

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ СЛАВЯНОВЕДЕНИЯ

На правах рукописи

М. И. ЛЕКОМЦЕВА

**ФОНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА
ЯЗЫКА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ
АЛГОРИТМОВ СИНТЕЗА**

(НА МАТЕРИАЛЕ СТАРОСЛАВЯНСКОГО ЯЗЫКА)

Автореферат диссертации на
соискание ученой степени кан-
дидата филологических наук

Москва 1964

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ СЛАВЯНОВЕДЕНИЯ

На правах рукописи

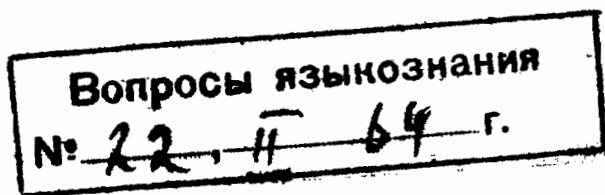
М. И. ЛЕКОМЦЕВА

ФОНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА
ЯЗЫКА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ
АЛГОРИТМОВ СИНТЕЗА

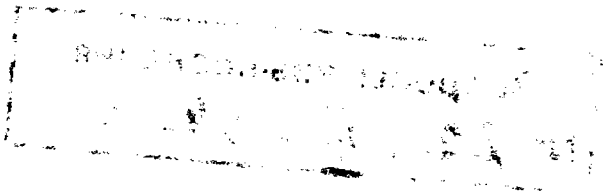
(НА МАТЕРИАЛЕ СТАРОСЛАВЯНСКОГО ЯЗЫКА)

Автореферат диссертации на
соискание ученой степени кан-
дидата филологических наук

Научный руководитель
кандидат филологических наук
В. Н. Топоров



Москва 1964



Для того чтобы фонологическая система языка считалась полностью описанной, фактически считается достаточным перечисление состава фонем и их идентификация по дифференциальным признакам, а также сообщение некоторых правил, ограничивающих сочетания фонем в последовательности. Эти правила, в зависимости от удобства, формулируются как относительно последующих единиц текста (прогрессивные правила по Н. С. Трубецкому), так и относительно предшествующих единиц (регрессивные правила).

В связи с постановкой новых задач, возникающих перед лингвистикой, в частности задач автоматического анализа и синтеза речи и способов сжатия информации (компрессии речи), появилась настоятельная необходимость в полном однородном описании фонологической системы языка с помощью единиц, единых для человека и автоматического устройства. Такими единицами являются в фонологии фонологические дифференциальные признаки. В технических приложениях ведется разработка вопросов распознавания и синтеза связной речи, определения того смещения характеристик фонем, которое наблюдается в звуковой последовательности, т. е. всякий раз, когда звуки изучаются не изолированно.

В настоящей работе делается попытка определить эти изменения чисто лингвистически, т. е. определить взаимозависимости дифференциальных фонологических признаков, принадлежащих следующим друг за другом фонемам (в частности слогу старославянского языка).

В современной фонологии, как и в других разделах лингвистики, установилось четкое разделение описаний на анализирующие (распознающие) и синтезирующие (продолжающие). Предполагается, что оба способа описания отражают единую инвариантную структуру языка. В последнее время считается, что синтезирующее опи-

сание полнее отражает инвариантную структуру языка («Единый набор правил порождения полностью охватывает все, что релевантно». М. Халле).

Преимущество синтезирующей процедуры перед анализирующей для изучения фонологической системы языка состоит прежде всего в том, что при синтезе наглядно определяются зависимости между элементами системы, которые затем используются при анализе, а также эффективнее проверка сформулированных правил, так как при анализе избыточность системы затушевывает неточность или двусмысленность правил распознавания.

В исследованиях по общему языкознанию и общей фонологии поставлен вопрос о возможности нескольких, одинаково приемлемых описаний одного объекта, например, фонологической системы какого-либо языка.

Можно ли построить несколько синтезирующих процедур, которые бы порождали один и тот же текст?

На этот вопрос можно ответить положительно, так как к одному тексту можно прийти, имея в качестве исходных данных (алфавита) различные единицы. В настоящей работе для одной процедуры в роли исходных единиц используются фонемы, а для других процедур — дифференциальные фонологические признаки. При необходимости в качестве единиц алфавита могут использоваться различные сочетания фонем.

Но если уже задан алфавит (например, он определен техническими параметрами того прибора, который будет синтезировать текст), то в таком случае могут ли быть построены различные процедуры синтеза?

Исследование вопроса показывает, что и тогда возможно построение нескольких процедур (конкретно это число рассчитывается по правилам комбинаторики), которые отличаются друг от друга типом и порядком операций.

В такой ситуации встает вопрос сравнения процедур и выбора оптимальной. За единицу сравнения здесь принимается одна стандартная операция (случайного или определяемого статистически выбора плюса или минуса дифференциального признака).

Тогда естественно считать оптимальной ту процедуру, которая содержит наименьшее количество операций.

Однако, если процедуры не предназначены специально для порождения системы фонем, то есть для по-

рождения всех фонем и при этом каждой фонемы только один раз, то сравнивать их будет правильнее по тому количеству операций, которое потребуется для порождения именно данного текста. Поскольку один и тот же слог в разных процедурах требует для синтеза различного количества операций, то для более рационального выбора процедуры R необходимо определить общую сумму операций, которые надо проделать, чтобы получить данный текст. Сумма определяется по формуле

$$R = \sum_{i=n}^{i=1} \delta_i P_i$$

где δ — количество операций, необходимое для порождения данного слога i с помощью данной процедуры;

p — вероятность данного слога i в тексте.

Из того, что различные процедуры с одним и тем же алфавитом порождают один и тот же текст с помощью неодинакового количества операций, следует вывод: **не все** выборы независимы друг от друга.

В противном случае различия в порядке осуществляющихся выборов не влияло бы на их количество (как в задаче на размещения).

Произведенное в работе строгое разделение дифференциальных фонологических признаков на **выбираемые** (и, следовательно, подчиняющиеся статистическим закономерностям, с другой точки зрения — несущие информацию) и **имплицитруемые** выбранными или каким-то сочетанием уже выбранных и имплицитрованных признаков (и, следовательно, подчиняющиеся уже логическим структурным в смысле высшей алгебры закономерностям, избыточные с точки зрения теории информации) помогает выделить область, входящую в компетенцию статистических исследований и **другую** область, относящуюся к ведению теории структур.

Каким образом до сих пор и статистические описания, и структурные относились ко **всему** тексту (или системе, которую можно понимать как текст, каждая единица которого должна непременно присутствовать, но при этом только один раз), тексту, который оказался **поделенным** на эти две области, а не принадлежащим одновременно той и другой?

В работах по статистике речи исходными единицами являются обычно фонемы, поэтому там труднее проследить и выявить элементы, связанные структурной связью (фонемы для этого слишком крупные единицы и структурная связь выражается там в типах сетей довольно обширных окружений фонемы). Если это перевести на язык дифференциальных фонологических признаков, то окажется, что такое описание снабжает элементы, связанные друг с другом отношением импликации, одинаковой вероятностью.

Но взаимно однозначного соответствия здесь не получается, так как точно такую же вероятность может получить и элемент, не связанный структурно с данным элементом.

Таким образом, происходит приписывание элементам, образующим структуру, вероятностных показателей, и они включаются в единый поток случайных элементов. Чтобы компенсировать нарушения структурных связей, возникающих вследствие случайного совпадения вероятностей структурно связанных и несвязанных элементов, приводящего к смешению случайных и структурно необходимых элементов, необходимо увеличивать количество фонем, входящих в сочетание, относительно которого рассматривается вероятность появления такой-то фонемы.

Очевидно, что результаты улучшаются с увеличением длины такого сочетания и достигают оптимального значения в пределах, равных двум структурно обусловленным фонологическим последовательностям. После этого увеличение длины рассматриваемого сочетания никак не влияет на результат порождения (факт, давно известный эмпирически и послуживший основой теории сегментирования текста по пикам энтропии).

Если вероятностное описание речи приписывало структурно связанным элементам вероятностные оценки, то структурное описание языка, чтобы быть полным, связывало импликацией случайные (вероятностные) элементы. Для этого в систему описания вводился ноль, и значение вероятностного элемента определялось как структурно связанный элемент, который может манифестироваться либо как данный элемент (вероятность его равняется единице), либо как ноль (как его отсутствие), т. е. вероятность его проходит только две крайние точки и превращается в достоверность элемента, связанного

теперь структурно с другими имплицированными элементами. В таком описании резко нарушаются вероятностные связи элементов, так что при порождении текста с помощью такой процедуры возникают вероятностно неприемлемые сочетания, которые считаются теоретически возможными или потенциальными сочетаниями фонем. Результаты такой процедуры могут быть улучшены, если добавлять к структуре единиц (например, фонем) структуру структур этих единиц и так далее, пока аппроксимация (приближение) структуры n -ного порядка, благодаря все новым разбиениям и ограничениям фонемы, чередующейся с нулем (вероятностной единице), не будет отличаться достаточно малым образом от вероятностной модели речи. Так получается, что существуют статистическое описание речи и структурное (в лингвистическом смысле) описание фонологической системы, различные, почти параллельные, но при бесконечном увеличении процедур приближающиеся друг к другу.

Однако более точным и экономным представляется разработанное описание, в котором сразу выделены сферы действия статистических и структурных закономерностей и каждая сфера описывается в присущих ей категориях. Этот вывод имеет кроме практической экономности и упрощения описания синтеза и общетеоретическое значение, показывая, что фонологический уровень языка относится к классу объектов сложной, **вероятностно-логической природы**.

Последняя часть диссертации посвящена тем изменениям, которые вызываются существованием связанных признаков в нашем представлении о фонеме как пучке дифференциальных фонологических признаков, пучке, неразложимым далее на единицы, следующие друг за другом во времени.

Поскольку связанными оказываются дифференциальные признаки, не только принадлежащие одной фонеме, но и принадлежащие последовательностям фонем или фонеме, отстоящей от данной на несколько фонем, то идентификацию фонемы нельзя представлять себе ни как одновременный акт идентификации фонемы по всем составляющим ее признакам, ни как последовательное (например, как в дереве идентификации) заполнение признаков и получение одной фонемы, затем точно такое же получение следующей за ней и т. д.

Реальным и существенным с лингвистической точки зрения оказывается такая идентификация фонем, когда идентификация фонемы по одному признаку может происходить **одновременно** с идентификацией **других** фонем, часто отстоящих от данной довольно далеко, по каким-то дифференциальным признакам, затем, **последовательно**, данная фонема идентифицируется по следующему дифференциальному признаку, и опять одновременно с этим может произойти идентификация других фонем по другим дифференциальным признакам, тогда как данная фонема **еще не идентифицирована** полностью.

В каком именно порядке по дифференциальным признакам идентифицированы фонемы последовательно — дело конкретной процедуры. Но в каждой из разработанных процедур определенные сочетания идентифицированных признаков имплицитно, принуждают определенным образом идентифицировать определенные фонемы. Задача построения оптимальной процедуры синтеза сводится к нахождению такой последовательности идентификации по дифференциальным признакам, при которой максимально использовались бы связанные признаки, так что для записи, например, морфологической информации можно было бы ограничиться только структурно несвязанными дифференциальными признаками.

После построения синтезирующих процедур целесообразно перейти к процедуре анализа и строить анализ через синтез. Правила синтезирующей процедуры помогут каждый раз определять, какой именно дифференциальный признак должен быть идентифицирован следующим, определяя только несущие информацию признаки и оставляя связанные признаки для проверки правильности идентификации несвязанных признаков.

Так в анализирующей процедуре выбираются из огромного множества воспринимаемых и фиксируемых признаков несколько «опорных точек» — некоторое количество несвязанных признаков, подлежащих распознаванию (идентификации) и дополнительный набор признаков, которые могут быть использованы для контроля, проверки произведенной идентификации (группы связанных признаков).

Описанные выше проблемы рассматриваются в диссертации на материале четырех процедур синтеза слога

старославянского языка. Выбор старославянского языка обусловлен следующими соображениями: во-первых, слог старославянского языка очень удобен для описания, так как является слогом «средней трудности» — с одной стороны, он не так прост и связанные признаки не так тривиальны, как в таких языках, как полинезийские, а с другой стороны, слог не так усложнен, и зависимости между связанными признаками не настолько многочисленны, как, например в тамильском языке. Во-вторых, описание старославянского слога дает ключ к модели слога других славянских языков. Процессы исторического развития славянских языков из праславянского, которому так близок старославянский на фонологическом уровне, довольно просто можно представить в виде операциональных правил (в смысле М. Халле — А. Зализняка). Добавление таких операциональных правил к модели старославянского слога приведет к построению моделей слога в других славянских языках.

В вводной части диссертации рассматриваются задачи описания фонологической системы языка, в особенности его синтагматического аспекта, а также тот понятийно-операциональный аппарат, которым располагает современная фонология.

В основной части диссертации разбираются три проблемы:

во-первых, проблема множественности описаний выбора оптимального;

во-вторых, выделение в каждом описании области связанных признаков, т. е. структурного аспекта фонологической системы и области несущих информацию вероятностных признаков;

в-третьих, проблема выделения указанных областей в фонеме как наборе дифференциальных признаков, выделение одновременных признаков и последовательных, относящихся к одной фонеме и к последовательности фонем.

В заключении формулируются выводы и разбираются некоторые их следствия, в частности, для анализа по дифференциальным признакам. Затем эти выводы и следствия, сделанные на чисто лингвистическом материале, сопоставляются с выводами и следствиями из них, сделанными психологами и физиологами речи, а также с результатами акустических исследований.

В приложениях к диссертации даются четыре полные процедуры синтеза старославянского слога и работа по диахроническому описанию подсистемы гуттуральных старославянского языка, восстанавливающая в операциональной форме подсистему гуттуральных и связанных с ними других элементов системы индо-европейских языков *satəm*.

СПИСОК РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Фонологизация церебральных в санскрите. Структурно-типологические исследования, М., 1961 г.
2. Предыстория славянских заднебных. Вопросы славянского языкознания, М., 1962, № 6.
3. Типология фонологических систем. Исследования по структурной типологии. М., 1963.
4. Опыт построения типологической классификации фонологических систем близкородственных языков (совместно с Д. М. Сегалом, Т. М. Судник и С. М. Шур). Доклады к V Международному съезду славистов, София, 1963.
5. Ответы на вопросы по анкете V Международного съезда славистов. М., 1963.
6. О фонологических проблемах типологии (совместно с Д. М. Сегалом, Т. М. Судник и С. М. Шур). Конференция по структурной лингвистике, посвященная базисным проблемам фонологии. Тезисы докладов. М., 1963.
7. Синтез последовательности фонем из дифференциальных фонологических признаков. Конференция по структурной лингвистике, посвященная базисным проблемам фонологии. М., 1963.
8. К построению фонологической типологии языков Востока на основе дистрибутивных критериев. Совещание по типологии восточных языков. Тезисы докладов. М., 1963.
9. Фонологическая система тамильского языка с точки зрения синтеза. Сб. «Вопросы структуры языка» (в печати).
10. Старославянский слог с точки зрения различных алгоритмов синтеза. Проблемы структурной лингвистики, вып. II (в печати).
11. Proceedings of the Fourth International Congress of phonetic sciences, The Hague, 1962.
- Рецензия (совместно с И. И. Ревзиным и С. М. Шур. В. Я., № 6, 1963.
12. Некоторые вопросы описания изменений фонологической системы и ее реконструкции. Тезисы конференции по сравнительно исторической грамматике. (В печати).

Т 01968

Тир. 150 экз.

Заказ 1464

Типография изд-ва «Наука»
Москва, К-45, Б. Кисельный пер., 4

