

Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

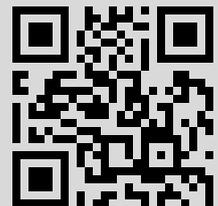
А. Ч. Пиперски, Андрей Анатольевич Зализняк (1935–2017), *Матем. просв.*, 2019, выпуск 23, 36–50

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением
<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 5.18.245.215

21 июня 2020 г., 03:07:35



А. Ч. ПИПЕРСКИ

АНДРЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ ЗАЛИЗНЯК (1935–2017)

24 декабря 2017 года в возрасте 82 лет ушёл из жизни великий российский лингвист, академик РАН Андрей Анатольевич Зализняк. На его счету — множество выдающихся открытий. Он изучал древненовгородские берестяные грамоты и описал грамматику древненовгородского диалекта; он убедительно доказал, что «Слово о полку Игореве» действительно было написано около 1200 года, а не является подделкой XVIII века, как многие считали раньше; он создал словарь русского словоизменения, который и по сей день лежит в основе компьютерных программ, работающих с русским языком; он развил и доработал определение падежа, данное А. Н. Колмогоровым, — и многое другое. Строгость и доказательность работ Андрея Анатольевича была и остаётся идеалом для всех его учеников — а таковыми считают себя почти все лингвисты Москвы и не только.

Отличительная черта научной деятельности Зализняка — интерес к математике и точным методам в языкознании. В 1950-е годы он учился на французском отделении филологического факультета Московского университета — казалось бы, что может быть более гуманитарным и далёким от точных наук? Однако он стал ходить к В. А. Успенскому на занятия по математике для филологов и оказался в числе лучших студентов. «Он меня абсолютно потряс. Он задавал какие-то вопросы, чрезвычайно глубокие, но совершенно перпендикулярные к вопросам всех остальных и к тому, чего я мог ожидать. Какой-то такой был поворот в его вопросах, словно он с другой стороны на всё смотрел. Сразу стало ясно, что это гений», — вспоминает Успенский¹⁾. Вскоре Зализняк стал одним из руководителей семинара по математической лингвистике на механико-математическом факультете МГУ. О некоторых достижениях Зализняка, связанных с формализацией лингвистического знания, я и хочу рассказать поподробнее.

РУССКОЕ СЛОВОИЗМЕНЕНИЕ

В 1957–1958 гг. Зализняк был на стажировке в Париже. Там он преподавал французским студентам русский язык и обнаружил, что существующих описаний русского склонения и спряжения для иностранцев недостаточно: они слишком расплывчатые. Уже в 1961 году Зализняк

Печатается по брошюре: *Зализняк А. А. Лингвистические задачи*. М.: МЦНМО, 2018. С. 8–23.

¹⁾ Борьба за лингвистику. Беседа с математиком Владимиром Успенским. Часть 1. <http://polit.ru/article/2009/07/09/linguist/>

издал «Краткий русско-французский учебный словарь», приложив к нему абсолютно формальный 150-страничный очерк русского словоизменения. В 1965 году из этого очерка выросла кандидатская диссертация; работа оказалась настолько новаторской, что её сразу засчитали за докторскую. В 1967 году Зализняк издал книгу «Русское именное словоизменение», а в 1977 году — «Грамматический словарь русского языка».

В этом словаре при каждом слове стоят непривычные пометы: *дуб* м 1с, *порог* м За, *фонарь* м 2б. Ясно, что «м» обозначает мужской род, а зачем всё остальное? Ведь мы со школьных лет и так знаем, что *дуб*, *порог* и *фонарь* — это II склонение.

Однако для полного описания русского языка такого знания недостаточно. Чтобы убедиться в этом, образуем родительный падеж единственного числа и именительный падеж множественного числа:

нет дуба — есть дубы́,
нет порога — есть пороги́,
нет фонаря́ — есть фонари́.

Видно, что в окончаниях этих слов появляются разные буквы (в одном — *а* и *ы*, в другом — *а* и *и*, в третьем — *я* и *и*), да и с ударением всё непросто: у слова *дуб* оно падает то на окончание, то на основу, у слова *порог* оно в обеих формах на основе, а у слова *фонарь* — на окончании. Именно эту информацию и несут в себе пометы.

Цифры обозначают, на что оканчивается основа и как будут выглядеть окончания:

- 1 — основа на твёрдый согласный (кроме заднеязычных *к*, *г* и *х*, шипящих *ш* и *ж* и свистящего *ц*);
- 2 — основа на мягкий согласный (кроме *ч* и *й*);
- 3 — основа на *к*, *г* или *х*; и т. д.

Таких типов у существительных насчитывается девять: 0 — несклоняемые слова (например, *кенгуру*), 1–7 — варианты традиционных I и II склонений (например, *акула*, *поезд*, *ведро*) и 8 — традиционное III склонение (например, *крепость*).

Буква обозначает схему ударения:

- a* — всегда на основе;
- b* — всегда на окончании;
- c* — подвижное ударение: в единственном числе на основе, а во множественном — на окончании; и т. д.

Всего у существительных насчитывается восемь схем, включающих в себя по крайней мере 10 слов. Больше 90 % существительных в «Грамматическом словаре» Зализняка относятся к схеме *a* — но это не значит, что остальными схемами можно пренебречь. Дело в том, что редкие схемы

включают в себя очень частотные слова: например, многие названия частей тела. Посклоняйте слово *рука* и посмотрите, когда ударение будет на основе, а когда на окончании: распределение там очень прихотливое. И вот если считать не по словарю, а по текстам, то на все схемы, кроме *a*, придётся более четверти всех существительных (табл. 1).

Таблица 1

Схема ударения	Примеры	Число существительных в словаре	Доля в словаре (%)	Доля в текстах (%)
a	<i>карта, порог</i>	44 933	91,62	73,40
b	<i>фонарь, ступня</i>	3117	6,36	6,85
c	<i>дуб, море</i>	408	0,83	8,75
d	<i>изба, вино</i>	336	0,69	3,30
e	<i>ухо, доля</i>	185	0,38	5,04
f	<i>губа, червь</i>	35	0,07	0,38
d'	<i>спина, душа</i>	11	0,02	0,91
f'	<i>рука, гора</i>	15	0,03	1,37
Всего		49 040	100,00	100,00

Кстати, в этой таблице пары слов в каждой ячейке упорядочены так же, как и в самом «Грамматическом словаре» — в инверсионном (обратном) порядке, т. е. по алфавиту при чтении справа налево, а не слева направо. Если объединить эти 16 слов в один список и упорядочить его таким образом, получим: *изба, губа, рука, спина, гора, карта, душа, дуб, порог, море, вино, ухо, червь, фонарь, доля, ступня* (как и при обычной алфавитной сортировке, если последние буквы одинаковы, смотрим на предпоследние и т. д.).

Зализняк не зря выбрал такой порядок. Благодаря этому в словаре оказываются рядом слова с одинаковой правой частью, т. е. те, которые изменяются похоже: глаголы на *-нуть*, существительные на *-а* и т. п. В нашем примере видно: подряд расположились 7 слов традиционного I склонения, потом 7 слов II склонения и потом ещё 2 слова I склонения. Сейчас цель такой сортировки кажется надуманной: можно же взять оцифрованную версию словаря и за доли секунды выбрать все слова на *-нуть*, — но в 1977 году такой возможности не было. Однако с распространением компьютеров обнаружилось новое применение «Грамматического словаря»: именно на нём основаны программы, которые работают с русской морфологией. Без словаря гораздо хуже функционировали бы современные поисковые системы и голосовые помощники. Например, введя в поиск *Пушкин стихи*, вы получаете страницы, на которых написано *в стихах Пушкина*. Это не просто слова, которые отличаются на 1–2 буквы

(иначе находились бы и страницы со словами *пушки* и *стихия*, а такого не происходит), а именно формы слов, построенные по моделям Зализняка. А голосовой помощник без словаря не построил бы родительный падеж от слова *фонарь*, а если бы он озвучивал текст, то не узнал бы, что надо читать *фонаря*, а не *фона́ря*.

Легко понять, как на основе словаря Зализняка работает морфологический синтез. Если мы строим формы от слова *фонарь*, надо взять его помету (2b), выбрать из окончаний типа 2 то, которое выражает нужную комбинацию падежа и числа: например, *-я* для род. ед., — и узнать во вводной части словаря, что основа слов типа 2 получается отбрасыванием конечного *ь*. В результате выходит: *фонарь-* + *-я* = *фонаря*. Чуть сложнее со словами, у которых несколько основ: так, слово *огурец* имеет помету 5*b, где * обозначает наличие беглой гласной (т. е. основ будет две: *огурец-* и *огурц-*). Опять-таки из вводной части словаря узнаём, что окончание род. ед. в типе 5 имеет вид *-а*; если есть знак *, то берётся основа без гласной в случае, если окончание не входит в множество {*-∅* (пустая строка); *-й*; *-ь*; *-ью*}. Получаем *огурц-* + *-а* = *огурца*.

Противоположная задача — опираясь на «Грамматический словарь», понять по строке символов, является ли она формой какого-либо русского слова, и если да, то какие это могут быть формы и от каких слов — с вычислительной точки зрения решается сложнее. Требуется не только хранить все возможные наборы окончаний и помету для каждого слова, но и заранее построить все возможные основы и записать, в какой форме какая из основ используется. Дальше можно предложить такой алгоритм: разбиваем слово на две части всеми возможными способами и смотрим, является ли первая часть основой каких-либо слов. Если да, проверяем, бывает ли вторая часть окончанием у этих слов при такой основе, и если да, то выписываем те слова и формы, в которых это возможно. Проанализируем в качестве примера слово *паром*, для которого получается три разбора (табл. 2).

Аркадий Волож, руководитель «Яндекса», вспоминает, что в начале 1990-х его другу и коллеге Илье Сегаловичу на основе словаря Зализняка удалось создать морфологический анализатор, который работал настолько эффективно, что умещался в оперативную память тогдашнего персонального компьютера — 640 килобайт.

Можно, конечно, сказать: зачем все эти сложные обозначения, схемы ударения, чередования основ и т. д.? Давайте просто для каждого слова выпишем все формы с ударением, и готово. Но это очень неэкономно: на каждое существительное придётся по 12 форм, а на некоторые глаголы — больше 100 (считая четыре причастия во всех родах, числах и падежах). А «Грамматический словарь» — не такая уж и толстая книга, хотя и имеет

Таблица 2

Часть 1 (основа)	Часть 2 (окончание)	Возможная начальная форма	Есть у этого слова нужное окончание?	Результат
<i>паром-</i>	-∅	ПАРОМ	да, им. ед. и вин. ед.	ПАРОМ, им. ед. ПАРОМ, вин. ед.
<i>паро-</i>	-м	—	—	—
<i>пар-</i>	-ом	ПАРИТЬ ПÁРИТЬ ПÁРА	— — —	—
		ПАР	да, твор. ед.	ПАР, твор. ед.
<i>па-</i>	-ром	ПА	—	—
<i>п-</i>	-аром	—	—	—
∅-	-паром	—	—	—

большой формат: в 4-м издании описание русского словоизменения занимает 118 страниц, а за ними следуют 586 страниц собственно словаря.

Стремясь описать язык оптимальным образом, Зализняк ставил и решал в том числе и математические задачи. К одной из них подводит пример, с которого мы начали. Напомним, что слово *фонарь* имеет схему ударения *b*, т. е. ударение всегда на окончании. Прежде чем читать дальше, подумайте: нет ли здесь некоторого противоречия, которое надо разрешить?

Зададимся странным вопросом: куда падает ударение в форме *фонарь* — на основу или на окончание? На этот вопрос есть три варианта ответа:

- 1) на основу: ведь ясно, что гласный *a* входит в основу, а окончание здесь нулевое;
- 2) мы не знаем куда: основа и окончание здесь не соревнуются за ударение, поскольку окончание нулевое;
- 3) на окончание, но введём дополнительное правило: если ударение попало на нулевое окончание (и получается, что ему негде прозвучать), оно переносится на последний слог основы.

Обозначим ударение на основе через +, ударение на окончании через —, а «не знаем» через 0. Примем вариант 1 — самый, как кажется, естественный — и изобразим схему ударения во всех числах и падежах²⁾ для нескольких русских существительных (табл. 3). Нулей в полученной таблице не будет, поскольку этот вариант не предполагает ответа «не знаем».

²⁾ За исключением винительного падежа множественного числа, поскольку он всегда совпадает либо с родительным, либо с именительным в зависимости от одушевлённости (вин. *вижу столы* как им. *стоят столы*, вин. *вижу кошек* как род. *глаза кошек*).

Таблица 3

	ед.						мн.					Примеры
	И.	Р.	Д.	В.	Т.	П.	И.	Р.	Д.	Т.	П.	
I	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>юноша, карта, тигр, порог</i>
II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>ступня</i>
III	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	<i>фонарь</i>
IV	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	<i>вратарь</i>
V	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	<i>сапог</i>

Видно, что вариант 1 не очень экономный: нам приходится вводить разные схемы ударения для неодушевлённого слова *фонарь* и одушевлённого слова *вратарь* (у них различается вин. ед.: *вижсу фонáрь*, но *вижсу вратаря́*), не говоря уже про очень похожее слово *сапог*, для которого понадобится схема V из-за того, что у него род. мн. имеет нулевое окончание: *нет сапо́г*. Всего таких схем, как посчитал Зализняк, окажется 22.

Ещё менее экономен вариант 2, который даёт нам таблицу с нулями (табл. 4). Если использовать его, схем выйдут целых 39. Слова *карта*, *тигр* и *порог* получают не ту же схему, что *юноша* (строка II не изменится, а в строках III–V вместо плюсов будут нули).

А самым экономным оказывается вариант 3 (табл. 5): если использовать его, выяснится, что *юноша*, *карта*, *тигр* и *порог* — это одна схема; *ступня*, *фонарь*, *вратарь* и *сапог* — ещё одна схема (и да, как это ни странно, в слове *порог* ударение на основе, а в слове *фонарь* — на окончании). Всего для

Таблица 4

	ед.						мн.					Примеры
	И.	Р.	Д.	В.	Т.	П.	И.	Р.	Д.	Т.	П.	
I	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>юноша</i>
I'	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	<i>карта</i>
I''	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>тигр</i>
I'''	0	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	<i>порог</i>

Таблица 5

	ед.						мн.					Примеры
	И.	Р.	Д.	В.	Т.	П.	И.	Р.	Д.	Т.	П.	
a	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>юноша, карта, тигр, порог</i>
b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>ступня, фонарь, вратарь, сапог</i>

русского языка потребуется 11 таких схем. Выше были продемонстрированы только 8 из них, обозначенные как a , b , c , d , e , f , d' и f' , поскольку остальные представлены совсем небольшим числом слов.

Зализняк не просто получил это решение интуитивно, но и доказал строго математически, что оно оптимально, если мы хотим минимизировать число строк в таблице. Вот как выглядит задача, которую он перед собой поставил:

Имеется матрица из m строк и n столбцов, элементами которой являются знаки $+$, $-$ и 0 . Заменить каждый из имеющихся в матрице нулей плюсом или минусом так, чтобы в полученной матрице без нулей (назовём её результирующей для данной матрицы) число s различных строк было минимальным.

Читателей, заинтересовавшихся полным решением, отсылаем к книге А. А. Зализняка «Русское именное словоизменение» (М.: Наука, 1967; переиздание: М.: Языки славянской культуры, 2002). Заметим, что для решения этой задачи автор сформулировал и доказал три теоремы; это нечасто встречается в лингвистических работах — но, оказывается, встречается!

ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

В 1963 году Зализняк опубликовал статью «Лингвистические задачи», которая и составляет основную часть этой брошюры. В статье он продемонстрировал, что можно анализировать факты неизвестных языков, опираясь на строгую логику в сочетании с самыми базовыми представлениями о том, как устроены тексты на человеческом языке. Так, мы вправе ожидать, что порядок слов в языке не случаен, а подчиняется каким-то закономерностям: например, определение всегда стоит после определяемого слова или всегда перед ним, связанные друг с другом слова располагаются рядом, а не раскиданы в разные концы предложения и т. п. И тогда применение логических операций позволит нам понять, что есть что в непонятном тексте. Именно на этом основываются задачи 1–4, приводимые в статье.

Задачи Зализняка самодостаточны, т. е. никаких специальных знаний не нужно: например, в задаче 4 даются 14 фраз на баскском с переводами на венгерский, а дальше читателю предлагается самому перевести три фразы с венгерского на баскский. Автор специально подчёркивает, что это задача для тех, кто не знает ни того ни другого языка и, таким образом, даже не понимает, что эти фразы значат. Тем не менее, после тщательного анализа примеров становится ясно, что задача является разрешимой.

Другой тип задач, предложенных Зализняком, — это задачи на внутреннюю реконструкцию (№№ 5–7 в его статье). Это, конечно, не было так

непривычно для лингвистов того времени, как перевод с неизвестного языка на неизвестный язык, но Зализняк в своих задачах довёл процедуру внутренней реконструкции до очень высокого уровня строгости. Видимое разнообразие форм того или иного языка сводится к глубинным представлениям, в которых одному значению соответствует одна форма и из которых реально наблюдаемая картина получается при помощи упорядоченных формул перехода. С конца 1960-х такой подход почти на 20 лет стал доминирующим в фонологии (это область лингвистики, которая изучает, как люди обрабатывают звуки в своём сознании, и стремится строго это описать); и в наши дни он продолжает использоваться наряду с другими моделями.

Самодостаточные лингвистические задачи впервые были предложены школьникам на Первой традиционной олимпиаде по языковедению и математике, которая прошла в 1965 году. Некоторые смеялись: «Что это такое — первая традиционная?». А она действительно стала традиционной, как того и хотел В. А. Успенский, включивший это слово в название. В 2017/18 учебном году олимпиада прошла в 48-й раз и была посвящена памяти Зализняка — создателя первых самодостаточных задач на стыке языка и логики. А с 2003 года проводится и Международная олимпиада по лингвистике, в которой участвуют уже три десятка стран: от Швеции до Бразилии.

Зализняк сочинил для олимпиады 26 задач и много лет активно участвовал в обсуждении и подготовке задач других авторов. И даже в те годы, когда обилие прочих дел уже не позволяло ему ходить на регулярные заседания задачной комиссии, все сочинённые задачи полагалось «озализничивать» — показывать Зализняку перед тем, как давать школьникам.

ИСТОРИЯ РУССКОГО УДАРЕНИЯ

В 1970-е годы Зализняк обратился к истории русского языка и впоследствии плодотворно занимался ею более 40 лет. Изучение схем ударения в современном русском языке привело его к тому, что он решил разобраться, откуда они взялись, и построил строгую формальную модель, которая позволяет по составу древнерусского слова определить, какое в нём было ударение.

Рассмотрим современные русские слова *бѣли* и *рѣли*. В них обоих ударение падает на первый слог — но и в этом случае, как и в примере про *фонарь*, всё сложнее, чем кажется. Добавим отрицание и получим: *не бѣли* и *не рѣли*. У слова *рѣли* — своё собственное, «настоящее» ударение, которое оно никому не отдаёт. А вот у слова *бѣли* ударение «ненастоящее»; скажем, что у него как бы нет ударения, а просто автоматически усиливается первый слог; если же первым слогом становится частица *не*, она и получает это автоматическое усиление. Для нас это неожиданно: ведь ударение в *бѣли*

звучит так же, как в *рѣли*, но Зализняк установил, что в древнерусском языке около 1000 года это различие было вполне живым. Имелось два типа ударения, различающихся по звучанию и совпавших только к XIV веку: автономное (самостоятельное, «настоящее») ударение, которое могло падать на любой слог слова, и автоматическое («ненастоящее»). Автоматическое ударение — это и есть то самое усиление на первом слоге. Условно будем обозначать автономное ударение в древнерусских словах привычным способом (*рѣли*), а автоматическое — чёрточкой перед словом (*̀были*).

Возьмём три тройки существительных (возможно, с предлогом), которые до наших дней сохранили древнерусское ударение: *грѣша — грѣшу — за грѣшу*, *женá — женѹ — за женѹ* и *ногá — ногу — за ногу*. Вспоминается что-то знакомое: ударение всегда на основе, ударение всегда на окончании и подвижное ударение — это те же самые схемы, которые мы уже видели в работах Зализняка про современный русский язык. В своей книге «От праславянской акцентуации к русской» (1985) он наглядно объяснил, откуда и как эти схемы произошли.

Припишем каждой морфеме (корню, окончанию и т. п., а также предлогам, союзам и частицам) одну из трёх маркировок: ↓, → или —. Договоримся, что ударение определяется самой левой стрелкой. Если это ↓, то автономное («настоящее») ударение падает на отмеченный ею слог; если это →, то автономное («настоящее») ударение падает на слог правее неё; если же стрелок в слове нет, а есть только минусы, слово имеет автоматическое («ненастоящее») ударение. Для того чтобы описать все приведённые выше примеры, достаточно разметить морфемы так: *за —, грѣш ↓, жен →, ног —, а ↓, у —*. После этого получаем все реально наблюдаемые ударения:

<i>грѣш-а</i>	<i>грѣш-у</i>	<i>за грѣш-у</i>
↓ ↓	↓ —	— ↓ —
<i>жен-á</i>	<i>жен-ѹ</i>	<i>за жен-ѹ</i>
→ ↓	→ —	— → —
<i>ног-á</i>	<i>̀ног-у</i>	<i>̀за ног-у</i>
— ↓	— —	— — —

Этот простой алгоритм (с некоторыми добавлениями, которые, разумеется, изложены в работах Зализняка) позволяет полностью описать древнерусское ударение. А чтобы потренироваться, сделайте небольшое упражнение.

УПРАЖНЕНИЕ 1

Даны пять глаголов в двух формах прошедшего времени: *моглá, моглѹ; мѣла, мѣли; жила́, жи́ли; вѣмыла, вѣмыли; вѣжила, вѣжили*. Известно, что место современного ударения во всех этих формах совпадает с древнерусским.

ЗАДАНИЕ. Для каждой морфемы, содержащей хотя бы один гласный (приставка *вы-*; корни *-мог-*, *-мы-*, *-жи-*; окончания *-а*, *-и*), укажите её древнерусскую маркировку (↓, → или —) так, чтобы получить правильное ударение во всех формах.

ПРИМЕЧАНИЕ. Поскольку суффикс прошедшего времени *-л-* не содержит гласного, ему можно не приписывать маркировку или приписать маркировку —.

КАК ОПРЕДЕЛИТЬ УДАРЕНИЕ ПО РУКОПИСИ

Схема, представленная выше, описывает древнерусскую ситуацию, которая затем заметно изменилась. Мы и сами это замечаем: например, сейчас вполне можно сказать *за нóгу*. В своих работах Зализняк очень подробно описал, как изменялось древнерусское ударение. Для этого он проанализировал 89 старинных рукописей и печатных книг с проставленными ударениями. Ударения ставились в текстах далеко не всегда — но иногда получить информацию об ударении можно даже в случае, если ударение не проставлено.

Сделаем небольшой экскурс в историю русского языка. Наряду с «обычными» гласными, в древнерусском языке около 1000 года встречались два «особых» сверхкратких гласных: *ѣ* (как *ы*, но короче) и *ь* (как *и*, но короче). Например, слова *столѣ*, *годѣ* и *мѣхѣ* ‘мох’ были двусложными (*сто-лѣ*, *го-дѣ*, *мѣ-хѣ*), слова *голубь*, *нужьно* ‘нужно’, *польза*, *тьмьно* ‘темно’, *швьць* ‘швец’ — трёхсложными (*го-лу-бѣ*, *ну-жѣ-но*, *по-ль-за*, *ть-мь-но*, *швь-ць*). В XI–XIV веках с *ѣ* и *ь* происходило изменение, которое можно описать так ³⁾:

- 1) в конце слова гласные *ѣ* и *ь* выпадают ⁴⁾;
- 2) далее движемся по слову справа налево; если мы находим *ѣ* или *ь*, то смотрим на ближайший гласный справа от него:
 - а) если это выпавший *ѣ* или *ь*, то рассматриваемый на данном шаге *ѣ* или *ь* проясняется, т. е. превращается в *о* или *е* соответственно;
 - б) в любом другом случае (т. е. если справа стоит «обычный» гласный или прояснившийся *ѣ* или *ь*) *ѣ* и *ь* выпадают.

В табл. 6 продемонстрировано, как эти правила работают (каждую строку следует читать справа налево) ⁵⁾.

³⁾ Эта закономерность была открыта ещё до Зализняка и часто называется законом Гавлика в честь чешского лингвиста Антонина Гавлика (1855–1925).

⁴⁾ Буква *ѣ* продолжает сохраняться на письме до 1918 года, а *ь* во многих случаях и до сих пор, обозначая мягкость согласного.

⁵⁾ Согласный, который стоял перед выпавшим *ь*, иногда сохраняет мягкость (*голубѣ*, *польза*), а иногда нет (*нужно*, *темно*, *швец*). Для нашего изложения этот вопрос несущественен.

Таблица 6

Стало	3-й слог с конца	2-й слог с конца	1-й слог с конца	Было
<i>стол</i>		<i>сто</i>	<i>лѣ</i> выпадает (1)	<i>столѣ</i>
<i>год</i>		<i>го</i>	<i>дѣ</i> выпадает (1)	<i>годѣ</i>
<i>мох</i>		<i>мѣ</i> $\sigma \rightarrow o$ (2а)	<i>хѣ</i> выпадает (1)	<i>мохѣ</i>
<i>голубь</i>	<i>го</i>	<i>лу</i>	<i>бѣ</i> выпадает (1)	<i>голубѣ</i>
<i>нужно</i>	<i>ну</i>	<i>жѣ</i> выпадает (2б)	<i>но</i>	<i>нужноѣ</i>
<i>польза</i>	<i>по</i>	<i>лѣ</i> выпадает (2б)	<i>за</i>	<i>пользаѣ</i>
<i>темно</i>	<i>тѣ</i> $\psi \rightarrow e$ (2а)	<i>мѣ</i> выпадает (2б)	<i>но</i>	<i>тѣмноѣ</i>
<i>швец</i>	<i>шѣ</i> выпадает (2б)	<i>ѣѣ</i> $\psi \rightarrow e$ (2а)	<i>цѣ</i>	<i>шѣѣѣѣѣ</i>

Видно, что в результате этого процесса появилось много слогов, которые оканчиваются на согласный: *мох*, первый слог в *поль-за* и т. п.

УПРАЖНЕНИЕ 2

Проверьте себя: какие слова (не обязательно в начальной форме) получились из древнерусских слов *дньнѣ*, *лѣвѣ*, *сѣнѣ*, *пѣшено*, *лѣжска*, *почѣсть*, *лѣстимѣ*, *лѣсть*, *чѣтьѣѣ*, *Смольнѣску*?

А теперь, после этого экскурса, перенесёмся в XIV век. Именно тогда была написана рукопись, которая благодаря Зализняку стала известна как ценный источник знаний об ударении — справочник для судей под названием «Мерило праведное» (это значит «Весы правосудия»). Знаков ударения в рукописи нет, но зато различаются два типа *о*: «закрытое *о*», которое обозначалось буквой ω («омега») и звучало как нечто среднее между *о* и *у*, и «открытое *о*», которое обозначалось буквой *о* («он») и звучало как нечто среднее между *о* и *а*. Закрытое *о* возникло из раннедревнерусского *о* (причём только из «обычного» *о*, а не из σ) в трёх случаях:

- 1) в начальном слоге, который ранее оканчивался на гласный, а после выпадения σ и ψ стал оканчиваться на согласный: $\omega o d \sigma$ (было двусложное

- ¹го-дѣ, которое превратилось в односложное *год*), *тѡч-но* (было *тѡ-чѣ-но*); назовём такой слог перестроенным;
- 2) под автономным ударением: *злѡ* (*зѡло*), *поклѡнѣ* (*поклѡнѣ*);
- 3) на два слога правее автономного ударения (по счёту слогов уже после выпадения *ѣ* и *ѡ*): *обладаемѡе* (*обладаѣемое*) *вѡинствѡ* (*вѡинѣство*).

В остальных случаях в «Мериле» раннедревнерусское *о* даёт открытое *о*: *году*, *золото* (¹году, ¹золото — автоматическое ударение, начальные слоги оканчиваются на гласный), *молода* (*молодѣ* — оба *о* безударные, начальный слог оканчивается на гласный). Если *ѣ* превратился в *о*, это всегда открытое *о*: *мохѣ* (*мѡхѣ*) — не помогает ни то, что начальный слог перестроенный, ни автоматическое ударение.

Зная всё это, как нам понять ударение по написанию в «Мериле праведном», при том что знаков ударения там нет? Например, мы видим в «Мериле» слово *теплѡтою* (из раннедревнерусского *теплотою*). Могло ли там быть автоматическое ударение (¹теплотою)? Нет, потому что тогда во втором слоге не появилась бы *ѡ*. А могло ли там быть автономное ударение на 1-м, 3-м или 4-м слоге: *тѣплотою*, *теплотѡю* или *теплотѡю*? И опять-таки нет, потому что не появилась бы *ѡ* в нужном месте: *тѣплотою* и *теплотѡю* дали бы *теплотѡю* (проверьте, понимаете ли вы, почему в этих двух случаях написание совпадёт), а *теплотѡю* вовсе не дало бы буквы *ѡ*. Значит, это слово имело ударение *теплѡтою*, непривычное для нас сегодня.

А какое было ударение в слове *старѡсть* (из раннедревнерусского *старость*)? Точно определить не удаётся, но у нас есть основания сказать, что там могло быть автоматическое ударение (¹старѡсть) или автономное ударение на 1-м слоге (*стѣрѡсть*)⁶⁾, но только не автономное ударение на 2-м слоге: из *старѡсть* в «Мериле» получилось бы *старѡсть*. В слове *золоту* (из *золоту*) могло быть автоматическое ударение (¹золоту) или автономное ударение на 3-м слоге (*золотѣ*), но не автономное ударение на 1-м или 2-м слоге (*зѡлоту* дало бы *зѡлоту*, а *золѡту* — *золѡту*). В слове *попѣ* (из *попѣ*) может быть любое ударение: если там было ¹попѣ, то *ѡ* получится по правилу про перестроенный слог, а если было *пѡпѣ*, то сразу по двум правилам — про перестроенный слог и про автономное ударение.

Зализняку было труднее, чем вам: ему пришлось выявить все эти правила, читая рукопись. Но и вы можете попробовать повторить заключительную часть его открытия и решить следующую задачу.

⁶⁾ Разумеется, если для какого-то слова у нас получилось несколько вариантов ударения, это не значит, что все они реально встречались: скорее всего, использовался только один из них, но мы не можем по написанию надёжно определить, какой именно.

ЗАДАЧА

Пусть вам известно написание слова в «Мериле праведном» (XIV век) и его раннедревнерусское написание, отражающее произношение около 1000 года. Постройте алгоритм, который позволяет определить, каким могло, а каким не могло быть древнерусское ударение в этом слове. Иначе говоря, для слова, которое в «Мериле праведном» является *n*-сложным, вам надо сказать, могло ли в нём быть: автоматическое ударение; автономное ударение на 1-м, 2-м, ..., *n*-м слоге.

Чтобы вы могли решать эту задачу не чисто умозрительно, а на реальном материале, вот несколько слов в обоих видах: *истиненѣ* (*истиненѣ*), *мѡжемѣ* (*можемѣ*), *живѡтъ* (*животѣ*), *подѡбалѡ* (*подобало*), *свободенѣ* (*свободнѣнѣ*), *свободнѡму* (*свободному*), *золото* (*золото*), *мѡръскую* (*морьскую*), *погребенѡ* (*погребено*), *свитокѣ* (*свѣтѣкѣ*), *полезно* (*пользѣно*), *золѣ* (*зѣлѣ*).

УКАЗАНИЕ. Помните, что ко времени написания «Мерила праведного» буквы *ѣ* и *ѡ* уже не читаются как гласные и о них при определении ударения думать не надо.

ПОДСКАЗКА 1. Ровно для пяти из данных слов вы точно можете определить древнерусское ударение (т. е. доказать, что все варианты ударения, кроме одного, невозможны).

ПОДСКАЗКА 2. Ровно про три из данных слов вы точно можете сказать, что место ударения в них не такое же, как в современном русском языке.

* * *

Вот уже почти десять лет я бережно храню один листок бумаги. В 2008/09 году Зализняк читал в МГУ имени М. В. Ломоносова курс по истории русского ударения и дал на дом задание — то, что я только что предложил вам как задачу. Проверив мою работу, он исправил одну опечатку и написал:

Превосходно. Безукоризненно.
АЗ.

С тех пор, читая книги и статьи самого Андрея Анатольевича и слушая его лекции, я всегда думал и продолжаю думать, что эти слова в первую очередь характеризуют не моё домашнее задание, а его самого и всё то, что он делал. Превосходно. Безукоризненно.

ОТВЕТЫ К УПРАЖНЕНИЯМ И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

УПРАЖНЕНИЕ 1. *вы-* ↓, *-мог-* →, *-мы-* ↓, *-жи-* —, *-а* ↓, *-и* —.

УПРАЖНЕНИЕ 2. *день, лев, сон, пшено, ложка, почестъ, льстим, лестъ, чтец, Смоленску.*

ЗАДАЧА. Шаг 1 (классификация омег). Разделим все буквы ω на два класса: свободная ω и несвободная ω . Назовём несвободными такие ω , которые стоят в 1-м перестроенном слоге, и свободными — все остальные.

Шаг 2 (первичная генерация вариантов). Если в записи «Мерила» есть хотя бы одна свободная ω , слово может иметь только автономное ударение на слоге с самой левой свободной ω или на два слога левее (если такой слог есть). Если в слове нет ни одной свободной ω , слово может иметь любое ударение (автоматическое или автономное на любом слоге)

Шаг 3 (ограничение возможностей). Если в записи «Мерила» есть хотя бы одна буква *o* на месте раннедревнерусского *o*, для каждой такой буквы из возможностей, полученных в шаге 2, следует исключить автономное ударение на этом слоге и на два слога левее (если такой слог есть).

Рассмотрим несколько примеров:

Написание «Мерила»	Шаг 1 (свободные ω подчёркнуты)	Шаг 2 (отмечены все варианты)	Шаг 3 (отмечены все варианты)	Число вариантов
<i>истиненѡ</i>	<i>истиненѡ</i>	$\bar{}$ <i>ѡ</i> стѡнѡнѡ	$\bar{}$ <i>ѡ</i> стѡнѡнѡ	4
<i>золото</i>	<i>золото</i>	$\bar{}$ <i>з</i> олѡтѡ	$\bar{}$ <i>з</i> олото	1
<i>погребенѡ</i>	<i>погребенѡ</i>	погрѡбенѡ	погрѡбенѡ	2
<i>подѡбалѡ</i>	<i>подѡбалѡ</i>	подѡбалѡ	подѡбалѡ	1
<i>свободенѡ</i>	<i>свободенѡ</i>	$\bar{}$ <i>с</i> вѡбѡденѡ	$\bar{}$ <i>с</i> вобѡденѡ	2
<i>свитокѡ</i>	<i>свитокѡ</i>	$\bar{}$ <i>с</i> вѡтѡкѡ	$\bar{}$ <i>с</i> вѡтѡкѡ ⁷⁾	3

Однозначно определяется ударение в словах *мѡжемѡ*, *живѡтѡ*, *подѡбалѡ*, *свободнѡму* и $\bar{}$ *золото*. В словах *подѡбалѡ* и *свободнѡму* ударение отличается от современного (*подобало* и *свободному*); в слове $\bar{}$ *свобѡденѡ* мы не можем однозначно определить ударение, но оно в любом случае отлично от современного *свобѡден*⁸⁾.

⁷⁾ Так как здесь *o* из *ѡ*, исключить ударение на *ѡ* нельзя.

⁸⁾ Из других источников известно, что на самом деле было ударение $\bar{}$ *свобѡденѡ*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] *Беликов В. И., Муравенко Е. В., Алексеев М. Е.* (ред.-сост.). *Задачи лингвистических олимпиад*. М.: МЦНМО, 2006.
- [2] <http://old.stsl.ru/manuscripts/medium.php?manuscript=015>
- [3] *Зализняк А. А.* Противопоставление букв *о* и *ω* в древнерусской рукописи XIV века «Мерило праведное» // *Советское славяноведение*. 1978. № 5, С. 41–68.