

Несколько слов об использовании формализации и функционализма при обработке текста¹

Алиреза Валипур*

Доцент кафедры русского языка Тегеранского университета.

(дата получения: 20/11/2007, дата подтверждения: 27/4/2008)

Краткое содержание

Многие общелингвистические течения двадцатого века можно упорядочить на шкале «функционализм — формализм». Функционализм является наследием структурализма. Формализация – по крайней мере, на современном этапе развития кибернетики – является необходимым условием передачи мыслительных функций человека ЭВМ. Взаимодействие между лингвистикой и электронно-вычислительной машиной началось еще полвека назад с возникновением теории Н. Хомского, развитием генеративизма и появлением электронно-вычислительных машин. Истоки трансформационно-порождающей грамматики следует искать в дескриптивной лингвистике, которая стремилась разработать детальные и строго определенные формальные процедуры для перехода от текста к системе языка. По Хомскому, грамматика должна устанавливать соотношение между акустическими сигналами и смыслами. Понятие глубинной структуры — самое сложное в теории порождающих грамматик и, кроме того, подвергшееся наибольшим изменениям в процессе развития теории. В данной статье изучаются и противопоставляются, основные направления формализма и функционализма а также описываются, и объясняются структурные факты и средства переработки информации из текста.

Ключевые слова: Формализация, валентность, машинный перевод, функционализм.

1. Based on the research plan "The invention of methods of formalization of structures of the text and its interpretation for storage and processing in the field of linguistic knowledge" financially supported University of Tehran.

* Тел: 021-61119016, Факс: 021-88634500, E-mail: alreva@ut.ac.ir

Введение

Параллельно с развитием машинного перевода возникла идея создания автоматического словаря в помощь человеку-переводчику. Автоматический словарь получил практическое применение и затем развивалась вычислительная техника, появлялись новые возможности машинной реализации лингвистических формализмов, которые, может быть, не всегда были в соответствующей мере осознаны создателями лингвистических теорий прикладного характера. Сегодня становится ясным, что, лингвистика, гораздо большее, чем предполагалось раньше: она может не только описывать факты, связанные с языком, но и ставить научно осмысленные проблемы перед другими дисциплинами, в частности перед математикой. Лингвистика в этом понимании оказывается связанной с совершенно различными областями человеческой деятельности, где ставится вопрос об интерпретации явлений. Правила интерпретации явлений в науке – это эвристические приемы исследования. (Марчук, 1980, с.114) Эти приемы всегда вербализуемы, что наводит на мысль о том, что они имеют языковую природу или, во всяком случае, тесно связаны с языком. Частным случаем таких эвристических приемов являются даже правила ведения научного алгоритма, которые относятся к стратегиям общения людей, занимающихся исследованиями в сходных или смежных областях. Поскольку такие стратегии в значительной степени связаны с условностями человеческого общения вообще, неудивительно, что путь открытия истин в конкретных науках не прямолинеен и существуют такие явления, как догматизм в науке, с одной стороны, и крайний радикализм без оглядки на традицию – с другой. В значительной степени такой радикализм продемонстрировала и игра в генеративизм. Это неоднократно отмечалось российскими критиками генеративизма. В частности, А. Д. Швейцер отмечал: «Ратуя за восстановление связей между языкознанием, с одной стороны, и психологией и философией – с другой, он (Хомский) в то же время исключает из рассмотрения те аспекты науки о языке, которые связаны с дисциплинами, изучающими общественную природу

человка» (см. Швейцер, 1994, с. 50). Далее А. Д. Швейцер подчеркнул, что в стратегию исследования и обоснования теории языка должно входить исследование языка в его социальном контексте и «анализ вариативности языка, обусловленной гетерогенностью языковых коллективов» (там же). Что касается применения математических аксиоматических методов как единственной стратегии, то советские критики столь же справедливо указывали, как пишет О. С. Ахманова, что «вполне возможно, что существуют науки, где действительно существенный прогресс, может быть, достигнут просто путем создания гипотез и применения к ним некоторого набора логических операций, причем, по-видимому, наиболее правомочным претендентом на это является высшая математика. Однако и там в последнее время все более настойчиво ставится вопрос о материалистическом основании...» (см. Ахманова, 2004, с. 152).

Основные направления в формализме и функционализме

Мы знаем, что функционализм как методическая теоретическая концепция выкристаллизовался в социологии раньше, чем в филологии. Лингвистический функционализм абсолютно непохож на философский. Больше всего сходств у лингвистического функционализма с конструктивизмом в математике и психологии. Многие лингвистические идеи и концепции на протяжении последних десятилетий были заимствованы и воплощены в программировании, теоретической информатике и информационных системах. Наиболее яркими примерами такого заимствования могут служить базисный компонент порождающей грамматики Н. Хомского, который стал прототипом первых компиляторов искусственных языков. (Кэтфорд, 2004, с. 164). Существует удивительная связь между естественными и искусственными языками, которая заключается в закономерности эволюции языков. Теоретическая лингвистика и типологический опыт исследования языков создали необходимый описательный аппарат для компьютерного моделирования автоматического анализа текстов.

Множество теоретических подходов можно разделить на два основных направления: формализм и функционализм. Формализм утверждает, что язык есть врожденная компонента человеческого мышления, которая может быть представлена в виде абстрактной модели на метаязыке формальной грамматики и не зависит от способов использования языка, а функционализм напротив полагает, что строение языка определяется его использованием. (Мартынов, 1996, с. 245). Исследования в формальной лингвистике можно тоже условно разделить на два подхода: построение универсальной грамматики, верной для всех существующих языков мира, и построение формальной модели, наиболее полно охватывающей все множество грамматических явлений конкретного языка. Н. Хомский стал родоначальником первого подхода и основателем школы генеративистов, а самым ярким представителем второго подхода является И. Мельчук, автор модели Смысл — Текст. Функционалист ориентируется на описание языка в терминах типов речевой деятельности и типов конструкций, используемых в ней, стремится только констатировать взаимодействие синтаксиса, семантики и прагматики, не берясь что-либо предсказывать: функциональные теории занимаются системами, а не реальным поведением; а в центре внимания находятся средства, используемые языками для указания на ситуации в дискурсе. Для функционалиста же, описывающего формы языка, главным является «принцип противоположности», соотносящий функцию с объемом употребления языковых форм: «Функции языковых форм определяются объемом употребления этих форм. Поэтому и функция формы должна определяться в отношении к другим формам, употребляемым рядом с ней в данной семантической или синтаксической области» (Сатерленд, 1991, с.131–132).

Где-то посередине можно поместить концепцию трехмерности пространства языка (Степанов, 1985, с. 183) в которой обе разновидности функционализма объединяются для рассмотрения исследовательских парадигм в науках о человеке.

Итак, можно сказать:

1. Языки рассматриваются как инструменты для выполнения своих функций. Форма инструмента отражает эти функции, подчиняясь их императивам. Языки структурированы так, чтобы годиться для выполнения этих функций. Есть иерархия функций. Главной является функция сообщения, лежащая в основе всех остальных функций.

2. Части сложных структур языка обладают различной значимостью, важностью, предопределяемой функциями этих частей.

Функционализм — форма объяснения, промежуточная между формулированием законов (подобных законам природы) и рациональным культурологическим объяснением. Иначе говоря, это компромисс между различными способами объяснения.

В функционализме сочетаются внешние и внутренние факторы развития научной теории. Это не только способ объяснения, но и способ организации научной деятельности, при котором мирно сосуществуют различные научные дисциплины, обменивающиеся своими результатами, но не вмешивающиеся во внутренние дела друг друга. С другой стороны уместно подчеркнуть, что в языкознании функциональное объяснение развивалось и в диахронических исследованиях, и при описании синтаксической структуры. Типичное функционалистское умозаключение выглядит так: А возникло и развивалось для того, чтобы В., Например, языки обладают свойством X, потому что, если бы они им не обладали, то мы не могли бы:

а) их выучить, б) планировать и продуцировать предложения эффективно и надежно, в) делать обычные сообщения.

Так, фонемы дифференцированы в фонологическом пространстве для того, чтобы облегчить понимание. Богатая система падежной маркировки позволяет передавать сообщение даже при свободном порядке слов. Другие синтаксические структуры объясняются, скажем, как выполняющие определенное задание в разговоре и т. д.

Хотя функциональный подход в грамматическом описании упрощает

грамматику, делая ненужными многие искусственные формальные приемы¹. Существуют лишь принципы восприятия и межличностного взаимодействия, работающие даже за пределами языка. Эти прагматические факторы служат аргументами в пользу того или иного устройства грамматики, представляющей структуру в терминах «функций». При таком «интегральном» подходе каждый элемент описания выполняет определенные функции в рамках системы языка.

В грамматике описываются не только допустимые предложения данного языка и отношения между ними, но и выбор из числа семантически эквивалентных предложений, т. е. выбор альтернативных поверхностных реализаций одной и той же исходной структуры. Такой функциональный синтаксис предполагает предварительно выполненное формальное описание. При этом существенен фактор интерпретативности теории. В рамках неинтерпретативного функционализма описание состоит в констатации того, какие факультативные трансформации запрещены в конкретном контексте и/или ситуации. В интерпретационном функционализме констатация — указание контекстов и/или ситуаций, в которые может включаться данная форма предложения. Там, где представители первого взгляда исследуют правильно построенные предложения², функционалисты второго направления подчеркивают использование этих предложений в реальном процессе общения [Якобсон 1986, с.156]. Ярким примером интерпретативного функционализма является теория речевых актов.

В рамках последовательного проведения статистического подхода трудно смоделировать собственно перевод, поскольку последний касается многоуровневой информации, а статистическое описание таких уровней, как синтаксический, и особенно семантический, существенно затруднено, вследствие чего трудно создать комплексное и вместе с тем последовательно статистическое описание процесса. Можно утверждать, что статистическое

1. такие, как «деривационные ограничения», фильтры на поверхностную структуру и т. п.

2. а точнее, системы грамматических правил, порождающих предложения.

описание предполагает иную формализацию уровней и содержит другие уровни, чем естественно-логическое описание процесса межъязыкового перевода;

— последовательно индуктивная методика заставляет заново открывать многие важные аспекты языковой деятельности, существенные для перевода и уже подтвержденные многолетней практикой.

Отсюда следует, что затруднительно строить систему машинного перевода на принципах каждого из подходов в чистом виде. Поэтому представляется целесообразным еще раз рассмотреть основные принципы моделирования, причем именно процесса перевода как такового. В последнее время достигнуты значительные результаты в психолингвистическом моделировании процессов языкового понимания. Важно также и то, что в переводе, по-видимому, отражаются некоторые существенные особенности мышления в целом.

Выражения функционализм, функциональный анализ и функциональное объяснение используются в самых разных смыслах. Функциональное объяснение используется в антропологии, физиологии и психологии, когда начинают с идеи системы, которая, функционируя, реализуется в наблюдаемых явлениях. Сама система состоит из своих элементов или реализует процессы или деятельность. Но, при функциональном объяснении функция как часть системы дает необходимые условия для стабильности, здоровья и выживания системы в целом. В самых первых вариантах теории (Хомский, 1972.с. 129.) это было сочтено не только неудобным, но, главное, не необходимым. Порождающая грамматика должна была исчислять только безукоризненные предложения; предложения, состоящие из слов того же естественного языка, но ни одним информантом не признаваемые как правильно построенные, по определению грамматики, не должны были порождаться. Если обнаруживалось, что предлагаемая каким-либо автором конкретная грамматика кроме грамматически правильных порождает еще и некоторое количество неправильных предложений, то в этом видели

недостаточную аккуратность в построении этой конкретной грамматики, вследствие чего последняя не могла претендовать на звание грамматики данного языка. Кстати, один из упреков, которые делались так называемым традиционным грамматикам, состоял в том, что если формализовать содержащиеся в них грамматические сведения как набор правил порождения и трансформаций, то такие грамматики опишут множество выражений гораздо большее, чем множество реальных языковых выражений. Итак, одним из правил стало требование на каждом очередном ходе предложить такое улучшение предыдущих вариантов порождающей грамматики, которое, с одной стороны, позволяло бы порождать еще более широкое множество правильных предложений, а с другой – уменьшало множество порождаемых неграмматичных выражений. С самого начала создателям порождающей грамматики было ясно, что идеалом должен быть каталог всех возможных предложений языка. Однако этот каталог будет бесконечным при конечном грамматическом инвентаре, поэтому каталогизированием именно грамматических средств и введением сведений о них должна теперь была заниматься не сама грамматика, а иная дисциплина – теория грамматики. По неписаным правилам этой теории, те предложения, которые предшественниками по генеративистскому описанию признавались безукоризненными, в последующих описаниях мотивировок для выбора тех, а не иных конкретных правил для введения в новый вариант грамматики отвергать как неправильные нельзя. Этот подход, который можно назвать последовательно интерпретационным, в отличие от первого подхода, крайний случай которого можно было бы назвать «синтезирующим», «детерминистским»¹ и т. п., не получил столь же полной и общепринятой формализации, как первый или как пути компромиссные между детерминистским и последовательно интерпретационным. В чисто дескриптивном плане детерминистский путь «вкладывается» в

1. с разной степенью оправданности и справедливости применительно к разным представителям.

интерпретационный: в первом ставится задача найти (выражаясь в интерпретационных терминах) такой анализ произвольного выражения на естественном языке, из которого было бы видно все множество толкований предложения, его синтаксическая структура в данной детерминистской концепции и способ порождения этого выражения. В рамках «Аспектов» Н. Хомского, например, все это считается выводимым из вида глубинной структуры, в рамках другого направления, «порождающей семантики» – из вида семантического представления предложения¹, а в так называемой «расширенной стандартной модели» – из пары «глубинная структура + поверхностная структура», если заданное выражение грамматично. Если же заданное предложение не является грамматичным, то за конечное число шагов определяется невыводимость любой синтаксической структуры, которая может считаться его синтаксическим представлением в данной грамматике с ее конкретным набором грамматических правил и лексических единиц. Одной из фундаментальных проблем, до сих пор не решенной в рамках и последовательно и непоследовательно интерпретационного подходов, является выяснение того, как разные типы интерпретации связаны между собой. В соответствии с одной из трех гипотез все множество интерпретаций, возможное у выражений на естественном языке, формулируется в терминах одних и тех же элементов, каждый из которых «участвует» в построении интерпретации каждого типа. В соответствии с другой гипотезой, если какой-либо элемент участвует в построении выражения, являющегося интерпретацией какого-либо одного типа, то не существует такого другого типа интерпретации, в выражении которого мог бы участвовать этот элемент. В соответствии с третьей гипотезой существуют как элементы, строящие интерпретации только одного типа, так и элементы, строящие интерпретации нескольких типов. Анализ в каждой системе начинается с предварительной обработки текстового документа, так называемого токенизатора, который

1. в этом смысле эти два направления оказываются совпадающими.

выделяет в сообщении текстовые и нетекстовые элементы, например, числа, даты, электронные адреса и проч. На вход морфологического блока парсера подается текстовая часть, которая будет анализироваться как набор терминалов, плюс метаописания для нетекстовых элементов (например, чисел) в виде нетерминалов. (Марчук, 1977, с.79)

В морфологическом модуле обычно задается анализ основных частей речи (существительных, глаголов, прилагательных и наречий) в виде системы продукций, таким же образом представлена система порождения и неосновных частей речи (числительных, местоимений-существительных) за исключением форм, обладающих нестандартными парадигмами), которые задаются в специальном модуле готовых форм. В этом же модуле перечисляются служебные слова¹. Морфологический модуль использует лексикон основ, для которых указаны основные классификационные категории частей речи: характеристика рода и одушевленности существительных, лексико-грамматический разряд прилагательных, схема управления глаголов и т. д. На первом этапе отработки системы лексикон включает основы наиболее частотных знаменательных слов наиболее часто встречающихся мотивирующих слов. Грамматика в таких системах должна содержать правила для продуктивных типов префиксальных и суффиксальных моделей словообразования основных частей речи. Производное слово, сформированное по правилам морфологического блока, может включать несколько префиксов и суффиксов. Допускается образование слов одной части речи от других. Среди производных слов встречаются как реальные, так и потенциальные слова. В дальнейшем должен предполагать построить модуль обратной связи в блоке морфологического анализа, который обеспечит подсчет частотности употребления основ лексикона с тем, чтобы выявить «пассивные» основы, не используемые с достаточной частотностью в анализируемых текстах, и «активные» образования, которые встречаются с частотностью, превышающей

1. предлоги, включая составные; союзы и частицы.

некоторое вычисленное пороговое значение, с тем чтобы вставить такие производные основы в виде готовых форм в лексикон. Такая схема построения лексикона, на наш взгляд, должна обеспечить такой способ владения лексиконом, который характерен для людей-носителей языка. в ходе переработки текста в ЭВМ дважды происходит разрушение и восстановление знака: первый раз при передаче сообщения от человека к машине и второй раз при передаче машинных результатов от компьютера к человеку. Эффект работы системы зависит, во-первых, от объема содержательной информации исходного сообщения, который удастся восстановить живому приемнику, и, во-вторых, от степени готовности массового читателя пользоваться услугами системы. Минимизации информационных потерь можно добиться лишь тогда, когда в десигнаты машинных знаков вкладываются те лексические и грамматические значения, которые с достаточно большой вероятностью могут считаться существенно необходимыми для правильной формализации и переработки входного сообщения (Пиотровский, 1985, с. 47). Изучение индивидуального поведения языковых единиц, особенно в языковом контексте; моделирование человеческого владения языком, особенно в процессе межязыкового перевода; переход от простого, легко формализуемого, находящегося на поверхности, к более сложному, формализация которого достигается постепенно, последовательным движением от простого. Теоретические представления, образующие теорию машинного перевода, в рамках этого подхода создавались индуктивным путем, методом проб и ошибок. Результатом работы морфологического блока является приписанная форма слова и набор значений морфологических категорий: многозначный – в случае омонимии форм. Отдельные словоформы не получают интерпретации, поскольку они не покрываются лексиконом. Эти словоформы сохраняются в другом-файле¹ для того, чтобы впоследствии выявить основы, которые необходимо вставить в лексикон. Морфологический

1. Лого-файл

блок встроен в блок синтаксического анализа так, что локальный синтаксический контекст, указывающий на наличие предлогов, соответствий между значениями грамматических категорий при согласовании, позволит частично разрешить синтаксическую омонимию. Например, словоформа пути в конструкции в пути получит не 5 интерпретаций в роли существительного, а 2 – местный ед. ч. и винительный мн. ч. Блок синтаксического анализа включает частотные конструкции словосочетаний, построенных на базе знаменательных частей речи, частотные схемы построения простых предложений, отдельные осложняющие конструкции в простом предложении типа рядов, причастных и деепричастных оборотов. Если некоторое предложение не может быть проанализировано целиком, тогда производится попытка проанализировать словосочетания в составе предложения. Отказ полного анализа обусловлен регулярно изменением порядка слов, вхождением в предложение морфологически неопознанных слов. В режиме отладки блока синтаксического анализа предполагается выявить функциональный набор правил, дающий оптимальное соотношение правильно проанализированных структур и минимального количества «ложных» омонимичных структур, которые появились за счет конкуренции вариантов синтаксического описания, но не соответствуют реальной омонимии синтаксических конструкций. Наиболее детально проработаны структуры именных и глагольных словосочетаний, включающих отношения «прилагательное-существительное» и «глагол-существительное», поскольку такого рода связи дают возможность активным образом формализовать данные компьютерного тезауруса. Эта операция осуществляется в рамках формализаций, в которой для выделенной на уровне морфосинтаксического анализа лексемы отбираются имеющиеся в тезаурусе значения. Снятие неоднозначности слов в первую очередь производится посредством учета валентной схемы глаголов и прилагательных, которая реализуется при помощи трех типов данных: обобщенной синтаксической позиции, которую занимает валентность в нейтральной конструкции, например, <СУБЪЕКТ> или <НАПРАВЛЕНИЕ>; , ряда

способов поверхностного выражения валентностей, например, <ИМЕНИТЕЛЬНЫЙ> или <к + ДАТЕЛЬНЫЙ>; и наконец семантического типа существительных, которые занимают валентную позицию, причем такой тип может указывать на конкретную вершину в дереве родовидовой иерархии или на корень дерева/поддерева, например, <ЛИЦО> или <ПРЕДМЕТ>. Валентности, обладают характеристикой обязательности/факультативности, которая вычисляется на основании контекстов употребления лексем в определенных значениях в имеющемся корпусе текстов. Выбор реализованного в контексте документа значения слова осуществляется в первую очередь на основании совпадения поверхностной формы реализации синтаксической зависимости в тексте и семантического типа валентной лексемы. Каждая система также должна обладать некоторым количеством встроенных предикатов, выводимость которых определяется самой системой. Лингвистическая система функционализма многофакторна, в частности, включает положения об интенциональной основе функций, о соотносительности функции с формой, об облигаторности функции у каждого непериферийного элемента системы. В.Г.Гак (Гак 1997, с. 182) отмечает также такие моменты, как роль в системе и в движении, в отношении части к целому, связь с понятием целевого назначения и диалектику связи системы и функций. В результате анализа функционалистских исследований можно выделить следующие «дифференциальные» признаки теории, совокупность которых как минимум дает основания квалифицировать те или иные концепции как функционализм:

1. Единство действия. Кантовское понятие «функция» берется как единство действия, выраженное в упорядочении различных представлений под одним, общепризнанным углом зрения.

2. Главенство принципов человеческой ментальности. Функциональность – то же, что значимость употребления знака, зависящая от определенного дискурсного мира. Грамматики человеческих языков основаны на функциональных принципах. Синтаксические альтернативы, специфичные для

конкретных языков, используются для указания на конкретные семантические или прагматические функции, проявляющие общие закономерности в хранении и поиске информации в памяти.

Задачей формализации признается обеспечение возможности выявить дефекты анализа с той же ясностью, что и его достоинства, поскольку только в этом случае можно надеяться на эффективность в продолжающихся исследованиях. (Смирнов, 2004, с.201)

Немаловажную роль в этом играют нотационные приемы, с помощью которых в лингвистическом представлении высказываний скрытые свойства языка (как инструмента общения и мысли) даются в явном виде. Разумеется, все, что может быть выражено с помощью такой нотации, может быть переформулировано и средствами нормального, обыденного языка; однако формальные языки, представленные для результатов лингвистического исследования, позволяют увидеть пробелы в описании, не всегда сразу замеченные при обычном способе подачи материала.

Заключение

В заключение должен подчеркнуть, что преодоление воплощенных в ЭВМ ограничений формализмов возможно лишь на путях развития способности технических систем к взаимодействию со средой. Покоится ли языковая способность человека на каких-то не до конца выясненных когнитивных способностях – или же человек – всего лишь специализированная функция духа? На этот вопрос по-разному отвечают представители двух теоретических лагерей в лингвистике. Формалисты образуют один лагерь, считая синтаксис независимым модулем духа и исследуя именно такой автономный способ функционирования языка. Отношение с когнитивными категориями у синтаксиса тогда считается опосредованным. Формалистское направление реализовано, в частности, в концепции универсальной грамматики, в которой принят тезис о врожденной организации грамматики и о когнитивных структурах, привязанных к

конкретным проблемам, решаемым с помощью такой грамматики в реальной жизни. Так, формальный подход Хомского состоит в вычленении конкретных единиц грамматики (например, морфем), при предположении, что более крупные единицы – такие, как предложения – порождаются одинаковым образом в результате автоматической работы серии правил. В более широком плане не обязательно формализм привязывать к конкретному типу формального аппарата для описания языка. А функционалисты исходят из функции языка как средства общения и рассматривают грамматику как прежде всего инструмент эффективной организации информации. Структура этого инструмента предопределяется именно функцией. Различные синтаксические категории в такой функциональной теории грамматики – не независимые величины, а непосредственные отражения когнитивных категорий.

Литература

- Ахманова, Х. А. и др. *Автоматизированная система тезаурусного аннотирования научно-технического текста*. – Вопросы кибернетики, вып. 41, М. – Л., 2005.
- Бондарко, А. *Общая теория перевода//Проблемы переводоведения в освещении зарубежных ученых*. Учебное пособие. Москва, 1999.
- Гак В.Г. *Автоматическая переработка текста методами прикладной лингвистики*. М, 1997.
- Кэтфорд, Дж. *Лингвистическая теория перевода*. Об одном аспекте прикладной лингвистики. Перевод с английского В.Д. Мазо. М.: УРСС, 2004.
- Мартынов В. В. *Универсальный семантический код науки и дедуктивная семиотика*. – Вычислительная лингвистика. М., 1996.
- Марчук Ю. Н. *Проблемы машинного перевода*.—М.: ВЦП, 1997.—238 с.
- Марчук Ю. Н. *Синтактико-семантический анализ в системе машинного перевода АМПАР*.— Международный форум по информации и документации. М.: ВИНТИ, 1980, том 5.
- Пиотровский, , Рабинович З. Л. *Проблемы автоматизации дедуктивных построений*. – Управление, информация, интеллект, М, 1985
- Степанов Д.А. *Продукционные модели // Искусственный интеллект: Справочник*. Кн. 2. Модели и методы. Под ред. Д.А. Поспелова. М.: Радио и связь, 1985.

- Сатерленд Н. С. *Человекоподобные машины. – Человеческие способности машин.* М., 1991.
- Смирнов Ю.М *Об одном способе построения синтаксического анализатора текстов на естественном языке // Изв. вузов. Приборостроение, 2004.*
- Швейцер С. М. *О принципиальных возможностях кибернетического моделирования. – Кибернетика, мышление, жизнь. М., 1994.*
- Хомский Н. *Аспекты теории синтаксиса.* М., 1972.
- Якобсон . Р *Диалог с вычислительной машиной: современные возможности и перспективы.* Управляющие системы и машины.М. 1986.