

Ю. І. Кисленко

Нейрофізіологічне підґрунтя структурної організації мовного матеріалу

(Представлено академіком НАН України О. О. Кришталем)

The analysis of visual tract's neurophysiology on the structural and functional levels allows one to surely predict the peculiarities of the structure of language; i. e. the system organization of language is mostly defined by the system of perception and processing of visual data.

1. Інтеграційний підхід до аналізу структурного рівня організації мовного матеріалу. Коли поєднати відому тезу, що 80–90% інформації надходить до людини через зоровий канал, з іншою незаперечною тезою, що мова — це вища форма відтворення реального або віртуального світу, то звідси випливає цікавий та несподіваний, але досить конструктивний, на думку автора, висновок, що структурна організація мови, як засобу відтворення зовнішнього середовища, не може не враховувати певні особливості структурно-функціональної організації зорового тракту як головної системи сприйняття та опрацювання візуальної інформації. Факт, що формування мовної організації на перших етапах онтогенезу відбувається за безпосередньої взаємодії систем опрацювання образної та символічної інформації, є незаперечним постулатом для дослідників дитячої мови; підтримку цієї тези знаходимо у працях багатьох дослідників [1, 2].

Автором запропонований новий підхід до аналізу структурної організації мови, що вже багато років опрацьовується на факультетах інформатики та лінгвістики НТУУ “Київський політехнічний інститут” і отримує схвальну оцінку студентської аудиторії. Витоки такого підходу спочатку формувалися на певних евристичних засадах, що знімали окремі недоречності сучасних граматичних побудов; потім ці засади інтегрувалися до інтуїтивного узагальнення, що системна організація мови багато в чому визначається системною організацією нашої пам'яті; врешті-решт, такий підхід знайшов потужну підтримку з боку сучасної парадигми знань нейрофізіологів стосовно структурної організації систем сприйняття і опрацювання зорової інформації. Автору лишилося тільки зіставити головні тези запропонованої формальної моделі мовної організації з сучасними дослідженнями нейрофізіологів стосовно структурних особливостей та функціонального навантаження окремих підсистем зорового тракту. У роботі, власне, і подається авторське бачення структурної організації мовного матеріалу, підґрунтям якого постають структурно-функціональні особливості нейронного тракту опрацювання зорової інформації.

Тут доречно відзначити, що найвидатніші представники класичної лінгвістики (Л. В. Щерба, В. А. Звегинцев, Б. Ю. Городецький, Г. П. Мельников, Б. Ф. Поршнев [3–7]) якраз і підкреслювали важливість та необхідність такого інтегрального підходу (особливо з урахуванням здобутків нейрофізіології) до аналізу не лише мовного матеріалу, але й мовної поведінки людини взагалі. Без урахування структурних та функціональних особливостей нейрофізіологічної організації наших систем сприйняття можемо обходитися лише до певного часу [5]. Мабуть, саме і настав час такого інтегрального підходу, бо за 50 років розвитку інформаційних технологій класична лінгвістика так і не спромоглася зробити достойний внесок на шляху моделювання мовної діяльності людини [8].

Отже, далі подається формальна модель структурного рівня організації мовного матеріалу, що спирається вже на сучасні дані нейрофізіологічних досліджень як власне зорового тракту опрацювання інформації, так і нейронної субстанції та її властивостей взагалі. Спочатку розглянемо структурну організацію та функціональні особливості зорового тракту людини, а потім спроекуємо їх на структурний рівень організації мови як універсального засобу відтворення реальної або віртуальної дійсності. Результатом такого зіставлення і буде запропонована автором формальна модель структурного рівня мовної організації.

2. Структурно-функціональний рівень нейронної організації зорового тракту.

Розглянемо найважливіші результати сучасної нейрофізіології у сфері структурно-функціонального дослідження зорового тракту сприйняття та опрацювання інформації людиною.

Д. Хьюбел і Т. Візель у 1960-ті роки відкрили явище орієнтаційної вибірковості структур головного мозку, відповідальних за визначення інформаційних прикмет. Через двадцять років ця теза отримала загальне визнання та експериментальне підтвердження, і за цей цикл робіт дослідники були удостоєні Нобелівської премії. Ними встановлено, що в корі головного мозку на довгому еволюційному шляху сформувалися структури, здатні до виділення будь-яких інформаційних прикмет окремої складової зорового сприйняття довкілля [9].

В. Маунткаслом це явище було узагальнене до концепції функціональної повноти окремої колонки зорової кори головного мозку, відповідальної за виділення будь-яких прикмет довільного об'єкта/суб'єкта, що проектується на зорову ретину [10].

Тепер вже досить добре досліджене функціональне навантаження перших трьох (із п'яти) прошарків зорової ретини людського ока; зокрема, на рівні біполярних клітин вирішується проблема "Фон/Фігура", що дозволяє виділяти окремі складові зорового зрізу зовнішнього середовища та розрізняти рухомі і нерухомі об'єкти. Це дозволило розробникам електронних інтегральних схем впевнено моделювати функціональне навантаження перших трьох прошарків ретини, що спонукало до створення технічних систем, які за своїми функціональними особливостями та можливостями не поступаються нашому зоровому аналізатору [11]. Ці досягнення перш за все засвідчують адекватність наших сучасних уявлень стосовно структурно-функціонального навантаження зорового тракту реаліям зорової організації людини.

Певний внесок до аналізу зорового тракту зробили також психологи, створивши концепцію актуального зорового поля та схеми його опрацювання [12]. Фрагмент довкілля, що попадає на нашу ретину, визначається як актуальне зорове поле (АЗП), і, у загальному випадку, воно може охоплювати близько сотні складових (об'єктів/суб'єктів). З іншого боку, за даними нейрофізіологів, наша ретина неоднорідна стосовно складу рецепторів і на центральну ямку, яка щільно вимощена виключно колбочками, проектується лише близько десяти відсотків АЗП.

Врешті-решт, на сучасному етапі дослідження системи сприйняття та опрацювання образної інформації формується нова парадигма знань, що пов'язана з функціональним аналізом усього зорового тракту. Нейрофізіологами (на рівні експериментальних даних) підтверджена наявність у зоровому тракті структур, відповідальних за виділення як окремих складових довкілля, так і їх прикмет; крім того, знайдені структури, що орієнтовані на виділення руху та його прикмет [13].

Усі ці експериментально підтверджені сучасні здобутки нейрофізіології на шляху дослідження зорового тракту були передбачені та теоретично обґрунтовані І. М. Сеченовим наприкінці ХІХ ст. [14] і стосувалися в першу чергу функцій зорового аналізатора, безо-

середнього зв'язку систем сприйняття та пам'яті. Це ще раз підкреслює силу людського інтелекту, який матеріалізований у нашому мозку і не лише сприймає та запам'ятовує інформацію реального світу, але й конструює в своїй нервовій субстанції віртуальні моделі найскладніших форм існування матерії (зокрема, функцій людського мозку), які через сотню років знайшли підтвердження на експериментальному рівні.

3. Нейрофізіологічне підґрунтя формування структурного рівня мовної організації. А тепер можемо зіставити головні здобутки нейрофізіологів на шляху дослідження процедур сприйняття та відтворення зорової складової довкілля з особливостями трансляції цієї інформації на мовний рівень і показати, що багато в чому саме структурно-функціональні особливості нейронної організації зорового тракту зумовлюють структурну організацію мовного матеріалу.

З факту, що зоровий тракт сприйняття та опрацювання довкілля на нейрофізіологічному (а отже, і генетичному!) рівні буде однаковим для всіх людей незалежно від нації та раси, випливає важливий принциповий висновок — одиницею сприйняття, опрацювання та відображення зовнішнього середовища (як на образному, так і мовному рівнях) постає окрема ситуація, обсяг та особливості якої визначаються морфологією та функціями зорового тракту.

Поняттям ситуації як одиниці сприйняття та відтворення довкілля давно вже користуються психологи, лінгвісти, філософи та фахівці інших напрямів. Обсяг ситуації як психофізіологічної межі одночасного сприйняття множини елементів давно встановлений експериментально в кількості семи-восьми складових, проте ще й досі невідомо, чим саме визначається ця кількість; тож тепер можемо вже однозначно дати відповідь й на це питання і формально окреслити поняття ситуації. Якщо фрагмент довкілля, що падає на ретину, може одночасно охоплювати близько сотні об'єктів, то частку АЗП, що попадає на центральну ямку нашої ретини, можемо визначити як окрему ситуацію, бо лише ці складові й опрацьовуються одночасно зоровим аналізатором за повною програмою з виділенням усіх прикмет. А за даними нейрофізіологів, площа центральної ямки становить близько 10% площі всієї ретини; тож зоровий аналізатор може одночасно опрацьовувати (з виділенням усіх прикмет, з порівнянням поточного зображення з накопиченими знаннями тощо) не більше семи-восьми об'єктів. Ось нейрофізіологічне підґрунтя факту, перевіреного неодноразово психологами, що ситуація з семи-восьми компонентів — це психофізіологічна межа одночасного сприйняття множини об'єктів людиною (мабуть, більш точно — це нейрофізіологічні обмеження зорового тракту людини).

Наша сенсорна система адекватно відтворює зовнішній світ (що підтверджується всією історією існування та розвитку людини); проте, якщо довкілля існує в триєдності часу, простору та дії, то і на мовному рівні ця триєдність не може порушуватися і повинна бути збережена та відтворена. Ця загальна вимога адекватного відтворення середовища розбивається на три рівні: єдність сприйняття та відтворення окремих складових, єдність відтворення окремої ситуації, єдність відтворення множини ситуацій, що описують окремі фрагменти довкілля.

Цілісність опису складових визначається та гарантується процедурами вирішення проблеми “Фон/Фігура”, виділенням сукупності окремих прикмет з урахуванням їх міри для кожної складової, порівнянням нових складових з накопиченим вантажем знань. Тобто кожна складова окремої ситуації (об'єкт, суб'єкт та дія) визначається своєю оболонкою та множиною прикмет, що її заповнюють, і адекватність відтворення цієї складової вимагає, щоб прикмети не відривалися від носія цих прикмет, займаючи лише місце пре/постпозиції.

Цілісність відтворення окремої ситуації актуалізується на рівні глибинних структур мозку шляхом формування зв'язків між одночасно збудженими структурами, кожна з яких буде цілісним відтворенням окремої складової ситуації (об'єкт, суб'єкт та дія); тобто цілісність відтворення ситуації гарантується взаємопов'язаною множиною окремих складових цієї ситуації.

Цілісність сприйняття та відтворення довільного фрагмента довкілля визначається взаємопов'язаною множиною окремих ситуацій. Якщо АЗП фрагмента середовища охоплює близько сотні образних одиниць, а одночасно опрацьовуватися можуть лише ситуації у сім — вісім складових, то ми матимемо лише єдину можливість обстежити та описати весь фрагмент дійсності — послідовно проектувати на центральну ямку (за допомогою процедури сканування простору нашими очима) всі ситуації АЗП з урахуванням триєдності часу, простору та дії відтворюваної дійсності. Кожна ситуація із семи — восьми складових опрацьовується одночасно (паралельно) зоровим аналізатором, тоді як множина ситуацій опрацьовується послідовно, формуючи в нашій нейронній субстанції образне відтворення всього фрагмента дійсності, яке потім послідовно вербалізується мовними засобами.

Отже, з урахуванням здобутків психологів, інтроспективного аналізу процесів сприйняття довкілля та нейрофізіологічних реалій нашого зорового тракту процедура опису (вербалізації) зовнішнього середовища вбачається такою. По-перше, коли елементом сприйняття та відтворення довкілля постає окрема ситуація, обсяг якої визначається нейрофізіологією зорового тракту і не може принципово перевищувати семи — восьми складових, то і елементом (одиницею) відтворення цієї ситуації на мовному рівні також повинна бути структура, обсяг якої не може перевищувати, відповідно, семи-восьми компонент; таку структуру на мовному рівні визначимо як базову семантико-синтаксичну структуру, що відтворює окрему ситуацію довкілля. По-друге, якщо кожна складова окремої ситуації, що сприймається зоровим аналізатором, обмежена лише атрибутивним рівнем (з урахуванням прикмет та їх міри), то і складові базової мовної структури також не можуть перевищувати атрибутивний рівень. Саме ці два висновки, що випливають із нейрофізіології зорового тракту, формують кістяк базової семантико-синтаксичної структури і будуть визначальними для розбудови формальної моделі структурного рівня мовної організації.

4. Розбудова структурного рівня організації мовного матеріалу з урахуванням нейрофізіологічних аспектів зорового тракту. У світлі проблеми, що розглядається, насамперед відзначимо, що дуже цікавим вбачається вже перше свідчення єдності поглядів класичної лінгвістики та нейрофізіологів на мовну організацію, і стосується це значущих частин мови. Загальновідома теза лінгвістів, що будь-яка ситуація зовнішнього світу може бути відтворена (описана) лише за допомогою чотирьох значущих частин мови (іменника, прикметника, дієслова та прислівника), напрочуд добре збігається з висновками Семіра Зекі, що функціональним навантаженням тракту опрацювання зорової інформації будуть експериментально підтвержені дані щодо наявності структур, відповідальних за виділення окремих складових зовнішнього світу (об'єкти, суб'єкти та рух); знайдені також структурні утворення, відповідальні за виділення прикмет об'єктів/суб'єктів та характеристик дії, з визначенням міри цих прикмет.

Об'єкти/суб'єкти на мовному рівні описуються іменниками, їх прикмети подаються прикметниками, а дія та її прикмети відтворюються відповідно дієсловом та прислівником; міра ж прикмет в обох випадках визначається прислівником. Інших мовних засобів нам і не потрібно, бо зоровий аналізатор більше нічого і не визначає! Доречно зауважити, що са-

ме структурно-функціональні особливості зорового аналізатора визначатимуть структуру мовних засобів, а не навпаки.

Отже, з посиланням на нейрофізіологів можемо почати розбудову моделі структурного рівня організації мовного матеріалу. Попередньо зауважимо, що мова спочатку формувалася та розвивалася на засадах відтворення реального світу і лише значно пізніше стала інструментом опису і віртуального світу — інформаційного стану нашого мозку. Поступово вводимо нотацію, де категорії зовнішнього світу поєднуються з мовними абстракціями, що знаходять вираження в тих чи інших значущих частинах мови.

Коли вийти на функціональний рівень виділення зоровим аналізатором окремих складових зовнішнього світу, де кожен елемент (об'єкт, суб'єкт, дія) сприймається як певна цілісність конкретної оболонки та її прикмет, то на мовному рівні ця цілісність не повинна бути порушена. Якщо ввести узагальнену умовну нотацію для таких інформаційних об'єктів образного рівня, як Obj, Subj, Mov та їх прикмет, відповідно через Attr(Obj), Attr(Mov), а міру їх прикмет — через Attr(Attr), то узагальнені схеми опису цих атрибутивних складових (з використанням пре/постпозиції) можуть бути подані таким чином:

$$\text{Attr(Obj)} = \text{Attr(Obj)}/\text{Attr(Attr)} * \text{Attr(Obj)}/\text{Attr(Obj)} * \text{Attr(Attr)}, \quad (1)$$

$$\text{Attr(Mov)} = \text{Attr(Mov)}/\text{Attr(Attr)} * \text{Attr(Mov)}/\text{Attr(Mov)} * \text{Attr(Attr)}. \quad (2)$$

Звичайно, на шляху вербалізації узагальнені складові опису конкретної дії, об'єкта/суб'єкта актуалізуються відповідними частинами мови (іменником, прикметником, дієсловом, прислівником). Вирази (1), (2) подають описи атрибутів об'єкта та дії лише за умови використання однієї прикмети та її міри. Однак у загальному випадку будь-яка складова довільної ситуації визначається багатьма прикметами, необхідними для її однозначної ідентифікації. Врахуймо цю тезу використанням певного узагальненого атрибута ATTR (Obj) або ATTR(Mov), що може включати вже кілька прикмет; тоді узагальнені варіанти опису інформаційних об'єктів можуть бути подані таким чином:

$$\begin{aligned} \text{OBJ} = & \text{Obj}/\text{ATTR(Obj)} * \text{Obj}/\text{Obj} * \text{ATTR(Obj)}/\text{ATTR(ATTR)} * \text{ATTR(Obj)} * \\ & * \text{Obj}/\text{ATTR(Obj)} * \text{ATTR(ATTR)} * \text{Obj}/\text{Obj} * \text{ATTR(ATTR)} * \\ & * \text{ATTR(Obj)}/\text{Obj} * \text{ATTR(Obj)} * \text{ATTR(ATTR)}, \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{MOV} = & \text{Mov}/\text{ATTR(Mov)} * \text{Mov}/\text{Mov} * \text{ATTR(Mov)}/\text{ATTR(ATTR)} * \\ & * \text{ATTR(Mov)} * \text{Mov}/\text{ATTR(Mov)} * \text{ATTR(ATTR)} * \text{Mov}/\text{Mov} * \text{ATTR(ATTR)} * \\ & * \text{ATTR(Mov)}/\text{Mov} * \text{ATTR(Mov)} * \text{ATTR(ATTR)}. \end{aligned} \quad (4)$$

На сьогодні існує близько 300 визначень простого речення, і для всіх характерними будуть три особливості: двоскладовий характер, предикативність та непохідність; тож скористаймося цими узагальненнями для визначення базової семантико-синтаксичної структури SBO. Враховуючи схеми описів окремих складових доквілля (3), (4), можемо визначити вже узагальнену схему опису довільної ситуації як певний синтаксичний штамп організації мовного матеріалу.

$$\text{SBO} = \text{SUBJ} - \text{PRED} - (R_i * \text{OBJ}_i, i = 1, n) - (r_j * \text{OBJ}_j, j = 1, m),$$

де

$$\begin{aligned} \text{SUBJ/OBJ} &= \text{Obj/ATTR(Obj)} * \text{Obj/Obj} * \text{ATTR(Obj)/ATTR(ATTR)} * \\ &* \text{ATTR(Obj)} * \text{Obj/ATTR(Obj)} * \text{ATTR(ATTR)} * \text{Obj/Obj} * \text{ATTR(ATTR)} * \\ &* \text{ATTR(Obj)/Obj} * \text{ATTR(Obj)} * \text{ATTR(ATTR)}, \\ \text{PRED} &= \text{Mov/ATTR(Mov)} * \text{Mov/Mov} * \text{ATTR(Mov)/ATTR(ATTR)} * \\ &* \text{ATTR(Mov)} * \text{Mov/ATTR(Mov)} * \text{ATTR(ATTR)} * \text{Mov/Mov} * \\ &* \text{ATTR(ATTR)} * \text{ATTR(Mov)/Mov} * \text{ATTR(Mov)} * \text{ATTR(ATTR)}, \\ \text{ATTR(Obj)} &= \text{Attr(Subj)} = \text{Attr(Obj)/Attr(Attr)} * \text{Attr(Obj)/Attr(Obj)} * \text{Attr(Attr)}, \\ \text{ATTR(Mov)} &= \text{Attr(Mov)/Attr(Attr)} * \text{Attr(Mov)/Attr(Mov)} * \text{Attr(Attr)}, \\ 1 < i < 7, \quad 1 < j < 7, \quad 1 < i + j < 7. \end{aligned} \tag{5}$$

Згідно з формалізмами (5) визначення базової семантико-синтаксичної структури подається таким чином: *базова семантико-синтаксична структура — це двоскладова монопредикативна схема опису довільної ситуації довкілля, усі складові якої актуалізовані виключно на атрибутивному рівні.*

Базова структура — це, практично, стандартна схема трансляції на мовний рівень довільної ситуації образного рівня. Трансформації цієї структури складатимуть монопредикативний рівень організації повідомлення, тоді як схеми взаємозв'язку окремих структур монопредикативного рівня в межах окремого повідомлення визначатимуть поліпредикативний рівень організації мовного матеріалу. Власне, базова структура, монопредикативний та поліпредикативний рівні і визначають формальну модель структурного рівня організації мовного матеріалу, що презентована автором в монографії [15].

Таким чином, у роботі подається аналіз структурно-функціональних особливостей нейронної організації зорового тракту, що дозволяє: дати формальне визначення ситуації як одиниці сприйняття та відтворення довкілля і визначити її обсяг; показати, що рівень сприйняття та відтворення окремих складових ситуації визначається виключно їх атрибутивним рівнем; підкреслити, що адекватність відтворення довкілля мовними засобами вимагає урахування категорії цілісності як на рівнях відтворення окремих складових (об'єкти, суб'єкти, дія), так і окремих ситуацій (як сукупності складових, пов'язаних певними відношеннями), а також і окремих фрагментів довкілля (як множини ситуацій, пов'язаних у триєдності часу, простору та дії).

Розглянуті функціональні особливості сприйняття та опрацювання зорової інформації зумовлюють, у свою чергу, і певні форми структурного рівня організації мовного матеріалу, а саме: одиницею відтворення окремої ситуації постає базова семантико-синтаксична структура; трансформації базової структури формують монопредикативний рівень організації мовного матеріалу; схеми ж поєднання структур монопредикативного рівня визначають поліпредикативний рівень організації окремого повідомлення. Це дозволило запропонувати модель структурного рівня організації мовного матеріалу, яка відрізняється від сучасних граматичних побудов тим, що: на формальному рівні визначено базову семантико-синтаксичну структуру мовної організації, яка постає основою формування довільного повідомлення; модель не використовує категорію словосполучення; суперечливе розмежування сучасних

грамматик “просте–складне” речення замінюється значно більш чіткою дихотомією “моно-предикативний — поліпредикативний” рівні організації повідомлення; усі накопичені знання стосовно мовної організації зводяться до чіткої системи. Використання такого підходу дозволяє вийти на новий конструктивний рівень формування інформаційних технологій, орієнтованих на опрацювання природно-мовної інформації.

Отже, можемо зробити певні висновки, головний з яких — системна організація мови значним чином визначається структурно-функціональними особливостями нейронної організації зорового тракту людини. Тож можемо стверджувати, що лише через людину можемо пізнати мову, а не навпаки (як стверджує класична лінгвістика!).

1. Гвоздев А. Н. Формирование у ребенка грамматического строя русского языка. – Москва: Изд-во АПН РСФСР, 1949. – 268 с.
2. Пиаже Ж. Психогенезис знаний и его эпистемологическое значение // Семиотика. – Москва, 1983. – С. 90–101.
3. Щерба Л. В. О тройном аспекте языковых явлений и эксперименте в языкознании // Языковая система и речевая деятельность. – Москва, 1974. – С. 24–39.
4. Звегинцев В. А. Предложение и его отношение к языку и речи. – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1976. – 308 с.
5. Компьютерная лингвистика: моделирование языкового общения / Пер. с англ., сост., ред. и вступ. ст. Б. Ю. Городецкого. – Москва: Прогресс, 1989. – 432 с. – (Новое в зарубежной лингвистике, вып. 24.).
6. Мельников Г. П. Системология и языковые аспекты кибернетики. – Москва: Сов. радио, 1978. – 368 с.
7. Поршнев Б. Ф. О начале человеческой истории (проблемы палеонтологии). – Москва: Мысль, 1974. – 487 с.
8. Перцов Н. В. О некоторых проблемах современной семантики и компьютерной лингвистики // Моск. лингвист. альманах. – 1996. – Вып. 1. – С. 9–66.
9. Хьюбел Д., Визель Т. Мозг // Мозг / Пер. с англ. Н. Ю. Алексеенко. – Москва: Мир, 1984. – С. 199–217.
10. Эдельман Дж., Маунткэсл В. Разумный мозг / Пер. с англ. Н. Ю. Алексеенко. – Москва: Мир, 1981. – 135 с.
11. Маховельд Миша А., Карвер М. Кремниевая сетчатка // В мире науки. – 1991. – № 7. – С. 32–39.
12. Глезер В. Д. Зрение и мышление. – Санкт-Петербург: Наука, 1993. – 284 с.
13. Зеки Семир. Зрительный образ в сознании и мозге // В мире науки. – 1992. – № 11–12. – С. 33–41.
14. Сеченов И. М. Избранные произведения. Т. 1. Физиология и психология. – Москва: Изд-во АН СССР, 1952. – 363 с.
15. Кисленко Ю. І. Архітектура мови (лінгвістичне забезпечення інтелектуальних інтегрованих систем): Уч. посібник. – Київ: Віпол, 1998. – 343 с.

НТУ України “Київський політехнічний інститут”

Надійшло до редакції 27.02.2007