Кай-Ове Кесслер

ШУМ ИСТОРИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Необыкновенное акустическое путешествие сквозь время и пространство

Кай-Ове Кесслер

Шум. История человечества. Необыкновенное акустическое путешествие сквозь время и пространство

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=70902286
Шум. История человечества. Необыкновенное акустическое путешествие сквозь время и пространство: КоЛибри, Азбука-Аттикус; Москва; 2024
ISBN 978-5-389-26255-3

Аннотация

Как звучало прошлое? Каким был мир без автомобилей, самолетов и электричества? Что слышал человек, гуляющий по улицам средневекового города, или даже в эпоху первых цивилизаций, когда на Земле было еще так малолюдно? – Историк, журналист и музыкант Кай-Ове Кесслер знакомит нас с самыми разными источниками шума, как природными, так и связанными с прогрессом и развитием технологий, и представляет историю человечества в необычном и захватывающем ракурсе.

«Изучение истории шума сопряжено с одной проблемой. Шумы и звуки мимолетны и исчезают без следа. Только

в конце XIX века появилась возможность их сохранения и воспроизведения. Чтобы описать звучание предшествующих эпох, мы должны искать другие источники: дневники, рассказы путешественников, репортажи, судовые журналы, а также картины, рисунки, скульптуры, рельефы, результаты измерений, архитектурные планы, механические конструкции, чертежи, данные психоакустики, анатомические исследования и даже археологические находки… А теперь – в путь! Позвольте провести вас по страницам этой многозвучной истории». (Кай-Ове Кесслер)

В формате PDF A4 сохранён издательский дизайн.

Содержание

Предисловие 7
Я создаю шум – следовательно, я существую 7
От большого взрыва до первых людей. Рождение шума 13
Большой взрыв – тише не бывает 14
Вселенная учится слышать 18
Ухо, звуковая волна, восприятие – три слагаемых шума 20
Тираннозавр кукарекал на рассвете? 25
Конец ознакомительного фрагмента. 27
Комментарии

Кай-Ове Кесслер
Шум. История человечества. Необыкновенное акустическое путешествие сквозь время и пространство

Kai-Ove Kessler
Die Welt ist laut
Eine Geschichte des Lärms

© Rowohlt Verlag GmbH, Hamburg, 2023
© Кузьмина К.С., перевод на русский язык, 2024
© Издание на русском языке. ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус», 2024
КоЛибри®

* * *

«Работать со звуками, запахами и эмоциями – особенно трудная задача для культурологов и антропологов. Однако даже приблизительное знание о них важно для того, чтобы лучше понимать социальную историю и историю повседневности».
Кай-Ове Кесслер

«Познавательно, а зачастую просто поразительно».
Der Spiegel

«Великолепно!»
WDR5

«Можно ли прочесть шум с листа? Еще бы!»
Hörzu

Предисловие

Я создаю шум – следовательно, я существую

Человек познает шум, еще не родившись. Сердцебиение матери, ток ее крови, отзвук движений – едва пробуждаются органы чувств, маленькая жизнь получает первое представление о том, что ее ждет. Рождению предшествуют сильные схватки, мать громко стонет от боли. Появившись на свет, ребенок долго и пронзительно кричит – это не свойственно никакому другому виду млекопитающих. Порой и конец его жизни сопровождают громкие звуки: грохот аварии, гром сражения, рокот или гул природной катастрофы.

Шум бывает тихим, чуть слышным – но тем не менее раздражающим, мучительным, невыносимым. Негромкое тиканье часов. Скрип двери на сквозняке. Звук мерно падающих капель. Ожидание следующего «кап» может так будоражить и обманывать чувства, что объективно тихий звук кажется громоподобным. Неизмеримо, непостижимо громкий, он не дает уснуть.

Шум субъективен. Что одному кажется невыносимым, другому не доставляет никаких неудобств. Шумом можно и

наслаждаться, черпая в нем радость и силы.

Шум может успокаивать. Посреди оживленной вечеринки младенцы спят слаще, чем в тишине детской комнаты, заботливо обустроенной родителями. И многие взрослые, возвращаясь из отпуска, с удивлением понимают, что спокойнее всего спится под ровный гул большого города.

Шум был всегда, но не всегда был тем же. Он менялся с течением времени. Он усиливался и уменьшался, пока не достиг кульминации в Новое время, в эпоху промышленной революции.

Секс – тоже источник шума, иногда достаточно громкого для того, чтобы стать предметом судебного разбирательства, ведь нарушение режима тишины является наиболее частой причиной конфликтов между соседями. Шум может превратить и жизнь, и жилище в источник мучений. Это подтверждает опыт миллионов людей, чьи дома стоят у автомагистралей, возле железных дорог и аэропортов. То, что шум вредит здоровью, было ясно достаточно давно, но лишь 30 лет назад ученые начали детально исследовать этот вопрос. К настоящему моменту им удалось доказать, что шум может убивать. Он делает это не сразу, но медленно и постепенно. Его оружие – стресс, высокое кровяное давление и заболевания сердца. Сейчас ученые пытаются выяснить, способен ли шум быть катализатором развития раковых опухолей, деменции или диабета.

Кого-то шум выводит из себя, а в ком-то питает жиз-

нелюбие и радость, бьющую через край. Громкая музыка, любимая детьми, действует на нервы их родителям, однако для самих детей и подростков она является выражением того неописуемого ощущения перемены всего и вся, которое они как раз переживают. «Слишком громко» не бывает! К сожалению, этот подход часто имеет негативные последствия для здоровья молодых людей, которые здесь и сейчас об этом, конечно, совершенно не думают. Технический прогресс последних 40 лет только поощрял их увлечение и привел к последствиям, в некотором роде драматическим. 1 июля 1979 г. появился первый портативный аудиоплеер Sony Walkman. Впервые в истории человек смог слушать громкую музыку в любом месте и в любое время – как дома, так и в дороге.

Вообще-то музыка – это шум. Разумеется, только с точки зрения физики. Я сам музыкант, поэтому знаю, что подобные утверждения могут задеть, уязвить и совершенно испортить отношения. Тем не менее это факт. Если сравнивать уровень звукового давления (громкость звука), то концерт и взлетающий самолет имеют практически одинаковые показатели. При этом не имеет значения, какая музыка звучит, классическая или современная. Только от местоположения слушателя зависит, какой уровень звукового давления испытает он лично. И все же музыка играет особую роль в мире громких звуков. Большинство из них монотонно, музыка же взывает к нашим чувствам с помощью ритма и полифонии.

Шум беспощаден. Нельзя сказать, что человек перед ним беззащитен, однако держать его в рамках становится все труднее. Он проникает сквозь окна, двери и стены. Защита от шума – одна из важнейших задач современного общества, и ее выполнение обходится все дороже.

Шум оказывает существенное влияние на животных и человека. Он может не только воодушевлять и спасать жизни, но и тревожить, и стать причиной депрессии. Людей давно интересовало, как постоянный шум влияет на психическое здоровье. Еще древние римляне обсуждали вопрос, может ли душа занемочь от шума большого города. В данной книге пойдет речь и об этом.

Бывает шум, который слышишь только ты. Шум, который возникает в твоей голове, но не является следствием психического заболевания. Тиннитус – это болезнь цивилизации, которой страдает все больше людей по всему земному шару. Ее причиной может стать нарушение слуха, стресс или повреждения опорно-двигательного аппарата. В работе мозга происходит некий сбой, и человек начинает слышать звуки, которых на самом деле не существует. Я знаю, о чем говорю, потому что сам уже 30 лет живу с двусторонним тиннитусом. Я слышу высокочастотный писк в диапазоне около 4 Гц, а иногда вдобавок к нему тихий низкочастотный стук. Катализатором заболевания стало сочетание стресса с громкой живой музыкой. Осознав, что этот шум останется во мне навсегда, я сначала подумал, что не смогу так жить. Невыносимы

были дни, но особенно ночи, когда все вокруг постепенно стихает, и тиннитус правит бал. Тогда этот шум был моим кошмаром, моим злейшим врагом. Затем, с течением времени, я привык к нему – как человек, который уже многие годы живет на улице с оживленным движением и научился не обращать внимания на посторонние звуки. А между тем тиннитус стал моим верным спутником и уже совсем не пугает. Он исправно дает мне знать о чрезмерном стрессе и перенапряжении: звеня на высоких нотах, он призывает меня к порядку. Как бы парадоксально это ни звучало, мой личный шум заставляет меня искать тишину.

Сейчас я осознанно избегаю шума в своем окружении. Мне по душе тихие дома, тихий отдых и тихие люди. Какая ирония судьбы: почти всю жизнь я был музыкантом, шумел больше всех – и вдруг стал так чувствителен к звукам. Но это совсем другая история.

Изучение истории шума сопряжено с одной проблемой. Шумы и звуки мимолетны и исчезают без следа. Только в конце XIX в. появилась возможность их сохранения и воспроизведения. Чтобы описать звучание предшествующих эпох, мы должны искать другие источники: дневники, рассказы путешественников, репортажи, судовые журналы, а также картины, рисунки, скульптуры, рельефы, результаты измерений, архитектурные планы, механические конструкции, чертежи, данные психоакустики, анатомические исследования и даже археологические находки. Там, где мне не

удалось найти источник, на помощь приходила фантазия. Перед некоторыми главами вы увидите выделенные абзацы: в них говорится, как я представляю себе звуковую картину того или иного события. А теперь – в путь! Позвольте провести вас по страницам этой многозвучной истории.

От большого взрыва до первых людей. Рождение шума

Что было до Большого взрыва? Бессмысленный вопрос, если верить Альберту Эйнштейну. Он считал, что в момент Большого взрыва появились не только пространство, свет и материя, но и время. Следовательно, никакого «до» быть не может. Тем не менее я пытаюсь представить себе, что же было раньше. Не получается. Я не могу переступить какую-то незримую грань. Если Вселенная возникла из крошечной материальной точки невероятной плотности – кто или что было причиной? Ах да, ни «кого», ни «чего» еще не было. А откуда материя? Не было же ни пространства, ни материи. Голова идет кругом. Единственное, в чем я уверен: с этого загадочного события начинается история всего. Пространства, времени, материи, света, звука. Нет, постойте. Звуков придется еще подождать.

Большой взрыв – тише не бывает

Все существующее, включая время и пространство, началось со взрыва – так называемого Большого взрыва. Отправной точкой современных исследований является теория бельгийского священника и астрофизика Жоржа Леметра (1894–1966), который, в свою очередь, опирался на теорию относительности Альберта Эйнштейна (1879–1955). Сам термин «Большой взрыв», однако, появился только в 1949 г., когда британский астроном Фред Хойл, выступая на радио Би-би-си, решил пошутить по поводу спорной тогда идеи[1].

А между прочим, этот взрыв был самым тихим в истории Вселенной, так как физических условий для возникновения звука в космосе еще не было. Только благодаря взрыву они и возникли. С точки зрения современной астрофизики это событие произошло примерно 13,8 млрд лет назад.

И звук, и шум – это распространение упругих волн (звуковых волн) в газообразной, жидкой или твердой среде, в процессе которого элементарные частицы вещества вынужденно совершают колебательные движения. Поскольку упомянутые частицы, а также время и пространство появились

[1] Смысл шутки в том, что *Big Bang* в английском может означать и «Большой взрыв», и «большой бабах». Те же значения имеет немецкий термин *der Urknall,* который использует автор. – *Здесь и далее, если не указано иное, примеч. перев.*

только после Большого взрыва, сам он не мог породить ни звука. Удивительно, но в тот момент царила мертвая тишина. Большой взрыв был бесшумным, так как не существовало среды, в которой могли бы распространиться звуковые волны. Зато его физическое эхо можно уловить даже сейчас: это фоновое излучение, которое равномерно заполняет пространство Вселенной. Американские ученые Джон К. Матер и Джордж Ф. Смут получили Нобелевскую премию 2006 г. по физике за исследование данного феномена.

Космический шум младше, чем время и пространство, но несущественно. Астрофизики обнаружили, что через 380 000 лет после Большого взрыва в бесконечной Вселенной раздался низкий, загадочный звук. Такой низкий, что его не может услышать ни одно живое существо. Его уловили только приборы: крошечный обрывок частотой 1 Гц. Мир как бы ворчит спросонья. Космическая акустика – еще очень юная область исследований, но стремительное развитие радиотелескопов в последние 20 лет расширяет возможности дальнейшего изучения уже известных акустических феноменов древнейшей истории Вселенной. То, что мы можем уловить их сейчас и измерить, объясняется просто: Вселенная постоянно расширяется, и они добираются до нас невероятно долго. В начале 2000-х гг. американский физик Джон Г. Крамер (р. 1934), почетный профессор Вашингтонского университета в Сиэтле, заставил зазвучать волны, распространявшиеся во времени, пространстве и материи в течение 400 000

лет после Большого взрыва. Он свел первые зафиксированные сигналы эха Большого взрыва в единый звуковой сигнал длительностью 100 секунд. По словам Крамера, он похож на «рев турбин реактивного самолета, взлетающего прямо над вашим домом»[1].

В принципе, услышать отзвуки Большого взрыва можно и без дорогостоящего оборудования, которым пользуются современные астрофизики. Достаточно старого УКВ- или СВ-приемника, способного ловить ультракороткие и средние радиоволны. В шум помех между двумя передачами вплетается слабый отголосок Большого взрыва, долетевший до нас через 14 млрд лет. По подсчетам астрофизиков, он составляет всего 1 % шума помех.

Расширялись галактики, рождались звезды и планеты нашей Солнечной системы. Сначала эти процессы проходили совершенно бесшумно, несмотря на сильнейшие ядерные реакции и колоссальные выбросы энергии. В космическом вакууме нет ни шороха, ни звука, поскольку нет среды, необходимой для распространения звуковых волн. Уму непостижимо: мощнейшие взрывы и реакции ядерного синтеза при возникновении звезд и планет протекали в полной тишине. Если бы «Звездные войны» происходили в реальном космосе, Разрушитель Звезд не мог бы шипеть, выпуская лазерный луч. Не смогла бы нарушить космический покой и гибель Звезды смерти, которая на экранах сопровождается низкочастотным басовитым гудением и звуком мощного взрыва.

Дух захватывает, но не настолько, чтобы привести в восторг посетителей кинотеатра, так что приходится прибегнуть к помощи голливудских звукорежиссеров.



https://youtu.be/1OpNI5DjxC0?si=AmWdfccusKejnHyx

1. Большой взрыв

Запись смонтирована профессором Джоном Г. Крамером

Вселенная учится слышать

Только 4,58 млрд лет назад стало действительно громко: появилась Земля. В результате дегазации на ней сформировалась первичная атмосфера. С точки зрения современной науки первая газовая оболочка Земли состояла из водорода, гелия, метана и примесей еще некоторых газов. Это крайне токсичная смесь, в наше время она бы уничтожила все живое. Но тогда она помогла свершиться неслыханному: в мире впервые раздался звук, а точнее, грохот. Звуковые волны наконец получили нужные условия для своего распространения. Извержения вулканов, землетрясения, падения метеоритов и прочие космические катастрофы – настоящий акустический апокалипсис, который сейчас трудно себе представить. Вот момент рождения шума.

Превращение нашей планеты из огненно-красной в голубую также сопровождалось громкими звуками. 3,8 млрд лет назад, в архее (второй эон геологической истории Земли), зашумела вода. По расчетам исследователей, на Земле примерно 40 000 лет непрерывно шел дождь. Точнее, не шел. И даже не лил как из ведра. Можно сказать, что над юной планетой разверзлись хляби небесные, но даже библейский потоп на самом деле не выдерживает сравнения с теми массами воды, которые обрушились вниз. Земля остыла, и на ней появились моря.

Первичная атмосфера плохо защищала Голубую планету, поэтому в нее часто врезались метеориты и астероиды (что, по сути, одно и то же). Ее сотрясали землетрясения и извержения вулканов. Весь этот грохот, однако, некому было слушать. На Земле не было таких высокоорганизованных форм жизни, как сейчас. Вероятно, первыми живыми организмами были простейшие бактерии, для которых высокотоксичный газовый коктейль тех времен был эликсиром жизни. А вот воздух, которым дышим мы (78 % азота, 21 % кислорода и примеси благородных газов), их бы точно убил. Следы этих древнейших микроорганизмов, возраст которых насчитывает около 3,77 млрд лет, были обнаружены в 2017 г. на севере Канады.

Эти первые обитатели Земли погибли примерно миллиард лет спустя, их погубил как раз кислород (кстати, продукт дыхания одного из видов бактерий). Но тот же самый кислород дал возможность существования новой форме жизни, которая через миллионы лет эволюции обретет способность слышать.

Ухо, звуковая волна, восприятие – три слагаемых шума

Мы знаем, что жизнь зародилась в воде. В течение миллионов лет Мировой океан населяли беспозвоночные существа, у которых еще не было органов слуха. Первые позвоночные возникли в девоне (ок. 418–360 млн лет назад). Это были рыбы, и они обладали уникальным отличительным признаком: это были первые живые существа, которые могли слышать в современном смысле этого слова.

Уже древнейшие рыбы имели примитивные органы слуха. В отличие от обитателей суши у рыб до сих пор нет среднего уха – только внутреннее. Зато это достижение эволюции они получили первыми и владеют им как минимум 380 млн лет. В начале 2000-х гг. палеонтологи изучили останки доисторической рыбы пандерихтиса (верхний девон, примерно 384–376 млн лет назад). Она жила незадолго до появления земноводных, была похожа на сплющенную сверху латимерию и имела отверстие над внутренним ухом, как все рыбы. Однако у пандерихтиса это отверстие было существенно больше, чем у его предшественников. В 2006 г. шведские палеобиологи Мартин Бразо и Пер Ольберг выдвинули гипотезу, согласно которой среднее ухо наземных позвоночных развилось как раз из этого увеличенного отверстия. Ученые также убеждены, что первые амфибии дышали ушами[2].

Органы дыхания и органы слуха образовали две независимые системы только у тех позвоночных, которые полностью вышли на сушу. О былой связи двух систем напоминает один лишь маленький орган: евстахиева труба, тонкий канал между средним ухом и носоглоткой. О ней знает каждый, кто летал в самолете. Когда на взлете и посадке начинает закладывать уши, мы зажимаем нос и сглатываем. Через евстахиеву трубу воздух движется из носоглотки в ухо и давит изнутри на барабанную перепонку, уже натянутую до предела из-за внешнего давления. Раздается спасительный щелчок, и боль отпускает – внутреннее и внешнее давление выровнялось. Правда, во время болезни этот трюк не работает. Отекшая слизистая не пропускает достаточное количество воздуха в евстахиеву трубу. Тогда от боли в ушах нет спасения. Другая уязвимая категория – маленькие дети. Они часто плачут при взлете и посадке, потому что не умеют сглатывать в нужный момент.

В течение нескольких миллионов лет после выхода на сушу у позвоночных сформировался привычный нам орган слуха: наружное ухо (обычно с ушной раковиной), слуховой канал, среднее ухо и внутреннее ухо с чувствительными волосковыми клетками, которые воспринимают звуковой сигнал, а затем по слуховым нервам информация поступает в мозг. Плюс барабанная перепонка со слуховыми косточками: молоточком, наковальней и стремечком. Это хрупкая и очень чувствительная конструкция. В отличие от многих

других органов ухо с трудом восстанавливается после повреждений, а сильная травма может привести к глухоте или тиннитусу, ведь чувствительные волосковые клетки не способны к регенерации.

Чтобы лучше понимать природу шума, нужно взглянуть на него с точки зрения физики. То, что мы называем громкостью звука, по сути является уровнем звукового давления и измеряется в децибелах (дБ). Децибел – это десятая доля бела. Данная единица измерения появилась в начале XX в. и получила свое название в честь Александра Грэма Белла (1877–1922), который наряду с немецким физиком Филиппом Рейсом (1834–1874) был основоположником современной телефонии.

Труднее всего понять, что единица измерения громкости звука имеет логарифмический характер. Попросту говоря: измерение в децибелах не предполагает плавного и равномерного изменения значений, как в случае измерения веса килограммами, а длины – метрами. Уровень звукового давления, измеряемый в децибелах, растет чем дальше, тем быстрее. Его повышение всего на 10 дБ может означать резкое усиление громкости: так, например, звук 60 дБ почти вдвое громче, чем 50 дБ. Начало отсчета, полная тишина, – это 0 дБ. Беседа (от спокойной до очень оживленной) – примерно 50–60 дБ, шум газонокосилки – 70–80 дБ, рок-концерт – 110 дБ. Шум низко летящего самолета находится на уровне около 120 дБ, а грохот взорвавшейся петарды может

достигать 140 дБ. После 1925 г. в немецкой психоакустике использовалась еще одна единица измерения – фон. Сейчас она вышла из употребления, но раньше служила для оценки громкости звука в субъективном восприятии.

Вторая важная единица измерения, герц (Гц), получила свое название в честь немецкого физика Генриха Рудольфа Герца (1857–1894). В герцах измеряется очень значимый показатель уровня звука – число колебаний в секунду. Чем выше это число, тем выше тоны шума. Например, низкий гул звучит на частоте 50 Гц (то есть в секунду происходит 50 колебаний), а высокий писк – на частоте 4000 Гц, то есть 4 кГц (килогерц). Человек способен слышать звуки в диапазоне частот от 20 Гц до 20 кГц. Более высокие частоты – это ультразвук, более низкие – инфразвук. Слух животных гораздо острее человеческого, особенно это касается ультразвука. Так, например, кошка воспринимает звуки в диапазоне от 65 Гц до 75кГц, а летучая мышь – от 1000 Гц до 150 кГц.

Частота имеет значение, потому что от нее зависит наше восприятие звука. Низкие тона раздражают слух гораздо меньше высоких. Низкий звук на частоте 10 Гц и силой звукового давления 100 дБ – это громко, но высокий звук (1000 Гц) люди находят громким уже при силе давления 40 дБ. Обыкновенные комары служат наглядным примером того, какими неприятными могут быть высокие тона. Тон звука, издаваемого насекомым в полете, зависит от числа взма-

хов крыла в секунду: чем меньше это число, тем ниже звук. Крылья мух, например, совершают примерно 300 взмахов в секунду, а у комара этот показатель может быть в 5 раз выше и достигать 1500 взмахов в секунду. Поэтому мухи гудят и жужжат, а комары высоко и пронзительно пищат, превращая летнюю ночь в пытку.

Низкие тона могут звучать угрожающе, но лишь высокие звуки тревожат и пугают по-настоящему. Поэтому сирены звучат на высоких частотах, и ровно по той же причине автомобильная сигнализация не гудит, а пищит и завывает.

Тираннозавр кукарекал на рассвете?

Территория современного Китая в глубокой древности. Заболоченная местность в пойме реки. Здесь растут молодые сочные травы и пасется стадо завролофов. За булькаными и плеском почти не слышно, как к ним приближается тарбозавр. Сначала он слышит их и чувствует их запах. Он очень плохо видит. Его глазки кажутся совсем крошечными на массивной голове. Зато поражают размеры его зубов – сантиметров по десять каждый. Внезапно одиннадцатиметровый гигант срывается с места и бежит, его массивные ноги с силой отталкиваются от земли, так что она содрогается от каждого толчка. Он не издает ни звука, слышен только его равномерный топот и плеск воды. Стадо обращается в бегство – на долю секунды позже необходимого. Одна из самок поскальзывается в иле и падает. Тарбозавр бросается на нее. Раздается пронзительный вопль, потом характерный предсмертный хрип. И вновь тишина. Лишь на следующий день, на рассвете, ее снова нарушает звук, в последнее время обычный для этих мест: низкое рычание, затем пронзительный, будто чаячий, крик – и так три раза подряд. Этой ночью тарбозавр спарится с самкой.

Никто не знает, какие звуки издавали динозавры. Вот флегматичный 37-метровый гигант патаготитан – очевидно,

самое большое животное, когда-либо обитавшее на Земле. Возможно, он мычал, как корова? А вороватый велоцираптор верещал, как рассерженная сорока? Действительно ли рык тираннозавра звучал так грозно и устрашающе, как в кино? «Не стоит питать иллюзий: по этой теме мы не знаем практически ничего», – пишет немецкий палеонтолог профессор Эберхард Фрей[3]

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, купив полную легальную версию на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.

Комментарии

1.

Cramer J. G.. Boomerang and the Sound of the Big Bang // Analog Science Fiction & Fact Magazine. Issue 01/01. Article AltVw104. 2001. January.

2.

Pearson Helena. Our ears once breathed // Nature. 2006. 439: 318–321.

3.

Forscher versuchen das Rätsel der Dinos zu lösen // Neue Rhein/ Neue Ruhr Zeitung. 05.05.2020.