

Пунктуационная структура художественных произведений и её роль в синтезе выразительной речи по тексту

The punctuation structure of fiction and its role in the synthesis of expressive speech from text

Лобанов Б. М. (lobanov@newman.bas-net.by),

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси,
Минск, Беларусь

В работе приводятся статистические сведения о частоте употребления различных знаков препинания, а также сведения о частоте употребления простых и сложных предложений в художественных произведениях различного жанра. Полученные статистические данные позволили выявить наиболее частотные знаки препинания и особенности их употребления, определить частотный и количественный состав простых и сложных предложений, сформулировать особенности использования информации о знаках препинания для просодического оформления синтезированной речи по тексту.

Введение

К настоящему времени системы синтеза речи достигли определённого совершенства и уже используются в ряде практических приложений, в том числе, при создании аудиокниг. Однако комфортность восприятия синтезированной речи в реальных условиях, в особенности в этом конкретном её применении, остаётся ещё далекой от удовлетворительной. Мировая тенденция развития речевых технологий указывает на актуальность создания систем синтеза выразительной речи (**expressive text-to-speech**). Число исследований в области создания систем синтеза выразительной речи постоянно увеличивается. Исследования в области создания систем синтеза выразительной речи проводятся для ряда европейских языков: английского [1], немецкого [2], а также для синтеза речи на японском языке [3]. Некоторые аспекты создания системы синтеза выразительной речи на русском языке рассмотрены в монографии [4].

Понятие «выразительность речи» в лингвистике и педагогике сформировалось как междисциплинарное понятие одной из функций устной речи человека [5]. Одним из главных компонентов звуковой реализации выразительности устной речи является просодика: мелодика, ритмика и динамика речи. Эти элементы взаимодействуют, поддерживают друг друга и все вместе обуславливают её выразительность. Пунктуационная структура текста отображается знаками препинания, которые выполняют функции выделения смысловых отрезков текста (предложений, словосочетаний, слов, частей

слова), указания на грамматические и логические отношения между словами, указания на коммуникативный тип предложения, его эмоциональную окраску, законченность, а также некоторые иные функции. Знаки препинания, синтаксически оформляют текст, а при синтезе речи по тексту помогают осуществить её просодическое оформление (интонация, смысловые паузы, логические ударения).

На рисунке 1 представлена общая структура синтезатора выразительной речи. Синтез устной речи по тексту осуществляется на основе лексико-грамматического анализа входного текста с учётом правил произношения звуков и интонирования, свойственных данному языку. На рисунке отображены дополнительные блоки, содержащие наборы правил для лингвистического и просодического процессоров, которые необходимы при реализации синтеза выразительной речи.

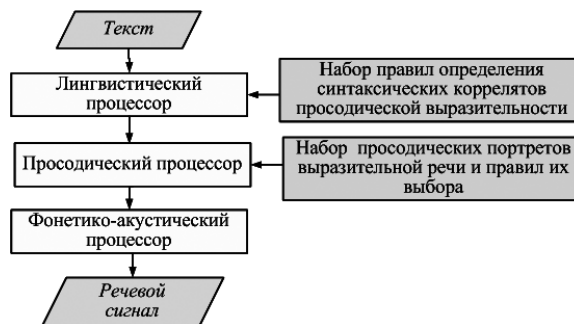


Рис. 1. Общая структура синтезатора выразительной речи

В данной работе мы коснёмся лишь одного из многих аспектов проблемы синтеза выразительной речи, а именно: выяснению, как воспользоваться информацией, заложенной в знаках препинания книжных текстов, для их выразительного «чтения» синтезатором речи? С этой целью мы проанализируем пунктуационную структуру 2-х произведений художественной прозы: Л. Толстой «Анна Каренина» и А. Толстой «Пётр Первый», а также полное собрание стихотворных произведений Пушкина и пьесу Гоголя «Ревизор». На примере этих произведений мы рассмотрим далее статистические характеристики и роль различных знаков препинания в выражении тех или иных интонационных свойств синтезируемой речи.

1. Статистика употребления знаков препинания в исследуемых текстах

В соответствии с особенностью исследуемой проблемы знаками препинания назовём явно выраженные в тексте специальные знаки (одиночные либо комбинированные), которые разделяют текст произведения на последовательность отрезков различной размерности: абзац, предложение, часть предложения, слово. К знакам препинания в порядке уменьшения размерности выделяемых ими отрезков текста отнесём следующие знаки:

- Знаки конца абзаца, отображаемые в тексте переводом строки + начальный отступ, либо двойным переводом строки. Первый тип абзаца (простой абзац) обозначим знаком [|],

второй тип абзаца (суперабзац) обозначим знаком [| |]. Простой абзац отделяет группу предложений внутри отдельной части (параграф, глава, часть), а суперабзац отделяет эти части произведения.

- Знаки конца предложения, отображаемые в тексте знаками: [.] — для предложений повествовательных, [!] — для восклицательных и [?] — для вопросительных предложений. Кроме этих основных знаков для выделения вводных предложений используются знаки [(], [—] — в начале и знаки [)], [—] — в конце вводного предложения. Знаками конца предложения могут быть также следующие комбинации из этих знаков: [. —], [...], [... —], [? !], [? —], [? ...], [! —] [! ! !], [! ...]. Кроме того, в качестве особых предложений следует определить заголовки и подзаголовки, не помечаемые зачастую ни одним из перечисленных выше знаков, выделение которых осуществляется по определённым правилам.
- Знаки препинания внутри сложных предложений, отображаемые знаками [;], [:], [:], [—], [—], выражают ту или иную степень «завершённости — незавершённости» выделяемой части предложения. Кроме того, к числу своеобразных выделителей частей сложного предложения следует отнести открывающие и закрывающие кавычки: [«], [»] — знаки цитации или иронии.

В таблице 1. приведены обобщённые статистические характеристики пунктуационной структуры исследуемых текстах, полученные с использованием стандартных средств Microsoft Office.

Таблица 1. Статистические характеристики исследуемых текстов

	Кол. слов в тексте	Кол. всех предл. в тексте	Средн кол. предл. в абзаце	Средн. кол. слов в предл.	Средн. кол. знаков пункт. в предл.	Кол. повеств. предл. в тексте (%)	Кол. воскл. предл. в тексте (%)	Кол. вопр. предл. в тексте (%)
1 Л. Толстой «Анна Каренина»	280 336	23 223	3,1	12,1	2,3	83,3	6,7	10
2 А. Толстой «Пётр Первый»	229 192	28 574	5,6	8,0	1,6	91,1	4,0	4,9
3 А. Пушкин Стихи, поэмы.	208 320	26 333	3,7	7,9	1,2	78,5	12,1	9,4
4 Н. Гоголь Пьеса «Ревизор»	20 611	4 365	3,9	4,7	1,0	74,6	15,5	9,9

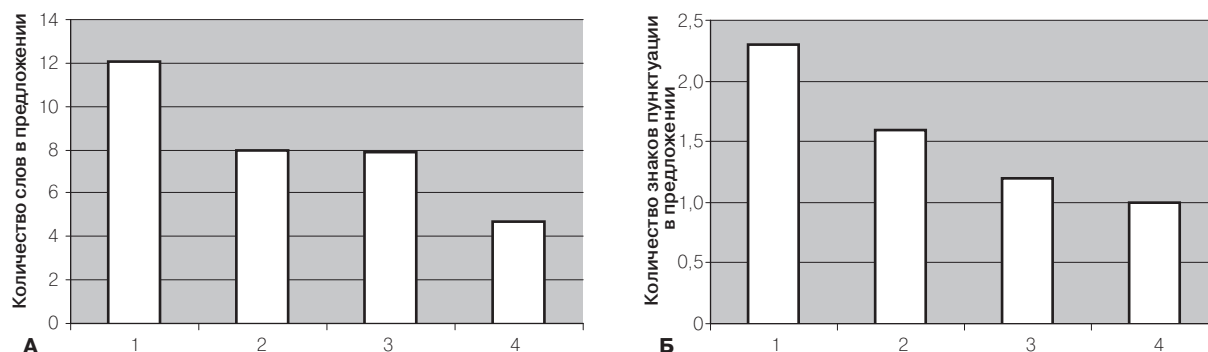


Рис. 2. Среднее количество слов (А) и знаков препинания (Б) в предложениях для текстов (1–4)

Как видно из данных таблицы 1 статистические характеристики встречаемости знаков препинания заметно различаются, как у текстов различного жанра (проза, стихи, пьеса), так и у текстов одного жанра (проза), но разных авторов. Наиболее значительные различия наблюдаются в значениях среднего количества слов (рис. 2А) и знаков препинания в предложениях (рис. 2Б) и в относительном количестве употреблений восклицательных и вопросительных предложений (см. рис. 3).

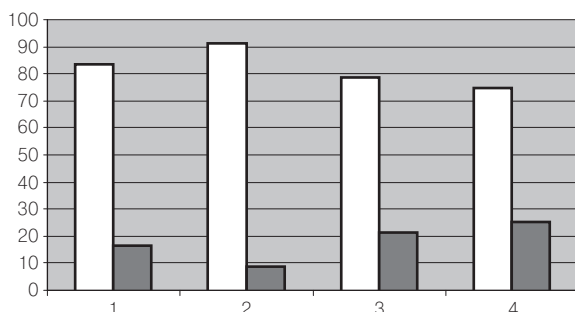


Рис. 3. Относительное количество (в %) повествовательных (ряд 1), восклицательных и вопросительных (ряд 2) предложений в текстах 1–4

Из рис. 3 видно также, что, хотя число повествовательных предложений существенно выше числа восклицательных и вопросительных, их количество всё же достаточно значительное и колеблется от 9 до 25%. Этот факт подчёркивает важность разработки правил синтеза восклицательной и вопросительной интонации (обычно недооцениваемая), в особенности, при создании систем синтеза речи по текстам стихотворного и драматического жанров.

2. Статистика употребления простых и сложных предложений

Статистические данные об употреблении в исследуемых текстах простых и сложных предложений получены с использованием разработанной в Лаборатории специальной программы, которая отбирает предложения, включающие хотя бы один знак препинания (условно сложные предложения) и пред-

ложения, в которых знаки препинания отсутствуют (простые предложения). В таблице 2 и на рисунке 4 приведены процентные соотношения сложных и простых повествовательных, восклицательных и вопросительных предложений в 4-х анализируемых текстах.



Рис. 4. Процентное содержание сложных (ряд 1) и простых (ряд 2) предложений в текстах 1–4

Как видно из рис. 4, повествовательные предложения в подавляющем большинстве представлены сложными предложениями (за исключением

Таблица 2. Статистические характеристики простых и сложных предложений

	Повеств. предл. [.]		Восклиц. предл. [!]		Вопросит. предл. [?]	
	сложн	простые	сложн	простые	сложн	простые
1. «Анна Каренина» в %	80,6	19,4	53,6	46,4	40,1	59,9
2. «Пётр Первый» в %	84,3	15,7	56,6	43,4	49,4	50,6
3. Стихи Пушкина в %	82,6	17,4	64,6	35,4	52,8	47,2
4. «Ревизор» Гоголя в %	60,1	39,9	64,7	35,3	53,5	46,5

4-го текста «Ревизор»). Превосходство относительного количества сложных восклицательных предложений над простыми сохраняется, хотя и в значительно меньшей степени, а для вопросительных — их количество для 1-го и 2-го текстов даже меньше, чем число простых предложений.

Как известно, знаки препинания в большинстве случаев являются естественными маркерами просодического членения, используемыми при синтезе речи по тексту. Однако в простых предложениях они полностью отсутствуют. В то же время в естественной речи просодическая пауза, как правило, реализуется через каждые 2–4 слова даже при отсутствии знаков препинания. В связи с этим представляет интерес проанализировать количественную структуру простых предложений, представленных в выбранных текстах. В таблице 3 и на рисунке 5 приведены данные о среднем и максимальном количестве слов в простых повествовательных, восклицательных и вопросительных предложениях.

Как видно из рис. 5, в простых повествовательных предложениях прозаических произведений даже среднее число слов превышает четырёхсловный максимум, необходимый для реализации просодической паузы. Что же касается максимального количества слов в простых предложениях, зафиксированных в исследуемых произведениях, то оно значительно превосходит требуемые 4 слова и колеблется от 11 до 28 слов. Из рисунка 5 видна также существенная разница в распределениях, полученных для прозы (1, 2), стихов (3) и пьесы (4).

В таблице 4 приведены примеры простых и сложных предложений минимальной и максимальной длины из романа Л. Н. Толстого «Анна Каренина», а в таблице 5 из стихов и поэм А. С. Пушкина.

3. Статистика употребления знаков препинания внутри и на концах предложений

В таблице 6 и на рисунке 6 приведены данные о среднем количестве «внутренних» знаков препинания [,], [—], [, —], [;], [:], [(], приходящихся на одно сложное предложение, которое характеризуют частоту встречаемости знака. Иными словами, обратные значения чисел, приведенных в в таблице и на рисунках, показывают на какое количество предложений в исследуемых текстах приходится тот или иной «внутренний» знак препинания.

Как видно из приведенных данных, знак [,] наиболее частотный в каждом из текстов, чего нельзя сказать об остальных знаках препинания. Следующим по частоте встречаемости в прозаических произведениях является знак [—], в то время как в стихотворениях Пушкина на второе место выходит знак [;], а в пьесе Гоголя — знак [(].

Таблица 3. Среднее и максимальное количество слов в простых предложениях

		Повеств. предл. [.]		Восклиц. предл. [!]		Вопросит. предл. [?]	
		Средн.	Макс.	Средн.	Макс.	Средн.	Макс.
1.	Анна Каренина	5,5	28	2,7	14	3,7	18
2.	Пётр Первый	5,4	24	2,2	15	3,3	16
3.	Стихи Пушкина	3,2	21	2,8	22	4,3	21
4.	Ревизор “Гоголя”	2,5	16	2,8	12	3,6	11

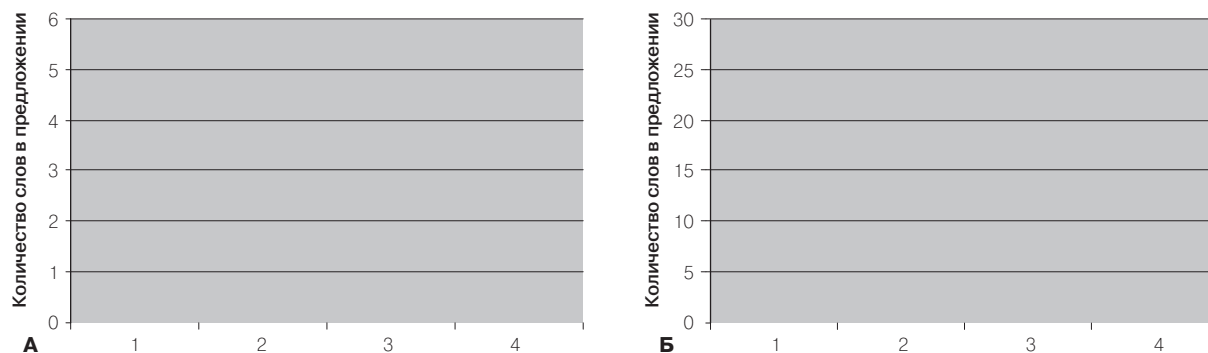


Рис. 5. Среднее (А) и максимальное (Б) количество слов в простых повествовательных (ряд 1), восклицательных (ряд 2) и вопросительных (ряд 3) предложениях

Таблица 4. Роман «Анна Каренина» Л. Н. Толстого

Тип предложения	Примеры
[.] простые	<p>Да. Анна. Никогда. Долли. Постой. Кити. Вронский. ...</p> <p>.....</p> <p>И татарин с развевающимися фалдами над широким тазом побежал и через пять минут влетел с блюдом открытых на перламутровых раковинах устриц и с бутылкой между пальцами. Левин прислушивался к равномерно падающим с лип в саду каплям и смотрел на знакомый ему треугольник звезд и на проходящий в середине его Млечный Путь с его разветвлением.</p>
[.] сложные	<p>Да, доложи. Ну, хорошо. Ничего, батюшка. Напротив, очень.....</p> <p>.....</p> <p>Ему казалось, что при нормальном развитии богатства в государстве все эти явления наступают, только когда на земледелие положен уже значительный труд, когда оно стало в правильные, по крайней мере в определенные условия; что богатство страны должно расти равномерно и в особенности так, чтобы другие отрасли богатства не опережали земледелия; что сообразно с известным состоянием земледелия должны быть соответствующие ему и пути сообщения, и что при нашем неправильном пользовании землей железные дороги, вызванные не экономической, но политической необходимостью, были преждевременны и, вместо содействия земледелию, которого ожидали от них, опередив земледелие и вызвав развитие промышленности и кредита, остановили его, и что потому, так же как одностороннее и преждевременное развитие органа в животном помешало бы его общему развитию, так для общего развития богатства в России кредит, пути сообщения, усиление фабричной деятельности, несомненно необходимые в Европе, где они своевременны, у нас только сделали вред, отстранив главный очередной вопрос устройства земледелия.</p>
[!] простые	<p>Да! Ааа! Да! Нехорошо! Аяяй! Долли! Ужасно! Уехал! Ага! Стива! Эге! Так!</p> <p>.....</p> <p>Какое вы доброе дело сделали вчера нашему жалкому соотечественнику!</p> <p>И как я смел соединять мысль о чем-нибудь не виновном с этим трогательным существом!</p>
[!] сложные	<p>Ах, ужасно! Левин, наконец! Долли, милая! Человек, хересу! Браво, Вронский! ...</p> <p>.....</p> <p>Так же буду сердиться на Ивана кучера, так же буду спорить, буду нехотать высказывать свои мысли, так же будет стена между святой святых моей души и другими, даже женой моей, так же буду обвинять ее за свой страх и раскаиваться в этом, так же буду не понимать разумом, зачем я молюсь, и буду молиться, — но жизнь моя теперь, вся моя жизнь, независимо от всего, что может случиться со мной, каждая минута ее — не только не бессмысленна, как была прежде, но имеет несомненный смысл добра, который я властен вложить в нее!</p>
[?] простые	<p>Как? Я? Что? Тюрбо? А? Отчего? Что? Клуб? Здоров? Где? Да? Кто? Дома?</p> <p>.....</p> <p>И почему же и всякий не может так же заслужить пред богом и быть взят живым на небо? Неужели эта трогательная радость его при ее приближении была причиной охлаждения Анны Павловны?</p>
[?] сложные	<p>Выпей, хочешь? Верно, хорошо? Ну, что? Что, Анна? ...</p> <p>.....</p> <p>Разве не молодость было то чувство, которое он испытывал теперь, когда, выйдя с другой стороны опять на край леса, он увидел на ярком свете косых лучей солнца грациозную фигуру Вареньки, в желтом платье и с корзинкой, шедшей легким шагом мимо ствола старой березы, и когда это впечатление вида Вареньки слилось в одно с поразившим его своею красотою видом облитого косыми лучами желтеющего овсяного поля и за полем далекого старого леса, испещренного желтизною, тающего в синей дали?</p>

Таблица 5. Стихи, поэмы А. С. Пушкина

Тип предложения	Примеры
[.] простые	<i>Самозванец, Курбский. Поляк. Мнишек. Расходятся. Кавалер. Дама.....</i> <i>В теченье медленном река Вблизи плетень из тростника Волною сонной омывала И вокруг него едва журчала При легком шуме ветерка.</i> <i>Но в тишине души своей Она любви еще не знала И независимый досуг В отцовском замке меж подруг Одним забавам посвящала.</i>
[.] сложные	<i>Скучно, грустно. Делами, службой. Привычка, Ленский.</i> <i>Цветы, луга, ручей живой, Счастливы грот, прохладны тени, Прият любви, забав и лени, Где с Анжеликой молодой, С прелестной дочерью Галафрона, Любимой многими — порой Я знал утеху Купидона.</i>
[!] простые	<i>Ах! Ну! Ура! Парнаса! О! Изменница! Увы! Несчастный! Беги! Чу!</i> <i>С каким тяжелым умилением Я наслаждаюсь дуновеньем В лицо мне веющей весны На лоне сельской тишины!</i> <i>Не дай мне бог сойтись на бале Иль при разезде на крыльце С семинаристом в желтой шале Иль с академиком в чепце!</i>
[!] сложные	<i>Знай, Наталья! Но, лира! Ага, Мамон! Стой, путник! Молчи, молчи!</i> <i>А ты, повеса из повес, На шалости рожденный, Удалый хват, головорез, Приятель задушевный, Бутылки, рюмки разобьем За здравие Платова, В козачью шапку пуни нальем — И пить давайте снова!</i>
[?] простые	<i>Что? Краснеешь? Ужель? Куда? Доволен? Он? Кто? Деньги? Как?</i> <i>Когда в сиянии возгорится Свительник тусклый юных дней И мрачный путь мой озарится Улыбкой спутницы моей?</i> <i>Да как же ты не поспешил Тот час во след неблагодарной И хищникам и ей коварной Кинжала в сердце не вонзил?</i>
[?] сложные	<i>Ну, что? Я, государь? Что, какова? Что, маменька? Где вы, товарищи?</i> <i>Давно ли с трепетом народы Несли мне робко дань свободы, Знамена чести преклоня; Дымилась грома вокруг меня, И слава в блеске над главою Неслась, прикрыв меня крылом?</i>

Таблица 6. Среднее количество знаков препинания внутри предложений

	[,]	[—]	[, —]	[;]	[:]	[(]
«Анна Каренина» Л. Н. Толстого	1,69	0,43	0,12	0,05	0,03	0,02
«Пётр Первый» А. Н. Толстого	1,01	0,37	0,1	0,07	0,08	0,04
Стихи, поэмы А. С. Пушкина	0,78	0,06	0,01	0,14	0,1	0,06
Пьеса Н. В. Гоголя «Ревизор»	0,64	0,04	0,05	0,03	0,06	0,14

Рассмотрим далее статистику употребления знаков препинания на концах предложений: [.], [|] , [!] , [...] , [?] , [| | -] , [)] , [. —] , [? —] , [... —] , [! —] , [! ..] .

В таблице 7 и на рисунке 7 приведены данные о процентном соотношении предложений, маркированные различными знаками препинания для каждого из 4-х исследуемых текстов в порядке убывания средних значений по всем текстам. Как видно из приведенных данных наибольшим числом предложений со знаком [.] характеризуется прозаический текст 2 (Пётр I). Наибольшим количеством предложений со знаками абзаца [| |], [!], [?] и [...] характеризуются стихотворный и драматический тексты 3, 4. Наибольшим количеством предложений со знаком [| | —] (индикатором диалоговой речи) характеризуется прозаический текст 1 (Анна Каренина). Другие особенности употребления знаков конца предложения можно увидеть при более детальном рассмотрении диаграмм (А–Г) на рисунке 7.

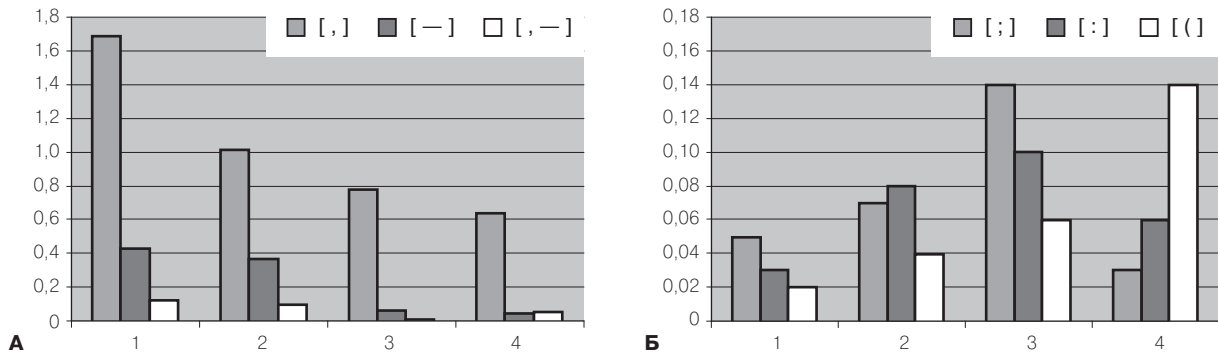


Рис. 6. Среднее количество знаков препинания [,], [—], [, —] — (А) и [;], [:], [()] — (Б) внутри сложных предложений четырёх текстов

Таблица 7. Процентные соотношения предложений с различными знаками препинания

	[.]	[]	[!]	[...]	[?]	[—]	[)]	[.—]	[?—]	[...—]	[!—]	[!..]
1	74	12	5,4	3,4	7,3	20	0,7	4,9	2,7	0,4	1,3	0
2	81	8	5,4	8,7	4,5	10	1,9	1,3	0,4	0,1	0,6	0
3	68	26	11,8	10	9,2	0,6	2,1	0,3	0,2	0,1	0,3	0
4	60	26	15,2	13	9,3	0	7,4	0,1	0,6	2,4	0,3	1,2
Средн.	70,7	18,0	9,5	8,8	7,6	7,5	3,0	1,6	1,0	0,7	0,6	0,3

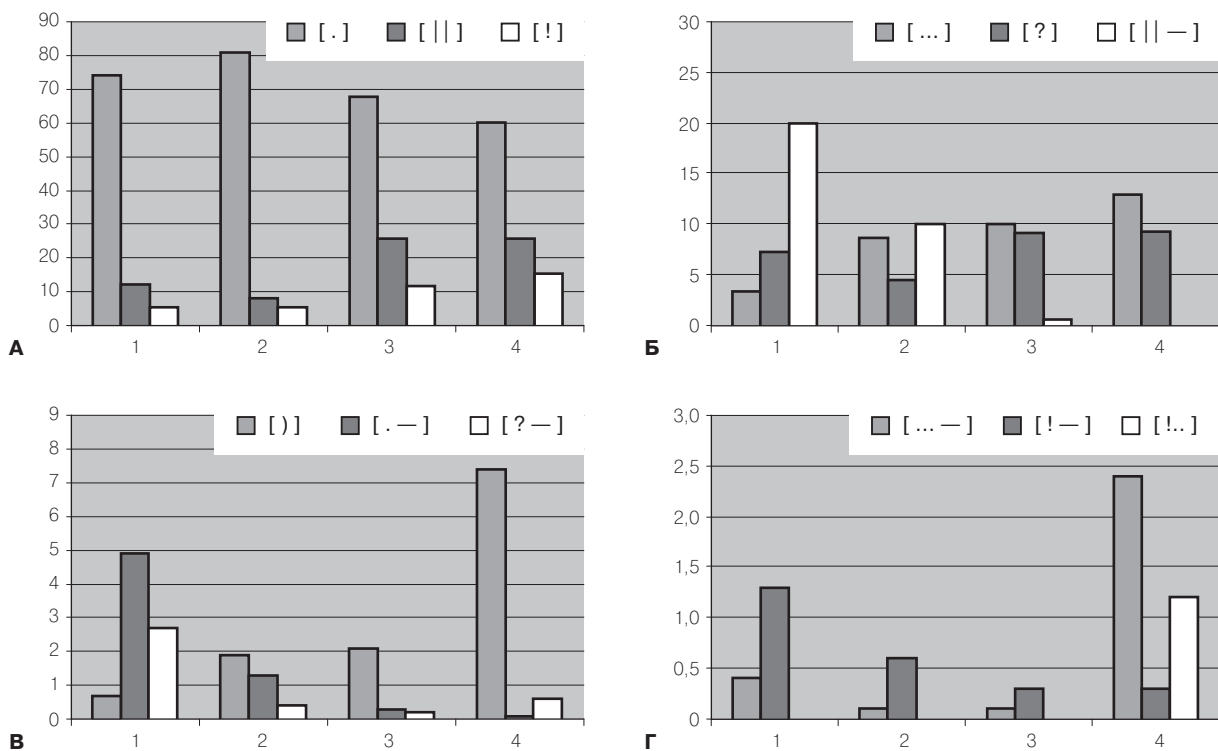


Рис. 7. Процентное соотношение предложений со знаками [.), [| |], [!] — (А), знаками [...], [?], [| | —] — (Б), знаками [)], [. —], [? —] — (В) и знаками [... —], [! —], [! ..] — (Г) для четырёх текстов

4. Использование информации о знаках препинания при синтезе выразительной речи по тексту

Как уже было отмечено, знаки препинания при синтезе речи по тексту потенциально могут способствовать осуществлению просодического оформления синтезированной речи, помогая выбору вариантов интонирования, паузации и логического ударения. Безусловно, этой формальной информации не достаточно в полной мере для синтеза выразительной речи, однако в отсутствии понимания текста при его машинном чтении, информация о пунктуационной структуре текста приобретает исключительное значение и должна быть использована в полной мере.

Прежде всего, каждый из знаков препинания можно считать индикатором членения текста на, так называемые [5], пунктуационные синтагмы, которые в синтезированной речи отделяются паузой той или иной длительности (от 0 до нескольких секунд). В порядке уменьшения относительной длительности межсинтагменной паузы знаки препинания можно условно разбить на следующие группы:

1. (2–5 сек) — суперабзац, отделяющий отдельные части произведения (параграф, глава и др.) — [|||].
2. (1–2 сек) — абзацы, соответствующие разделам повествовательной — [||] и диалоговой речи [|| —].
3. (0,5–1 сек) — повествовательные — [.], [. —], [...], [... —], восклицательные — [!], [! ...], [!!!] и вопросительные предложения — [?], [? —], [?!].
4. (0,2–0,5 сек) — вводные предложения — [()], [— / —], а также части предложения, отделяемые знаками — [;], [:], [—].
5. (0–0,2 сек) — части предложения, отделяемые запятыми. Примером нулевой длительности паузы является запятая перед вводным словом: «И, наконец, он сказал».

Знаки препинания внутри и на концах предложений кроме длительности межсинтагменной паузы в значительной степени определяют также интонационный тип каждой из пунктуационных синтагм.

Знаки препинания на концах предложений: [|||], [||], [.], [. —], [)], [...], [... —] — определяют тот или иной подтип интонации завершенности, знаки: [!!!], [!], [! —], [!..] — тот или иной под-

тип восклицательной интонации, а знаки: [?!], [?], [? —] — вопросительной.

Знаки препинания внутри предложений: [;], [:], [(), [,], [—], [, —] — определяют тот или иной подтип интонации незавершенности. Особенно разнообразную роль в реализации интонации незавершенности играют знаки [,] и [—].

Запятая может играть различную функциональную роль в предложении:

- отделение однородных членов предложения;
- отделение предикативных частей бессоюзного сложного или сложносочиненного предложения;
- отделение главного и придаточного предложений;
- при выделении обособленных членов предложения (причастий, деепричастий).

В зависимости от этой роли реализуется тот или иной подтип интонации незавершенности.

Тире в предложении также употребляется в разнообразной функциональной роли:

- отделение подлежащего и сказуемого в эллиптических предложениях;
- отделение однородных членов предложения перед обобщающим словом;
- для выражения неожиданности, резкой противоположности между членами предложения;
- для выделения вводных и вставных предложений;
- для выделения слов автора при прямой речи.

Заключение

В данной работе получены статистические сведения о частоте употребления различных знаков препинания, а также сведения о частоте употребления простых и сложных предложений в 2-х произведениях художественной прозы (Л. Толстой «Анна Каренина», А. Толстой «Пётр Первый»), в стихотворных произведениях А. Пушкина и в пьесе Н. Гоголя «Ревизор». Полученные статистические данные позволили выявить наиболее частотные знаки препинания и особенности их употребления в художественных произведениях различных жанров, определить особенности структуры и количественный состав простых и сложных предложений. Сформулированы некоторые особенности использования информации о знаках препинания для просодического оформления синтезированной речи по тексту.

Литература

1. *Pitrelli J. F.* et al. The IBM expressive text-to-speech synthesis system for American English // Audio, Speech, and Language Processing, IEEE Transactions on V. 14, Issue 4, July 2006 Page(s):1099–1108
2. *Froehlich P., Hammer F.* Expressive Text-to-Speech: A user-centred approach to sound design in voice-enabled mobile applications // Telecom. Research Centre Vienna, Austria / http://userver.ftw.at/~froehlich/papers/JDS2004_ExpressiveTTS.pdf
3. *Kawanami H.* Designing Speech Database with Prosodic Variety for Expressive TTS system // Nara Institute of Science and Technology, Takayama-cho, Japan / (<http://gandalf.aksis.uib.no/lrec2002/pdf/337.pdf>)
4. *Лобанов Б. М.* Компьютерный синтез и клонирование речи // Б. М. Лобанов, Л. И. Цирульник / Минск, Белорусская Наука.: 2008. — 342 с.
5. *Головин И. Б.* Основы культуры речи // Санкт-Петербург, Слово.: 1983