

Tytuł: **Lingwistyka Chomsky'ego wobec badań nad sztuczną inteligencją**

Autorzy: Piotr Kołodziejczyk / pkolodziejczyk@interia.pl i Izabela Sobol

Źródło: <http://www.kognitywistyka.net> / mjkasperski@kognitywistyka.net

Data publikacji: 22 VI 2002

1. Główne założenia lingwistyki matematycznej

Rekonstruując podstawowe założenia lingwistyki matematycznej w pierwszej kolejności należy doprecyzować zakres stosowalności terminu *lingwistyka matematyczna*. Zabieg ten jest konieczny, z co najmniej dwóch powodów. Po pierwsze, z terminem *lingwistyka* wiąże się niejednokrotnie różne, często wzajemnie wykluczające się znaczenia. Po drugie, wyznaczenie zakresu obowiązywalności tego pojęcia pozwala na wyraźne ujawnienie i zrozumienie istoty „rewolucji językoznawczej” dokonanej przez Noama Chomsky'ego. Jak bowiem trafnie stwierdza John Lyons

żaden językoznawca, który pragnie iść z duchem czasu w uprawianiu swojej dyscypliny, nie może sobie pozwolić na zignorowanie teoretycznych tez Chomsky'ego. Każda inna „szkoła” w lingwistyce współczesnej stara się określić swoją pozycję w stosunku do stanowiska Chomsky'ego w poszczególnych kwestiach.¹

Z punktu widzenia problematyki podjętej w mojej rozprawie, warto również podkreślić, iż analiza generatywnego rozumienia lingwistyki ma doniosłe implikacje w analizach z zakresu teorii umysłu i badaniach nad sztuczną inteligencją. Za Justinem Leiberem powiedzieć więc można, że

naczelną ideą Chomsky'ego jest przekonanie, że językoznawstwo winno wносить wkład w badania umysłu ludzkiego, a nie służyć rozwiązywaniu w sprytny sposób problemów teoretycznych różnych dyscyplin naukowych (...) poprzez odwołanie się do logiczno-językowej struktury głębokiej znaczenia wypowiedzi sformułowanych przez zwyczajnych kompetentnych użytkowników poszczególnych języków.²

Stąd też, uzasadnione wydaje się przypuszczenie, iż analiza pojęcia i zadań lingwistyki w ujęciu N. Chomsky'ego nie jest działaniem jałowym.

Można stwierdzić, że poglądy Chomsky'ego na lingwistykę ewoluowały w nieznacznym tylko stopniu. Zarówno w okresie teorii początkowej, teorii standardowej oraz teorii *wiązania*

¹ J. Lyons, *Chomsky*, tłum. B. Stanosz, Prószyński i Spółka, Warszawa 1998, s. 15.

² J. Leiber, *Filozofia: powrót do metafizyki naukowej*, tłum. J. Szafranski, ss. 223-234, w: *Noama Chomsky'ego próba rewolucji naukowej. Antologia tekstów. Tom 2: Generatywny program badań nad ludzkim umysłem*, wybór K. Rosner, IFiS PAN, Warszawa 1996, s. 233.

*i rządu [government-binding theory]*³, Chomsky obstawał przy stanowisku, że lingwistyka jest dyscypliną mającą na celu sformułowanie ogólnej, hipotetycznej i formalnej teorii języka. Innymi słowy, **teoria lingwistyczna jest badaniem formalnych warunków, jakie musi spełniać gramatyka każdego języka ludzkiego**. W związku z tym,

teoria lingwistyczna – pisze Chomsky – winna zawierać definicję gramatyki tzn. charakterystykę klasy potencjalnych gramatyk.⁴

Warto podkreślić, iż zaproponowana przez Chomsky'ego definicja teorii lingwistycznej nie jest ujęciem nowatorskim. Za jej apologetę można bowiem uznać Wilhelma von Humboldta⁵. O ile więc sama definicja ma swoje źródła w dziewiętnastowiecznej koncepcji językoznawczej, to sposób jej interpretacji przez Chomsky'ego traktować należy jako przełomowy w lingwistyce. Kwestię tą wyraźnie podnosi Adam Schaff twierdząc, że dokonana przez Chomsky'ego rewolucja w lingwistyce wiąże się z zastosowaniem metod logiki matematycznej w badaniu struktury języka⁶. Asymilacja wniosków płynących z teorii systemów kombinatorycznych Emila Posta oraz przyjęcie notacji rachunku kwantyfikatorów⁷ umożliwiła konstruowanie gramatyki języka naturalnego na podstawie metody hipotetyczno-dedukcyjnej. Zdaniem A. Schaffa, w przypadku generatywnej gramatyki Chomsky'ego konstrukcja ta

polega na (formułowaniu, przyp. P. K.) modeli stosowalnych do interpretacji nieskończonych zbiorów elementów (elementami w tym przypadku są zdania), przy czym tok postępowania jest szczególny, na podobieństwo metody aksjomatycznej, a więc przyjmuje się pewne założenia jako pewniki, które leżą u podstaw całej konstrukcji. Inaczej to wysławiając (...) transformacyjna gramatyka generatywna stawia sobie za cel nie tylko opis struktury zdania, w sensie opisu struktury powiązań jego elementów (segmentów znaczeniowych czy jednostek fonemicznych), lecz również odpowiedź na pytanie, jak dane zdanie wywodzi się z innych i z jakich innych zdań jest wywodliwe (tzn. przedstawienie struktury powiązań międzyzdaniowych).⁸

Kontynuując rozważania na temat związków gramatyki generatywnej z logiką matematyczną warto powiedzieć, że wykorzystanie metod logiki matematycznej w formułowaniu koncepcji gramatyki generatywnej implikuje ujęcie tej gramatyki jako systemu formalnego. Nie znaczy to jednak, iż gramatyka (czy teoria lingwistyczna w ogóle) powinna być tylko analizą zdań i związków inferencyjnych między nimi. Gramatyka rozumiana jako system formalny, jest skończonym zbiorem opisów strukturalnych, których zadaniem jest wyjaśnienie sposobu

³ W kwestii rozdziału okresów naukowej działalności N. Chomsky'ego zob. P. N. Johns-Laird, *Gramatyka a psychologia*, tłum. M. Tempczyk, s. 149-162, w: *Noama Chomsky'ego...*, ss. 149-150.

⁴ N. Chomsky, *Zagadnienia teorii składni*, tłum. I. Jakubczak, Ossolineum, Wrocław 1982, s. 45.

⁵ Zob. N. Chomsky, *Preliminaria metodologiczne*, tłum. T. Hołówka, ss. 183-256, w: *Lingwistyka a filozofia. Współczesny spór o filozoficzne założenia teorii języka*, wybór B. Stanosz, PWN, Warszawa 1977, s. 241. Por. także: tenże, *Zagadnienia...*, s. 11. Czytamy tam: „Myśl, że każdy język opiera się na pewnym systemie reguł wyznaczającym sposób interpretowania jego nieskończenie wielu zdań nie jest bynajmniej nowa. Z górą sto lat temu została ona wyrażona dostatecznie jasno przez Wilhelma von Humboldta w jego słynnym, lecz rzadko studiowanym wprowadzeniu do językoznawstwa ogólnego. Jego pogląd, że każdy język „w sposób nieskończony używa skończonej liczby środków” i że gramatyka każdego języka ma opisywać procesy, które to umożliwiają, jest pochodną ustawicznego zajmowania się na gruncie racjonalistycznej filozofii języka i umysłu tymże „twórczym” aspektem używania języka”.

⁶ Zob. A. Schaff, *Gramatyka generatywna a koncepcja idei wrodzonych*, Książka i Wiedza, Warszawa 1972, s. 16.

⁷ Zob. N. Chomsky, *Zagadnienia...*, ss. 182-185 oraz tamże, s. 22.

⁸ A. Schaff, *Gramatyka...*, s. 17.

tworzenia zdań w danym języku oraz ustalenie relacji między nimi. Ujmując rzecz innymi słowami, **gramatyka (i lingwistyka) formalna jest to**

system reguł pozwalających na utworzenie nieskończonej listy ciągów utworzonych z elementów słownika języka. Spis ten dostatecznie wydłużony zawierać będzie każde zdanie języka, ale niezależnie od rozmiaru zawiera tylko zdania. Dokonując wyliczenia zbioru zdań w oparciu o skończony zbiór reguł składniowych, gramatyka tworzy rekurencyjną listę pojęć „zdanie w *J*” bądź „gramatyczne w *J*.”⁹ (Wytluszczenie P. K.)

Określając zatem teorię Chomsky’ego mianem *lingwistyki matematycznej* mam na myśli fakt, iż koncepcja ta wykorzystuje niektóre metody logiki i matematyki w celu eksplikacji struktury języka naturalnego¹⁰. Z tego też względu jako nieprawomocne jawi mi się stwierdzenie A. Schaffa głoszące, iż za poprzedników podejścia generatywnego należy uznać Rudolfa Carnapa i Kazimierza Ajdukiewicza¹¹. Zarówno koncepcja R. Carnapa, jak i K. Ajdukiewicza zakładają empiryczne kryterium badania struktury języka naturalnego. Przyjęcie tego kryterium implikuje z kolei założenie o eksternalistycznym charakterze języka. Zgodnie z tym kryterium, pojęcie języka jest definiowane niezależnie od określenia zakresu stosowalności terminu *umysł*. W tym ujęciu, język można zatem zdefiniować jako zbiór aktów mowy, bądź całokształt zachowań werbalnych danej społeczności językowej. Aby oddać istotę eksternalistycznych koncepcji języka warto w tym miejscu przytoczyć następujące słowa Willarda V. Quine’a:

Z chwilą przeniesienia uwagi z idei na język eksternalizacja empiryzmu została zagwarantowana. Język bowiem jest w przeciwieństwie do idei czymś niewątpliwie zewnętrznym. Jest umiejętnością społeczną, nabywaną dzięki dostępowi do aktów jego użycia w danej grupie społecznej. (...) Opanowujemy język poprzez rywalizację społeczną i społeczne sprzężenie zwrotne, a mechanizmy te ignorują wszelkie idiosynkrazje w indywidualnych wyobrażeniach lub skojarzeniach, nie przejawiające się w zachowaniu. Umysły są indyferentne wobec języka o tyle, o ile są prywatnie

⁹ J. Katz, J. Fodor, *Na co cierpi filozofia języka?*, s. 82-137, w: *Lingwistyka...*, s. 122.

¹⁰ Interpretacja ta jest *de facto* literalnym odczytaniem następującej wypowiedzi N. Chomsky’ego: „Z perspektywy czasu moglibyśmy powiedzieć, że rewolucja poznawcza lat pięćdziesiątych, obejmująca powstanie gramatyki generatywnej, stanowi powiązanie idei i odkryć pierwszej (tj. siedemnastowiecznej, przyp. P.K.) rewolucji poznawczej z nowoczesną wiedzą techniczną o naturze obliczania i systemach formalnych, jaka rozwinęła się w obecnym stuleciu. W takim ujęciu, nowoczesne osiągnięcia pozwoliły na sformułowanie starych i niezbyt jasno określonych pytań w znacznie wyraźniejszy sposób, dzięki czemu stały się one punktem wyjścia dla owocnych badań co najmniej w kilku dziedzinach, wśród których znalazł się także język.” [N. Chomsky, *Lingwistyka: osobisty punkt widzenia*, ss. 3-35, w: *Noama Chomsky’ego...*, s. 5]. Rościśław Pazukhin pisze zaś w tej sprawie: „U podstaw GT (gramatyki transformacyjnej, przyp. P.K.) leży koncepcja rachunku zdań (systemu formalnego, systemu kombinatorycznego), który według ogólnej definicji jest połączeniem zbiorów zawierających: (1) symbole, (2) reguły konstrukcji, (3) wyjściowe kombinacje symboli oraz (4) reguły transformacji, za pomocą których wytwarza się nowe kombinacje symboli. (...) Cechą charakterystyczną „rachunku” Chomsky’ego jest to, że dopuszcza on na szeroką skalę rekurencyjne (tj. powtarzające się w nieskończoność) stosowanie transformacji. Chomsky w ogóle przypisuje rekurencji ważną rolę, twierdząc, że są one źródłem nieograniczonej wydajności języka.” [R. Pazukhin, *Natywizm we współczesnej lingwistyce*, ss. 361-390, w: *Lingwistyka...*, ss. 370-371]. Chciałbym nadmienić, że w dalszej części pracy dokonuję szczegółowego omówienia zastosowania procedur rekurencyjnych w konstruowaniu koncepcji gramatyki generatywnej.

¹¹ „Dwa nazwiska – pisze A. Schaff – wysuwają się na czoło, gdy idzie o poprzedników transformacyjnej gramatyki generatywnej z perspektywy logiki i filozofii języka: Rudolfa Carnapa i Kazimierza Ajdukiewicza. Bez uwzględnienia fundamentalnego dzieła Carnapa *Die logische Syntax der Sprache* oraz prac K. Ajdukiewicza opublikowanych w latach trzydziestych w „Erkenntnis” nie można, moim zdaniem, zrozumieć charakteru pracy umysłowej, którą dokonał N. Chomsky rozwijając swoją koncepcję transformacyjnej gramatyki generatywnej.” [A. Schaff, *Gramatyka...*, ss. 18-19 oraz zob. tamże, ss. 21, 25].

różne między sobą, tj. pod tymi względami, pod którymi są behawioralnie niedostępne.¹²

Cytowana wypowiedź W. Quine'a pozwala nie tylko na dyskredytację Schaffowskiej interpretacji genezy gramatyki generatywnej, ale również na przedstawienie Chomsky'ego rozumienia terminu *język*. W świetle empirycznych koncepcji języka, badanie języka oparte jest na analizie zachowania językowego członków danej wspólnoty językowej. Zatem, tworzenie teorii języka bazuje na sformułowaniu modelu eksplikującego zaobserwowane fakty użycia języka. Można zatem stwierdzić, iż metodą konstrukcji empirycznych teorii języka jest oparta na obserwacji indukcja. Skoro więc A. Schaff postuluje, że u podstaw teorii gramatyki generatywnej leży model hipotetyczno-dedukcyjny, to nie sposób, w mojej opinii, zrozumieć twierdzenia o neopozytywistycznej (lub/i konwencjonalistycznej) genezie koncepcji Chomsky'ego, ponieważ koniunkcja zaprezentowanych ujęć języka wydaje się być sprzeczna. Podstawową trudność rodzi pogodzenie tezy o konstruowaniu teorii lingwistycznej za pomocą modelu dedukcyjnego z postulatem, iż formułowanie teorii języka winno opierać się o zaobserwowane fakty użycia języka.

Dokonując krytyki interpretacji A. Schaffa należy także dodać, iż jest ona niezgodna z wykładnią samego Chomsky'ego. Poglądy autora *Zagadnień...*, na naturę języka są bowiem jawnie mentalistyczne i internalistyczne. Już u początków kształtowania się teorii gramatyki generatywnej Chomsky obstawał przy twierdzeniu, że język jest pewnym składnikiem umysłu osoby¹³. Mówiąc inaczej,

zdolność językowa jest odrębnym systemem umysłu/mózgu; jej stan początkowy jest wspólny dla całego gatunku i najwyraźniej swoisty, specyficzny dla ludzi pod zasadniczymi względami.¹⁴

Trawestując tytuł pracy J. Younga, można więc stwierdzić, iż **w ujęciu Chomsky'ego język jest programem umysłu/mózgu**. Programem specyficznym, ponieważ za jego pomocą wyjaśnić można niektóre przejawy aktywności ludzkiej. Badanie języka stanowi zarazem analizę procesów mentalnych¹⁵ i z tego też powodu eksternalistyczne podejście do języka powinno ulec reifikacji.

Postulat refutacji eksternalizmu w badaniach lingwistycznych zdaje się opierać o dwie racje. Po pierwsze, Chomsky podejmuje próbę wykazania, że pojęcie *języka zewnętrznego* nie odgrywa żadnej roli w badaniach lingwistycznych.

Nawet – pisze Chomsky – jeśli można nadać mu spójne znaczenie, nie widzę powodów, dla których własności E-języka, obojętnie jak rozumiane, miałyby mieć jakiegokolwiek empiryczne znaczenie z empirycznego punktu widzenia. W szczególności, nie ma powodów, by wierzyć, że mają one cokolwiek wspólnego z problemami rozbioru zdania lub wyuczalności języka [*learnability*]. Sądzę ponadto, że trzeba odrzucić założenie, do którego upowszechnienia przyczynił się W. V. Quine, jakoby pojęcia „bycia dobrze zbudowanym” lub „posiadania znaczenia” były względnie nie problematyczne, w odróżnieniu od „tożsamości znaczenia” lub „związku semantycznego”, które są uważane za znacznie mniej jasne – jest dokładnie odwrotnie.¹⁶

¹² W. V. Quine, *Filozoficzny postęp w teorii języka*, ss. 496-519, w: *Lingwistyka...*, ss. 498-500.

¹³ Zob. N. Chomsky, *Koncepcje języka*, ss. 37-72, w: *Noama Chomsky'ego...*, s. 43.

¹⁴ Tamże, s. 47.

¹⁵ Por. J. Lyons, *Chomsky...*, s. 114.

¹⁶ N. Chomsky, *Lingwistyka...*, s. 13.

Przesunięcie zainteresowania Chomsky'ego na analizę *języka wewnętrznego* (I-języka) jest więc wynikiem akceptacji twierdzenia, iż gramatyka generatywna (oraz teoria lingwistyczna) nie jest zespołem twierdzeń o obiektach transcendentnych wobec umysłu. Stawia sobie ona za cel opis kompetencji językowej podmiotu. Dlatego też, w badaniach lingwistycznych E-język stanowi co najwyżej epifenomen analiz oscylujących wokół pojęcia I-języka. Co więcej, można przypuszczać, iż pojęcie języka zewnętrznego denotuje klasę obiektów wytworzonych w sposób konwencjonalny¹⁷. Ich ontologiczny status wydaje się zatem niejasny. Natomiast badanie I-języka zakłada analizę zjawiska istniejącego realnie¹⁸. Zwrot ku analizie języka wewnętrznego jest więc *implicite* zwrotem ku akceptacji twierdzenia o determinacji rozstrzygnięć lingwistycznych przez wyniki badań psychologicznych. Dlatego też Jerrold Katz podkreśla, iż zaproponowana przez Chomsky'ego mentalistyczna koncepcja języka implikuje pewne ustalenia w zakresie teorii umysłu¹⁹. Określenie koncepcji Chomsky'ego mianem teorii mentalistycznej zezwala również na postawienie tezy, że teoria lingwistyczna (a nawet językoznawstwo w ogóle) jest częścią psychologii, a w konsekwencji – należy do grupy nauk przyrodniczych²⁰. Tezę tą wprost wyraża Chomsky pisząc:

Językoznawstwo, pojmowane jako badanie I-języka (...) staje się częścią psychologii i, ostatecznie biologii. Językoznawstwo będzie wchłaniane przez nauki przyrodnicze w miarę, jak odkrywane będą mechanizmy o własnościach, które lingwistyka opisuje w sposób abstrakcyjny.²¹

Przytoczona wypowiedź stanowi, obok argumentów traktujących o bezzasadności refleksji nad pojęciem języka zewnętrznego, drugą rację przemawiającą za odrzuceniem eksternalistycznych teorii języka. Jeśli językoznawstwo jest częścią psychologii, to nie dlatego, że zmienił się jego przedmiot i metody badań, ale ze względu na znaczenie wypracowanych w jego ramach rozstrzygnięć²². Chomsky proponuje bowiem, aby eksplikację struktury języka naturalnego traktować zarazem jako wyjaśnienie funkcjonowania mechanizmów leżących u podstaw ludzkiej zdolności językowej. Podjęcie zagadnień związanych z pojęciem języka wewnętrznego stanowi więc próbę odpowiedzi na pytanie o konstytutywne warunki, które muszą być spełnione, by fakty użycia języka interpretować jako ciągi reprezentacji mentalnych dokonywanych w umyśle podmiotu²³.

W świetle poczynionych uwag wydaje się, że postulat ograniczenia badań lingwistycznych do problematyki oscylującej wokół pojęcia I-języka pociąga za sobą analizę szeregu kwestii semantycznych. Wyróżniony przez Chomsky'ego problem reprezentacji implikuje

¹⁷ Por. N. Chomsky, *Koncepcje...*, s. 48.

¹⁸ „Przesunięcie zainteresowania z E-języka na I-język będące powrotem i modyfikacją znacznie wcześniejszej tradycji, jest jak najbardziej pożądane. Pojęcie techniczne I-języka jest wątpliwe przynajmniej z dwóch powodów. Po pierwsze, (...) języki w tym sensie nie są bytami rzeczywistymi, lecz tworem sztucznymi, nieco arbitralnymi, i, być może, niezbyt interesującymi. W przeciwieństwie do nich, stały stan osiąganego wiedzy językowej S_s oraz stan początkowy S_0 są realnymi składnikami określonego umysłu/mózgu, elementami świata fizycznego, skoro przyjmujemy, że reprezentacje i stany umysłu są fizycznie zakodowane w pewien sposób. I-język jest wyabstrahowany jako składnik stanu stałego. Twierdzenia dotyczące I-języka (...) są twierdzeniami prawdziwymi bądź fałszywymi o czymś, co jest realne i określone, o rzeczywistych stanach umysłu/mózgu i ich składnikach.” [Tamże s. 48].

¹⁹ Por. J. Katz, *Mentalizm w lingwistyce*, tłum. B. Stanosz, ss. 162-182, w: *Lingwistyka...*, s. 169.

²⁰ Por. tamże, ss. 180-182. Zob. także, G.H. Harman, *Psychologiczne aspekty teorii składni*, tłum. U. Niklas, ss. 320-337, w: *Lingwistyka...*, ss. 326-329.

²¹ N. Chomsky, *Koncepcje...*, s. 48.

²² Zob. J. Lyons, *Chomsky...*, s. 114.

²³ Por. N. Chomsky, *Zagadnienia...*, ss. 15-18.

konieczność dookreślenia zakresu stosowalności terminów: semantyka, znaczenie czy przedmiotowa referencja – by wymienić tylko te najbardziej istotne. Problematyka wyznaczana pojęciem reprezentacji wymaga również charakterystyki relacji, w których pozostają wymienione wyżej pojęcia. Z tej więc przyczyny, w poniższych rozważaniach skupiam się na omówieniu i analizie zagadnień semantycznych postawionych przez Chomsky'ego.

2. Semantyczne aspekty lingwistyki Chomsky'ego

Włączenie w ramy lingwistyki zagadnień natury semantycznej stanowi próbę uniknięcia niektórych trudności związanych z twierdzeniami wygłoszonymi przez Chomsky'ego w *Syntactic Structures*. **Przyjęcie w tej pracy, iż system reguł służący do generowania zdań i przypisywania im opisów strukturalnych jest systemem *stricte* formalnym prowadzi do stwierdzenia, iż dowolne zdanie można scharakteryzować wyłącznie za pomocą reguł składniowych.** Ujęcie to uniemożliwia jednakże określenie warunków sensowności danego zdania (wypowiedzi) oraz jego przedmiotowej referencji²⁴.

W *Syntactic Structures* – pisze J. Lyons – Chomsky twierdził, że badania semantyczne nie są bezpośrednio relewantne dla syntaktycznego opisu zdań, to jednak istnieją „uderzające zależności między strukturami i elementami, które odkrywa formalna analiza gramatyczna, a specyficznymi funkcjami semantycznymi” (...) oraz że „mając wyznaczoną strukturę semantyczną języka, można badać sposób w jaki struktura syntaktyczna realizuje się w rzeczywistym funkcjonowaniu języka”. (...) W ciągu lat, które nastąpiły po opublikowaniu *Syntactic Structures*, Chomsky i jego współpracownicy doszli do wniosku, że znaczenie zdań może i powinno być poddane ścisłej, formalnej analizie tego samego rodzaju, jak ich struktura syntaktyczna oraz że semantyka powinna zostać włączona jako integralna część gramatycznej analizy języka.²⁵

Rewizja poglądów Chomsky'ego na semantykę wiązała się także z założeniem, że teoria lingwistyczna winna spełniać warunek adekwatności obserwacyjnej²⁶ i realności psychologicznej²⁷. Zdaniem Chomsky'ego, teoria lingwistyczna musi bowiem podnosić kwestie wiążące się z problemem nabywania języka, jego rozumienia, czy nadawania wypowiedziom znaczenia²⁸. Zatem, asymilacja zagadnień semantycznych w obszar rozważań lingwistycznych ma na celu sformułowanie (lub opisanie) modelu używania danego języka

²⁴ Por. J. Greene, *Psycholingwistyka. Chomsky a psychologia*, tłum. J. Łaszcz, PWN, Warszawa 1977, ss. 56-59.

²⁵ J. Lyons, *Chomsky...*, s. 83.

²⁶ Warunek adekwatności obserwacyjnej głosi, że gramatyka musi dostarczać sformalizowanych reguł, za pomocą których w danym języku generuje się nieskończony zbiór poprawnie zbudowanych zdań i żadnego błędnie zbudowanego zdania. O tym, czy dane zdanie jest zbudowane poprawnie świadczą intuicje wyidealizowanych użytkowników danego języka. Powołując się na stwierdzenia Judith Greene, warto w tym miejscu podkreślić, że odwołanie się do intuicji wyidealizowanych użytkowników języka nie przeczy wymogom naukowości teorii Chomsky'ego. „Ten sposób zbierania danych – pisze J. Greene – nie podlega zastrzeżeniom, jakie zazwyczaj podnosi się przeciwko danym introspekcyjnym. Badacz bowiem opiera się tu nie na interpretacji pojedynczego człowieka, ale na powszechnej zgodzie w kwestii tego, co stanowi gramatyczną angielszczyznę. Jakkolwiek można by się co do tego spierać (...), to w żadnym razie nie da się tak manipulować danymi językowymi, aby pasowały tylko do jakiejś szczególnej teorii gramatycznej. W tym sensie materiał służący do oceny gramatyk ma charakter obiektywny.” [J. Greene, *Psycholingwistyka...*, s. 30].

²⁷ Zob. N. Chomsky, *Modele wyjaśniające w lingwistyce*, tłum. B. Stanosz, s. 138-161, w: *Lingwistyka...*, ss. 160-161.

²⁸ Por. N. Chomsky, *O pewnych empirycznych założeniach filozofii języka*, tłum. U. Niklas, ss. 270-308, w: *Lingwistyka...*, ss. 30-306.

przez pewien system przetwarzający informacje²⁹. W związku z problematyką mojej rozprawy, na uwagę zasługuje również fakt, że semantyczne rozstrzygnięcia Chomsky'ego zostały wykorzystane przez teoretyków Sztucznej Inteligencji³⁰. Aby wykazać aplikacje semantycznych koncepcji Chomsky'ego na gruncie badań nad AI w poniższych rozważaniach dokonuję rekonstrukcji i analizy koncepcji semantyki w ujęciu autora *Problems of Knowledge and Freedom*³¹.

Podobnie jak w *Syntactic Structures*, tak i w pracach z okresu teorii standardowej, głównym zadaniem, jakie Chomsky stawiał lingwistyce była konstrukcja zbioru formalnych reguł charakteryzujących każdy możliwy język³². Zasadnicza zmiana, jaką można zauważyć porównując teorię początkową i standardową polega na uwypukleniu różnicy pomiędzy syntaktycznym a semantycznym poziomem analizy języka. O ile w *Syntactic...*, kwestia dualności struktury języka traktowana jest w sposób marginalny, to w pracach z okresu teorii standardowej problem ten stanowi jedno z podstawowych zagadnień. Począwszy bowiem od *Zagadnień teorii składni* Chomsky skłania się ku trójasektowemu modelowi badania języka. Wyróżniając w strukturze gramatyki poziom analizy syntaktycznej, semantycznej i fonologicznej Chomsky wskazuje, że aby gramatyka spełniać mogła stawiane przed nią zadania, konieczna jest korelacja wymienionych wyżej poziomów analiz. W *Zagadnieniach...*, czytamy na ten temat:

Powracając obecnie do kwestii kompetencji i gramatyk generatywnych stawiających sobie za cel jej opis wypada ponownie podkreślić, że znajomość języka zakłada niejawną zdolność do rozumienia nieograniczenie wielu zdań. Stąd, aby wygenerować nieograniczenie wielką ilość struktur, gramatyka generatywna musi być systemem reguł, które mogłyby się powtarzać. Ów system reguł da się rozłożyć na trzy główne działy: syntaktyczny, fonologiczny i semantyczny.³³

Dopowiadając myśl Chomsky'ego dodać należy, iż sformułowanie tego rekurencyjnego systemu reguł opiera się o określenie relacji pomiędzy semantyką, syntaktyką i fonologią. Poniżej, na podstawie tez Chomsky'ego, podejmuję próbę wyznaczenia tychże relacji³⁴. Analizę rozpocynam od zdefiniowania pojęcia i zadań syntaktyki.

Chomsky przyjmuje, że **syntaktyka jest działem gramatyki, który zajmuje się badaniem i konstruowaniem reguł**, za pomocą których możliwe jest jednoznaczne wyznaczenie warunków poprawności zdań³⁵. Inaczej mówiąc,

²⁹ Zob. G.H. Harman, *Psychologiczne...*, s. 327.

³⁰ J. Lyons pisze na ten temat: „Właśnie wczesne prace Chomsky'ego – te, które jesteśmy dziś skłonni zaliczać do środkowego czy „klasycznego” okresu jego twórczości (...) – miały największe znaczenie dla dyscyplin nie lingwistycznych dostarczając, terminologii, która została przejęta przez ich przedstawicieli i służy im stale w dyskusjach nad kwestiami filozoficznymi i psychologicznymi, na które Chomsky jako pierwszy zwrócił uwagę.” [J. Lyons, *Chomsky...*, s. 10].

³¹ Moje rozważania nad koncepcjami semantycznymi Chomsky'ego oscylują wokół standardowej teorii gramatyki. Wybór ten podyktowany jest faktem, że to właśnie teoria standardowa stanowi podstawę dla konstruowania komputerowych systemów przetwarzania języka naturalnego. Implikacje teorii Chomsky'ego na gruncie teorii Sztucznej Inteligencji omawiam w kolejnym paragrafie tej pracy.

³² Zob. N. Chomsky, *Studies on Semantics in Generative Grammar*, Mouton, The Hague-Paris 1976, s. 12.

³³ N. Chomsky, *Zagadnienia...*, s. 33.

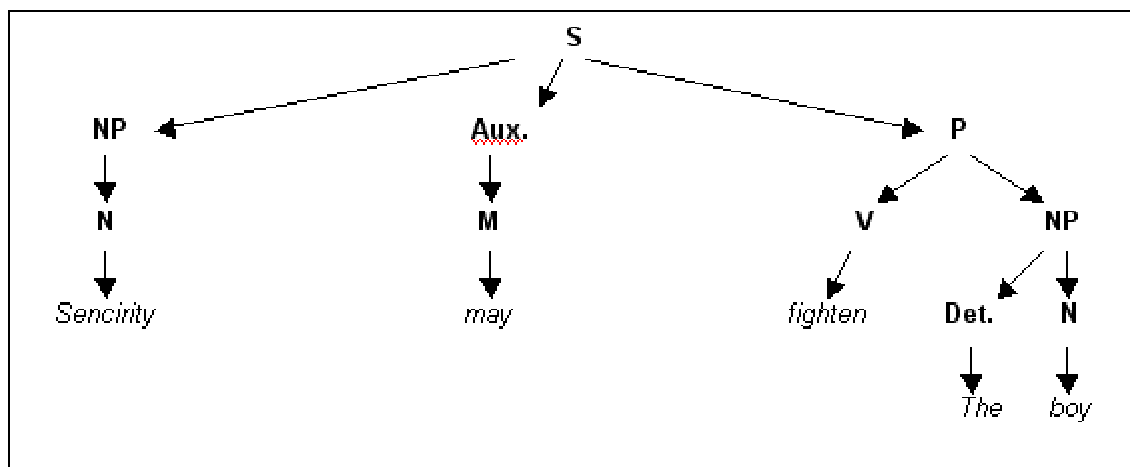
³⁴ W badaniach tych pomijam rozważania fonologiczne. Nie mają one bowiem wpływu na kształt rozważań wyznaczonych tytułem paragrafu.

³⁵ Zob. N. Chomsky, *Studies...*, s. 15.

dział syntaktyczny wyznacza nieskończony zbiór abstrakcyjnych obiektów formalnych, z których każdy zawiera wszystkie informacje istotne dla jednoznacznej interpretacji każdego poszczególnego zdania.³⁶

Syntaktyka jest zatem podstawowym działem teorii gramatycznej, ponieważ od sformułowania zbioru reguł składniowych zależy semantyczna interpretacja danego zdania³⁷.

Twierdzenie o prymarności analiz syntaktycznych stanowi rezultat tezy głoszącej, że dział syntaktyczny określa *strukturę głęboką* zdania. Termin *struktura głęboka* jest zakresowo równoważny pojęciu *wewnętrzna forma zdania*³⁸, które oznacza zbiór warunków, które muszą zostać spełnione, aby pod względem gramatycznym zdanie było zbudowane poprawnie³⁹. Według Chomsky'ego na strukturę głęboką zdania składają się słownik symboli oraz pojęcia funkcjonalne. Słownik symboli (podobnie jak w *Syntactic...*) zawiera formatywy (np. *the, boy*), dzielące się z kolei na jednostki leksykalne (np. *sincerity, boy*) oraz jednostki gramatyczne (np. określniki czasu przeszłego, teraźniejszego *etc.*). Drugą składową słownika symboli jest zbiór symboli kategoryalnych zawierający m.in. zdania, czasowniki i frazy nominalne.⁴⁰ Zastosowanie słownika symboli umożliwia wyznaczenie kategorii składniowych danego zdania. Dla przykładu, zdanie „*Sincerity may frighten the boy*” („*Szczerść mogła przerazić chłopca*”) daje się rozłożyć na następujące kategorie składniowe: zdanie → (faza nominalna, fraza posiłkowa, fraza werbalna) → (rzeczownik, czasownik modalny, czasownik, fraza nominalna) → (determinator określający rzeczownik, rzeczownik). Analizowane zdanie przedstawić więc można następująco⁴¹:



³⁶ N. Chomsky, *Zagadnienia...*, s. 33.

³⁷ Zob. N. Chomsky, *Studies...*, s. 65.

³⁸ „Zamiast – pisze Chomsky – terminów „struktura głęboka” i „struktura powierzchniowa” można by używać odpowiadających im pojęć „wewnętrzna forma” zdania i „zewewnętrzna forma” zdania, które wprowadził Humboldt. Niemniej jednak, choć uważam, że „struktura głęboka” i „struktura powierzchniowa” w takim samym sensie, w jakim się tu nimi posługuję, ściśle odpowiadają „wewnętrznej” i zewnętrznej” formie zdania u Humboldta, przyjąłem bardziej neutralną terminologię, aby zaoszczędzić czytelnikowi trudu interpretacji tekstu”; N. Chomsky, *Zagadnienia...*, s. 34.

³⁹ Zob. N. Chomsky, *Studies...*, ss. 69-70.

⁴⁰ Por. N. Chomsky, *Zagadnienia...*, s. 95.

⁴¹ Zob. tamże. s. 95

Na podstawie wykresu, jest widocznym, że konstrukcja struktury głębokiej zawiera pełną informację na temat formalnej charakterystyki zdania. Struktura głęboka stanowi zatem punkt wyjścia dla semantycznej deskrypcji zdania.

Struktury głębokie – stwierdza J. Greene – uważa się za podstawę interpretacji semantycznej, ponieważ ciągi „jądrowe” struktur frazowych, z jakich się one składają odpowiadają podstawowym relacjom gramatycznym, niezbędnym do zrozumienia sensu zdania.⁴²

Znaczy to, że reguły składniowe wyznaczają również ekstensję zdania. W związku z tym, wypada zgodzić się z Aleksym Mołczanowem, że struktura głęboka zdania wyznacza ramy jego semantycznej interpretacji⁴³.

Mówiąc o strukturze głębokiej zdania należy pamiętać także o tym, że jej składową stanowi również zestaw pojęć funkcjonalnych. Zdaniem Chomsky’ego, pojęcie funkcjonalne (np. pojęcie podmiotu czy orzeczenia) pełni rolę funkcji gramatycznych w syntaktycznej analizie zdania. Innymi słowy, pojęcia funkcjonalne charakteryzują dane wyrażenie jako pewną część zdania.

Mówimy – pisze Chomsky – używając terminologii tradycyjnej, że (...) *sincerity* (*szczerłość*, przyp. P. K.) jest frazą nominalną (nie zaś, że jest frazą nominalną zdania) i że stanowi ona (funkcjonuje jako) podmiot zdania (*Sincerity may frighten the boy*, przyp. P. K.) (nie zaś, że jest jakimś podmiotem). Takie pojęcia funkcjonalne, jak podmiot, orzeczenie należy starannie odróżnić od pojęć kategoryalnych typu „fraz nominalna”, „czasownik”.⁴⁴

Podstawą odróżnienia pojęć funkcjonalnych i kategoryalnych zasada się w stwierdzeniu Chomsky’ego, iż pojęcia funkcjonalne są terminami relacyjnymi. Opierając się na wynikach opublikowanych w *Syntactic...*, Chomsky dowodzi, że za pomocą reguł przepisywania⁴⁵ możliwe jest ustalenie relacji pomiędzy danym wyrażeniem a strukturą danego zdania⁴⁶. Ustalenie takich relacji stanowi zarazem wyodrębnienie klasy terminów funkcjonalnych.

⁴² J. Greene, *Psycholingwistyka...*, s. 68. Por. także J. Lyons, *Language and linguistics. An Introduction*, Cambridge University Press, Cambridge 1981, ss. 124-129.

⁴³ Zob. A. Mołczanow, *Dilemmas of quantification of natural language: towards pragmatic solution*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Rzeszów 1992, s. 35.

⁴⁴ N. Chomsky, *Zagadnienia...*, s. 101.

⁴⁵ Reguły przepisywania struktury frazowej są listą kroków, za pomocą których dane zdanie może zostać:

- (1) rozłożone na swe składniki pierwotne (tzw. symbole terminalne),
- (2) przekształcone w potencjalnie nieskończony szereg zdań gramatycznych za pomocą procedur generacyjnych.

Dla przykładu zdanie „Jane likes the dog” („Jane lubi psa”) można wygenerować za pomocą następujących reguł:

- (1) $S \rightarrow NP + VP$
- (2) $NP \rightarrow N$
- (3) $NP \rightarrow \text{art} + N$
- (4) $N \rightarrow \textit{Jane}$
- (5) $V \rightarrow \textit{likes}$
- (6) $\text{art} \rightarrow \textit{the}$
- (7) $N \rightarrow \textit{dog}$.

⁴⁶ Na przykład: w przypadku języka angielskiego podmiot zdefiniować można jako relację pomiędzy frazą nominalną, frazą posiłkową i frazą werbalną a całym zdaniem. Dopełnienie definiuje się zaś jako relacja między frazą nominalną frazy werbalnej a całą frazą werbalną. Więcej na ten temat zob. N. Chomsky, *Zagadnienia...*, ss. 102-103 oraz J. Lyons, *Language...*, ss. 113-117.

Ustalenie to ma również na celu wyróżnienie zbioru kategorii gramatycznych struktury głębokiej zdania, takich np. jak: podmiot logiczny i lista predykatów⁴⁷. Używając języka logiki formalnej można zatem stwierdzić, że **koniunkcja zbioru pojęć funkcjonalnych i słownika symboli w sposób zupełny określa formę logiczną każdego zdania**⁴⁸.

Zdaniem Chomsky'ego, konstrukcja działu syntaktycznego gramatyki stanowi podstawę dla analiz *stricto* semantycznych:

Co się tyczy uzasadnienia (takiego stanowiska, przyp. P. K.), to wolno przypuszczać, że poważnie zainteresowany semantyką językoznawca, zamiast pozostawić informacje na temat subkategoryzacji bliżej niesprecyzowanej sferze intuicji semantycznych, pokusi się o takie pogłębienie i rozbudowanie analizy syntaktycznej, by potrafiła ona sprostać temu właśnie zadaniu. Nie zaproponowano bowiem jak dotąd niczego takiego, co mogłoby stanowić podbudowę semantyczną, na gruncie której można by owe konieczne rozróżnienia przeprowadzić.⁴⁹

Podnosząc kwestię determinacji rozstrzygnięć semantycznych przez analizy syntaktyczne warto zwrócić uwagę na fakt, iż semantyka pełni jedynie funkcję interpretacji względem syntaktyki. Zadaniem semantycznego działu gramatyki jest więc wyznaczenie relacji pomiędzy strukturą wygenerowaną przez dział syntaktyczny a określoną reprezentacją semantyczną wyrażenia. Mówiąc inaczej, rolą semantyki jest interpretacja struktury głębokiej zdania⁵⁰. Ten sposób postawienia sprawy sugeruje konieczność redefinicji terminu *semantyka*. O ile semantykę pojmuje się zazwyczaj jako teorię znaczenia lub/i teorię referencji (odniesienia przedmiotowego) wyrażen, to w przypadku koncepcji Chomsky'ego mówić należy o semantyce jako teorii znaczenia⁵¹. Dodać warto, że semantyka Chomsky'ego jest teorią znaczenia gramatycznego⁵². Świadczy o tym położenie akcentu na wtórność semantyki wobec syntaktyki oraz akceptacja tezy, iż znaczenie danej wypowiedzi zdeterminowane jest przez gramatyczną strukturę zdania (strukturę głęboką)⁵³. Przy założeniach tego rodzaju nie budzi więc zdziwienia fakt, że problem odniesienia przedmiotowego wypowiedzi traktowany jest przez Chomsky'ego nader marginalnie⁵⁴.

Jeśli semantykę Chomsky'ego utożsamia się z teorią znaczenia, to fundamentalnym problemem staje się następujące zagadnienie: **w jaki sposób możliwe jest wywiedzenie gramatycznego znaczenia wyrażen ze struktury głębokiej zdania?** Podejmując próbę odpowiedzi na to pytanie warto przytoczyć tę oto wypowiedź Chomsky'ego:

W mojej teorii standardowej struktura głęboka zdania (...) jest odzwierciedlona w jego semantycznej reprezentacji. Ukazując różnicę pomiędzy znaczeniami (danych wyrażen, przyp. P. K.), konieczne jest zdefiniowanie sposobu odzwierciedlania

⁴⁷ Por. N. Chomsky, *Studies...*, ss. 85-88.

⁴⁸ Por. A. Mołczanow, *Dilemmas...*, s. 32-33 oraz R. May, *Logical Form. Its Structure and Derivation*, MIT Press, Cambridge Mass., s. 13.

⁴⁹ N. Chomsky, *Zagadnienia...*, s. 109 oraz tenże, *Studies...*, s. 196.

⁵⁰ Zob. N. Chomsky, *Studies...*, s. 5.

⁵¹ Por. J. Lyons, *Language...*, s. 164.

⁵² W kwestii odróżnienia znaczenia gramatycznego, leksykalnego, pragmatycznego, opisowego, społecznego, dosłownego i figuratywnego zob. J. Lyons, *Language...*, ss. 136-144. Kwestię tą podejmują także m.in. następujące prace: F. R. Palmer, *Semantics. A New Outline*, Cambridge University Press, Cambridge 1976, G. N. Leech, *Semantics*, Penguin, Harmondsworth, J. Lyons, *Semantics vol. 1-2*, Cambridge University Press, New York-London 1977.

⁵³ Por. J. Lyons, *Language...*, s. 140.

⁵⁴ Zob. J. Greene, *Psycholingwistyka...*, ss. 75-76.

(struktury głębokiej, przyp. P. K), w taki sposób, że znaczenie wypowiedzi wskazuje, iż „NP (frazą nominalną, przyp. P. K.) spełnia się w (zdaniu, przyp. P. K.) p ”. Prowadzi to nie tylko do semantycznej interpretacji zdania p , ale również do określenia głębokiej struktury tego zdania.⁵⁵

Aby wyznaczyć metodę, w oparciu o którą Chomsky formułuje swoje rozstrzygnięcia semantyczne proponuję zwrócić uwagę na następujące wypowiedzi:

1. *John's uncle (wuj Jana),*
2. *the person who is the brother of John's mother or father or the husband of the sister of John's mother or father (osoba, która jest bratem matki lub ojca Jana, albo jest ona mężem siostry matki lub ojca Jana),*
3. *the person who is the son of one of John's grandparents or the husband of a daughter of one of John's grandparents, but is not his father (osoba, która jest synem któregoś z dziadków Jana, albo która jest mężem córki któregoś z dziadków Jana, ale nie jest jego ojcem).*

Jest oczywistym, że każda z przytoczonych wypowiedzi posiada takie samo znaczenie gramatyczne, pomimo, że podane wypowiedzi mają różną strukturę głęboką. Inaczej rzecz wysławiając, wypowiedzi te zostały sformułowane na podstawie różnych baz semantycznych zdeterminowanych przez strukturę syntaktyczną języka, w którym zostały one utworzone.

Jest jasne – pisze Chomsky – że wypowiedzi te nie są parafrazami. Łatwo bowiem wyobrazić sobie warunki, gdzie jedna z nich może być prawdziwa, pozostałe zaś – fałszywe.⁵⁶

Jednakże, co należy wyraźnie podkreślić, wypowiedzi te posiadają identyczną reprezentację semantyczną⁵⁷. Oznacza to, iż mimo różnicy w składniowej strukturze podanych wypowiedzi (np. wypowiedź (1) przedstawić można w postaci *NP*, natomiast wypowiedzi (2) i (3) jako *N + aux + NP*), to spełniają one tę samą funkcję gramatyczną. Dla przykładu, w zdaniu *John's uncle leave early morning (Wuj Jana wyjechał wcześniej rano)* wyrażenie *John's uncle* pełni funkcję podmiotu gramatycznego. Dokonując przepisania formalizmu tego wyrażenia w formułę o postaci *art + N* (na mocy zasady $NP = art + N$) i przepisując jednocześnie frazę nominalną wypowiedzi (2) i (3), okazuje się, że w podanym zdaniu wyrażenia (1), (2), (3) pełnić mogą funkcję podmiotu. Pod względem syntaktycznym są więc sobie wzajemnie równoważne. Zatem, posiadają one to samo znaczenie – mianowicie znaczenie bycia podmiotem gramatycznym zdania⁵⁸.

Użycie terminu „*znaczenie bycia podmiotem*” może naturalnie prowadzić do pytania o to, czy analizowane wyrażenia posiadają tą samą referencję przedmiotową – tzn. czy wszystkie one faktycznie denotują osobę, która jest wujem Jana. Zdawać się może, iż posiadanie tego samego znaczenia gramatycznego implikuje posiadanie tego samego odniesienia przedmiotowego. Warto jednak zaznaczyć, że w świetle teorii standardowej

struktura syntaktyczno-semantyczna języka naturalnego bezsprzecznie nasuwa wiele zagadek zarówno natury empirycznej, jak i teoretycznej oraz, że wszelkie próby

⁵⁵ N. Chomsky, *Studies...*, s. 86

⁵⁶ Tamże, s. 85.

⁵⁷ Por. tamże, s. 86.

⁵⁸ Por. N. Chomsky, *Zagadnienia...*, ss. 201-208.

wyznaczenia granic składni i semantyki muszą mieć z pewnością charakter dość ostrożnie sformułowanych hipotez.⁵⁹

Ponadto, pytanie o przedmiotową referencję wyrażenia danego języka *implicite* zakłada przyjęcie szeregu filozoficznych rozstrzygnięć i wniosków (np. hipotezy wrodzoności struktur językowych, tezy o identycznej strukturze ludzkich umysłów, aksjomatów realizmu ontologicznego, tezy o intersubiektywności języka *etc.*), w kwestii których (za wyjątkiem hipotezy wrodzoności) Chomsky w ramach teorii standardowej jasno się nie wypowiada. Usprawiedliwieniem tego faktu może być argument stwierdzający, iż główne zadania postawione przez Chomsky'ego teorii lingwistycznej zostały osiągnięte⁶⁰.

W perspektywie oceny koncepcji Chomsky'ego można powiedzieć, że implikacje teorii standardowej mają dwojakie następstwa. Po pierwsze, autor *Studies...*

rozszerzył znacznie zakres tzw. lingwistyki matematycznej i zainicjował cały nowy dział dociekań, który budzi zainteresowanie nie tylko językoznawców, lecz także logików i matematyków. Nawet gdyby okazało się ostatecznie, że żadna z prac Chomsky'ego poświęcona gramatyce generatywnej nie znajduje bezpośredniego zastosowania do opisu języków naturalnych, prace te przedstawiałyby nadal wartość dla logików i matematyków, którzy zajmują się konstrukcją i analizą systemów formalnych niezależnie od ich empirycznych zastosowań.⁶¹

Po drugie, przedstawiona przez Chomsky'ego teoria gramatyki formalnej stała się narzędziem wykorzystywanym przez teoretyków Sztucznej Inteligencji przy konstruowaniu systemów przetwarzania i rozumienia języka naturalnego⁶². Z tego właśnie powodu w poniższym paragrafie przedstawiam i analizuję związek lingwistyki matematycznej Chomsky'ego z teorią Sztucznej Inteligencji.

3. Rola lingwistyki matematycznej w badaniach nad sztuczną inteligencją

W kręgu teoretyków AI za oczywiste przyjmuje się, że analizy Chomsky'ego dotyczące struktury języka stanowią mogą podstawę dla konstrukcji 'inteligentnych' systemów rozumienia i przetwarzania języka naturalnego. Podkreślić zatem należy, że teoria Chomsky'ego jest naturalną bazą dla tworzenia obliczeniowych modeli rozumienia języka⁶³. Gramatyka generatywna ujmowana jako system formalny pozwala uniknąć niektórych problemów wynikających z zastosowania metod logiki formalnej w projektowaniu „inteligentnych” systemów rozumienia języka naturalnego⁶⁴. Dla przykładu, nawet tak proste formuły jak „Wszystkie ptaki latają” ($\forall x \text{ Ptak}(x) \rightarrow \text{Lata}(x)$) mogą być trudno zrozumiałe dla komputerowych systemów przetwarzających język naturalny⁶⁵. Ponadto, mimo że

⁵⁹ Tamże. s. 222.

⁶⁰ Zob. N. Chomsky, *Studies...*, ss. 198-199.

⁶¹ J. Lyons, *Chomsky...*, s. 142.

⁶² Por. J. Lyons, *Language...*, s. 263.

⁶³ Pojęcie *obliczeniowe modele rozumienia języka naturalnego* oznacza model wyrażony w postaci procedury, która może zostać zrealizowana w postaci programu komputerowego.

⁶⁴ Systemami wykorzystującymi metody logiki matematycznej w badaniach nad AI są np. GRANIS, QA3 i STRIPS. Więcej na temat zastosowania metod logiki matematycznej do badań nad sztuczną inteligencją pisze m.in. D. Lipowska, *Reprezentacje semantyczne w komputerowych systemach przetwarzania języka naturalnego*, Wydawnictwo UAM, Poznań 1991, ss. 19-36.

⁶⁵ „Główną wadą systemów opartych o logikę – pisze Piotr Konderak – jest (...) rozdzielenie *reprezentacji przetwarzania*. Największą trudność badaczom AI sprawia bowiem heurystyczna część systemu – tj. określenie

systemy skonstruowane w oparciu o metody logiki formalnej zapewniają możliwość automatyzacji wnioskowań, to często są one praktycznie nieużyteczne. W wielu przypadkach mogą one bowiem prowadzić do zjawiska *eksplozji kombinatorycznej*, czyli sytuacji, w której lawinowo rośnie liczba formułowanych (na podstawie zawartych w systemie przesłanek) wniosków. Konstruowanie obliczeniowych modeli rozumienia języka wymaga również modułu zawierającego wiedzę o świecie, z której powinien korzystać system generujący zdania powszechnie uznawane za poprawnie zbudowane. Systemy oparte na metodach logiki formalnej powinny zawierać zbiór reguł zezwalających na semantyczną analizę tych zdań.

Jeśli przyjąć, że koncepcja Chomsky'ego jest systemem formalnym, to kwestia semantycznej interpretacji syntaktycznych formuł generowanych przez dane algorytmy może być uznana za rozwiązana. Systemy opierające się o gramatykę generatywną umożliwiają bowiem semantyczną analizę zdań przez program, co w konsekwencji prowadzi do skonstruowania systemów eliminujących zarówno wieloznaczności składniowe, jak i znaczeniowe. Wydaje się, że możliwości te wynikają z następujących przesłanek:

1. moc gramatyki generatywnej jest równoważna mocy generatywnej automatów skończonych stanowo⁶⁶,
2. przeformułowanie gramatyki Chomsky'ego prowadzi do koncepcji rozszerzonych sieci przejść (ATN) ,za pomocą których analizuje się i generuje zdania języków regularnych⁶⁷,
3. jednoznaczną analizę zdań zapewnia zawarcie w teorii Chomsky'ego działu semantycznego w syntaktyce⁶⁸.

Przytoczone stwierdzenia pozwalają na postawienie tezy, iż gramatyka transformacyjno-generatywna stanowi jedną z najbardziej użytecznych podstaw dla konstruowania komputerowych modeli rozumienia języka naturalnego⁶⁹. Przyjęcie, że ustalenia teorii Chomsky'ego można traktować jako lingwistyczną podstawę AI wynika jedynie z założenia przeze mnie wewnętrznej spójności teorii Sztucznej Inteligencji. Wydaje się bowiem, że wbrew intencjom autora *Zagadnień...*, jego teoria standardowa oraz jej implikacje w badaniach nad sztuczną inteligencją są (podobnie jak psychologia behawiorystyczna) zgodne z naczelnymi tezami filozofii funkcjonalistycznej. Poniższe rozważania mają na celu uzasadnienie proponowanej interpretacji.

Wychodząc od stwierdzenia Valerio Allegranza mówiącego o tym, że opracowana przez Chomsky'ego formalna teoria składni jest podstawą dla formułowania obliczeniowych modeli rozumienia i przetwarzania języka naturalnego⁷⁰, zgodzić należy się również z twierdzeniem Victora Yngve, że reguły gramatyki generatywne

jak używać informacji przechowywanych w bazie wiedzy systemu – nie zaś decyzja, w jakiej postaci je przechowywać.” [P. Konderak, *Obliczeniowe modele rozumienia języka naturalnego*, s. 7-24, w: "Philosophon Agora", Nr 1/1999, WFiS UMCS, Lublin 1999, s. 17].

⁶⁶ Por. J. Lyons, *Chomsky...*, s. 117.

⁶⁷ Zob. J. Allen, *Natural Language Understanding*, sr. 193-239, w: *The Handbook of Artificial Intelligence vol. IV*, red. A. Barr, P.R. Cohen, E. Feigenbaum, Addison-Wesley Inc., New York 1989, s. 198.

⁶⁸ Tamże, s. 208.

⁶⁹ Należy dodać, że konkurencyjnymi (lecz nie odzeganymi się od ustaleń gramatyki Chomsky'ego) modelami, w oparciu o które konstruuje się obliczeniowe modele przetwarzania i rozumienia języka są: systemy produkcji, ram oraz sieci semantyczne. Więcej na ten temat piszą m.in. L. Bolc, J. Zaremba, *Wprowadzenie do uczenia się maszyn*, WNT, Warszawa 1992.

⁷⁰ Zob. V. Allegranza, *A new aproach to unbounded dependencies*, rs. 160-234, w: *Linguistic Isseus in Machine Translation*, red. F. Van Eynde, Pinter Publishers, London-New York 1993, s. 203.

nie są w tym przypadku tylko adekwatnym wyrażeniem syntaktycznej struktury języka. (...) **Gramatyka generatywna może być również rozumiana jako program wytwarzający zdania gramatyczne**⁷¹. (Wytłuszczenie P. K.)

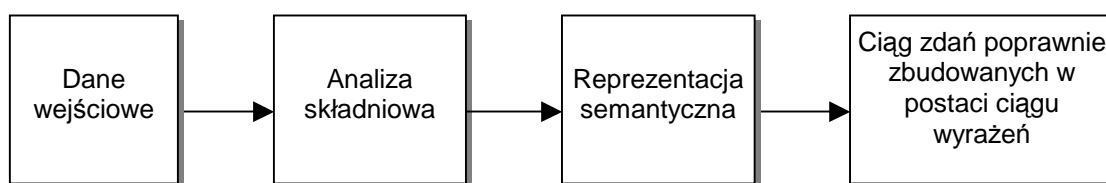
Znaczy to, że w strukturze gramatyki Chomsky'ego wyróżnić można:

- parser (program analizy syntaktycznej),
- moduł rozumienia oraz słownik i
- bazę wiedzy o świecie⁷².

Definiując zatem gramatykę generatywną jako program służący do wytwarzania zdań poprawnie zbudowanych *implicite* przypisuje się jej rolę, jaką spełniają rozszerzone sieci przejść (ATN). W takim ujęciu, gramatyka Chomsky'ego jest identyczna ze zbiorem algorytmów generujących systemy nieodróżnialne od człowieka (kompetentnego użytkownika języka naturalnego) pod względem zachowania lingwistycznego⁷³.

Ujęcie gramatyki generatywnej jako programu służącego do generowania zdań gramatycznie poprawnych implikuje wyznaczenie struktury tego programu zgodnie z aparaturą pojęciową charakteryzującą rozważania w obrębie AI. Należy zatem zdefiniować pojęcie *parsera*, *słownika* i *modułu rozumienia*. Wyznaczenie zakresu stosowalności tych terminów jest ważne również z tego powodu, że umożliwia ono prowadzenie badań natury semantycznej. Zakładam bowiem istnienie relacji pomiędzy parserem (programem analizy syntaktycznej) a modułem rozumienia (programem interpretacji zdań poprawnie zbudowanych). Relacja ta opiera się na jednostronnej implikacji, co wskazuje, że ustalenia syntaktyczne determinują wnioski formułowane na gruncie semantyki.

Jeżeli *parser* definiuje się jako program analizy syntaktycznej⁷⁴, to pojęcie to w świetle teorii Chomsky'ego jest zakresowo równoważne zbiorowi reguł frazowych i reguł transformacyjnych. Można więc stwierdzić, że działanie programu analizy syntaktycznej oparte jest na następującym schemacie⁷⁵:



⁷¹ V. Yngve, *MT at M. I. T. 1965*, ss. 451-523, w: *Machine Translation*, red. A. D. Booth, North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1967, ss. 483-484.

⁷² Por. R. Schank, *The Conceptual Approach to Language Processing*, ss. 5-21, w: R. Schank, *Conceptual Information Processing*, North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1975, s. 6.

⁷³ Stwierdzenie to w literaturze przedmiotu znane jest jako *Yngve'a hipoteza głębokości*. Jej twórca wysławia ją następująco: „(Moje podejście, przyp. P.K.) proponuje, aby rozumieć *lingwistykę* analogicznie do *programów komputerowych* symulujących ludzkie zachowanie językowe”; V. Yngve, *MT...*, s. 496.

⁷⁴ Zob. J. Allen, *Natural...*, s. 221. Por także, D. Fass, Y. Willks, *Preference semantics, ill-formedness, and metaphor*, w: "Computational Linguistic", Nr 9/1983, ss. 178-187.

⁷⁵ Por. J. Martin, *Dialog człowieka z maszyną cyfrową*, tłum. Cz. Syc, L. Maciejec, T. Sinkiewicz, A. Zakrzewski, WNT, Warszawa 1976, s. 58.

Na podstawie wykresu łatwo zauważyć, że dane wejściowe nie są określone w sposób jednoznaczny. Znaczący to, iż danym wejściowym nie się są (na tym etapie przetwarzania) określone gramatycznie⁷⁶. Dopiero podczas analizy syntaktycznej, ciągom wyrażen dostarczonych do systemu przypisuje się dane kategorie gramatyczne.

Modele bazujące na gramatyce Chomsky'ego mogą dokonywać tej analizy poprzez odwołanie się do reguł frazowo-transformacyjnych oraz *słownika*. Jeśli za Y. Bar-Hillelem i jego współpracownikami przyjąć, że termin *słownik* denotuje skończony zbiór symboli⁷⁷, to wydaje się, że w naturalny sposób (podobnie jak w przypadku teorii Chomsky'ego) postawić można pytanie: w jaki sposób „inteligentne” systemy przetwarzania i rozumienia języka naturalnego mogą generować potencjalnie nieskończony zbiór zdań poprawnie zbudowanych pod względem gramatycznym?

Podjęwając próbę rozwiązania postawionego problemu, zaznaczyć należy, że systemy te *explicite* odwołują się do rozstrzygnięć wypracowanych w ramach teorii Chomsky'ego. Tak w gramatyce generatywnej, jak i w obliczeniowych systemach przetwarzania języka naturalnego korzysta się bowiem z reguł transformacji, za pomocą których określa się kategorię gramatyczną danego wyrażenia oraz wytwarza się ciągi zdań poprawnie zbudowanych⁷⁸. Można się więc zgodzić z Rogerem Schrankiem, że główną zasługą, jaką Chomsky podłożył dla rozwoju „inteligentnych” systemów przetwarzania języka naturalnego była

identyfikacja wyrażen dostarczanych systemowi za pomocą reguł syntaktycznych. (...) To zaś pociągnęło za sobą możliwość odwzorowania struktur składniowych w ciągach leksykalnych.⁷⁹

Dlatego też, reguły składniowe determinują ustalenia semantyczne. Innymi słowy, operacje przeprowadzane przez parser wyznaczają operacje dokonywane w *module rozumienia* (module analizy semantycznej zdania).

⁷⁶ Por. Y. Bar-Hillel, A. Kasher, E. Shamir, *Measures of syntactic complexity*, ss. 29-50, w: *Machine...*, red. A. Booth, s. 38.

⁷⁷ Tamże, s. 32.

⁷⁸ Zob. J. Allen, *Natural...*, s. 204.

⁷⁹ R. Schank, *The conceptual...*, s. 6. Tytułem przykładu podaję algorytm rozumienia i przetwarzania języka przez system HAM-RPM (1980 r.). Zob. E. Hahn, W. Hoepfner, A. Jameson, W. Wahlster, *The anatomy of the natural language system HAM-RMP*, ss. 119-253, w: *Natural Language Based Computer Systems*, red. L. Bolc, Verlag, München-Wien 1980. System ten (napisany w języku FUZZY) dokonuje najpierw analizy syntaktycznej w oparciu o zbiór reguł frazowych i transformacyjnych. Następnie, symbolom zostaje przypisana reprezentacja semantyczna. W ten sposób uzyskuje się co najmniej jedną trójkę uporządkowaną o postaci <argument1, argument2, relacja>. „Z każdym miejscem w trójce – pisze D. Lipowska – związany jest zbiór wzorców o jednej zmiennej odpowiadającej danej pozycji. Wzorce te próbuje się uzgodnić z drzewem rozbioru zdania. W przypadku sukcesu ustalona zostaje wartość zmiennej, zajmująca dalej określone miejsce w danej trójce. Np. zdanie „*Could you drink the drink which is located on the couch table?*” (...) o strukturze syntaktycznej:

(S (NP (NOM (MM)) (VP (VRB (DRINK)) (NP (NOM (APPLE/JUICE))))))

będzie uzgadniane najpierw ze wzorcem:

(S (NP (NP ?? (NOM ?A) ??)

gdzie „??” jest uzgadniane z „czymkolwiek” (...), zaś „?A” jest zmienną odpowiadającą pierwszej pozycji w trójce. Jak widać, zostanie jej przypisana wartość „MM”. Uzgodnienie drzewa rozbioru z kolejnym wzorcem:

(S ?? (VP (?? (NP ?? NOM ?A) ???))

ustali APPLE/JUICE jako wartość dla drugiej pozycji, zaś następne uzgodnienie wyznaczy DRINK dla miejsca trzeciego. Ostatecznie więc reprezentacja semantyczna omawianego zdania będzie miała postać:

((MM) (APPLE/JUICE (DRINK)).” [D. Lipowska, *Reprezentacje...*, ss. 17-18].

Mówiąc o semantyce w ramach obliczeniowych modeli rozumienia i przetwarzania języka naturalnego warto pamiętać o tym, iż teorie znaczenia w badaniach nad sztuczną inteligencją oscylują wokół pojęcia *znaczenia gramatycznego*. Tak więc i w tym przypadku widoczny jest wpływ teorii Chomsky'ego na charakter formułowanych na gruncie AI wniosków. Ujęcie to prowadzi do stwierdzenia, że w badaniach nad obliczeniowymi modelami przetwarzania języka naturalnego można zatem mówić co najwyżej o *quasi-semantyce*, czyli teorii znaczenia gramatycznego, nie zaś teorii referencji wyrażen. Problematyczność analiz semantycznych w badaniach nad AI trafnie wyraził James Martin omawiając system ELIZA:

Niebezpieczeństwo (przypisywania systemom komputerowym kompetencji semantycznych, przyp. P. K.) polega na tym, że użytkownik urządzenia końcowego **może się mylić** (wyłuszczenie, przyp. P. K.) sądząc, iż maszyna rozumie więcej niż w rzeczywistości.⁸⁰

Założenie o *quasi-semantyczności* obliczeniowych modeli przetwarzania i rozumienia języka naturalnego stanowi więc wyrażenie tezy o niemożności konstrukcji semantyki pojmowanej jako teoria znaczenia wyrażen lub/i teoria referencji przedmiotowej. (Konstatacja ta opiera się o dwie racje. Po pierwsze, w przypadku „inteligentnych” systemów rozumienia języka semantyka zawiera się w teorii składni. Zatem (by jeszcze raz to podkreślić), ustalenia natury syntaktycznej rozstrzygają o semantycznej interpretacji wyrażen). Ponadto, mówiąc o komputerowych modelach rozumienia języka warto wspomnieć również o tym, że ciągom wyrażen generowanych przez program trudno przypisać stopień referencji. Konstrukcje semantyczne tworzone przez systemy komputerowe nie wpisują się bowiem ani w dwu-, ani w trójstopniowy schemat teorii referencji. Oznacza to, iż w badaniach nad AI nie jest możliwa analiza sposobu odnoszenia się wyrażen do obiektów innych niż one same poprzez odwołanie się do struktury *nazwa* → *denotat nazwy* lub *nazwa* → *sens (znaczenie)* → *denotat nazwy*. Drugą racją przemawiającą przeciwko możliwości prowadzenia rozważań *stricte* semantycznych w badaniach nad sztuczną inteligencją jest fakt, że wyrażenia pozostają w relacji tylko do innych wyrażen, nie zaś do przedmiotów procesów bądź stanów rzeczy ze świata wobec nich transcendentnego⁸¹. Semantyka jest więc równoważna teorii znaczenia gramatycznego. W jej ramach wyznaczyć można co najwyżej takie kategorie semantyczne jak np. *posiadanie znaczenia bycia podmiotem zdania*. Stawiając zatem pytanie o posiadanie znaczenia przez dany ciąg wyrażen generowanych przez program komputerowy pyta się *de facto* o to, czy ciąg ten można prawidłowo rozłożyć na szeregi frazowe, a także o to, czy za

⁸⁰ J. Martin, *Dialog...*, s. 51. Dla przykładu przytaczam analizę J. Martina dotyczącą działania systemu ELIZA: „W pierwszym z podanych zdań „Wszyscy mężczyźni są jednakowi” – maszyna nie znajduje nic zrozumiałego i daje odpowiedź, która byłaby akceptowalną odpowiedzią na prawie każde stwierdzenie pacjenta rozmawiającego z psychiatrą. Maszyna prosi o dalsze informacje. W drugim zdaniu („Oni zawsze czegoś od nas chcą”, przyp. P.K) maszyna wykrywa słowo „zawsze”, co powoduje włączenie standardowej odpowiedzi: „CZY MOŻESZ SOBIE PRZYPOMNIEĆ JAKIŚ KONKRETNY PRZYKŁAD?”. W trzecim zdaniu wprowadzonym na wejście („Otóż mój chłopiec sprowadził mnie tutaj”, przyp. P.K.) maszyna odrzuca słowo „otóż” i rozpoznaje zaimki dotyczące pierwszej osoby: „mój”, „mnie”. Maszyna jest zaprogramowana w taki sposób, że tworzy z nich zaimki dotyczące drugiej osoby: „twój”, „ciebie” i powtarza zdanie. W czwartym zdaniu wejściowym („Powiedział, że zbyt często jestem przygnębiona”, przyp. P.K.) maszyna rozpoznaje słowo „przygnębiona”, które w jej słowniku określone jest jako stan niepożądany. Maszyna przekształca „jestem” w „jesteś” i drukuje „PRZYKRO MI SŁYSZEĆ, ŻE JESTEŚ PRZYGNĘBIONA”. Jeśli użytkownik powiedziałby „Mój kot jest przygnębiony” – nastąpiłaby podobna odpowiedź: „PRZYKRO MI SŁYSZEĆ, ŻE TWÓJ KOT JEST PRZYGNĘBIONY” (...) Jeżeli dziewczyna powie „Zamierzam wyskoczyć przez okno” – nie pojawi się żaden sygnał, który mógłby spowodować odpowiedź brzmiącą „PRZYKRO MI”. [Tamże, s. 51].

⁸¹ Koncepcja ta zostanie sfalsyfikowana, jeżeli system przetwarzający język naturalny zostanie wyposażony w ciało i zmysły. Wówczas będzie on systemem intencjonalnym, w rozumieniu ludzkiej intencjonalności. Uwagę tą zawdzięczam Markowi Kasperskiemu.

pomocą reguł transformacyjnych możliwe jest wygenerowanie innych prawidłowo zbudowanych ciągów⁸². W konsekwencji, zdanie wygenerowane przez komputer posiada znaczenie, jeżeli spełnia ono np. następujący schemat: *podmiot* → *orzeczenie* → *dopełnienie*. Innymi słowy, zdanie posiada znaczenie wtedy, gdy elementy, z których jest ono zbudowane posiadają znaczenie *bycia podmiotem, bycia orzeczeniem etc.*⁸³.

Na podstawie powyższych ustaleń warto powrócić do zasygnalizowanej wcześniej kwestii, a mianowicie – do problemu zgodności teorii Chomsky’ego (i bazujących na jej wynikach obliczeniowych systemach rozumienia języka naturalnego) z filozofia funkcjonalistyczną. Wydaje się bowiem, iż teoretycy AI abstrahując od określenia fizycznych właściwości urządzeń produkujących zdania gramatyczne *implicite* akceptują stwierdzenie Chomsky’ego (z okresu teorii standardowej), że próba odpowiedzi na pytanie o formalną strukturę języka naturalnego unika rozstrzygnięć psychologicznych w kwestii struktury i własności systemów przetwarzających język. Z syntaktycznego punktu widzenia nie ma bowiem różnicy, czy zdania produkowane są przez ludzki podmiot, czy program komputerowy⁸⁴. Stąd też, wysnuć można tezę o wielorakiej realizacji stanów funkcjonalnych (w tym przypadku zdolności do generowania wyrażen języka naturalnego), będącą podstawą stanowiska funkcjonalistycznego.

⁸² Por. G. Gazdar, *Phrase structure grammar*, ss. 131-186, w: *The nature of syntactic representation*, red. P. Jacobson, G. Pullum, Reidel, Dordrecht 1982, ss. 162-168.

⁸³ Stwierdzenie to trafnie ujmuje J. Lyons pisząc: „Potraktujmy gramatykę jako maszynę czy urządzenie (...), które podczas generowania zdań przechodzi przez skończoną liczbę „stanów” wewnętrznych, od *stanu początkowego* (...) do *stanu końcowego* (...). Po wyprodukowaniu (...) jakiegoś słowa (ze zbioru słów danych jako możliwe dla tego „stanu”) gramatyka „przestawia się” na nowy stan, wyznaczony przez kierunek strzałek (tj. przez reguły transformacji, przyp. P.K.). Każdy ciąg słów, który może zostać wygenerowany w ten sposób, jest tym samym określony jako gramatyczny.” [J. Lyons, *Chomsky...*, s. 56].

⁸⁴ Zob. H. Simon, *Cognitive Science: The newest science of the artificial*, s. 33-46, w: "Cognitive Science", Nr 4/1980.