

## РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК ЛАБОРАТОРИИ РАСПОЗНАВАНИЯ И СИНТЕЗА РЕЧИ

*Речь как и “природа подобна женщине,  
которая показывая из-под своих нарядов  
то одну, то другую часть тела,  
даёт понять своим настойчивым почитателям,  
что когда-нибудь они смогут познать её всю”.*

*Дидро, 1799г.*

Дан ретроспективный обзор проведенных научных исследований и разработок за период существования лаборатории в составе Института технической кибернетики Национальной академии наук Беларуси (1988-1999) и в составе Минского отделения Центрального НИИ связи (1974-1988). Коротко отражены также исследования, предшествовавшие 1974 г.

### Введение

Данная статья написана в связи с исполнившимся в 1999 г. 25- летию лаборатории распознавания и синтеза речи (1974-1999). Отчасти её появление продиктовано также стремлением осмыслить накопленный опыт исследований накануне наступления нового века и тысячелетия. В статье даются ссылки в основном на оригинальные работы автора, непрерывно руководившего лабораторией на протяжении всех лет её существования. Из работ других сотрудников лаборатории приведены в основном лишь те, которые либо написаны в соавторстве, либо выполнены под руководством автора. Таким образом, в приведенном списке литературы упомянуты практически все научные сотрудники, внесшие определённый вклад в осуществление генерального направления научных исследований лаборатории на протяжении последних 25 лет.

### 1. Синтез речи

Под синтезом речи в общем случае понимается процедура превращения входного орфографического текста в звучащую речь. При этом необходимо решить три основные задачи: синтез речевого сигнала, синтез фонетических и синтез просодических характеристик речи. Ниже рассмотрено в исторической последовательности решение перечисленных задач, а также описаны разработанные на этой основе различные модели

синтеза речи по тексту, экспериментальные и промышленные системы синтеза речи, их внедрение и применение в различных отраслях.

### ***1.1. Синтез речевого сигнала.***

Первая, пока ещё примитивная модель синтезатора русской речи ФОНЕМАФОН-1 “заговорила” в начале 70-х гг., и успех в её создании был связан прежде всего с разработкой принципов формантного синтеза речевых сигналов. Разработанные принципы легли в основу авторских свидетельств “Формантный синтезатор речи” [1] и “Формирователь импульсов тонального возбуждения” [2]. В дальнейшем появилась усовершенствованная модель формантного синтеза речевых сигналов [3], а затем были оптимизированы характеристики формантных фильтров синтезатора речи последовательного типа [4]. Важную роль в создании промышленных синтезаторов речи сыграла разработка цифрового формантного синтезатора [5]. Ещё долгое время формантный синтезатор играл ключевую роль в системах синтеза речи по тексту, пока в конце 80-х - начале 90-х гг. не был предложен новый микроволновой метод синтеза речевых сигналов [6].

### ***1.2. Синтез фонетических характеристик речи***

За время существования лаборатории сменилось три поколения систем синтеза речи по тексту, в основу которых были положены три существенно различных подхода к синтезу фонетических характеристик речи: фонемно-артикуляторно-формантный (1), фонемно-формантный (2) и фонемно-микроволновой (3). Толчком к появлению первого подхода послужило исследование коартикуляции на акустическом уровне [7], которое позволило осуществить текущее определение формантных частот по функциям движения артикуляторов [8]. В результате была разработана модель артикуляторного синтеза речи по печатному тексту [9], которая стала основой авторского свидетельства на синтезатор речи [10]. Второй подход удалось реализовать благодаря развитию акустической теории коартикуляции и редукции [11,12], созданию методики построения формантных портретов фонем [13], а также созданию алгоритмов синтеза формантных параметров [14] и вычислению фонемных портретов для синтеза речи по тексту [15]. Третий подход сформировался в начале 90-х гг. и получил название микроволнового синтеза речи по тексту [16].

### ***1.3. Синтез просодических характеристик речи***

Несмотря на исключительную важность просодических характеристик для качественного синтеза речи, сведения о закономерностях их поведения в русской речи были крайне скудными. Поэтому в начале 70-х гг. были проведены эксперименты по восприятию русской интонации односложной синтетической фразы [17], проведен анализ и синтез просодических характеристик двухсложного слова [18], разработаны правила синтеза просодических характеристик однословагменных фраз [19] и сформу-

лированы принципы автоматического синтеза интонационных структур [20]. В дальнейшем алгоритмы автоматического синтеза интонации по печатному тексту были усовершенствованы [21]. Это касалось алгоритмов синтеза по тексту мелодического и ритмического контуров [22], а также моделей синтеза мелодического контура русских и английских фраз [23]. Были разработаны алгоритмы интонирования текста [24] и многофакторная модель ритмики [25].

#### ***1.4. Модели синтеза речи по тексту***

Разработанные методы синтеза речевого сигнала, а также методы синтеза фонетических и просодических характеристик речи позволили приступить к созданию целостных моделей синтеза речи по тексту. Первой такой моделью стал формантный синтезатор речи по последовательности аллофонов [26]. Был разработан преобразователь графема-фонема для синтеза речи по орфографическому тексту [27], и вместе с моделью артикуляторно-формантного синтеза речи [28,29] он стал основой авторского свидетельства на устройство для синтеза речи [30]. Были заложены также лингво-акустические основы двуязычного синтеза речи [31,32] и разработан алгоритм синтеза многоязычной речи по тексту [33]. Результаты работ этого периода обобщены в кандидатской диссертации Б.В. Панченко [34] и в докторской диссертации Б.М. Лобанова [35]. Разработанные модели многоязычного синтеза речи по тексту с успехом демонстрировались на Всемирной выставке "TELECOM" в Женеве и на Международных конгрессах фонетических наук [36,37]. Они были положены также в основу двух международных проектов: с Дрезденским университетом [38,39] и с Московским институтом проблем передачи информации [40] в рамках Европейского фонда INTAS.

#### ***1.5. Промышленные системы синтеза речи***

На базе разработанных моделей синтеза речи по тексту рядом организаций была предпринята попытка создания промышленных синтезаторов речи. В Московском НИИ ЭВТ разработан формантный синтезатор речи с фонемным управлением "Фонемафон-2" [41], а в Московском НИИ РП - его усовершенствованная версия для решения задачи вывода информации из ЭВМ в речевом виде [42]. В основе следующих поколений синтезаторов речи для вывода информации из ЭВМ "Фонемафон-3" и "Фонемафон-4" положены авторские свидетельства [43-45] и принципы построения синтезатора речи на базе программируемой ЭВМ [46]. Устройство речевого вывода информации "Фонемафон-3" описано в [47]. Синтезаторы речи серии "Фонемафон-4", разработанные в Калининградском ПО "Кварц", и их применение описаны в [48]. Следующая модель - "Фонемафон-5", выполненная в виде одноплатного модуля синтеза речи по тексту, разработана в Горьковском КБ "Квант" и описана в [49]. В [50] проанализированы состояние и перспективы разработки речевых устройств для интеллектуальных роботов связи и других приложений. Последняя, наиболее

совершенная коммерческая программная модель микроволнового синтеза речи по тексту, нашедшая в последнее время самое широкое применение, описана в [51-53].

### ***1.6. Системы с синтезированным речевым ответом***

Вопросы разработки автоматизированных информационно-справочных телефонных систем с синтезированным речевым ответом впервые были рассмотрены в [54]. Разработаны проекты телефонной диалоговой системы "Абонент-АСУ МТС" [55], телефонного автоматического устройства для ИСС с речевым вводом-выводом [56], телефонного авто-секретаря и речевой почты [57]. В монографии [58] обобщены многочисленные аспекты применения синтезированной речи в системах массового обслуживания. В середине 80-х гг. разработана и внедрена во многих городах СССР (от Бреста до Петропавловска-Камчатского) система автоматического информирования абонентов телефонной сети о задолженности за международные переговоры [59]. Опыт внедрения речевых процессоров в отрасли "Связь" обобщён в [60]. Для другой отрасли – Минжилкомхоза БССР разработана и внедрена интерактивная речевая система контроля исполнения и диспетчеризации производства на базе ЭВМ "Электроника-100-25" и синтезатора речи "Фонемофон-4Т" [61]. За последнее время, благодаря работам группы под руководством Г.В. Лосика., модель синтезатора речи [52] использована также в многочисленных информационных системах для слепых.

## **2. Распознавание речи**

Проблема распознавания речи включает необычайно широкий круг вопросов, который в принципе не мог быть полностью охвачен работами только одной лаборатории. И всё же, значительная часть этих вопросов была в той или иной мере исследована и разработана. К ним относятся: исследования методов инвариантного спектрального анализа и методов формантного анализа речевых сигналов, разработка методов выделения фонетических признаков речи, развитие ДП-метода распознавания смысловых элементов речи и фонемно-экспертного подхода к распознаванию речи. Результатом этих исследований явилось создание экспериментальных и промышленных систем распознавания речи, а также прикладных устройств и систем на их основе. Ниже указанные вопросы рассмотрены в исторической последовательности их решения.

### ***2.1. Инвариантный спектральный анализ речевых сигналов***

Основой любых исследований является создание адекватной экспериментальной базы, которая начисто отсутствовала в те годы. Имевшаяся аппаратура спектрального анализа ни в коей мере не удовлетворяла требованиям исследования речи. Было проведено исследование одного метода

улучшения основных параметров параллельного спектрального анализа [62] и предложен метод синтеза системы компенсации ошибок для анализаторов спектра речи [63]. Разработан также метод автоматического измерения частоты основного тона [64], и в результате создан комплекс аппаратуры для исследования речи [65]. На основе представления о речевом сигнале в свете общей теории связи [66] предложен метод устранения элементов несмысловой информации при параллельном анализе речевых сигналов [67]. Исследования этих лет были обобщены в кандидатской диссертации автора "Некоторые вопросы анализа речевых сигналов" [68]. Позднее были сформулированы основные задачи первичного анализа речевых сигналов [69-70] и решение задачи получения нормированного спектрального описания речевых сигналов [71] на основе обобщения введенного ранее А.А. Пироговым понятия фонетической функции [72].

## ***2.2. Формантный анализ речевых сигналов***

С самого начала исследований стало ясно, что одним из наиболее информативных методов представления речевого сигнала является его формантное описание. Однако известные методы не обеспечивали необходимой стабильности измерения формантных параметров. Был предложен новый метод автоматического анализа нулевых переходов в задаче измерения формантных частот [73] и на его основе статистический метод формантного анализа [74]. Этот метод стал основой авторских свидетельств на формантный анализатор и способ измерения формантных частот речевого сигнала [75,76]. Дальнейшее развитие методов формантного анализа связано с использованием ЭВМ и цифровых методов анализа сигналов. Был разработан комплекс аппаратурно-программных средств для формантного анализа речи [77], в основе которого лежал предложенный способ цифрового спектрального анализа речевых сигналов [78] и новый алгоритм многофакторной оценки формантных частот [79]. Формантное описание оказалось также оптимальным представлением речевых сигналов для построения экспертных систем распознавания речи [80]. В последнее время исследованы методы нормализации формантных треков [81], проведено сравнительное исследование спектрального и формантного методов анализа [82], предложен метод формантного анализа спектральных изображений речи [83] и нормированного формантного анализа для систем распознавания речи по телефону [84].

## ***2.3. Выделение фонетических признаков***

Наряду со спектральным и формантным анализом большое внимание уже в самом начале исследований уделялось вопросам деления речевого сигнала по признакам "тональный-шумовой" и по другим фонетическим признакам. В [85] рассмотрены вопросы автоматического распознавания шумных звуков, а в [86] - использование для этой цели некоторых свойств совместных распределений сигнала и производной. Различ-

ные методы разделения речевых сигналов по признаку "тональный-шумовой" рассмотрены в [87,88] и обобщены в кандидатской диссертации автора "Некоторые вопросы анализа речевых сигналов" [89]. Позднее был предложен и описан оригинальный способ автоматического выделения шумных звуков методом фазовой плоскости [89,90], а также метод выделения признака "тон - не тон" [91], основанный на анализе структуры узкополосных спектров речевого сигнала. Предложены методы автоматического распознавания группы взрывных звуков [92] и звонких фрикативных звуков речи [93]. Авторским свидетельством [94] защищён способ обнаружения дискретных составляющих речи для разделения речевых сигналов по признаку "тональный-шумовой".

#### ***2.4. Развитие DTW-метода распознавания смысловых элементов речи.***

Во второй половине 60-х гг. независимо Г.С. Слуцкером и Т.К. Винцюком был предложен новый эффективный подход к распознаванию смысловых элементов речи, основанный на сопоставлении их эталонов с реализациями методом динамического программирования. В дальнейшем он получил название DTW-метода (Dynamic Time Warpping) и широко использовался и продолжает использоваться во всём мире. Работа [95] посвящена теоретическому развитию DTW-метода для случая автоматического распознавания звукосочетаний в текущем речевом сигнале и его технической реализации в виде спецпроцессорного устройства. Модернизированный DTW-метод, названный CDTW (Continuous Dynamic Time Warpping)- методом, предложено использовать в системе автоматического распознавания диад в связанном речевом сигнале [96] и в составе фонемного вокодера для осуществления речевой связи по телеграфным каналам [97]. Он же лёг в основу авторского свидетельства "Устройство для вычисления меры подобия речевых единиц" [98]. В последнее время на базе CDTW-метода разработаны алгоритмы создания дикторонезависимых эталонов слов [99] и их распознавания в речевом потоке [100].

#### ***2.5. Фонемно-экспертный подход к распознаванию речи***

Начало работ в рамках фонемно-экспертного подхода к распознаванию речи было стимулировано изучением речевых сонограмм во время стажировки автора в Лондонском имперском колледже в 1970 г. В результате исследования сонограмм речи различных дикторов были разработаны правила дикторской нормировки и многодикторной классификации русских гласных [101], а также русских фрикативных согласных [102]. В дальнейшем были проведены исследования свойств слуховой адаптации при классификации русских гласных [103], сформулированы общие принципы адаптации к характеристикам голоса диктора и канала связи [104], автоматической классификации фонем в речевом потоке [105] и автоматического поиска по фонемным признакам в больших словарях при распо-

знании речи [106]. В дальнейшем работы в рамках фонемно-экспертного подхода к распознаванию речи проводились при участии автора в МГУ под руководством Н.В. Зиновьевой, а в последнее время работы в этом направлении были продолжены Т.В. Левковской. Разработаны принципы построения перспективной системы речевого ввода, ориентированной на неограниченный словарь [107], метод преобразования речи в текст путём анализа через синтез [108], модель преобразования "Речь-текст" для интеллектуальных САПР [109] и алгоритм идентификации акцентно-ритмической структуры слов [110]. Полученные результаты обобщены в обзорной статье [111] и в кандидатской диссертации Т.В. Левковской [112].

## ***2.6. Экспериментальные и промышленные системы распознавания речи***

В первых экспериментальных системах распознавания речи ещё не использовались методы DTW-распознавания из-за их алгоритмической трудности для техники того времени. В разработанной в конце 60-х гг. системе распознавания речевых команд по неполному набору дифференциальных признаков "Сезам-1" [113] использовался метод простого сопоставления числа признаков в том или ином слове. Позднее применялись упрощённые варианты реализации DTW-метода при создании устройства распознавания речевых команд без подстройки под голос диктора и темп речи [114], в экспериментальных системах распознавания речи [115,116], а также в промышленной системе устного диалога СРД "Речь-1", разработанной совместно с Институтом кибернетики АН УССР [117].

Впервые в СССР в полном объеме DTW-метод был реализован в опытно-конструкторской разработке системы распознавания речевых команд "Сезам" [118], проведенной совместно с Калининградским ПО "Кварц" в начале 80-х гг. Опытные образцы системы распознавания речи "Сезам", выполненные на микропроцессорной основе, по технологичности и параметрам назначения не уступали лучшим зарубежным аналогам. Заметный след в истории речевых технологий тех лет оставила совместная с Калининградским ПО "Кварц" опытно-конструкторская разработка и последующее серийное производство многофункционального автомата распознавания и синтеза речи "МАРС-1" [119-121]. Существенный прорыв в решении важнейшей для практики задачи распознавания слитной речи в шумах был достигнут в экспериментальной системе распознавания речи "МАРС-М", построенной [122,123] на основе модификации SPF DTW-метода, предложенной Н.П. Дегтяревым в работе [124]. Сравнительные характеристики системы распознавания слитной речи в шумах "МАРС-М", не уступающие лучшим зарубежным аналогам, приведены в обзорной работе [125]. Достижение высокой помехоустойчивости распознавания слитной речи в значительной мере было обеспечено реализацией идеологии моделирования закономерностей артикуляции слитной речи, последовательно развиваемой Н.П. Дегтяревым в работах [126-134].

## ***2.7. Прикладные устройства и системы на базе анализа и распознавания речи***

С самого начала работ по проблеме анализа и распознавания речи было проявлено стремление использовать на практике даже частные результаты, получаемые в ходе исследований. Так, ещё в 60-х гг. был создан прибор осязаемой речи "Тактилофон-1" для восприятия речи глухими [135]. Позднее в медицинских целях был создан комплекс технических средств для исследования патологии речи [136-138]. Промышленные устройства были успешно внедрены в систему оперативного управления Минжилкомхозом БССР с использованием средств речевого ввода-вывода информации [139]. Разнообразные аппаратно-программные продукты речевой технологии, разработанные в лаборатории к началу 90-х гг. описаны в [140]. Разработанные средства речевого ввода-вывода информации в середине 90-х годов было предложено использовать как речевой интерфейс для интеллектуальных систем. [141,142]. В последние годы методы распознавания речи с успехом использованы в ходе выполнения Международных проектов. В рамках совместного проекта с Французской авиационной фирмой Sextant Avionique разработана система распознавания слитной речи для пилота реактивного самолёта [143]. В ходе выполнения контракта с фирмой NovCom (США) разработаны телефонные системы избирательного автоответа [144,145], в основу которых заложена возможность распознавание имён, произносимых абонентом.

### **Заключение**

Очевидно, что приведенный обзор не претендует даже на конспективное изложение сути проделанных работ за столь значительный промежуток времени. Желаящим ознакомиться более подробно с результатами научных и практических разработок лаборатории можно рекомендовать обзор [125], где достаточно подробно освещены результаты научных исследований вплоть до начала 90-х гг.

В заключение хочется отметить, что автор обзора хорошо осознаёт не только значительность проделанной работы, но и грандиозность ещё нерешённых вопросов как по проблеме синтеза, так, в ещё большей степени, по проблеме распознавания речи.

Конечной целью дальнейших работ Лаборатории является разработка перспективных компьютерных технологий робастного распознавания и высококачественного синтеза речи.

Под робастными (дословно – крепкими, сильными, жизнестойкими) системами понимаются структуры, обеспечивающие надёжную и устойчивую работу при заранее неизвестных и изменяющихся внешних условиях. Эта ситуация характерна, когда хорошо работающая лабораторная система распознавания и синтеза речи попадает в условия реального коммерческого применения в составе естественно-языкового интерфейса ЭВМ в при-

кладных интеллектуальных системах. Немаловажным в этих условиях является так же обеспечение высокого качества синтезированной речи.

Для решения проблемы робастного распознавания речи предполагается применить два основных подхода:

- Использование известных методов робастного оценивания статистических параметров в конкретных специфических задачах анализа, выделения признаков, обучения и распознавания речевых сигналов;

- Использование методов коллективного распознавания, где окончательное решение принимается по результатам распознавания коллективом решающих правил с различным набором признаков речевого сигнала. При этом коллектив решающих правил может включать различные наборы Марковских и нейро-сетевых моделей с использованием ДП-методов временного сопоставления, а также полезные наборы экспертно-лингвистических правил, которые в комплексе должны обеспечивать надежное распознавание речи в условиях меняющейся обстановки реального приложения системы.

Для решения проблемы высококачественного синтеза речи будет использован лингво-акустический подход синтеза речи по тексту на основе компиляции речи из большого количества (свыше 1000) аллофонов, представленных в виде отрезков естественной речевой волны. Такой подход обеспечивает синтез речи неограниченного словаря и высокое качество (высокая разборчивость и естественность звучания) синтетической речи.

### Литература

1 А.С. СССР N 479107. Формантный синтезатор речи / Б.М. Лобанов. Заявл.19.02.73.

2. А.С. СССР N 492914. Формирователь импульсов тонального возбуждения / Б.М Лобанов, Б.В. Панченко. Заявл. 7.06.74.

3. Гурьянов Н.И., Лобанов Б.М., Рыжиков В.В. Усовершенствованная модель формантного синтеза речевых сигналов // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-9). - Минск, 1976. – С. 18.

4. Бухтилов Л.Д., Гурьянов Н.И., Лобанов Б.М. Оптимизация характеристик формантных фильтров в последовательном синтезаторе речи // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-11). - Ереван, 1980. – С. 33.

5. Бухтилов Л.Д., Лобанов Б.М., Минкевич В.В.,Первой Л.М. Цифровой формантный синтезатор // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-12). - Киев, 1982. – С. 445.

6. Лобанов Б.М. Микроволновой синтез речи // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО - 16). – М., 1991. – С. 27-31.

7. Буданицкий Э.Г., Лобанов Б.М. Исследование коартикуляции на акустическом уровне // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-8), Ч. 2. - Львов, 1974. – С. 67.

8. Лобанов Б.М. Текущее определение формантных частот по функциям движения артикуляторов // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-8), Ч. 4. - Львов, 1974. – С. 91-93.
9. Лобанов Б.М., Панченко Б.В. Модель артикуляторного синтеза речи по печатному тексту // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-9). - Минск, 1976. – С. 27.
10. А.С. СССР N 533966. Синтезатор речи / Б.М. Лобанов. Заявл.15.1.75.
11. Лобанов Б.М. К акустической теории коартикуляции и редукции // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-11). - Ереван, 1980. – С. 25-29.
12. Lobanov B. On the Acoustic Theory of Coarticulation and Reduction. Proc. ICASP-82, Paris, 1982. , pp. 915-918.
13. Лобанов Б.М., Павлович Н.А. Методика построения формантных портретов фонем для синтеза речи по тексту // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-12). - Киев, 1982. – С. 417-421.
14. Лобанов Б.М., Марченков М.А. Алгоритмы синтеза формантных параметров по тексту // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-12). - Киев, 1982. – С. 414-416.
15. Аксютин И.В., Лобанов Б.М. Алгоритм вычисления фонемных портретов для синтеза речи // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-14). - Каунас, 1986. – С. 51-52.
16. Лобанов Б.М. Микроволновой синтез речи по тексту // Анализ и синтез речи. – Минск: Инст. техн. кибернетики АНБ, 1991. – С. 57-73.
17. Башкина Б.М., Лобанов Б.М. Восприятие русской интонации односложной синтетической фразы // Докл. Всесоюзн. конф. "Анализ и синтез речи". – Минск: МГПИИЯ им. М. Тареза, 1972. – С. 16-20.
18. Башкина Б.М., Лобанов Б.М. Анализ и синтез просодических характеристик двухсложного слова // Докл. Всесоюзн. конф. "Анализ и синтез речи". - Минск: МГПИИЯ им. М. Тареза, 1972. – С. 21-24.
19. Башкина Б.М., Лобанов Б.М. Синтез по правилам просодических характеристик односоставных фраз // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-7). - Алма-Ата, 1973. – С. 123-126.
20. Лобанов Б.М. Принципы автоматического синтеза интонационных структур // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-10). - Тбилиси, 1978. – С. 158-160.
21. Бухтилов Л.Д., Лобанов Б.М., Минкевич В.В. Алгоритм автоматического синтеза интонации по печатному тексту // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-10). - Тбилиси, 1978. – С.132-133.
22. Лобанов Б.М., Марченков М.А. Алгоритмы синтеза по тексту мелодического и ритмического контуров // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-12). - Киев, 1982. – С. 412-413.
23. Карневская Е.Б., Лобанов Б.М. Модели синтеза мелодического контура русских и английских фраз // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-12). - Киев, 1982. – С. 399-401.

24. Зимовина Г.В., Лобанов Б.М., Марченков М.А. Алгоритмы интонирования орфографического текста для синтезатора речи "Фонемофон-4" // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-13). - Новосибирск, 1984. – С. 139.

25. Карневская Е.Б., Лобанов Б.М. Многофакторная модель ритмики и ее реализация при синтезе речи по тексту // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-15). - Таллинн, 1989, - С.145-149.

26. Лобанов Б.М., Панченко Б.В. Формантный синтез речи по последовательности аллофонов // Тр. Всесоюзн. акустической конф. – М., 1973. – С. 27-28.

27. Лобанов Б.М., Панченко Б.В. Преобразователь графема-фонема для синтеза речи по орфографическому тексту // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-8), ч. 4. - Львов, 1974. – С. 15.

28. Budanitsky E., Lobanov B., Panchenko V. An Articulatory Model of Speech Synthesis. Proc. Of Open Seminar on Acoustic, Wroclaw, 1975. pp. 47-49.

29. Лобанов Б.М., Минкевич В.В. Модель артикуляторно-формантного синтеза речи по печатному тексту // Тез. докл. Республиканского симп. "Экспериментально-фонетические исследования речевого текста". - Минск: МГПИИЯ им. М. Тареза, 1977. – С. 28-31.

30. А.С. СССР N 459797. Устройство для синтеза речи / Б.М.Лобанов. Заявл.25.7.72.

31. Карневская Е.Б., Лобанов Б.М. Лингвоакустические основы двуязычного синтеза речи // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-11). - Ереван, 1980. – С. 119-122.

32. Lobanov B. Articulatory-Formant Speech Synthesis from Printed Text. Proc. of Franco-Sovietique Symposium on Speech. Paris, 1981. pp.73-75.

33. Лобанов Б.М., Марченков М.А. Алгоритм синтеза многоязычной речи по тексту // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-13). - Новосибирск, 1984. – С.140-141.

34. Панченко Б.В. Исследование формантных методов синтеза речи по орфографическому тексту: Дисс. канд. техн. наук. - Минск, 1983.

35. Лобанов Б.М. Исследование и разработка методов синтеза речи по тексту: Дисс. докт. техн. наук. - Рига, 1984.

36. Lobanov B. The Phonemophon Text-to-Speech System. Proc. of the XI International Congress of Phonetic Sciences, Tallin, 1987, pp. 61-64.

37. Lobanov B., Karnevskaya E. MW Speech Synthesis from Text. Proc. of the XII International Congress of Phonetic Sciences. Aix-en-Provence, France, 1991, pp. 406-409.

38. Lobanov B. Microwave Speech Synthesis from Text. Proc. of the 24 Fachkolloquium Informationstechnik, Dresden, 1991, pp. 118-120.

39. Lobanov B., Ivanov A., Kubashin A., Levkovskaya T. A Bilingual German / Russian Text-to-Speech System, Proceedings of the 3rd International Workshop "Speech and Computer" - SPECOM'98, St.-Petersburg, 1998, pp.327-330.

40. Boguslavsky I., Karnevskaia E., Lobanov B. Generation of Intonation and Accentuation of Synthetic Speech on the Basis of Morpho-Syntactic Knowledge. Proc. of International Workshop "Integration of Language and Speech", Moscow, 1995, pp. 11-28.

41. Лобанов Б.М., Панченко Б.В., Рождественская А. Формантный синтезатор речи с фонемным управлением // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-8), Ч. 4. - Львов, 1974. - С.15.

42. Бабин И.И., Лобанов Б.М., Панченко Б.В. Об одном решении задачи вывода информации из ЭВМ в речевом виде // Вопросы радиоэлектроники. Сер. ЭВТ. - N11. - М., 1974. - С. 110-124.

43. А.С. СССР N 485492.. Устройство для синтеза речи / Б.М. Лобанов, Б.В.Панченко, Г.С. Слуцкер. Заявл. 9.1.73.

44. А.С. СССР N 607211. Устройство для вывода речевой информации / Б.М. Лобанов, Б.В.Панченко. Заявл.11.7.75.

45. Лобанов Б.М., Панченко Б.В., Минкевич В.В. Фонемно-формантный синтез речи для вывода информации из ЭВМ // Тр. инст. техн. кибернетики АН БССР. - Минск, 1978. - С. 151-160.

46. Бойкевич А.М., Пивоваров В.М., Сержкина Т.Г., Лобанов Б.М., Минкевич В.В., Панченко Б.В. Принципы построения синтезатора речи на базе программируемой ЭВМ // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-11). - Ереван, 1980. - С.143-145.

47. Лобанов Б.М., Минкевич В.В., Панченко Б.В. Устройство речевого вывода информации "Фонемафон-3" для ЭВМ // Управляющие системы и машины. - N 2.- М., 1982. - С. 33-37.

48. Афанасьев В.П., Лобанов Б.М. Синтезаторы речи серии "Фонемафон" и их применение // Проблемы практического использования систем автоматического распознавания и синтеза речи. - Л., 1983. - С. 6-7.

49. Зимицкий Ю.С, Лобанов Б.М. Одноплатный модуль синтеза речи по тексту "Фонемафон-5" // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-14). - Каунас, Ч. 2. - 1986. - С. 54-58.

50. Лобанов Б.М. Состояние и перспективы разработки речевых устройств для интеллектуальных роботов связи // Электросвязь. - N 8. - М., 1988. - С. 43-45.

51. Лобанов Б.М. Программная модель микроволнового синтеза речи по тексту. // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-14). - Москва, 1991. - С. 82-84.

52. Иванов А.Н., Лобанов Б.М. Синтезатор речи ФОНЕМАФОН для САПР на базе IBM PC // Тез. докл. конф. "Теория и методы создания интеллектуальных САПР". - Минск, 1992. - С. 29-30.

53. А.С. СССР N 1683063. Способ компиляционного синтеза речи и устройство для его осуществления / Б.М Лобанов. Заявл. 08.06.1991.

54. Красносельский Н.И., Лобанов Б.М. Вопросы разработки автоматизированной информационно-справочной телефонной системы с синтезированным речевым ответом // Докл. Всесоюзн. конф. по проблемам совершенствования проектирования радиосистем и их элементов. - Минск, 1975. - С. 35-37.

55. Лобанов Б.М., Панченко Б.В., Усов Л.П. Проект телефонной диалоговой системы "Абонент-АСУ МТС" // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-9). - Минск, 1976. – С. 23.
56. Лобанов Б.М., Первой Л.М. Телефонное автоматическое устройство для ИСС с речевым вводом-выводом // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-12). - Киев, 1982. – С. 582-584.
57. Аксиутина И.В., Левков Е.Я., Лобанов Б.М., Первой Л.М. Телефонный автосекретарь и речевая почта // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-13). - Новосибирск, 1984. – С. 165-166.
58. Кучеров В.Я., Лобанов Б.М. Синтезированная речь в системах массового обслуживания. – М.: Радио и связь, 1983. – 130 с.
59. Лобанов Б.М., Панченко Б.В. Система автоматического информирования абонентов телефонной сети о задолженности за международные переговоры / Экспресс информация. Серия: Эксплуатация средств связи. Вып. 6. - М., 1986. – С. 4-6.
60. Лобанов Б.М., Панченко Б.В., Первой Л.М., Усов Л.П. Опыт внедрения речевых процессоров в отрасли "Связь" // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-14), Ч. 2. - Каунас, 1986. – С. 56.
61. Войнило В.В., Безнис В.М., Афанасьев В.П., Лобанов Б.М. Интерактивная речевая система контроля исполнения и диспетчеризации производства на базе "Электроника-100-25" и "Фонемофон-4Т" // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-14), Ч. 2. - Каунас, 1986. – С. 59-60.
62. Лобанов Б.М. Исследование одного метода улучшения основных параметров параллельного спектрального анализа // Радиотехнические измерения. – Минск: Ин-т научно-технической информации и пропаганды Госплана БССР, 1965. – С. 15-17.
63. Лобанов Б.М. Синтез системы компенсации для анализаторов спектра // Спектральный анализ и интонация. – М.: МГУ, 1969. – С. 28-31.
64. Заяц А.А., Лобанов Б.М. Автоматическое измерение частоты основного тона в интонографических исследованиях // Методы экспериментального анализа речи. – Минск: МВ ССО БССР, 1968. – С. 64-65.
65. Бухтилов Л.Д., Заяц А.А., Лобанов Б.М. Комплекс аппаратуры для исследования речи // Тез. докл. VII Всесоюз. акустической конф. - Л.: АН СССР, 1971. – С. 23-25.
66. Лобанов Б.М. О речевом сигнале в свете общей теории связи // Новые разработки элементов и схем радиотехнических устройств. – Минск: Высшая школа, 1968. – С. 170-183.
67. Лобанов Б.М. Об устранении элементов несмысловой информации при параллельном анализе речевого сигнала // Новые разработки элементов и схем радиотехнических устройств. – Минск: Высшая школа, 1968. – С. 184-186.
68. Лобанов Б.М. Некоторые вопросы анализа речевых сигналов: Дисс... канд. техн. наук. – М., 1968.
69. Лобанов Б.М. Основные задачи первичного анализа речевых сигналов // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-4). - Киев, 1969. – С. 50-72.

70. Lobanov B. More about Speech Signal and the Main Principles of Its Analysis. IEEE Trans. on Audio and Electroacoustics. September, N 3, 1970, pp. 41-43.

71. Лобанов Б.М. О нормированном спектральном анализе речевых сигналов // Тр. Акустического ин-та АН СССР, вып.ХП. – М., 1970. – С. 13-16.

72. Лобанов Б.М. О методах получения фонетической функции речи // Новые разработки радиотехнических устройств. – Минск: МРТИ, 1974. – С. 26-36.

73. Лобанов Б.М., Панченко Б.В. Автоматический анализ нулевых переходов в задаче измерения формантных частот // Докл. Всесоюз. конф. "Анализ и синтез речи". - Минск, 1972. – С. 31-32.

74. Лобанов Б.М., Рыжиков В.В. Статистический метод формантного анализа // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-9). - Минск, 1976. – С. 37.

75. А.С. СССР N 440690. Анализатор формантных частот речевого сигнала / Б.М. Лобанов, Б.В. Панченко, Г.С. Слуцкер. Заявл.28.8.72.

76. А.С. СССР N 453731. Способ измерения периода формантных колебаний речевого сигнала / Б.М. Лобанов, Б.В. Панченко. Заявл.25.5.72.

77. Бухтилов Л.Д., Левков Е.Я., Лобанов Б.М. Комплекс аппаратурно-программных средств для формантного анализа речи // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-13). Ч. 1. - Новосибирск, 1984. – С. 52-53.

78. А.С. СССР N 1312635. Способ цифрового спектрального анализа речевых сигналов / Б.М. Лобанов, Е.Р. Савулькин. Заявл.21.02.

79 Бухтилов Л.Д., Лобанов Б.М. Алгоритм оценки формантных частот // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-14). - Каунас, 1986. – С. 10-14.

80. Зиновьева Н.В., Лобанов Б.М., Рыжиков В.В. Выбор оптимального представления речевых сигналов для построения экспертных систем распознавания речи // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-14). - Каунас, 1986. – С. 67-68.

81. Lobanov B., Levkovskaya T. Speaker Normalization of Formants Tracks for Spoken Utterances. Proc. of International conference PRIP'95, Minsk-Szczecin, 1995, pp. 157-160.

82. Lobanov B., Levkovskaya T. Comparative investigation of two speech signal analysis methods. // Цифровая обработка изображений. – Минск: Инст. техн. кибернетики АНБ, 1997, pp. 79-84.

83. Левковская Т.В., Лобанов Б.М. Формантный анализ спектральных изображений речи // Цифровая обработка изображений. – Минск: Инст. техн. кибернетики АНБ, 1998. – С. 48-51.

84. Lobanov B., Levkovskaya T., Kheidorov I. Speaker and Channel-Normalized Set of Formant Parameters for Telephone Speech Recognition. Proceedings of the 6<sup>th</sup> European Conference on Speech Communication and Technology - EUROSPEECH '99, Budapest, 1999, pp. 331-334.

85. Лобанов Б.М. К вопросу об автоматическом распознавании шумных звуков // Тез. докл. XXIII Всесоюзн. научной сессии. – М.: НТО Радиотехники и электросвязи им. А.С.Попова, 1967. – С. 45.

86. Дегтярев Н.П., Лобанов Б.М. О возможности использования некоторых свойств совместных распределений сигнала и его производной для распознавания шумных звуков // Новые разработки элементов и схем радиотехнических устройств. – Минск: Высшая школа, 1968. – С.194-201.

87. Лобанов Б.М. О разделении сигналов по признаку "тональный-шумовой" // Новые разработки элементов и схем радиотехнических устройств. – Минск: Высшая школа, 1968. – С.187-193.

88. Лобанов Б.М. Об автоматическом выделении шумных звуков // Электросвязь. - N 11. - М., 1968. – С. 57-59.

89. Лобанов Б.М. Об автоматическом выделении шумных звуков методом фазовой плоскости // Акустический журн. - Вып. 3. – М, 1970. – С. 24-26.

90. Лобанов Б.М., Дегтярев Н.П. Теоретическое и экспериментальное исследование автоматического обнаружения шумных звуков методом фазовой плоскости // Тез. докл. VI науч.-техн. конф. – Минск: Высшая школа, 1968. – С.136-138.

91. Бухтилов Л.Д., Дегтярев Н.П., Лобанов Б.М. Об автоматическом выделении из речевого сигнала признака "тон-не тон" // Тр. Акустического ин-та АН СССР. Вып. XII. – М., 1970. – С. 17-20.

92. Дегтярев Н.П., Лобанов Б.М. Об автоматическом распознавании группы взрывных звуков // Тез. докл. VII Всесоюзн. акустической конф. - Л.: АН СССР, 1971. – С. 23-25.

93. Дегтярев Н.П., Лобанов Б.М. Об автоматическом анализе и синтезе звонких фрикативных звуков речи // Тр. Всесоюзн. акустической конф. – М., 1973. – С. 105-108.

94. А.С. СССР N 581491. Способ обнаружения дискретных составляющих речи / Н.П. Дегтярев, Б.М. Лобанов. Заявл. 19.3.76.

95. Лобанов Б.М., Слуцкер Г.С., Тизик А.П. Автоматическое распознавание звукоочетаний в текущем речевом сигнале // Труды НИИР. Вып. 4. – М., 1969. – С. 67-75.

96. Лобанов Б.М., Слуцкер Г.С., Старостина Э.В., Тизик А.П. Автоматическое распознавание диад в связном речевом сигнале // Тр. Акустического ин-та АН СССР. Вып. XII. – М., 1970. – С. 150-166.

97. Лобанов Б.М., Слуцкер Г.С. О перспективах осуществления речевой связи по телеграфным каналам // Тр. Междунар. симп. "Распознавание образов". – М., 1971. – С.150-166.

98. А.С. СССР N 542211. Устройство для вычисления меры подобия речевых единиц / Н.П. Дегтярев, Б.М. Лобанов Б.М., А.А. Луйк, Г.С. Слуцкер. Заявл. 10.10.75.

99. Lobanov B., Levkovskaya T. An algorithm of speaker- independent word patterns creation for speech recognition. // Цифровая обработка изображений. – Минск: Инст. техн. кибернетики АНБ, 1997. – С. 147-153.

100. Lobanov B., Levkovskaya T. Recognition of words and words-sequences in running speech // Цифровая обработка изображений. – Минск: Инст. техн. кибернетики АНБ, 1997. – С. 154-161.
101. Lobanov B. Classification of Russian Vowels Spoken by Different Speakers. *Jornal of the Acoustical Society of America*, vol. 2, N 2 (2), 1971, pp. 606-608.
102. Lobanov B. On the Classification of Russian Fricatives in C-V syllables for Different Speakers. *Jornal of the Acoustical Society of America*, N 4 (2), 1971, pp. 74-76.
103. Башкина Б.М., Лобанов Б.М. Исследование свойств слуховой адаптации при классификации русских гласных // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-6). - Таллин, 1971. – С. 68-69.
104. Lobanov B. On the Adaptation in Speech Recognition. *Proc. of the Spring Meeting of the British Acoustical Society*, 1973, pp.71-74.
105. Лобанов Б.М., Первой Л.М. Об автоматической классификации фонем в речевом потоке // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-11). - Ереван, 1980. – С. 283-286.
106. Лобанов Б.М., Ефремова И.М. Автоматический поиск по признакам в больших словарях при распознавании речи // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-15). - Таллин, 1989. – С. 111-112.
107. Левковская Т.В., Лобанов Б.М. Перспективная система речевого ввода для интеллектуальных САПР, ориентированная на неограниченный словарь // Теория и методы создания интеллектуальных САПР. – Минск: Инст. техн. кибернетики АНБ, 1992. – С. 82-83.
108. Lobanov B., Levkovskaya T. Speech-to-Text Recognizer Using Microwave Analysis by Synthesis. *Proc. of the International Symposium "Anthropomorphic system of automatic speech recognition & synthesis"* St.Petersburg, Russia, 1993, pp. 12-16.
109. Левковская Т.В., Лобанов Б.М. Модель преобразования "Речь-текст" для интеллектуальных САПР // Теория и методы создания интеллектуальных САПР. - Минск: Инст. техн. кибернетики АНБ, 1994. – С. 18-19.
110. Lobanov B., Levkovskaya T. Automatic Identification of Accent-Rhythmical Structure of Spoken Words. *Proc. of International Congress of Phonetics Scienses*, Vol 4. Stockholm, 1995, pp. 296-299.
111. Левковская Т.В., Лобанов Б.М. "От звука к букве" - проблема автоматического распознавания речи неограниченного словаря // Моделирование и автоматизация информационных процессов. - Минск: Инст. техн. кибернетики АНБ, 1995. – С. 153-161.
112. Левковская Т.В. Исследование и разработка методов фонемного распознавания речи: Дисс. канд. техн. наук. - Минск, 1996.
113. Лобанов Б.М., Устинов Б.П. О распознавании речевых команд по неполному набору дифференциальных признаков // Тез. докл. XXIII Всесоюзн. научн. сессии. – М.: НТО Радиотехники и электросвязи им. А.С.Попова, 1967. – С. 53.

114. Лобанов Б.М., Фатеев М.К. Устройство распознавания речевых команд без подстройки под диктора и темп речи // Тез. докл. П Всесоюзн. конф. по техн. кибернетике. – М., 1972. – С. 85.
115. Дегтярев Н.П., Лобанов Б.М., Рыжиков В.В. Некоторые вопросы построения устройств распознавания речи // Докл. Всесоюзн. конф. по проблемам совершенствования проектирования радиосистем и их элементов. - Минск, 1975. – С. 236-237.
116. Дегтярев Н.П., Лобанов Б.М., Слуцкер Г.С. О двух вариантах построения устройства распознавания речевых команд // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-10). - Тбилиси, 1978. – С. 119-200.
117. Винцюк Т.К., Лобанов Б.М., Шинкаж А.Г. Система распознавания речи и система устного диалога СРД "Речь-1" на основе микро-ЭВМ // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-12). - Киев, 1982. – С. 516-520.
118. Дегтярев Н.П., Шатерник В.В., Афанасьев В.П., Лубенский Г.И. Устройство речевого ввода информации "Сезам" // Проблемы практического использования систем автоматического распознавания и синтеза речи. – Л., 1983. – С. 19-20.
119. Афанасьев В.П., Лобанов Б.М. Архитектура речевого видео терминала // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-13), Ч. 1. - Новосибирск, 1984. – С. 48-51.
120. Афанасьев В.П., Дегтярев Н.П., Лобанов Б.М., Панченко Б.В., Шатерник В.В., Калинин Г.В. Речевой дисплей МАРС-1 // Электронная промышленность. Вып.3. – М., 1984. – С. 20-22.
121. Афанасьев В.П., Дегтярев Н.П., Лобанов Б.М., Панченко Б.В., Шатерник В.В., Калинин Г.В. Многофункциональный автомат распознавания и синтеза речи "МАРС-1" // Вестник связи. - N 6. – М., 1984. – С. 4-8.
122. Дегтярев Н.П., Левков Е.Я. Повышение надежности распознавания слов слитной речи. Proceedings XI th International Congress of Phonetic Sciences. Vol. 3, Tallinn, 1987, pp.290-293.
123. Дегтярев Н.П., Александровский В.И., Александровская М.Н. Исследование алгоритма обнаружения и распознавания слов слитной речи // Автоматическое распознавание и синтез речевых сигналов (АРСО - 15). - Таллинн, 1989. - С.93- 94.
124. Дегтярев Н.П. Алгоритм распознавания слов в непрерывном сигнале // Тез. докл. Всесоюзн. школы-семинара "Бионика интеллекта". – Харьков, 1987. - С 27.
125. Лобанов Б.М. Состояние разработки и производства систем речевого общения // Искусственный интеллект. Кн. 1. - М.: Радио и связь, 1990. – С. 125-139.
126. Дегтярев Н.П. О параметрах и акустических признаках речевого сигнала // Экспериментальная фонетика. Вып. 3. – Минск: МГПИИЯ им. М. Тареза, 1971. - С. 230-253.

127. Дегтярев Н.П. Исследование методов получения оценок некоторых групповых акустических признаков звуков речи // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-8) - Львов, 1974. - С. 15-17.

128. А.С. СССР N 486288. Анализатор динамического признака дрожащих звуков речи / Н.П. Дегтярев. Заявл. 22.03.1974.

129. Дегтярев Н.П. Анализатор акустических признаков места и способа образования звуков речи // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО - 12). - Киев, 1982. - С.92-94.

130. Дегтярев Н.П. Двухформантная аппроксимация спектров речи // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-14), Ч.1. - Каунас, 1986,- С.12-13.

131. Дегтярев Н.П. Акустическое описание артикуляции параметрами обобщенных формант спектра речи // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-15). - Таллинн, 1989. - С.145-149.

132. Degtjarev N.P. Two-Formant Model of the Acoustic Description of Speech Articulation. Processing of the XII-th International Congress of Phonetic science. Aix-en-Provence, France, August 12-24, 1991, vol 2, pp. 410-413.

133. Дегтярев Н.П. Использование формантно-фонемных связей для формирования эталонов слитной речи // Анн. докл. Всесоюз. школы-семинара "Бионика интеллекта". - Харьков, 1987. - С.13.

134. Дегтярев Н.П. Анализ факторов, определяющих надежность распознавания слов слитной речи // Автоматическое распознавание и синтез речевых сигналов. - Киев, 1989. - С.77- 81.

135. Лобанов Б.М. Прибор осязаемой речи "Тактилофон -1" // Материалы научно-технической конференции. - Минск: НТО им. А.С.Попова, 1966. - С. 23-25.

136. А.С. СССР N 651404. Устройство для определения назальности речи / Б.М.Лобанов, В.Ф. Остатин, Н.П.Дегтярев, Б.В. Панченко. Заявл.16.9.77.

137. Останин В.Ф., Бухтилов Л.Д., Дегтярев Н.П., Лобанов Б.М., Леладзе Л.В., Панченко Б.В., Первой Л.М. Аппаратурный комплекс акустического обследования и лечения больных с недостаточностью небно-глоточного затвора // Докл. и сообщ. Всесоюз. симп. "Модели речевого процесса в норме и патологии" (Гродно, 13-15 июня 1979 г.). - Л.: АН СССР, 1980. - С. 61- 64.

138. А.С. СССР N 906512. Устройство для регистрации частотных характеристик / Б.М.Лобанов, В.Ф. Остатин, Н.П.Дегтярев, Б.В. Панченко, В.В. Рыжиков. Заявл. 21.10.81.

139. Войнило В.В., Лобанов Б.М., Медведев Э.М., Панченко Б.В. Система оперативного управления отраслью с использованием средств речевого ввода - вывода информации // Проблемы практического использования систем автоматического распознавания и синтеза речи. - Л., 1983. - С. 23-24.

140. Лобанов Б.М. Аппаратно - программные продукты речевой технологии // Автоматическое распознавание слуховых образов (АРСО-17). - Ижевск, 1992. - С. 38-41.

141. Golenkov V., Lobanov B. Knowledge Processing Tools With Speech and Natural Language Interface. Proc. of the East-West Conference on Artificial Intelligence. Moscow, 1993, pp. 131-134.

142. Лобанов Б.М. Речевой интерфейс интеллектуальных систем // Тр. Междунар. школы по искусственному интеллекту. – Минск: БГУИР, 1997. – С. 101-109.

143. Lobanov B., Levkovskaya T. Continuous Speech Recognizer for Aircraft Application. Proc of SPECOM'97. Napoca, Romania, 1997, pp. 817-820.

144. Brickle S., Kubashin A., Levkovskaya T., Lobanov B. An Intelligent Telephone Answering System Using Speech recognition. Proc. of EU-ROSPEECH'97, vol. 4. Patras, Greece, 1997, pp. 1803-1806.

145. Levkovskaya T., Lobanov B., Kheidorov I. Self-training Telephone Spoken Names Recognition System, Proceedings of the International Workshop on Computational Linguistics and Its Application – DIALOGUE '99, Volume 2, Tarusa, 1999, pp. 183-184.

*Институт технической  
кибернетики НАН Беларуси*