

# Помехоустойчивость слоговых таблиц при восприятии речи в шуме

**Станислав Антонович Крейчи,**

*научный сотрудник филологического факультета МГУ  
им. М.В. Ломоносова*

**Ольга Фёдоровна Кривнова,**

*доктор филологических наук, ведущий научный сотрудник филологического  
факультета МГУ им. М.В. Ломоносова*

**Екатерина Александровна Тихонова,**

*бакалавр филологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова*

## Аннотация

В работе описана методика составления тестовых таблиц с разной степенью помехоустойчивости для исследования восприятия речи в шуме. Основная цель данного исследования заключалась в том, чтобы построить и протестировать слоговые артикуляционные таблицы, в которых учитывалась бы разная степень помехоустойчивости элементов к шуму, а также выявить наиболее устойчивые к шуму акустико-фонологические признаки. В результате аудитивного тестирования было установлено, что слоговая разборчивость составленных таблиц примерно одинакова в отсутствии шумовой помехи и значительно отличается при белом и розовом шуме.

**Ключевые слова:** тестовые таблицы, аудитивное тестирование, помехоустойчивость, белый, розовый шум, слоговая разборчивость, акустико-фонологические признаки.

## ВВЕДЕНИЕ

Исследования слухового восприятия речевых сообщений в шуме не перестают быть актуальными при решении многих задач в области разработки новых средств связи, а также с общефонетической точки зрения, так как помогают расширить наши представления о восприятии речи и детализировать существующие модели слуховой обработки речевого сигнала человеком [1].

Общие положения этих моделей сводятся к тому, что минимальные звуковые единицы языка (фонемы) хранятся в памяти носителя языка в виде целевых артикуляций, которые необходимы для их произнесения при порождении речи. Механизм восприятия речи обрабатывает только те звуки/фрагменты речевого сигнала, которые могут быть соотнесены с целевыми артикуляциями и их различительными признаками. Предполагается, что неречевые сигналы обрабатываются отдельно, другими механизмами. Независимость работы этих механизмов позволяет отделять речь от помех в зашумленных условиях восприятия.



Осмысление речевого сигнала строится на идентификации входящих в него слов и установлении синтаксических и семантических связей между ними [2]. Распознаванию слова в сообщении предшествует распознавание его фонемного состава, полного или частичного. Однако распознавание отдельных фонем не осознаётся слушающим, в связи с чем возникает вопрос о том, на каком этапе восприятия, каким образом и в какой мере оно влияет на восприятие и распознавание слова. Одна из популярных гипотез состоит в том, что в памяти носителя языка каждой фонеме, наряду с целевой артикуляцией, соответствует свой слуховой образ, представляющий собой определенную конфигурацию полезных акустических признаков-параметров, на формирование которой в речевом сигнале и направлена целевая артикуляция фонемы. В рамках данного подхода слуховой образ фонемы (или, иначе, ее акустическая модель) рассматривается либо как результат усреднения по всем акустическим признакам всех когда-либо слышанных вариантов данной фонемы, либо как её вариант, наиболее часто встречающийся в речи. При этом предполагается, что при восприятии речи фонема опознается не как целостная единица, а через распознавание её фонологически значимых признаков. Если для определения точного значения признака недостаточно акустической информации, то определяется не отдельная фонема, а класс фонем, различающихся по этому неопознанному признаку. Данный принцип является основополагающим для большинства моделей восприятия речи. Они имеют между собой некоторые различия, касающиеся, например, набора полезных акустических признаков, имеющих фонологическую нагрузку, тем не менее их можно объединить под общим названием «модели, использующие дифференциальные признаки» или сокращенно «признаковые модели».

В признаковых моделях активно используется также понятие акустических ключей. Акустические ключи, или дескрипторы — это «сведения о наличии/отсутствии в речевом сигнале релевантных для каждого фонологического признака акустических событий, об отношениях следования между ними, а также сведения об их временных, частотных и энергетических модификациях» [3]. Различные акустические ключи в разной степени подвергаются искажению под воздействием помех [4], что и определяет помехоустойчивость соответствующих фонологических признаков и ассоциированных с ними речевых единиц. Кроме акустических факторов на восприятие речи могут также влиять и другие факторы (статистические, общелингвистические, контекстные, стилистические и пр.).

### **ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ СЛОГОВЫХ ТАБЛИЦ ПРИ ВОСПРИЯТИИ РЕЧИ В ШУМЕ**

В настоящей работе экспериментально исследовалось восприятие речи в условиях внешнего шума. Целью исследования было выявление наиболее устойчивых к шуму акустико-фонологических признаков, а также анализ влияния шумовой помехи на стратегию восприятия речевого сигнала [5].

Основная задача исследования состояла в том, чтобы сравнить влияние акустических и частотных факторов на качество распознавания речевого сигнала в нормальных условиях и в шуме в условиях минимального использования неакустических признаков при идентификации речевых единиц. Для этого в качестве материала для исследования были выбраны бессмысленные единицы речи (отдельные слоги). В составленные нами артикуляционные таблицы были включены слоги структуры согласный-гласный (СГ). Фонемы в слоге структуры СГ характеризуются наибольшей произносительной слитностью по сравнению с другими звукосочетаниями. Это означает, что в сочетаниях СГ сильнее всего проявляется контекстное влияние целевых артикуляций фонем друг на друга, что приводит к изменению звучания как гласного, так и согласного по сравнению с их возможным изолированным произнесением и другими контекстами. С учётом этого целесообразно в качестве акустической характеристики слога СГ рассматривать не только собственные признаки входящих в него фонем, согласного и гласного, а признак слога как такового, который заключается в степени фонетического сходства/различия входящих в него фонем, т.е. в степени слогового контраста [6].

Согласно Л.В. Бондарко [6], в интегральном признаке «слоговой контраст» можно выделить следующие составляющие:

1. **Контраст по частоте основного тона (ЧОТ):** реализуется в наибольшей степени в сочетаниях глухих согласных с гласным (т.к. на участке согласного тон отсутствует, а на участке гласного присутствует), а в сочетаниях со звонкими согласными заключается в изменении ЧОТ при переходе от согласного к гласному.
2. **Контраст по длительности:** реализуется максимально в слогах с твёрдыми глухими смычными (взрывными) согласными, длительность которых намного меньше длительности гласного.
3. **Контраст по формантной структуре:** реализуется во всех слогах, кроме слогов с начальными сонорными согласными, имеющими, как и гласные, чётко выраженную формантную структуру.
4. **Контраст по интенсивности:** в ударных слогах гласный характеризуется большей интенсивностью, чем согласный, хотя в слогах с сонорными согласными этот контраст ослабляется.
5. **Контраст по частоте F2:** количественно характеризуется величиной перепада частоты второй форманты (F2) на начальном переходном участке гласного (таблица 1).

При восприятии речи в шуме наблюдается так называемый «эффект маскировки» — изменение слуховой чувствительности к маскируемому сигналу под воздействием маскирующего [7]. В нашем эксперименте мы использовали следующие виды шума:

- белый шум — стационарный шум, спектральные составляющие которого равномерно распределены по всему диапазону частот;
- розовый шум — стационарный шум, равномерно убывающий по логарифмической шкале частот.



Таблица 1

Значения контраста по F2 в слогах СГ (С — любой согласный)

Величина перепада между значением F2 в начале и в конце переходного участка, Гц с учетом знака	Слог
- 400	па, ба, ма, фа, ва, ла
0 ... - 100	ка, га, ха
100	та, да, на, са, за, ца, ра, ша
500	все слоги С'а
-100	по, бо, мо, фо, во, ло
400	то, до, но, со, зо, до, ро, то
1000	п'о, б'о, м'о, ф'о, в'о
1100	т'о, д'о, н'о, с'о, з'о, л'о, р'о, к'о, г'о, х'о
0... - 100	ко, го, хо
0	бу, му, фу, ву, ку, гу, ху, лу
500	ту, ду, су, зу, ну, шу, жу
1100	п'у, б'у, м'у, ф'у, в'у
1200	т'у, д'у, с'у, з'у, л'у, р'у, г'у, н'у
-500	Ле
-400	пе, бе, ме, фе, ве
0	те, де, се, зе, не, ше, же, ре
100	С'е
-900	пы, бы, мы, фы, вы, лы, ты, ды, сы, зы, ны, ры
0	С'и

Эффект маскировки слоговых контрастов в этих шумах должен проявляться, по-видимому, следующим образом:

- Маскировка наиболее выражена, когда частоты маскируемого и маскирующего звука близки. Таким образом, можно ожидать, что эффект маскировки белым шумом не будет зависеть от частотных характеристик маскируемого звука, в то время как эффект маскировки розовым шумом будет сильнее для звуков с низкими частотами;
- степень маскировки увеличивается с увеличением интенсивности маскирующего звука. В наших экспериментальных условиях, когда интенсивность шума будет постоянной, а интенсивность участков речевого сигнала разной (в зависимости от собственных акустических свойств произносимой единицы), этот принцип можно переформулировать так: «степень маскировки увеличивается с уменьшением интенсивности маскируемого звука относительно шума»;
- при условии большой интенсивности маскиера, маскировка заметно более выражена по отношению к звукам высокой частоты. Речевой сигнал в принципе имеет относительно небольшой диапазон частот,

однако можно предположить, что те акустические ключи, которые расположены в более низкой частотной области, будут подвергаться маскировке в меньшей степени, чем те, которые располагаются в более высокой частотной области.

При составлении тестовых слоговых таблиц мы руководствовались следующими соображениями:

- Речевые единицы, характеризующиеся большей интенсивностью, можно считать более помехоустойчивыми.
- Такие акустические ключи, как наличие/отсутствие основного тона и наличие/отсутствие формантной структуры, можно считать более помехоустойчивыми, так как они находятся в области более низких частот, и, следовательно, в меньшей степени подвергаются маскировке.
- F-картину гласного можно считать помехоустойчивым («надёжным») акустическим ключом для распознавания слога.
- Конфигурационные характеристики формант (формантные треки) также можно считать надёжным акустическим ключом для распознавания слога.
- Шумные согласные, у которых наибольшая и достаточно выраженная интенсивность шума приходится на область низких частот, можно считать более помехоустойчивыми, чем согласные, у которых при прочих равных условиях наибольшая интенсивность шума приходится на область высоких частот.

С учетом изложенных соображений для проведения перцептивного эксперимента были составлены три тестовые таблицы, одна из которых содержала наиболее помехоустойчивые слоги (т. 1), вторая — средние по помехоустойчивости (т. 2) и третья — наименее помехоустойчивые (т. 3). При распределении слогов по таблицам мы руководствовались следующими критериями:

### **1) Шумность-сонорность согласного**

Сонорные согласные обладают ярко выраженной формантной структурой и в целом являются более надёжными акустическими ключами для восприятия слога, чем шумные согласные. К сонорным по данному признаку примыкают согласные [в] и [й], которые также обладают выраженной формантной структурой.

### **2) Интенсивность шумового компонента шумного согласного**

Глухие и звонкие шумные согласные отличаются друг от друга наличием основного тона, который маскируется шумом в меньшей степени. Однако для того, чтобы различать глухие согласные между собой, так же как и звонкие, необходимо располагать и акустической информацией о шумовом компоненте согласного. Степень маскировки шумового компонента согласного зависит как от области его частотной локализации в спектре, так и от его интенсивности и длительности. Слоги с более интенсивными шумными согласными можно считать наиболее помехоустойчивыми по этому признаку. К ним относятся прежде всего слоги, содержащие сибиллянты: [с], [с'], [з], [з'], [ш], [ш'], [ц], [ч']. Наименьшей интенсивностью шумных участков и, следовательно, наименьшей помехоустойчивостью должны обладать в русском языке согласные [х], [х'], [ф], [ф'], [т], [п], [п'], [к], [к'].



### **3) Интенсивность гласного**

Участки гласных содержат большое количество акустических ключей, важных для распознавания слогов. По критерию интенсивности к наиболее помехоустойчивым будут скорее всего относиться слоги с гласным [a], который является наиболее интенсивным из гласных. К наименее помехоустойчивым будут относиться слоги с гласными компонентами [и] и [y], наименьшими по интенсивности.

### **4) Слоговой контраст по F2**

F-картина гласного является надёжным акустическим ключом для распознавания речи в шуме. Слоги, в которых перепад F2 максимально информативен, должны быть наиболее помехоустойчивыми по данному признаку. Однако надо учитывать не только степень выраженности данного контраста, то есть величину перепада между значением F2 на начальном и стационарном участке, но и информативность F-картины. Под информативностью мы понимаем количество контекстов, для которых характерен тот или иной переходный участок: чем меньше это количество, тем более информативной считается F-картина.

Например, F-картина гласного одинакова для всех слогов типа С'и, а также для всех слогов типа С'е и всех слогов типа С'а (см. табл. 1). В подобных случаях мы будем считать её малоинформативной.

Таким образом, слоги, в которых перепад F2 максимально информативен, мы будем считать наиболее помехоустойчивыми по данному признаку.

### **5) Частота встречаемости слога в речи**

В условиях недостаточности акустической информации для однозначной идентификации сообщения, при отсутствии контекстной информации, слушающий принимает решение в пользу наиболее частотного варианта из возможных. В связи с этим более помехоустойчивыми являются более частотные слоги русского языка, а менее помехоустойчивыми — менее частотные.

Ниже приведена сводная таблица помехоустойчивых и помехонеустойчивых слогов по каждому из описанных критериев в отдельности.

### **Методика подготовки артикуляционных (слоговых) таблиц с тремя типами помехоустойчивости**

На основе таблицы 2.1 была проведена дальнейшая работа по подготовке слоговых таблиц трех типов помехоустойчивости, которые служили материалом для перцептивного эксперимента.

Интегральная помехоустойчивость таблицы определяется помехоустойчивостью входящих в неё элементов. Показателем помехоустойчивости

Таблица 2.1

**Помехоустойчивость разных типов слогов**

Критерии	Устойчивые	Неустойчивые
Шумность-сонорность согласного	Слоги с согласными [м], [н], [р], [л], [й], [в]	Слоги с шумными согласными (кроме [в])
Интенсивность шумового компонента шумного согласного	Слоги с согласными [ш], [с], [ч], [ц] и их мягкими аллофонами	Слоги с согласными [п], [б], [ф], [х] и их мягкими аллофонами
Интенсивность гласного	Слоги с гласными [а], [е], [о]	Слоги с гласными [у], [и], [ы]
Слоговой контраст по частоте F2	па, ба, ма, фа, ва, ла ка, га, ха по, бо, мо, фо, во, ло п'о, б'о, м'о, ф'о, в'о ко, го, хо п'у, б'у, м'у, ф'у, в'у ле пе, бе, ме, фе, ве	С'и С'е С'а
Частотность	Наиболее частотные	Наименее частотные

элемента таблицы является относительно высокий уровень его разборчивости в шуме, и наоборот, элементы, имеющие низкий уровень разборчивости в шуме, мы называем помехоустойчивыми.

Элементами таблиц являются слоги русского языка структуры СГ. Всего в данной работе было составлено три тестовые таблицы, одна из которых содержала наиболее помехоустойчивые слоги (1), вторая — средние по помехоустойчивости (2) и третья — наименее помехоустойчивые (3).

При подготовке таблиц все слоги были условно разделены по каждому критерию, указанному в табл. 2.1 на помехоустойчивые (+) и помехоустойчивые (-). Для критериев «интенсивность шумового компонента согласного», «контраст по F2» и «частотность» была также введена оценка «±», так как по этим критериям выделяются единицы, которые трудно однозначно отнести к той или иной группе. По совокупности оценок, определенных по каждому отдельному критерию, для каждого слога была определена та артикуляционная таблица (из трех), к которой он был отнесён в соответствии с суммарной оценкой прогнозируемой помехоустойчивости, см. таблицу 2.2.

При отнесении слога в ту или иную группу мы руководствовались также некоторыми дополнительными соображениями относительно потенциальной значимости отдельного признака для восприятия речи в шуме:

- признак шумности-сонорности согласного имеет наибольший вес, так как его важность для распознавания в шуме была доказана в экспериментальных исследованиях [Phatak et al., 2008; Wang & Bilger, 1973].
- признак слогового контраста по F2 имеет большой вес, так как мы исходим из предположения, что акустические ключи, находящиеся на участках гласных, наиболее устойчивы к шуму.



Таблица 2.2

**Влияние критериев помехоустойчивости на включение слога в артикуляционную таблицу определенной степени помехоустойчивости**

Шумность-сонорность	+	+	+	--	-	-	-	-	-	-	-	-
Интенсивность шумового компонента шумного согласного	-	-	-	+	+	±	±	±	-	-	-	-
Слоговой контраст по F2	+	-	±	±	±	+	±	±	+	-	-	-
Частотность	+	+	-	+	±	+	+	-	+	+	±	-
Интенсивность гласного	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Тип (номер) таблицы	1	2	2	1	2	1	2	3	1	2	3	3

- критерий частотности оказывается решающим в тех случаях, когда по остальным (акустическим) признакам слоги относятся к помехонеустойчивым.

В результате все возможные слоги СГ с полноартикулируемым гласным (180 единиц) были размещены в следующие тестовые артикуляционные таблицы ( в т. 3.1–3.3 слоги записаны в широкой фонетической транскрипции):

Таблица 3.1

**Слоги с высокой степенью помехоустойчивости (предположительно «легкая»)**

ба	Му	на	ч'е	Л'а	па	ш'а	та	ре	й'е
ле	Ва	ло	га	ше	ве	ха	ч'о	лы	ры
ра	л'и	ш'е	ну	ла	ше	са	й'о	це	ч'у
й'у	Мы	ру	ш'о	Ч'и	ву	цы	ро	су	ны
мо	Вы	го	ша	но	ме	лу	хо	ш'и	ма
не	с'и	со	ш'у	шы	й'а	ка	л'о	л'у	ко

Таблица 3.2

**Слоги со средней степенью помехоустойчивости (предположительно «средняя»)**

в'е	Жу	м'а	по	де	н'о	р'и	в'а	се	за
д'и	р'о	ке	бу	Р'у	жа	да	н'а	п'и	гы
фу	с'у	то	пу	цо	г'а	шу	ты	цу	р'а
зы	Шо	в'о	сы	Д'е	с'о	жы	ца	б'е	с'е
до	н'у	т'е	ду	фа	м'о	в'и	д'у	н'и	г'е
же	р'е	гу	жо	Й'и	бы	ку	м'е	м'и	ч'а
с'а	б'и	кы	н'е	ту	з'е	т'и	ге	д'о	зу
з'и	к'и	п'е	м'у						

Таблица 3.3

Слоги с низкой степенью помехоустойчивости (предположительно «трудная»)

де	ф'о	пе	х'е	бо	зе	ху	г'и	б'у	з'а
х'о	ф'а	г'о	фо	з'у	г'у	ф'е	б'о	т'у	хы
к'а	Фе	г'а	фы	Д'а	пы	к'у	те	х'а	ды
ф'и	п'о	ф'у	зо	К'е	бе	хе	п'а	з'о	х'и
к'о	п'у	х'у	б'а	т'о	г'е				

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ СОСТАВЛЕННЫХ СЛОГОВЫХ ТАБЛИЦ

Помехоустойчивость составленных таблиц исследовалась посредством аудитивного тестирования на разборчивость в нормальных условиях и в шуме. Слоговые элементы каждой таблицы были начитаны диктором (женский голос) — носителем орфоэпической нормы русского языка. Каждый слог в таблице повторялся два раза. Пауза между повторами составляла 2 секунды, а пауза между вторым повтором и следующим слогом — 3 секунды. На оцифрованные записи в звуковом редакторе Adobe Audition CS6 накладывался белый или розовый шум в соотношении +0 Дб. Каждая таблица предъявлялась слушателям в трёх вариантах записи: без наложения шума, с наложением белого шума и с наложением розового шума.

Экспериментальные комплекты аудиозаписей были составлены таким образом, чтобы внутри одного комплекта присутствовали все три таблицы и все три режима. Таким образом, получилось 6 экспериментальных комплектов: (1-nc, 2-wп, 3-рп), (1-nc, 2-рп, 3-wп), (1-рп, 2-nc, 3-wп), (1-рп, 2-wп, 3-nc), (1-wп, 2-рп, 3-nc), (1-wп, 2-nc, 3-рп), где **1, 2, 3** — соответственно лёгкая, средняя и трудная таблицы, а *nc, wп, рп* — соответственно нормальные условия, белый шум и розовый шум.

Испытуемыми были 15 студентов от 19 до 23 лет с нормальным слухом: 9 женского пола и 6 мужского пола. Родной язык для всех испытуемых — русский, все они являлись носителями стандартного московского произношения.

Каждому испытуемому предлагался для прослушивания один из экспериментальных комплектов. Задача испытуемого состояла в том, чтобы записать в протокол в русской орфографии слоги, которые он слышит на аудиозаписи. В случае затруднения ставился знак «0». Перед прослушиванием экспериментального материала предлагался тренировочный материал из 5 слогов — элементов «средней» таблицы в нормальных условиях. Тренировочный материал можно было прослушивать неограниченное количество раз. Громкость устанавливалась таким образом, чтобы испытуемый чувствовал себя комфортно. Каждая тестовая запись предъявлялась один раз в присутствии экспериментатора.

Всего в результате эксперимента было получено 2700 реакций. Разборчивость каждого слога рассчитывалась как процент правильного его распознавания от общего количества предъявлений слога в данном режиме. Ниже приводится средний интегральный показатель разборчивости по разработанным нами слоговым таблицам.



## Результаты перцептивного тестирования слоговых таблиц

Таблица 4

### Средний интегральный показатель разборчивости по таблицам

	Таблица 1	Таблица 2	Таблица 3
Без шума	0,98	0,97	0,95
Розовый шум	0,90	0,72	0,47
Белый шум	0,89	0,70	0,48

В результате аудитивного тестирования было установлено, что слоговая разборчивость составленных таблиц примерно одинакова в отсутствии шумовой помехи и значительно отличается при белом и розовом шуме. Это говорит о том, что учитываемые в таблицах признаки слога, такие как шумность-сонорность согласного, интенсивность шумового компонента шумного согласного, слоговой контраст по частоте второй форманты, интенсивность гласного и частотность слога, являются значимыми для оценки помехоустойчивости слога. Обнаружено также, что слоги, содержащие сочетания мягких заднеязычных согласных с гласными среднего и заднего ряда, обладают в условиях шумовой помехи разборчивостью, близкой к нулю, а слоги с сонорными согласными в целом оказались наиболее помехоустойчивыми. Среди сонорных следует выделить носовые согласные, которые испытуемые часто путали между собой. Это происходило в тех слогах, где данные согласные были мягкими. Объясняется это тем, что некоторая часть информации о формантной картине на переходном участке гласного всё же теряется в условиях шумовой помехи, и при наличии и-образного перехода на гласном не так заметно на слух понижение формант, вызванное соседством губного согласного, которое и является основным отличием в акустической картине слогов с носовыми [м'] и [н'].

В ходе эксперимента также выяснилось, что в шуме слоги с фрикативными согласными часто опознаются как слоги со смычными или аффрикатами того же места образования. Так, в ответах испытуемых [с] исходного слога часто заменяется на [ц], [ш'] на [ч'], [з'] на [д'] и т.п. Вероятно, относительно долгий шумный участок фрикативного согласного неравномерен по своей интенсивности. Из-за эффекта маскировки менее интенсивные участки фрикативного согласного не прослушиваются, а краткий пик интенсивности воспринимается как короткий по длительности шумовой участок, характерный для взрывных или аффрикат. Таким образом, к критериям помехоустойчивости можно добавить критерий способа образования, где «фрикативный» был бы помехонеустойчивым значением. Исключения составляют шипящие согласные [ж] и [ш], для которых в русском языке нет смычных того же места образования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основная цель данного исследования заключалась в том, чтобы построить и протестировать слоговые артикуляционные таблицы, в которых учитывалась бы разная степень помехоустойчивости элементов к шуму.

Несмотря на то что выработанная нами система критериев оказалась достаточной для составления слоговых таблиц с разной степенью устойчивости к шуму, полноту решения этой задачи можно увеличить. С учётом использованных нами критериев, а также в дополнение к ним сведений, которые были получены по результатам контрольного тестирования, можно разработать более детальную систему критериев оценки помехоустойчивости. С её использованием удастся, возможно, создать таблицы, которые будут ещё более существенно отличаться по помехоустойчивости друг от друга, и достичь большей однородности элементов внутри каждой таблицы с точки зрения их помехоустойчивости.

Кроме того, можно отметить еще несколько направлений, в которых можно было бы продолжать данное исследование.

Во-первых, слоговой материал таблиц можно расширить слогами другой структуры и слогами, в которых используются не только ударные аллофоны гласных фонем. Материалом для исследований подобного рода могут служить не только слоги. Интересно также восприятие речи в шуме на материале более крупных единиц речи.

Во-вторых, в нашем исследовании была сделана попытка выявить зависимость эффекта, который оказывает шум на восприятие речи, от спектральных характеристик шума — белого и розового. Значимых отличий для распознавания речи с наложением этих видов шума выявлено не было, но, возможно, если экспериментировать с разным соотношением сигнал/шум и различными спектральными характеристиками шума, могут быть получены иные значимые результаты.

Наконец, восприятие в шуме можно сравнивать с другими видами помех и выяснять, какие свойства речевых единиц обеспечивают их общую перцептивную устойчивость, а какие обеспечивают устойчивость только к какому-то конкретному виду помех.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Венцов А.В., Касевич В.Б. Современные модели восприятия речи: критический обзор. Проблемы восприятия речи. СПб, 1994.
2. Кодзасов С.В., Кривнова О.Ф. Общая фонетика. М., 2001.
3. Зиновьева Н.В. Система акустических ключей к распознаванию фонетических единиц русского языка // Экспериментальная фонетика. М. 1989. С.11–35.
4. Елкина В.М., Юдина Л.С. Статистика слогов русской речи // Вычислительные системы. Новосибирск, 1964. Вып. 10. С. 58–78.
5. Ягунова Е. В. Восприятие согласных фонем и их дифференциальных признаков. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата филологических наук. СПб, 1994.
6. Штерн А.С. Перцептивный аспект речевой деятельности. СПб, 1992.
7. Бондарко Л.В. Звуковой строй современного русского языка. М, 1977.
8. Алдошина И. Основы психоакустики. Москва, 2000.
9. Phatak S., Lovitt A., Allen J. Consonant confusions in white noise // J. Acoust. Soc. Am. 124, 1220 [2008].
10. Wang M.D.; Bilger R.C. Consonant confusions in noise: a study of perceptual features. // J. acoust. Soc. Am. 54: 1248–1266 (1973).



## **IMMUNITY OF SYLLABIC TABLES IN PERCEPTION OF SPEECH IN NOISE**

***Stanislav A. Krejci,***

*researcher of the faculty of Philology of Moscow state University  
they. M. V. Lomonosova*

***Olga F. Krivnova,***

*doctor of Philology, leading researcher  
philological faculty of Moscow state University. M. V. Lomonosov*

***Ekaterina A. Tikhonov,***

*bachelor of philological faculty of Moscow state University. M. V.  
Lomonosov*

### **Abstract**

This paper describes the methodology of constructing the test tables for study of speech perception in noise. The problem of this study was to build and test syllable articulation tables, which would take into account different degrees of elements' immunity to noise, and to identify those phonological features that are the most resistant to noise. It was found that syllable intelligibility of composed tables is about the same in the absence of noise and significantly different in white and pink noise.

**Keywords:** test tables pattern , speech perception, noise immunity, white noise, pink noise, syllable intelligibility, acoustic and phonological characteristics.