазначене поняття, яке використовується у багатьох природничих, соціогуманітарних та технічних дисциплінах, на нашу думку, найбільш глибоко теоретично і практично розроблене в квантовій механіці, де воно є основоположним.

Згідно з канонічною доктриною квантової механіки, кожна система у певний момент часу перебуває у певному стані (і з певною ймовірністю). Стан системи формалізується як розв'язок рівняння Шредингера для даної системи. Оскільки рівняння Шредингера є певного типу диференційним рівнянням у частинних похідних, множина його розв'язків, які ототожнюються зі станами розглядуваної системи, утворює нескінченновимірний гільбертів простір. Отже, число станів квантовомеханічної системи теоретично нескінченне.

Стан системи репрезентує максимально повний її опис у теорії та визначає ймовірнісну інтерпретацію, але сам він не є безпосередньо спостережуваною величиною. Спостережувані величини зображаються в квантовій механіці ермітовими операторами, які діють у гільбертовому просторі станів, а можливі значення спостережуваних величин вираховуються як матричні елементи цих операторів у просторі станів. Проте у деяких інших теоріях стани системи є спостережуваними величинами. Скажімо, в класичній механіці стан матеріальної точки задається парою координата — імпульс у даний момент часу: $(x(t), p(t))$, які є спостережуваними — як окремо, так і разом. У квантовій же механіці існує фундаментальне обмеження на одночасне вимірювання координат та імпульсів, яке визначається принципом невизначеності Гейзенберга.

Отже, поняття і статус спостережуваної величини неінваріантні й по різному визначаються у різних природничонаукових (та й в інших) теоріях. Це надає певної пікантності використанню поняття стану в теорії числень, яка у її теперішньому вигляді явище спостережуваності, на нашу думку, взагалі ігнорує.

Можна було б поставити вимогу для теорії оперувати лише спостережуваними величинами, але зазначене питання дуже не просте. Воно широко дискутувалося в часи виникнення квантової теорії й не втратило актуальності у наш час. Здобутки цієї галузі теоретичного знання насправді містять настільки загальні методологічні уроки та настанови, які з користю можуть і мусять бути засвоєні будь-якою наукою, котра має амбіції щодо з'ясування на теоретичному рівні природи речей, які вона вивчає.

Перше і найважливіше з них є, мабуть, те, що для характеризації станів об'єктів справді використовуються як спостережувані, так і безпосередньо не спостережувані величини. Причому, за переконанням більшості вчених, будувати теорію тільки на самих спостережуваних величинах неможливо. Але, водночас зрозуміло, що без спостережуваних величин ніяка наукова теорія і взагалі наука в принципі немислимі. Спостережувані та безпосередньо не спостережувані величини повинні мати різний логічний та онтологічний статус, проте, наскільки нам відомо, загальна теорія цього питання досі в деталях не розроблена.

У світлі викладеного напрошується така інтерпретація взаємостосунків між спостережуваними і безпосередньо не спостережуваними величинами певної теорії: *вони репрезентують, відповідно, "формальну" та "змістову" сторони досліджуваного об'єкта і, отже, можуть бути формалізовані як реєстрова та інтерпретаційна, відповідно, частини деякої гіпотетичної Л-системи.*

У застосуванні до об'єктів мови така інтерпретація може бути деталізована у тому смислі, що стан будь-якої мовної одиниці допускає розклад на формальну частину (досяжну для безпосереднього сприйняття суб'єктом — будь-то звук або графічне зображення), а змістова репрезентується сукупністю "усіх контекстів", в яких може функціонувати дана мовна одиниця — ця обставина, власне, й робить неспостережуваною зазначену частину стану.

У науковій дискусії щодо логічних і психологічних засад феномену спостережуваності варто згадати про таку філософську настанову як принцип Маха[10], згідно з яким почуттєві враження упорядковуються в мисленні людини способом, що передбачає максимально економне компонування цих вражень у стійкі комплекси. Характерно, що Ейнштейн[11], вважаючи цей принцип занадто банальним для того, щоби він був спроможний відіграти роль універсального гносеологічного закону, відзначав особливу роль мови в онтологічно-логіко-психологічному розгортанні процесу пізнання. Мовні конструкції він вважає не тільки способом фіксації почуттєвих комплексів, але й відбиттям того, що існує (або навіть тільки може існувати) поза межами цих комплексів і без зв'язку з ними. На нашу думку, зауваження Ейнштейна (а він був надзвичайно чутливий до питань філософії пізнання) щодо ролі мови є невипадковими — вони підкреслюють нашу тезу про універсальність мовно-інформаційних процесів на всіх щаблях реальності. Згадаймо у цьому

[10] Принцип Маха (економія мислення)

[11] *Гейзенберг В.* Физика и философия. Часть и целое. Пер. с нем. — М.: Наука, 1989. — С.191 — 196.

зв'язку наш висновок, що навіть сама можливість існування такого феномену як мова є наслідком властивості "бути суб'єктом".

Наступні зауваження стосуються обговорення критерію простоти наукової теорії — його зовсім необов'язково пов'язувати із принципом Маха. Простота наукової теорії набувають для більшості дослідників естетичного забарвлення — простота і краса математичної схеми, підказаної природою, мають для них велику переконуючу силу.

Зауважимо, що в часи формулювання квантової теорії поняття простоти (та антонімічне, і отже — споріднене із ним поняття складності) були загальномовними; тоді ще не було сформульовано теорії складності — вона, як відомо, з'явилася тільки у 50-і роки минулого століття. Не було також з'ясовано і зв'язку такої характеристики як складність об'єктів та їхніх описів (а отже — і їхня простота!) з інформацією, й не були відомі кількісні міри для оцінки цих величин та їхніх зв'язків. Те, про що йшлося стосовно розробленого А.М.Колмогоровим та іншими вченими поняття складності, його зв'язку з інформаційними аспектами опису дійсності й власне із поняттям інформації та її кількісної міри, має глибокий зв'язок з критерієм простоти і красоти наукової теорії. Мінімальність опису досліджуваного об'єкта, яка за Колмогоровим є об'єктивною мірою кількості інформації про цей об'єкт, спонукає вчених (хоча б на рівні підсвідомої настанови) до знаходження описів саме такого (або таких) типів, хоча й не вказує шляхів та не дає рецептів, оскільки, взагалі кажучи, відноситься до класу алгоритмічно нерозв'язних проблем. Проте відсутність шляхів та рецептів не є запереченням об'єктивності існування мінімального опису — воно є лише свідченням того, що не існує формули або алгоритму для одержання нових наукових істин. І коли такий опис знайдено, то він, очевидно, мусить виглядати як найпростіший — таким він насправді і є. Отже, критерій простоти (або краси) наукової теорії, на наше переконання, є не стільки наслідком принципу економії мислення (який Ейнштейн кваліфікує як "підозріло комерційний" і який, власне, має лише дуже опосередковане відношення до суті справи, оскільки тут, скоріше, йдеться про фундаментальну інформаційну властивість об'єктивно існуючих речей, аніж про рису мислення як суб'єктивного процесу), скільки випливає із загальної природи інформації та кореспондується із формальним визначенням міри її кількості за Колмогоровим.

Справді, коли отримано опис досліджуваного об'єкта (процесу, системи тощо), який найадекватніше відповідає його суті, то цей опис мусить бути мінімальним, оскільки він подає тільки суттєву інформацію з огляду на природу досліджуваного об'єкта і не містить описів випадкових, неістотних деталей, які "захаращують" суттєве, нагромаджуючи до опису "зайві" елементи. Вчений, так би мовити, інстинктивно прагне одержати саме такий опис досліджуваних речей, який узгоджується із визначенням кількості інформації за мірою Колмогорова — цим, на нашу думку, і пояснюється та психологічна упевненість, яку дослідник відчуває, коли йому вдається одержати просту (красиву!) формулу, рівняння тощо.

Формалізм теорії складності є водночас і прозорим, і глибоким; його слід сприймати онтологічно, як об'єктивну властивість речей. Одним з нетривіальних проявів зазначеної риси виявляється те, що складність складеного утворення, взагалі кажучи, не дорівнює сумі складностей тих сутностей, що його формують. Висловлючись точніше, складність не є адитивною функцією системи. Іншими словами, якщо маємо певну систему, яка є складеною з інших, "менших" підсистем, що є її конституентами, тобто якщо

$$D = \bigcup_i D_i \,, \tag{5.23}$$

де символом D позначено розглядувану систему, а D_i — її складові, то

$$K(D) \neq \sum_i K(D_i) \tag{5.24}$$

де $K(D)$ — кількісна міра складності системи D, а $K(D_i)$, відповідно, — кількісні міри складності її конституентів D_i (зазвичай $K(D) < \Sigma\, K(D_i)$); відзначені уявлення, зрозуміло, поширюються й на окремі D_i, а також на їхні конституенти.

У процесі утворення, функціонування та взаємодії складених систем відбувається таке явище, яке ми кваліфікуємо як "*самокомпенсацію складності*". Зміст цього феномену зводиться до наступного. Характер взаємодії конституентів, які утворюють певну єдність (цілісність), що ідентифікується як складений об'єкт, є таким, що вони виявляють у "зв'язаному" стані лише певну частку їхньої повної, "іманентної" складності. Необхідність такої поведінки можна трактувати як таку, що забезпечує принципову можливість пізнання "проявленого" буття[12], а може й навіть — його існу-

[12] Згадаймо у цьому зв'язку висловлення того ж А.Ейнштейна про можливість пізнання людиною світу: "Бог вигадливий, але не злий", маючи на увазі, що процес пізнання важкий (адже при цьому вченому доводиться розв'язувати алгоритмічно нерозв'язні проблеми!) , але у принципі він все-таки можливий.

вання. В іншому випадку складність будь-якого об'єкта була б актуально нескінченною (потенційно воно так і є), а так — складності окремих компонентів ніби "самокомпенсуються" у процесі формування цілого. Отже можна стверджувати, що потенційно складність будь-якої речі нескінченна, оскільки сьогодні ми не бачимо меж ділимості матерії і кожен нижчий структурний рівень має свою ненульову складність. Але "одномоментно" усі різновиди складності компонентів не "проявляються" в цілому, вони виявляються лише "порівнево". Тому, складність у кожному випадку підлягає "перенормуванню", якщо йти від аналогії з квантовою електродинамікою, де для усунення розбіжностей також доводиться застосовувати процедуру "віднімання нескінченностей". Наочний приклад самокомпенсації складності нам надає мова. Так, наприклад, мірою складності конкретного слова можна вважати довжину відповідної словникової статті тлумачного словника, яка враховує ефекти граматичної та лексичної семантики, у тому числі, множинність граматичних значень, лексичну полісемію, фразеологічну структуру лексеми тощо. Тим часом, слово в реченні функціонує лише у певному значенні — одному або своєрідній "суміші" з декількох можливих значень для полісемічних лексем і, отже, мірою його складності у конкретному контексті є лише частина словникової статті, причому в деяких випадках вона може складати лише десяті, а то й навіть соті частки від повної складності лексеми. Таким чином, складність цілого речення може виявитися меншою, ніж повна складність окремого слова, яке є його складовою частиною.

Конструкція буття виявляється парадоксальною! Виявляється, що складні речі насправді складаються зі ще складніших. У цьому смислі "більше" є меншим за "менше". Нетривіальним, на наш погляд, підтвердженням цієї тези є відомий ефект, який має і онтологічний, і психологічний вимір — він стосується складності наукових теорій: теорія атомів, наприклад, не виглядає простішою за теорію молекул, теорія ядер не здається простішою за теорію атомів, теорія елементарних частинок не простіша за теорію ядер і так далі. У лінгвістиці, наприклад, теорія слова ("лексикологія") також не простіша за теорію речення ("синтаксису"). У світлі сказаного принцип редукціонізму, за яким складні речі мусять складатися з простіших, виглядає не тільки не очевидним, але й навіть сумнівним, що спонукає до думок про перегляд підвалин стандартного системного аналізу з урахуванням ефектів, які можуть бути описані теорією складності. На цьому рівні остання починає набувати рис і статусу природничонаукової, а не тільки суто математичної доктрини.

До одиниць мови будь-якого рівня природно застосовується поняття стану. Оскільки основною властивістю мовних об'єктів є властивість значення, то логічно вважати, що будь-яка мовна одиниця у реальному контексті перебуває у певному семантичному стані, який є елементом множини її "дозволених" станів. Було б приємно, коли б і для одиниць певного рівня мовної системи вдалося знайти простий, прозорий та формальний механізм породження станів на кшталт рівняння Шредингера, яке породжує стани квантовомеханічної системи. Поки що ми маємо лише поодинокі приклади побудови формальних механізмів породження станів певних часткових підсистем мови. Зокрема, такими є алгоритми породження словозмінних парадигм (для української мови вони розроблені в Українському мовно-інформаційному фонді[13]), або алгоритми породження лексикографічних структур СУМа[14]. Досвід, який ми маємо на даний момент, дозволяє стверджувати, що репрезентантом семантичного стану конкретної одиниці мови є її опис (текст відповідної словникової статті) в належним чином збудованій лексикографічній системі. У структурі тексту словникової статті як елемента Л-системи "зашифрована" інформація про стан відповідної одиниці мови. Процес абстрагування та експлікації зазначеної інформації — а він міститься в структурі Л-системи — за своєю природою є "граматичним", що додає додаткові аргументи до того, щоб вважати лексикографічну систему об'єктом, який поєднує властивості і словника і граматики.

Продовжимо виклад поняття про числення. Подібно до того як алгоритм задає *алгоритмічний*, або *обчислювальний*, процес (тобто процес роботи алгоритму), кожне числення задає *численнєвий*, або *породжувальний*, процес, тобто процес роботи числення. Цей процес розбивається на окремі кроки (або етапи). Кожний крок полягає в одержанні нового об'єкта (стану) з об'єктів (станів), уже одержаних до початку цього кроку. Одержання нового об'єкта здійснюється шляхом застосування будь-якого "дозвільного" правила, яке міститься в даному численні. Об'єкти, до яких застосовується правило, називаються його *посилками*. Зауважимо, що застосування одного й того самого правила до одних й тих самих посилок може приводити до різних наслідків. Але якщо фіксувати правило і посилки, то число різних результатів є завжди скінченним. Для кож-

[13] *І.В.Шевченко.* Моделі та алгоритмічно-програмне забезпечення лексикографічних систем. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. — К.: 2000.

[14] *В.А.Широков.* ІТЛС.

ного правила число посилок фіксоване. Якщо усі такі числа обмежені певним числом n, то числення називається *n-посилковим*.

Відбиттям інтуїтивного уявлення про об'єкти, які виходять у процесі роботи числення, є поняття *допустимого об'єкта* або *допустимого стану* (для даного числення). Визначення цього поняття індуктивне.

Якщо об'єкт b одержується з a_i , ..., a_k застосуванням одного з "дозвільних" правил числення і якщо a_i , ..., a_k є допустимими об'єктами, то й b також оголошується допустимим. Це є кроком його індуктивного визначення. Початок індукції забезпечується *нульпосилковими* правилами: якщо b задовольняє (тобто одержується застосуванням цього правила "з нічого"), то b оголошується допустимим. Якщо нульпосилкових правил немає, то множина об'єктів виявляється порожньою. Зокрема, в логістичних численнях унаслідок нульпосилкових правил аксіоми оголошуються такими, що доводяться.

Будь-яке числення працює з об'єктами певного ансамблю W, який називається *робочим середовищем* числення. Робота числення полягає в утворенні усе нових та нових допустимих елементів робочого середовища, або допустимих станів. Принципова різниця між алгоритмічним та численнєвим процесами полягає у наступному. В алгоритмічному процесі кожний стан, що виникає, однозначно детермінований попереднім ходом процесу, у численнєвому процесі стан, що виникає, є всього лише одним з багатьох можливих, які допускаються попереднім ходом процесу. Якщо поняття часу пов'язувати із чергуванням подій (а подією тут є поява нового стану), то можно сказати, що в алгоритмічному процесі час тече лінійно (у цьому смислі алгоритм моделює фізичний час, який тече у виділеній системі відліку), а в численнєвому процесі час тече розгалужено (і "фізична" його інтерпретація не є такою прозорою).

Історію виникнення конкретного допустимого стану в численнєвому процесі можна зафіксувати у вигляді окремого об'єкта, який називається виводом. Йому можна надати таку просторову інтерпретацію. *Вивід* даного допустимого стану x — це дерево, у всіх вершинах котрого знаходяться якісь допустимі стани і всім вершинам поставлено у відповідність правила числення так, що:

1) у корні знаходиться x ;

2) для будь-якої вершини v дерева, якщо y — стан, що знаходиться в цій вершині, а y_1 ,..., y_k — усі стани, які знаходяться в тих вершинах, куди прямують ребра з v, то y одержується з y_1 ,..., y_k за правилом, що зіставлене з вершиною v.