

М. А. АМБАРЦУМЯН

СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО РАСШИФРОВКЕ ДРЕВНЕАРМЯНСКОЙ НОТОПИСИ I — ПОБОЧНОГО ГЛАСА

§ 1. ВВЕДЕНИЕ. ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

Армянская средневековая музыкальная система, называемая также хазовой, берет свое начало в VIII—IX вв.

Развиваясь, пополняясь новыми музыкальными символами — хазами и новыми теоретическими положениями, уже к XII—XIII вв. хазовая наука (Манрусуми) представляла собой высокоорганизованную систему с развитой теорией анализа хазовых текстов, правил их чтения и воспроизведения (пения) [1].

Теория эта во всей своей сложности преподавалась в средневековых армянских университетах и академиях. К этому же периоду времени в хазовой нотации было записано порядка 2000 духовно-канонических песен.

Расцвет культурной жизни армян, в том числе музыкальной науки, продолжался вплоть до XV в. В течение сравнительно длительного периода (X—XV вв.) творили многие талантливые композиторы и музыковеды.

С XVI в. в связи с неблагоприятной историко-социальной ситуацией начинается упадок в общекультурной жизни армян и, как следствие этого — в хазовой науке во всех ее выражениях. К концу XVII в. ключ к хазам, к основным положениям хазовой системы был фактически утерян.

Начиная уже со второй половины XVIII в. делались попытки хотя бы частично восстановить чтение хазовой системы. Для попыток такого рода исходным материалом служили рукописные хазовые тексты, несколько рукописных средневековых музыковедческих исследований — учебников, первые печатные издания разных рукописных хазовых сборников, а также выходившие в свет записи духовных песен, дошедших до XIX в. (Шаракноц, Часослов и Патараг).

Так возникла проблема расшифровки хазовых текстов. Проблема эта, о важности и значимости которой не приходится говорить, служила объектом пристального изучения. Ей посвящены серьезные исследования, проведенные в разное время многими учеными. Наиболее весомый вклад в изучении данного круга вопросов внес великий армянский композитор и музыковед Комитас, который больше, чем кто-либо до не-

го, был близок к решению проблемы расшифровки хазовой системы. Однако трагические события начала XX в. в жизни армянского народа оборвали многостороннюю деятельность Комитаса. В те же годы была утеряна рукопись его почти законченного фундаментального труда — результата многолетних глубоких исследований хазовой системы. Тем не менее музыковедческое наследие Комитаса остается основным источником для новейших исследований по хазам.

Долгие годы исследованиями в рамках данной проблемы успешно занимаются Р. А. Атаян, Н. К. Тагмизян и К. Г. Чаликян [1—4]. Ими получены определенные обнадеживающие и ценные результаты.

К. Г. Чаликяном, в частности, в 1973—1976 гг. были выдвинуты гипотезы о значениях хазов I и I-побочного Гласов. В результате большого объема теоретических исследований, а также многократных практических проверок этих гипотез им не только полностью расшифрована основная часть музыкальных текстов указанных Гласов, но и сделан несколько теоретических обобщений в отношении музыкально-функциональной структуры хазовой системы в целом [3, 4]. Это, в свою очередь, дает основания надеяться на успешное продолжение исследований как над остальными хазовыми подсистемами — Гласами, так и на более полное представление о хазовой системе вообще со всеми ее внутренними связями.

С автоматизацией некоторых компонент указанных выше исследований, проводимых К. Г. Чаликяном, связаны работы, начатые в секторе «Познавательных алгоритмов и моделей» ВЦ АН АрмССР с 1975 г. Сказанное относится, в первую очередь, к этапам проверки выдвинутых гипотез о значениях хазов определенного Гласа. Процесс построения (улучшения) гипотез, согласованных с шараканами исследуемого Гласа, требует апробации этих гипотез на всех шараканах Гласа после каждой их коррекции. Этот процесс весьма однообразен, трудоемок и существенно снижает темпы исследований.

Сказанное явилось основой для постановки задачи построения человеко-машинной системы, позволяющей автоматизировать (в частности, в диалоговом режиме) эксперименты по расшифровке хазов и, в первую очередь — этап проверки гипотез.

Ниже сформулированы основные требования к такой системе. Описан первоначальный вариант реализации системы (ХАЗ1), предназначенный для проверки гипотез о значениях хазов I-побочного Гласа.

Система ХАЗ1 была реализована в 1977 г. на базе ЭВМ «Минск-32». В [3] приведены сто шараканов, в процессе расшифровки которых успешно использовалась ХАЗ1. Трудоемкость работ при этом была значительно понижена. Так, для получения расшифровки одного шаракана ХАЗ1 расходовала в среднем 1 минуту. Тот же процесс у исследователя требовал не менее 3-х часов.

§ 2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ. ТРЕБОВАНИЯ К ПАКЕТУ ПРОГРАММ

Как известно, хазовая система состоит из восьми больших подсистем—Гласов. Каждый Глас представляет собой некоторую мелодическую сферу, основанную на определенных звукоряде, функционализме и присущих последним музыкальных формулах, оборотах и фразах.

Гласы подразделяются на пары и называются соответственно *i*-ый и *i*-ый побочный Гласы, $i = 1, \dots, 4$. Между основными и соответствующими побочными гласами существует некоторое родство. С другой стороны, развитие гласовой структуры хазовой системы от нижних до верхних характеризует плавный с музыкально-функциональной точки зрения процесс ее усложнения в течение нескольких веков [1—4].

Кратко структуру гласовой (хазовой) системы можно охарактеризовать следующим образом. Каждая из гласовых сфер является строго построенной с музыкальной точки зрения структурой. Духовно-канонические песни, записанные в рамках каждого Гласа, представляют собой словесные тексты с определенными (функционально присущими данному Гласу) надстрочными, за небольшим исключением, значками-хазами. Тексты эти называются *шараканами*, и хазы в них проставлены над определенными слогами слов текста, соответственно мелодической линии. Шаракан, за редким исключением, состоит из 3-х *строф*, каждой из которых соответствует одна музыкальная *тема*. Тема (строфа), в свою очередь, состоит из некоторого числа *фраз*, в тексте написанных, как правило, построчно.

В творческом процессе исследований по расшифровке хазов (в рамках одного отдельно взятого Гласа) можно выделить следующие этапы. В результате неформализованного в настоящее время процесса изучения соответствующих материалов, а также предварительной статистической обработки шараканов исследуемого Гласа и хазов в них, исследователем выдвигаются определенные правдоподобные гипотезы о музыкально-функциональных значениях хазовых единиц Гласа.

Последующие, уточняемые ниже, этапы этих исследований можно назвать *статистико-экспериментальными*. Они состоят из следующих компонент:

- 1) проведение экспериментов, связанных с проверкой выдвинутых исследователем гипотез о значениях хазов данного Гласа путем практического получения расшифровок шараканов Гласа или определенных тем и фраз из них;

- 2) статистическая обработка результатов экспериментов и их обобщение с целью генерации новых и улучшения уже проверенных гипотез.

Изучение формализуемости большинства процессов, соответствующих этой стороне исследований, возможности их успешного моделирования, а также удобного кодирования и хранения шараканов в ЭВМ, выявило необходимость попытки автоматизации статистико-экспериментальной деятельности исследователя. Фактически, речь шла о созда-

нии надежного «инструментария» для специалиста с целью помочь ему в этой части исследований по расшифровке хазов.

Была поставлена задача построить пакет программ, в рамках которой можно было бы решать следующие основные вопросы.

А. Построение библиотеки шараканов произвольного Гласа.

Б. Обеспечение возможности получения различной (интересующей исследователя) справочно-статистической информации относительно шараканов исследуемого Гласа и их компонент.

В. Обеспечение автоматизированного получения расшифровок шараканов на основе введенных извне закодированных правил-гипотез о значениях хазов исследуемого Гласа.

Детализуем указанные требования. В отношении библиотеки шараканов произвольного Гласа (см. п. А.) предполагается создание по возможности полного и удобного для обработки хазовых текстов и проверки гипотез о значениях хазов исходного (основного) информационного базиса. На этом пути должны быть решены такие вопросы, как:

1) задание способов кодирования исходной информации, в частности;

- а) рукописных шараканов, представленных исследователем;
- б) некоторых характеристик шараканов;
- в) гипотез о значениях хазов данного Гласа;

2) выбор способа удобной организации библиотеки шараканов;

3) возможность оперативного пополнения библиотеки;

4) возможность проверки шараканов, их исправления (перезаписи) и удаления ошибочных записей.

Пакет программ должен предоставить специалисту-исследователю достаточно полный набор методов анализа и обработки шараканов. Следовательно, требования к п. Б. должны выглядеть такими:

1) удобное (с точки зрения пользователя) кодирование заданий (запросов) к системе, составленных в рамках определенного языка;

2) получение по возможности полных и исчерпывающих ответов на запросы;

3) возможность представления в системе вновь возникших вопросов.

В этом направлении предполагаются следующие этапы работ:

а) выявление интересующих исследователя вопросов и критериев, относящихся к шараканам и их первичной обработке;

б) разработка и построение языка для ввода и обработки информации в ЭВМ, в частности — в диалоговом режиме.

В настоящее время выявлен ряд интересующих исследователя вопросов статистического типа относительно шараканов и групп хазов в них. Приведем некоторые из них:

1) сколько фраз содержит заданное множество шараканов;

2) какими хазами начинаются фразы и сколько раз каждый из них встречается в такой позиции;

3) то же самое в отношении заканчивающих фразы хазов;

4) какими группами из 3-х хазов начинается каждая тема и с какой частотой встречается во всех исследуемых шараках каждая такая группа;

5) то же самое в отношении фраз;

6) какими группами из 3-х хазов заканчивается каждая тема и с какой частотой встречается каждая такая группа;

7) то же самое в отношении фраз;

8) частота каждого хаза в заданном множестве шараканов;

9) какие хазы вообще не соседствуют в шараканах исследуемого Гласа;

10) какие хазы соседствуют в шараканах и сколько раз встречаются в них те или иные пары хазов.

Процесс автоматического получения расшифровок шараканов или, другими словами, автоматической проверки гипотез о значениях хазов на заданном множестве шараканов исследуемого Гласа (см. п. В.), должен включать в себя следующие последовательные этапы работы системы:

1) выделение полного правила-гипотезы о значениях произвольного хаза заданного шаракана из организованного определенным образом и хранимого на устройствах внешней памяти ЭВМ множества заданных исследователем гипотез о значениях хазов данного Гласа;

2) выявление конкретных факторов, влияющих на расшифровку данного хаза в рамках конкретно исследуемой хазовой фразы (см. § 3);

3) последовательная расшифровка заданной фразы, содержащей ее темы, и, наконец, всего шаракана.

К будущему пакету программ предъявляются также определенные технические и эксплуатационные требования. Приведем главные из них.

Относительно *технических* требований можно сказать следующее. В первую очередь должна быть разработана некоторая универсальная (не зависящая от Гласа) система *кодирования исходной информации*, в том числе для:

1) хазовых текстов (шараканов);

2) исходных характеристик этих текстов (на основе которых должна быть организована в дальнейшем часть справочной информации);

3) абсолютных (полных) законов о значениях хазов данного Гласа со всеми частными случаями (известными исследователю) их применения.

Организация алгоритмов, используемых в системе, должна удовлетворять общеизвестным требованиям структурного проектирования и программирования [5].

Режимов работы системы должно быть два:

1) общепроцедурный (пакетный);

2) диалоговый.

Первый из них будет предназначен для пользования программистом, а второй использован также исследователем.

Одним из основных вопросов с технической точки зрения является создание четко разработанной системы удобного и универсального (для

всех Гласов) отображения информации на разных уровнях или, другими словами, *разработка языков*, соответствующих разным информационным уровням.

В рамках исследуемой системы, необходимо, по-видимому, как создание новых, так и использование определенных подмножеств известных языков программирования, в том числе:

1) *языка исходной информации*, в частности, языков для:

а) кодирования шараканов;

б) характеристик к ним (они могут быть общепознавательного, музыкального или поэтического типов);

в) представления гипотез по расшифровке хазов в удобном с точки зрения их хранения и дальнейшего использования виде;

2) *общепроцедурного (пакетного) языка* ведения работ, в частности:

а) стандартных языков программирования высокого уровня для:

— записи алгоритмов и процедур;

— составления заданий программистом;

б) *языка макросов*, построенных на базе приведенных в предыдущем пункте языков;

3) *языка диалога*, в котором могут быть использованы:

а) методы ведения диалогов типа «вопрос-ответ»;

б) другие методы составления заданий для исполнения их системой.

Одним из важных вопросов является разработка и создание четкой системы *тестирования*, относительно которой нужно придерживаться известных требований [6].

Должна быть предусмотрена *возможность расширения* системы без радикальных изменений ее структуры и главных функций.

Теперь приведем несколько важнейших *эксплуатационных* требований.

Для пользователя (для исследователя, в первую очередь) представляют интерес подробные описания;

1) возможностей системы;

2) режимов работы — как пакетных, так и других с непосредственным участием пользователя;

3) языков, используемых в рамках системы, в частности — диалогового;

4) возможностей пробных прогонов системы.

Описания и справки такого рода могут быть организованы общепринятыми способами, а именно:

а) в виде традиционных описаний работы блоков и модулей системы в разных режимах;

б) помещенной в начале модулей справочной информации (комментариев);

в) наличием в системе специальных (вспомогательных) справочных модулей.

§ 3. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ ХАЗ1. ВОПРОСЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ

Описываемая ниже система программ ХАЗ1 предназначена для автоматизации экспериментальной части исследований по расшифровке хазов I-побочного Гласа.

Результаты применения ХАЗ1 — полученные с помощью ЭВМ расшифровки 100 шараканов I-побочного Гласа, неоднократно использовались К. Г. Чаликяном. В рамках ХАЗ1 были решены следующие вопросы:

1) задание способов кодирования исходной информации, в частности:

- а) шараканов с хазами;
- б) гипотез о значениях всех хазов I-побочного Гласа;

2) запись закодированных шараканов во внешнюю память в виде массива и возможность их исправления;

3) моделирование процесса проверки гипотез на шараканах массива;

4) разработка и реализация следующих алгоритмов:

- а) алгоритма анализа отдельного хаза из произвольной фразы шараканов и его взаимодействия с соседними (слева и справа) хазами;

- б) алгоритма синтеза музыкальных формул для произвольных фраз, тем и шараканов в целом;

5) удобный для дальнейшего анализа вид выходной информации — полученных ЭВМ расшифровок шараканов, а также определенной сопутствующей информации (комментариев) по ходу расшифровки.

Реализованная система программ состояла соответственно сказанному (п. п. 1) — 5)) из следующих модулей:

- а) записи закодированных на перфокартах шараканов во внешнюю память — на магнитную ленту;

- б) проверки этих записей с возможностью исправления некоторой части (выявляемых автоматически) ошибок в текстах шараканов, а также вывода массива шараканов на печать в удобном для анализа виде;

- в) анализа отдельного хаза в шаракане, выяснения факторов, влияющих на его расшифровку, а также синтеза, на основе всей проделанной работы, соответствующей этому хазу музыкальной формулы;

- г) организации процесса расшифровки на данном шаракане, а также синтеза музыкальных формул для всех фраз и тем в нем. Последний модуль является головным для всей системы.

Ниже приведены достаточно подробные описания способов кодирования исходной (входной) информации, а также работы головного модуля системы.

Организация и кодирование исходной информации. Как уже говорилось, в ЭВМ в приемлемом для анализа и обработки виде были введены:

- а) 100 шараканов I-побочного Гласа;
- б) гипотезы о значениях хазов того же Гласа.

1. Относительно первого пункта было принято следующее решение.

Все исследуемые шараканы рассматриваются для удобства без поэтических (словесных) текстов, не играющих роли при проверке гипотез. Сохраняется, в то же время, синтаксическая (т. е., слогово-словесная) структура содержащихся в них фраз. С этой целью определенными символами обозначаются:

- а) слоги всех слов произвольной фразы;
- б) границы между словами;
- в) начало фразы;
- г) конец фразы;
- д) конец шаракана;
- е) вместо обозначающего слог символа записывается двух-значный номер некоторого хазы, в рукописном тексте шаракана стоящего над данным слогом.

2. Рассмотрим принципы кодирования гипотез о значениях хазов I-побочного Гласа.

Произвольное правило — гипотеза H_i ($i \in \{1, 2, \dots, N\}$, где N — количество хазов исследуемого Гласа) в нашем рассмотрении является набором из определенного числа *элементарных* правил, каждое из которых в свою очередь состоит из двух компонент: условия или фактора, существенного при расшифровке данного хазы, и музыкальной формулы этого хазы, соответствующей выполнению указанного условия.

Приведем условия (факторы) из фраз шараканов, влияющих на расшифровку некоторых хазовых единиц [3, 4]:

- 1) место хазы во фразе — находится ли хаз в ее начале, в середине или в конце;
- 2) хазы, предшествующие данному (I случай влияния слева);
- 3) ноты уже расшифрованной части фразы, предшествующие формуле данного хазы (II случай влияния слева);
- 4) начальная нота (ноты) формулы хазы, следующего за данным.

Указанные условия и составляют множество возможных первых компонент элементарных правил произвольной гипотезы H_i о значениях i -го хазы исследуемого Гласа ($i \in \{1, 2, \dots, N\}$).

В закодированных правилах-гипотезах эти условия занимают одно или два слова (расчет машинной памяти здесь и далее ведется по 5-символьным словам для ЭВМ «Минск-32»). В первом символе условия записывается код типа условия. Таких у нас введено пять:

- «Ф» — место хазы во фразе;
- «Х» — хаз, непосредственно предшествующий данному;
- «F» — хаз, предшествующий данному, но не являющийся его непосредственным соседом;
- «S» — предшествующие формуле данного хазы ноты из уже расшифрованной части фразы;

— «+» — остальные случаи — элементарные правила для случаев, когда музыкальная формула хазы не входит ни в один из вышеупомянутых элементарных правил.

Конкретные условия могут принять одну из следующих форм (для наглядности машинное слово будем изображать в виде последовательности пар скобок $()()()()$ с соответствующими символами слова в каждой из таких пар).

1) $(\Phi)(a_1)() (a_2)(a_3)$, где в a_1 и a_2 записываются признаки соответственно места хазы во фразе и наличия наложения (см. ниже), а в a_3 записывается константа перехода к следующему элементарному правилу гипотезы.

$$a_1 = \begin{cases} 1, \text{ если хаз находится на I слогe фразы;} \\ 2, \text{ если хаз является первым во фразе;} \\ 3, \text{ если хаз находится на последнем слогe фразы;} \\ 4, \text{ если хаз является последним во фразе;} \\ 5, \text{ если хаз находится на I слогe некоторого слова фразы;} \\ 6, \text{ если хаз находится в середине фразы.} \end{cases}$$

2) $(X)(a_1)(a_2)(a_3)(a_4)$

$(a_5)() (a_6)(a_7)$, где в $a_1, \dots, a_3$ могут быть записаны односимвольные номера определенных хазов, непосредственно предшествующих данному и существенных при его расшифровке; в a_4 и a_5 записываются соответственно признак наличия наложения и константа перехода.

3) $(F)(a_1)(a_2)(a_3)(a_4)$

$(a_5)() (a_6)(a_7)$, где в $a_1, \dots, a_3$ могут быть записаны односимвольные номера определенных хазов, предшествующих данным (но не являющихся его непосредственными соседями) и существенных при его расшифровке; a_4 и a_5 заполняются таким же образом, что и в п. 2).

4) $(S)(a_1)(a_2)(a_3)(a_4)$

$(a_5)(a_6)(a_7)(a_8)(a_9)$, где в $a_1, \dots, a_7$ могут быть записаны некоторые комбинации нот из формулы хазы, предшествующего данному (уже расшифрованного), которые существенны при расшифровке исследуемого хазы; символы a_8 и a_9 соответствуют a_6 и a_7 из п. 2).

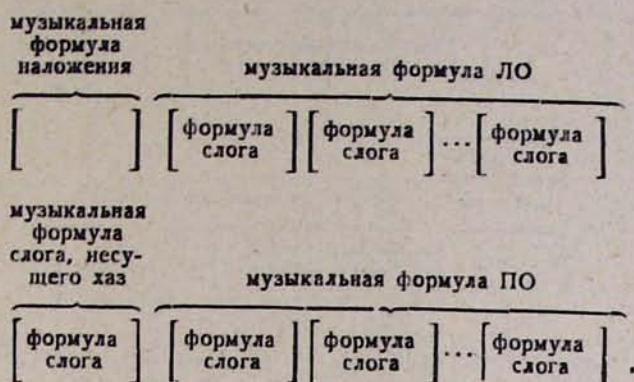
5) $(+)() () (a_1) ()$, где в a_1 записывается признак наличия наложения.

Понятие *наложения* у нас введено в соответствии с аналогичным понятием, используемым исследователем и характеризующим ситуацию, когда определенный хаз добавляет (налагает) на уже расшифрованную часть фразы некоторые ноты. В произвольном элементарном правиле после условия следуют музыкальные формулы сначала наложения, а затем только — самого хазы.

Одним из основных понятий, используемых в рамках системы, является понятие *левой и правой областей* (ЛО и ПО) хазы. Это слоги.

слева и справа от хаза до границ взаимодействия с левым и правым соседними хазами (т. е. до их соответствующих областей) соответственно.

Музыкальная формула в произвольном элементарном правиле разделяется по слогам ЛО и ПО. В общем случае она имеет следующую структуру:



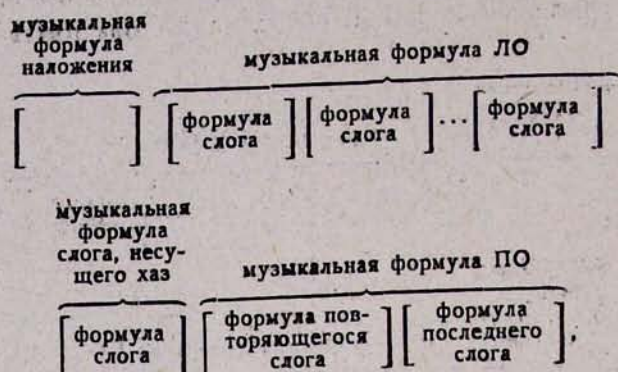
где, в отличие от других музыкальных единиц, формула слога, несущего хаз, всегда должна присутствовать. Так, в шараканах часто встречаются случаи минимальной длины формулы хаза, когда на соседних с ним слогах текста присутствуют другие хаза, т. е. ЛО и ПО — нулевой длины. Отсюда ясно, что записывать всю гипотезу о значениях отдельного хаза только через элементарные правила нецелесообразно. В закодированной гипотезе должна обязательно фигурировать информация о длинах ЛО и ПО хаза. Действительно, различным парам значений ЛО и ПО могут соответствовать различные элементарные правила.

В связи с этим у нас введено понятие частного случая гипотезы. *Частным случаем* произвольной гипотезы H_i ($i \in \{1, 2, \dots, N\}$) назовем подмножество всех ее элементарных правил, соответствующих конкретной паре значений ЛО и ПО ($N_{\text{ЛО}}, N_{\text{ПО}}$). В коде гипотезы элементарные правила каждого частного случая записываются одно за другим. В начале каждого частного случая добавляется два слова со значениями $N_{\text{ЛО}}$ и $N_{\text{ПО}}$, называемых *ключом* данного частного случая. Таким образом, произвольный частный случай из закодированной гипотезы о значениях конкретного хаза состоит из ключа и перечня элементарных правил, относящихся к данной паре ($N_{\text{ЛО}}, N_{\text{ПО}}$) этого хаза. Конкретные ключи имеют следующий вид:

$(a_1)(\)(\)(\) (a_2)$
 $(a_3)(\)(\) (a_4)(a_5)$, где $(a_1, a_2) = (N_{\text{ЛО}}, N_{\text{ПО}})$; в a_2 записано количество всех информативных слов, занимаемых данным частным случаем, а в a_4 — символ „>“ („больше“) или нуль; в a_5 записывается признак последнего частного случая гипотезы.

Если в ключе в a_4 записан символ „>“, то этот частный случай назовем частным случаем типа «*больше*». Он возникает только в случае, когда ПО хаза имеет тип Z (см. ниже). В рамках такого частного слу-

чая музыкальная формула правила должна иметь несколько иную структуру, а именно:



где формулы наложения и ЛО, а также последнего слога ПО могут и не существовать.

Перед организованным и закодированным описанным выше образом правилом-гипотезой о значениях произвольного хаза добавляется еще 8 слов со следующей исходной информацией, характеризующей данный хаз:

$$\begin{array}{c}
 (\alpha_1)(\alpha_2)(\)(\)(\alpha_3) \\
 (\beta_1)(\beta_2)(\beta_3)(\beta_4)(\beta_5) \\
 (\beta_6)(\)(\)(\)(\) \\
 (\gamma_1)(\gamma_2)(\gamma_3)(\gamma_4)(\gamma_5) \\
 (\Delta_1)(\Delta_2)(\Delta_3)(\Delta_4)(\Delta_5) \\
 (\theta_1)(\theta_2)(\)(\)(\) \\
 (\eta_1)(\)(\)(\)(\eta_2) \\
 (\eta_2)(\)(\)(\)(\eta_2), \text{ где}
 \end{array}$$

— $\alpha_1\alpha_2$ — двухсимвольный номер хаза, гипотеза о значениях которого следует ниже;

— α_3 — количество всех ячеек памяти, занимаемых гипотезой;

— $\beta_1, \dots, \beta_6$ — необходимость (ненулевые значения) обработки для данного хаза одного или нескольких элементарных правил типа „Ф“ (см. выше);

— $\gamma_1, \dots, \gamma_5$ — односимвольные номера хазов, которые при непосредственном предшествовании данному существенны при его расшифровке;

— θ_1, θ_2 — необходимость (ненулевые значения) выявления соответственно предшествующих данному хазу и следующих за ним комбинаций нот;

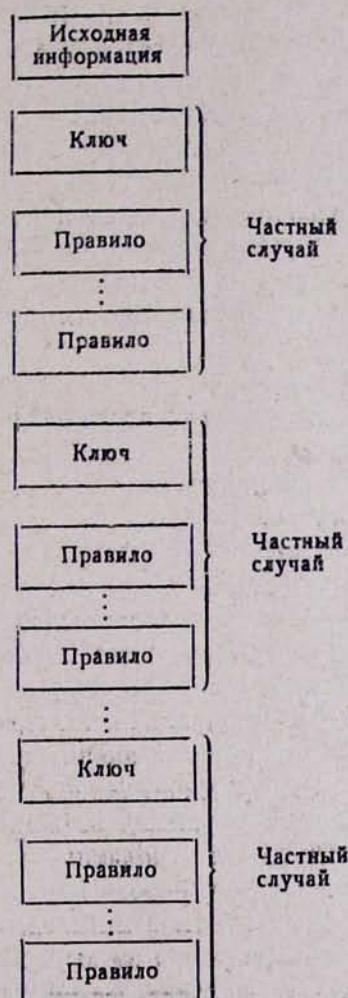
— n_1, n_2 — абсолютные (максимальные) $N_{\text{ЛО}}$ и $N_{\text{ПО}}$ соответственно

— η_1, η_2 — типы $N_{\text{ЛО}}$ и $N_{\text{ПО}}$, соответственно, определенные следующим образом:

$$\gamma_1 = \begin{cases} W, & \text{если ЛО хаза определена до левой границы слова} \\ & \text{фразы, над одним из слогов которой он стоит;} \\ V, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

$$\gamma_2 = \begin{cases} W, & \text{если ПО хаза определена до правой границы сло-} \\ & \text{ва фразы, над одним из слогов он стоит;} \\ Z, & \text{если ПО хаза определена до границы ЛО его со-} \\ & \text{седнего хаза справа;} \\ V, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Таким образом, вся закодированная гипотеза о значениях произвольного хаза имеет следующую структуру:



Отметим, что в гипотезе о значениях хаза частные случаи типа «больше» записываются только после того, как записаны все остальные.

Теперь дадим два определения, нужных нам в дальнейшем.

Ключи и условия из произвольной гипотезы назовем *абсолютными*. В отличие от них ключи и условия, построенные на основе конкретных факторов в отношении хазов из фраз шараканов, назовем *вычисленными*.

Описание работы системы. Реализованная система, как уже говорилось, предназначена для автоматической проверки гипотез о значениях хазов I-побочного Гласа. Закодированные гипотезы вводятся в ЭВМ с перфокарт. Их проверка производится либо на массиве из 100 шараканов, записанных на магнитной ленте, либо на хазовых фразах, вводимых с перфокарт.

Во втором случае хазовые фразы берутся из шараканов или же составляются вручную с экспериментальными целями.

Система состоит из 4-х модулей. Два из них — ЗАПИСЬ ШАРАКАНОВ НА МАГНИТНУЮ ЛЕНТУ и ИСПРАВЛЕНИЕ И ВЫВОД НА ПЕЧАТЬ ШАРАКАНОВ, являются подготовительными перед запусками основных модулей системы — РАСШИФРОВКИ ОТДЕЛЬНОГО ХАЗА и СИНТЕЗА МУЗЫКАЛЬНЫХ ФОРМУЛ ОДНОЙ ФРАЗЫ И ВСЕГО ШАРАКАНА (головного модуля системы). Первые два модуля — вспомогательные и работают только в автономном режиме.

Опишем работу головного модуля системы, осуществляющего главную ее функцию — экспериментально-проверочную. Будет описан один цикл работы головного модуля, с разъяснением в этом процессе роли второго основного модуля. Блок-схема головного модуля приведена на рисунке.

Работа головного модуля основана на двух главных принципах:

- 1) расшифровка фразы ведется слева направо строго по очередным хазам;
- 2) текущий хаз расшифровывается исходя, в основном, из определения ЛО его правого соседа.

Работа начинается вводом перфокарт с гипотезами о значениях всех исследуемых хазов. Формируются пары ($N_{\text{ЛО}}$, $N_{\text{ПО}}$) с абсолютными значениями ЛО и ПО для всех хазов. После этого на пультовой пишущей машинке печатается вопрос о необходимости вывода гипотез на печать. При утвердительном ответе гипотезы выводятся на печать. Затем на пультовой пишущей машинке печатается новый вопрос о режиме работы системы. Ответ вводится соответственно тому, должны ли быть гипотезы испытаны на всем массиве шараканов из магнитной ленты или же на специально отобранных из шараканов либо составленных вручную (для сравнительно небольших экспериментов) хазовых фразах на перфокартах. Опишем работу модуля в обоих режимах.

Если указан I режим работы, с магнитной ленты в оперативную память вводится очередной шаракан из закодированного массива. Выделяется очередная фраза шаракана. Затем находится очередной хаз фразы, формируются номер его правого соседа, а также другие характеристики исследуемого хазы, необходимые для расшифровки его музыкальной формулы в подмодуле (во втором основном модуле). После

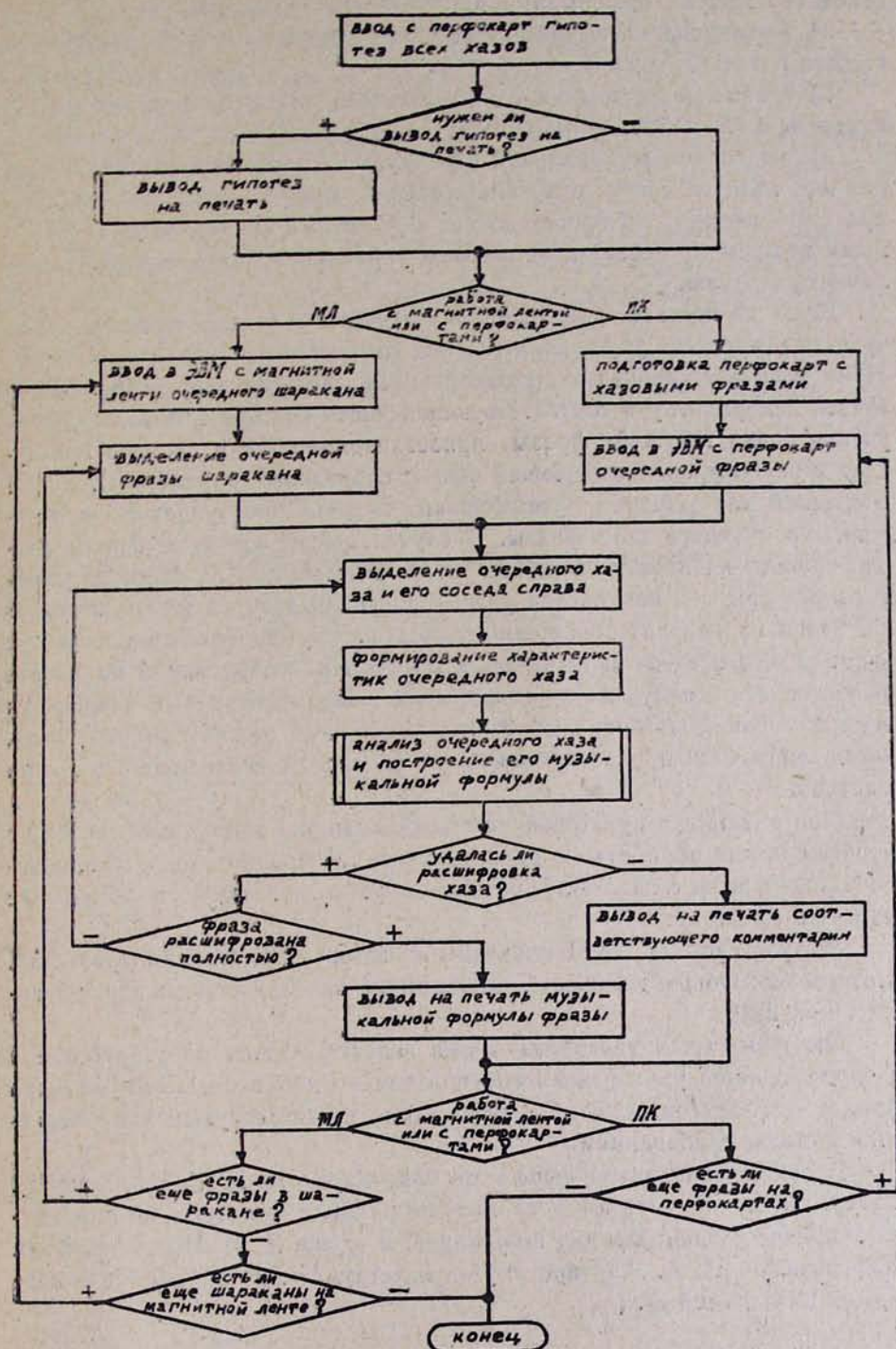


Рис. Блок-схема головного модуля системы ХАЗИ

этого следует обращение к подмодулю, где на основе поступившей из головного модуля информации производятся следующие операции:

а) формирование вычисленных ключей и условий для исследуемого хаза в данном контексте;

б) сравнение последних с абсолютными ключами и условиями из гипотезы о значениях данного хаза;

в) выделение музыкальной формулы (последовательности нот) данного хаза из соответствующего элементарного правила гипотезы при совпадении вычисленных ключа и условия с какими-либо абсолютными ключом и условием, после чего управление опять передается головному модулю.

Если же попытка расшифровки очередного хаза потерпела неудачу (что в процессе улучшения гипотез случается неоднократно), то система печатает сообщение (комментарий), помогающее легко локализовать недоработку в соответствующей части гипотезы. В этом случае расшифровка текущей фразы приостанавливается и система приступает к расшифровке следующей фразы очередного шаракана. Если же очередной хаз успешно расшифрован, система приступает к расшифровке следующего хаза фразы. В случае, когда все хазы фразы расшифрованы, на печать выводится компонованная из их формул общая формула фразы и начинается расшифровка следующей фразы шаракана. Затем происходит обращение к следующему шаракану массива при условии, что очередной шаракан полностью расшифрован и на печать выведена вся его музыкальная формула в виде построчных подформул всех его фраз. Система заканчивает работу в I режиме только тогда, когда описанным образом обработаны все фразы последнего шаракана массива.

При задании с пультовой пишущей машинки II режима работы, с перфокарт для обработки с расшифровки поочередно вводятся закодированные фразы с хазами. В остальном работа системы аналогична ее работе в I режиме.

Модули системы ХАЗ1 написаны на языке ЯСК (ассемблера) ЭВМ «Минск-32». Общее количество операторов, использованных при их написании, 2210.

Отметим, что в настоящее время ведутся работы по разработке и проектированию универсального (пригодного для всех Гласов) пакета прикладных программ для ЕС ЭВМ, более соответствующего приведенным в статье требованиям.

В заключение автор выражает благодарность К. Г. Чаликяну за продуктивные консультации по многим важным вопросам, относящимся к процессу расшифровки шараканов, а также Э. М. Погосяну, Б. К. Карапетяну и А. А. Мартиросяну за конструктивные замечания в ходе написания данной статьи.

ԱՌԱՋԻՆ ԿՈՂՄ ՁԱՅՆԵՂԱՆԱԿՈՒՄ ՀԻՆ ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՆՈՏԱԳՐՈՒԹՅԱՆ
ՎԵՐՄԱՆՄԱՆ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ ԳԻՏԱՓՈՐՁԵՐԻ ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳ

Դիտարկվում են հին հայկական նոտագրությամբ՝ խազագիր տեքստերի (շարականների) վերծանման վերաբերյալ գիտափորձերի ավտոմատացման «մարդ-մեքենա» համակարգի կառուցման հարցերը:

Ձևակերպված են շարականների մշակման և դրանց հիման վրա կամայական ձայնեղանակում խազերի նշանակության վերաբերյալ հիպոթեզների ստուգման ավտոմատացման համար նախատեսված ծրագրերի փաթեթի նկատմամբ պահանջները:

Նկարագրված է առաջին կողմ ձայնեղանակում խազերի նշանակության վերաբերյալ հիպոթեզների կողմվորման և ստուգման համար օգտագործվող իրացված համակարգը (հԱԶ 1):

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Արայան Ռ. Ա. Հայկական խազային նոտագրությունը, Երևան, ՀՍՍՀ ԳԱ հրատարակչություն, 1959.
2. Թաճմիզյան Ն. Կ. Խազագրության արժեքներն իր պատմական զարգացման մեջ, Երևան, «Բանբեր Մատենադարանի», № 12, 1977.
3. Չալիկյան Կ. Գ. Առաջին և առաջին կողմ ձայնեղանակների կառուցվածքն ու խազային համակարգի հարցերը, Երևան, ՀՍՍՀ ԳԱ հրատարակչություն, 1981.
4. Отчеты сектора «Познавательных алгоритмов и моделей» ВЦ АН АрмССР за 1974—1982 гг.
5. Лингер Р., Миллс Х., Уитт Б. Теория и практика структурного программирования. М., Мир, 1982.
6. Майерс Г. Искусство тестирования программ. М., «Финансы и статистика», 1982.