

С.Н. Ржевкин

**Слух и речь в свете
современных физических
исследований**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 53
ББК 22.3
С11

С11 **С.Н. Ржевкин**
Слух и речь в свете современных физических исследований / С.Н. Ржевкин –
М.: Книга по Требованию, 2023. – 148 с.

ISBN 978-5-458-57047-3

ISBN 978-5-458-57047-3

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учение о звуке, привлекавшее к себе в XIX веке внимание широкого круга физиков и приведенное в законченную систему трудами Гельмгольца, Рэля и ряда других крупных ученых, в последние десятилетия XIX столетия и в начале XX века оказалось почти вне круга широких научных исследований, будучи заслонено более животрепещущими вопросами.

Причину уменьшения интереса к акустике следует искать, вероятно, во-первых, в том, что в этой области основные принципы уже были твердо установлены, и казалось, что на долю исследователей в области акустики остается лишь разработка отдельных деталей, а во-вторых, еще и в том, что дальнейшие акустические исследования наталкивались на чрезвычайно большие экспериментальные трудности, и решение многих важных и спорных вопросов ожидало дальнейшего усовершенствования экспериментальной техники. В ослаблении интереса к акустике немаловажную роль играло еще и то обстоятельство, что до последнего времени она имела очень мало практических приложений.

В настоящее время положение резко изменилось. За последние десятилетия акустика получила чрезвычайно широкое поле приложений как в технике, так и

в практической жизни. Особенно разнообразны и интересны применения акустических методов в военном деле. Чтобы несколько характеризовать широту современных применений акустики, я приведу некоторые примеры.

Телефония и радио-телефония в своем интенсивном развитии встали перед необходимостью объективного изучения и анализа феномена речи и звукового материала вообще, а также и слухового аппарата человека, без чего дальнейший прогресс в этой области был затруднителен. Крупнейшие мировые фирмы, работающие в области связи — Вестерн Электрик К^о в Америке и Сименс-Концерн в Германии, организовали большие прекрасно оборудованные акустические лаборатории, в которых заняты научной работой десятки ученых — физиков, физиологов и инженеров. Этот факт с несомненностью показывает, насколько жизненно необходимыми стали научные исследования в этой области.

В результате долголетней работы по изучению звуков, этими лабораториями и рядом других исследователей в настоящее время накоплен и исследован огромный материал, объективно характеризующий весь наличный мир звуков: звуки речи, музыку, шумы и другие звуки.

В работах последних лет также весьма подробно и тщательно исследовался орган слуха. В этой области накоплен чрезвычайно богатый научный материал по изучению строения уха, и вместе с тем разрешен ряд важнейших практических вопросов. Укажу хотя бы на разработку методики испытаний остроты слуха в целях отбора работников различных профессий, для целей медицинской диагностики и точного учета степени инвалидности, на рациональную постановку изготовления

аппаратов для глухих (Вестерн Электрик К⁰), на выяснение некоторых возможностей лечения глухоты акустическими методами. Правильная постановка задачи о передаче звуков с усиленной громкостью и телефонная передача на десятки тысяч километров оказались возможными также лишь на основании точного знания функций уха в связи с детальным изучением речи.

Задача конструирования мощных неискажающих репродукторов (громкоговорителей) по своей сложности оказалась для техники подлинным камнем преткновения. Пока мы не имели точного учета всех особенностей слуха и речи, удовлетворительное разрешение этой задачи было, вообще говоря, невысказано. В настоящее время, после десятка лет работы, эта задача близка к окончательному и безукоризненному разрешению.

В области устройства аппаратов для записи и репродукции звуков (граммофонов и фонографов) в последние годы сделаны большие успехи, которые также обусловлены правильной постановкой связанных с этим вопросом акустических проблем.

В военном и морском деле, особенно в области подводной морской связи, акустические методы дали блестящие результаты. Акустическую подводную связь удастся в настоящее время осуществить на расстоянии сотен километров. В виду практической важности этих задач подводная акустика является в настоящее время уже сложившейся отраслью техники. (См. напр. книгу Aigner'a: Unterwasserschalltechnik.)

Теоретическая и опытная разработка проблем подводной акустики дала мощный толчок к развитию научной мысли, и, помимо разрешения основных практических задач в этой области, наука обогатилась новыми откры-

тиями и изобретениями. Я имею в виду, во-первых, работы Константинеско по передаче больших мощностей помощью звука по трубам с водой и постройку генераторов и моторов, аналогичных электрическим; во-вторых, работы по изучению ультра-звуков с частотами выше предела слышимости, которые при помощи пьезо-кристаллов (Ланжевен¹) могут быть излучаемы направленным пучком (аналогично лучам света, излучаемым прожектором), и которые, как оказалось, производят ряд до сих пор совершенно неизвестных и неожиданных биологических действий. (Вуд и Лумис²).

Техника подслушивания звуков под землей, развившаяся в связи с потребностями минного дела на войне, в настоящее время с успехом применяется в горном деле для разведок месторождения полезных ископаемых посредством наблюдения эхо, отраженного от пластов руды.

Изучение способности человека определять на слух положение источника звука (бинауральный эффект) позволило подойти к конструированию ряда аппаратов для военного дела, а также для морской и воздушной навигации, предназначенных для обнаружения и нанесения на карту невидимых источников звука --- например кораблей, аэропланов, стреляющих орудий и т. п.

Нельзя не упомянуть также о применении акустики в строительном деле (архитектурная акустика), что в настоящее время дало возможность разрешить задачу о рациональной конструкции театров и лекционных зал,

¹ P. Langevin. La Nature, May, 1925.

² R. Wood and A. Loomis. Phil. Mag. 4, p. 417, 1927.

а также подойти к разрешению вопроса о звуковой изоляции в различных случаях строительства.

Изучение музыкальных звуков и музыкальных инструментов с акустической точки зрения, хотя и насчитывает большую давность по времени, но еще далеко не может считаться задачей, доведенной до конца. Музыкальная акустика пока находится в зачаточном состоянии и, вероятно, быстро разовьется, используя усовершенствованную методику и богатый накопленный материал.

Из этого краткого обзора приложений современной „Технической акустики“, как мне кажется очевидно, что объективное изучение речи и, в особенности, слуха должно являться фундаментом почти для всех основных звукотехнических расчетов. Это и понятно: ведь слух и речь являются начальным и конечным звеном в линии нашей акустической связи, поэтому знание функционирования органов речи и слуха лежит в основе всей звуко-техники.

Настоящая книжка посвящена обзору новейших исследований слуха и речи. Все изложение вопроса пришлось дать в возможно сжатой форме, не загружая книги общим материалом, а также деталями, ввиду чего я заранее ожидаю обвинений в неполноте изложения. Но я писал, во-первых, прежде всего о том, что с моей точки зрения является в данной области наиболее существенным и современным; во-вторых, в изложении того или другого вопроса зачастую опускал как мелкие подробности его, так и исторические данные.

Мне думается, что все изложенное в этой книжке будет иметь некоторый интерес для довольно широкого круга специалистов: для физиков, физиологов и врачей, музыкантов, радио-инженеров и инженеров слаботочни-

ков, но, вероятно, не удовлетворит до конца ни тех, ни других, ни третьих, так как изложение ведется лишь в плане обзора вопроса и не входит в детали. В виду этого я постарался по возможности привести в сносках библиографию рассматриваемых вопросов.

С. Ржевкин.

Москва,
Январь, 1928 г.

Глава I

СТРОЕНИЕ СЛУХОВОГО АППАРАТА ЧЕЛОВЕКА. ПРЕДЕЛЫ СЛЫШИМОСТИ ЗВУКА

В слуховом органе человека различают три части: наружное, среднее и внутреннее ухо. Рис. 1 схематически показывает строение органа слуха. Звуковые колебания передаются из слухового прохода (15, 16) на барабанную перепонку (17) и от нее через слуховые косточки: молот (18), наковальню (19) и стремя (20) во внутреннюю полость лабиринта (9). Внешняя форма костного лабиринта (левого) изображена на рис. 2 так, как мы ее видели бы снаружи.

В лабиринте лежат чувствительные к звуку нервные окончания, и он заключает в себе, кроме того, орган равновесия (полукружные каналы). Нервные волокна, чувствительные к звуку, лежат в части лабиринта, называемой улиткой. Улитка представляет собой спирально-закрученную костную оболочку ($2\frac{3}{4}$ оборота), внутри которой идет непрерывающийся от основания до вершины проход. Проход этот (если его выпрямить) имеет в длину около 31—33 мм; диаметр его у основания—9 мм, а у вершины—1,8 мм. Он разделен по всей длине на две части (см. рис. 3), границей между которыми служит в

большей части поперечника костная перегородка, спирально завитая вдоль ходов улитки (*lamina spiralis*) и на меньшем протяжении — гибкая перепонка — основная мембрана (*membrana basilaris*).

Параллельно основной мембране и на очень близком расстоянии от нее идет вторая мембрана — текториальная, или кортиева, мембрана: она начинается, так

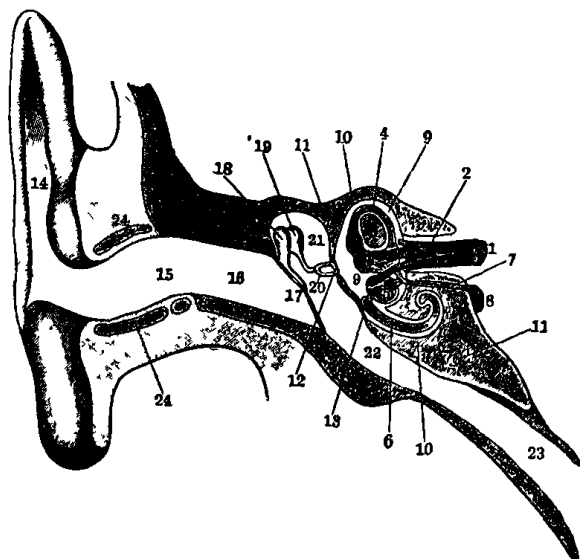


Рис. 1. Схематический разрез органа слуха: 1—слуховой нерв, 2—внутренний слуховой проход, 3—utricle, 4—один из трех полукружных каналов, 5—sacculus, 6—улиточный ход (ductus cochlearis), 7—ductus endolymphaticus, 8—saccus endolymphaticus, 9—перилимфатическая область, 10—костный лабиринт, 11—височная кость (скалистая часть), 12—овальное окно, 13—круглое окно, 14—ушная раковина, 15-16—наружный слуховой проход, 17—барабанная перепонка, 18—молот, 19—наковальня, 20—стрема, 21-22—среднее ухо, 23—евстахиева труба.

же, как и основная, от края костной перегородки, но распространяется лишь на незначительную часть ширины улиточного хода, не доходя до его противоположного края. Часть основной мембраны, лежащая рядом с тек-

ториальной, значительно утолщена, и как раз в этом месте ее разветвляются окончания слуховых нервов. Окончания клеток основной мембраны в соседстве с текториальной мембраной имеют тончайшие волоски, которые могут соприкасаться с текториальной мембраной при колебаниях, почему эти клетки и называют часто волосатыми клетками.

В области утолщения основной мембраны (рис. 3), прилегающей к костной спиральной перегородке, лежат

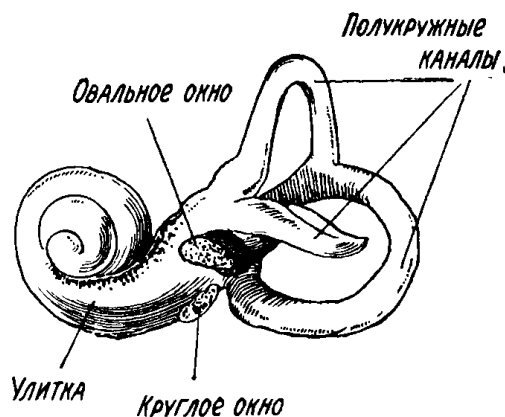


Рис. 2. Вид левого лабиринта снаружи.

особые образования — упругие кортиевы дуги (*organon spirale*), которым Гельмгольц в первом варианте своей теории слуха (от которого он позже отказался) приписывал роль настроенных на различные звуковые частоты элементов, но которые, повидимому, имеют лишь значение упругих органов, вызывающих напряжение основной мембраны. Дуги Корти отсутствуют, между прочим, у птиц, которые прекрасно воспринимают высоту тона.

Основная мембрана, вестибулярная (или Рейснерова) мембрана, видная на рис. 3, и оболочка, лежащая

по стенке лабиринта, образуют вместе спиральный ход трехгранного сечения (*ductus cochlearis*), называемый перепончатым лабиринтом. Жидкость, его наполняющая, называется эндолимфа, жидкость же в двух других частях хода улитки — вестибулярной и барабанной лестницах (*scala vestibuli*, *scala tympani*) — называется перилимфой. Эти жидкости довольно близки между собою по составу.

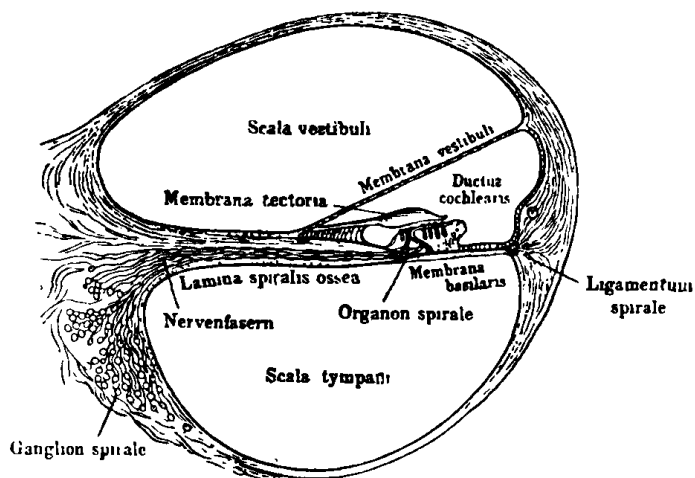


Рис. 3. Поперечный разрез хода улитки.

Основная мембрана состоит из большого числа поперечных волокон (по исследованиям различных ученых от 13 000 до 24 000 волокон), весьма упругих и слабо связанных друг с другом. Число окончаний слухового нерва доходит до 4 000. Две части хода улитки, разделенные основной мембраной, соединяются у вершины улитки маленьким отверстием (геликотрема). Обе части улиточного хода сообщаются с воздушной полостью среднего уха через натянутые упругими перепонками