Настоящая работа посвящена фонетическому явлению, которое получило в литературе название эффектом МакГурка. Впервые оно было описано в работе [McGurk, MacDonald 1978]. Эффект МакГурка — это иллюзия, возникающая, когда слух и зрение получают противоречивую информацию. Так, в эксперименте Г. МакГурка и Дж. Макдональда респондентам предлагалось смотреть видео, в котором на звуковой дорожке женщина повторяла слог [ba], в то время как на видеоизображении демонстрировалось движение губ для слога [ɡa]. Большинство испытуемых ответили, что слышали на видео звук [da], а при смене слогов (когда показывается [ba], а звук от произношения [ɡa]) респонденты, как правило, слышат [baɡba] или [ɡaba]. В следующем эксперименте ученые решили расширить количество и качество слогов и исследовали уже не только [ba] и [ɡa], но и слоги с глухими согласными [pa] и [ka]. Выяснилось, что и для глухих звуков также появляется отмеченная ранее иллюзия.

Попытки выяснить, чем же вызван подобный эффект и как реагируют на него носители различных языков, привели к многократному его повторению, изучению на материале различных языков, сравнение этого явления между двумя и более языками. Как оказалось, такая иллюзия появилась неслучайно, и существует ряд объяснений.

Исследовались не только различные слоги, как в первоначальном эксперименте, но и слова. Например, при исследовании двусложных слов [Cluff, Luce 1990], которые состояли из односложных слов, слоги были разделены на «простые» и «сложные» в зависимости от характеристик окружения слога. «Простым» слогом были названы высокочастотные слова в окружении низкочастотных слов, в то время как «сложным» слогом – низкочастотное слово в окрестности высокочастотных слов. Результаты показали, что структура соседства имеет сильное влияние на идентификацию. Исследуемые параметры свидетельствуют, что слова, состоящие из слогов типа «сложный-простой», узнавались лучше, чем слова, состоящие из слогов «простой-сложный», что указывает на замедленное распознавание слов в речи. Таким образом, идентификация слов предполагает многократное включение и замедленное принятие окончательного решения, тем самым обеспечивая точное и эффективное распознавание.

Вместе с тем оказалось, что на проявление эффекта также влияют такие параметры, как пол говорящего [Green, Stevens, Kuhl, and Meltzoff 1990], скорость произношения [Munhall, Gribble, Sacco, and Ward 1996] или несоответствие пола говорящего и показанного человека на картинке [Green, Stevens, Kuhl, and Meltzoff 1990], влияет на результат. Чем больше шума, тем сильнее наблюдается эффект МакГурка [Sekiyama, Tohkura 1990]; причём неважно, реальный ли это шум (помехи в звуке) или лишь видимый шум (показанный на изображении) [Fixmer, Hawkins 1998]. В основном в ходе эксперимента испытуемым предлагается смотреть видео с изображением женщины, и в работе [Colin, Radeau, Deltenre 1998] говорится, что эффект МакГурка проявляется по-разному в зависимости от пола говорящего. Интересующая нас иллюзия появляется и при говорящем-мужчине, и при говорящем-женщине, но если изменение одного из стимулов не приводит к значительной разнице в результатах. Однако если на видео женщина, то каждое отклонение от классического эксперимента заметно, причём наиболее частотно проявление эффекта МакГурка при звонких согласных и низкой скорости проигрывания видеозаписи для двойных слогов и при звонких согласных и использовании гласного [i] для одиночных слогов. Кроме того, если говорящий-женщина носители почти не делают ошибку, когда в качестве стимула выступает одиночный слог, а при мужчине-говорящем показатели чуть ниже, чем для двойного слога, однако не нулевые. В работах, где указан пол испытуемых, также в основном преобладает количество женщин.

Немаловажно то, что правая часть губ в процессе речи двигается больше, чем левая. В работе [Nicholls, Searle, Bradshaw 2004] рассказывается об эксперименте, в ходе которого участники наблюдали за видеозаписью, где поочередно были спрятаны левая и правая части губ. Выяснилось, что наиболее сильное воздействие рассматриваемого эффекта происходит, когда губы говорящего видны полностью, но отображены зеркально.

Кроме того, в работе [Nath, Beauchamp 2011] показано, что при анализе подаваемой мозгу информации в большей или меньшей степени задействованы разные участки коры головного мозга. Испытуемых просили смотреть на рот говорящего в ходе нейролингвистического эксперимента. Результаты показали, что зоны интереса мозга определяются индивидуально для каждого человека, однако для каждого испытуемого было верно, что после проведения эксперимента общая зона, реагирующая на зрительные и слуховые стимулы одновременно, очень мала.

Эксперимент проводился на материале языков из различных ареалов и разных языковых семей. В статьях не только описывается ход эксперимента для различных языков, но и сравнивается восприятие носителей, языки которых принадлежат самым разным языковым семьям. На карте отмечены все языки, на материале которых исследовался эффект МакГурка (см. Рис.1). Код представлен в Приложении 1 и в репрезентории (на сайте github.com) по адресу <URL: https://github.com/agricolamz/McGurk-effect/tree/master/graphs>. Для картографирования использовался пакет lingtypology для языка R (Moroz G. (2017). lingtypology: Linguistic Typology and Mapping).

Так, например, в работе [Sekiyama 1993] показано, что японский эффект МакГурка проявляется сильнее английского, а восприятие английских носителей и тех, для кого английский не родной, разнится. Также примером изучения могут послужить работы [Sams, Manninen, Surakka, Helin, Katto 1998] для финского языка, [Gelder, Bertelson, Vroomen, Chen, 1995] для датского и кантонского китайского, [Colin, Radeau, Deltenre 1998] для французского языка. Исследовались также испанский, малайский и корейский [Hardison 1999], канадский французский [Dupont, Aubin, Menard 2005], немецкий и венгерский [Grasseger 1995], и, конечно, английский в США [Green, Stevens, Kuhl, Meltzoff], Канаде [Munhall, Gribble, Sacco, Ward 1996] и Англии [McGurk, MacDonald 1976], в Австралии [Burnham, Dodd 2004] и в Шотландии [Munhall, Gribble, Sacco, Ward 1996].

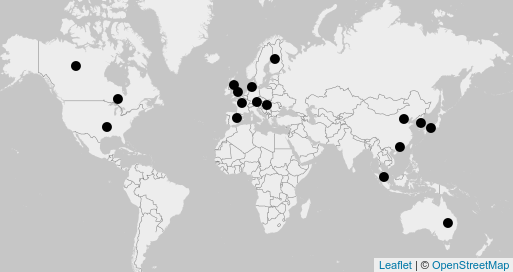


Рис. 1 Карта языков, на материале которых исследовался эффект МакГурка

С момента проведения классического эксперимента МакГурка, который был описан выше, было придумано большое количество других стимулов, которые проверяли бы наличие или отсутствие эффекта. Помимо классических слогов [ba], [ɡa], [da] (и [pa], [ka], [ta]), в работе [Sekiyama 1993] встречаются также [ma], [na], [wa], [ra] [fa], а, например, в [Dupont, Aubin, Menard 2005] эти же согласные находятся в интервокальной позиции ([aba], [ada] и так далее), или в [Colin, Radeau, Deltenre 1998] с другим гласным в разных позициях (рассматриваются [bi], [di] и [ibi], [idi] и так далее).

В данной работе мы ставим себе задачу проверить, как работает эффект МакГурка на материале слов СРЛЯ. В ходе работы мы постараемся ответить на следующие вопросы:

1. Проявляется ли на материале слов СРЛЯ эффект МакГурка?

Если носители СРЛЯ подвержены эффекту МакГурка, то также интересно ответить на более конкретные вопросы:

1. Влияет ли на проявление эффекта тип сегментов (звонкие взрывные [б], [д], [г]; глухие взрывные [п], [т], [к]; глухие фрикативные [ф], [с], [х]).
2. Влияет ли на иллюзию использование других гласных (не только [а], как в классическом эксперименте, но, например [i] и [u]).
3. Влияет ли на проявление эффекта противопоставление согласных по мягкости: палатализованный / велярный.
4. Есть ли зависимость между соотношением полов слушающего:
5. женщина;
6. мужчина;

На основании полученных данных построить статистическую модель, которая на основании вышеперечисленных параметров предсказывает один из четырёх возможных ответов респондента:

1. слово, которое произносится на звуковой записи;
2. слово, которое показывается на видео изображении;
3. новое слово (эффект МакГурка);
4. какое-то стороннее слово, вызванное ошибкой или непониманием.

Позже решено было убрать из эксперимента глухие фрикативные, потому что в русском языке практически нет противопоставления по выбранным звукам в естественном СРЛЯ. Все возможные комбинации стимулов насчитывали 108 результатов, а после того, как из эксперимента решено было убрать фрикативные, возможных вариантов стало 72, они представлены в конце данной работы в Приложении 1.

Методы проведения эксперимента

При конструировании эксперимента мы опирались на статью [Gries 2013], в которой подробно описывается процесс выбора стимулов. В статье говорится, что сначала надо выбрать интересующие параметры, которые являются независимыми между собой, а после, перемножив их число между собой, понять, как много получится стимулов. В данной работе это тип согласного на видеозаписи (3), тип согласного на аудиозаписи (3), пол слушающего (2), тип согласного (2) и дополнительная артикуляция (2). (3\*3\*2\*2\*2 = 72.) Эта таблица из всевозможных стимулов является схематичным описанием эксперимента (см. Приложение 1). Разумеется, участники не видели эту таблицу до прохождения эксперимента. Для эксперимента в статье автор советует разработать набор слов, реализующий уникальный набор параметров. Важно проконтролировать, чтобы участники не знали, на что направлен эксперимент, до и во время прохождения; убедиться, что ответы не зависят от привыкания к стимулу; быть уверенным, что ответы интерпретируются однозначно и испытуемый не сомневается. При создании уникальных наборов параметров предлагается рассмотреть переменные, которые нас не интересуют, чтобы испытуемые не могли угадать стимул, который действительно нас интересует, и чтобы слишком высокая частотность интересующих нас стимулов не повлияла на интерпретацию результатов. В нашей работе это будет значить, что 50% слов не будут содержать интересующих нас согласных. S. T. Gries считает, что испытуемому следует видеть максимально один элемент из уникального набора параметров. Что касается стимулов, то каждый экспериментальный элемент представлен более чем одному респонденту и в равной степени. Порядок подачи стимулов в статье предлагается делать псевдорандомным, но в то же время индивидуальным для каждого участника. Необходимо «исправить» случайный порядок по принципу: первый элемент не является интересующим стимулом, стимулы не идут подряд, однотипные стимулы появляются в разном порядке.

Эффект МакГурка был исследован на материале русского языка с помощью эксперимента, в ходе которого были опрошены носители русского языка. Среди них примерно одинаковое соотношение мужчин и женщин, 15-45 лет, родившихся и проживших большую часть жизни в Москве или Московской области. Никто из испытуемых не имеет лингвистического образования. Проходящим эксперимент было предложено смотреть видеозапись, на которой диктор рассказывал истории на отвлеченную тему, а в конце респондентам задавались вопросы, чтобы выяснить, действует ли эффект МакГурка на носителях русского языка. После вопроса, испытуемым предлагалось расположить ряд слов в верном порядке. Данным заданием мы заменяли филлеры.

Для эксперимента подбирались минимальные пары, которые бы различались лишь искомым сегментом, например, *порт* и *торт*. В ходе исследования мы пытались подобрать слова со сходной частотностью, чтобы избежать возможных проблем с малой актуализацией слов. Так что, например, слова *поругать* и *порубать* вполне подходят для наших целей, однако мы предположили, что тот факт, что *порубать* редко употребляется в СРЛЯ, может повлиять на проявление эффекта МакГурка. Были использованы материалы Частотного словаря современного русского языка [Ляшевская, Шаров 2009], а также Грамматического словаря русского языка [Зализняк 1990], чтобы исключить нежелательные пары слов типа *дина́мик* vs. *динами́т*.Были выбраны лишь такие слова, в которых целевой согласный находится в инициали ударного слога, то есть пары слов типа *заскучать* и *застучать* были исключены из нашего эксперимента, а, например, пары слов *подкорка* и *подборка* вполне удовлетворяют нашим условиям.

Нас интересовало, как меняются результаты в зависимости от пола слушающего (мужской или женский), места образования согласного (губной, зубной, губно-зубной, заднеязычный) и его типа (звонкий взрывной, глухой взрывной), а также проверялось, влияет ли дополнительная артикуляция на ответы носителей (палатализованный vs. верялированный), причём велярные [к] и [г] для удобства рассматривались в той же группе, что и веляризованные.

Литература

Brancazio, L., Miller, J. L. (2005). Use of visual information in speech perception: Evidence for a visual rate effect both with and without a McGurk effect. *Attention, Perception, & Psychophysics, 67*(5),759-769.

Burnham, D., Dodd, B. (2004). Auditory–visual speech integration by prelinguistic infants: Perception of an emergent consonant in the McGurk effect*. Developmental psychobiology, 45*(4), 204-220.

Cathiard, M. A., Schwartz, J. L., Abry, C. (2001). Asking a naive question about the McGurk Effect: why does audio [b] give more [d] percepts with visual [g] than with visual [d]?. *In AVSP 2001-International Conference on Auditory-Visual Speech Processing.*

Cluff, M. S., Luce, P. A. (1990). Similarity neighborhoods of spoken two syllable words: Retroactive effects on multiple activation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *87*(S1), S125-S126.

Colin, C., Radeau, M., Soquet, A., Demolin, D., Colin, F., Deltenre, P. (2002). Mismatch negativity evoked by the McGurk–MacDonald effect: A phonetic representation within short-term memory. *Clinical Neurophysiology*, *113*(4), 495-506.

de Gelder, B., Bertelson, P., Vroomen, J., Chen, H. C. (1995). Inter-language differences in the mcgurk effect for dutch and Cantonese listeners. In *EUROSPEECH*.

Dupont, S., Aubin, J., Ménard, L. (2005). A study of the McGurk effect in 4-and 5-year-old French Canadian children. *ZAS Papers in Linguistics, 40*, 1-17.

Fixmer, E., Hawkins, S. (1998). The influence of quality of information on the McGurk effect. In *AVSP'98 International Conference on Auditory-Visual Speech Processing*.

Grassegger, H. (1995). McGurk effect in German and Hungarian listeners. In *proceedings of the international congress of phonetic sciences, Stockholm* (Vol. 4, No. 3, p. 2).

Green, K. P., Kuhl, P. K., Meltzoff, A. N. (1988). Factors affecting the integration of auditory and visual information in speech: The effect of vowel environment. *The Journal of the Acoustical Society of America, 84*(S1), S155-S155.

Green, K. P., Kuhl, P. K., Meltzoff, A. N., Stevens, E. B. (1991). Integrating speech information across talkers, gender, and sensory modality: Female faces and male voices in the McGurk effect. *Attention, Perception, Psychophysics*, *50*(6), 524-536.

Gries, S. T. (2013). Statistics for linguistics with R: A practical introduction. Walter de Gruyter

Hardison, D. M. (1999). Bimodal speech perception by native and nonnative speakers of English: Factors influencing the McGurk effect. *Language Learning*, *49*(s1), 213-283.

Hayashi, Y., Sekiyama, K. (1998). Native-foreign langage effect in the mcgurk effect: A test with chinese and japanese. *In AVSP'98 International Conference on Auditory-Visual Speech Processing.*

Hayashi, Y., Sekiyama, K. (1998). Native-foreign langage effect in the mcgurk effect: A test with chinese and japanese. In *AVSP'98 International Conference on Auditory-Visual Speech Processing*.

Johnson, K., Strand, E. A., D'Imperio, M. (1999). Auditory–visual integration of talker gender in vowel perception. *Journal of Phonetics, 27*(4), 359-384.

McGurk, H., MacDonald, J. (1976). Hearing lips and seeing voices.

Munhall, K. G., Gribble, P., Sacco, L., Ward, M. (1996). Temporal constraints on the McGurk effect. *Perception Psychophysics*, *58*(3), 351-362.

Nath, A. R., Beauchamp, M. S. (2012). A neural basis for interindividual differences in the McGurk effect, a multisensory speech illusion. *Neuroimage, 59*(1), 781-787.

Nicholls, M. E., Searle, D. A., Bradshaw, J. L. (2004). Read my lips: Asymmetries in the visual expression and perception of speech revealed through the McGurk effect. *Psychological science, 15*(2), 138-141.

Sams, M., Manninen, P., Surakka, V., Helin, P., Kättö, R. (1998). McGurk effect in Finnish syllables, isolated words, and words in sentences: Effects of word meaning and sentence context. *Speech Communication, 26*(1), 75-87.

Sekiyama, K. (1994). Differences in auditory-visual speech perception between Japanese and Americans: McGurk effect as a function of incompatibility. *Journal of the Acoustical Society of Japan (E), 15(3),* 143-158.

Sekiyama, K., Tohkura, Y. I. (1991). McGurk effect in non‐English listeners: Few visual effects for Japanese subjects hearing Japanese syllables of high auditory intelligibility. *The Journal of the Acoustical Society of America, 90(4)*, 1797-1805.

Зализняк, А. А. (1980). Грамматический словарь русского языка. Словоизменение

Ляшевская, О. Н., Шаров, С. А. (2009). Частотный словарь современного русского языка (на материалах Национального корпуса русского языка). URL: http://dict. ruslang. ru/freq. php

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Место образования (видео) | Место образования (аудио) | Тип согласного | Пол | Дополнительная артикулляция | Слова СРЛЯ |
| 1 | губной | губной | звонкий взрывной | женский | палатализованный | По теме |
| 2 | зубной | губной | звонкий взрывной | женский | палатализованный | нелюдимый/  нелюбимый |
| 3 | велярный | губной | звонкий взрывной | женский | палатализованный | логик/лобик |
| 4 | губной | зубной | звонкий взрывной | женский | палатализованный | нелюбимый/  нелюдимый |
| 5 | зубной | зубной | звонкий взрывной | женский | палатализованный | По теме |
| 6 | велярный | зубной | звонкий взрывной | женский | палатализованный | Нет |
| 7 | губной | велярный | звонкий взрывной | женский | палатализованный | лобик/логик |
| 8 | зубной | велярный | звонкий взрывной | женский | палатализованный | Нет |
| 9 | велярный | велярный | звонкий взрывной | женский | палатализованный | По теме |
| 10 | губной | губной | глухой взрывной | женский | палатализованный | По теме |
| 11 | зубной | губной | глухой взрывной | женский | палатализованный | течь/печь |
| 12 | велярный | губной | глухой взрывной | женский | палатализованный | Нет |
| 13 | губной | зубной | глухой взрывной | женский | палатализованный | печь/течь |
| 14 | зубной | зубной | глухой взрывной | женский | палатализованный | По теме |
| 15 | велярный | зубной | глухой взрывной | женский | палатализованный | скиснуть/стиснуть |
| 16 | губной | велярный | глухой взрывной | женский | палатализованный | Нет |
| 17 | зубной | велярный | глухой взрывной | женский | палатализованный | стиснуть/скиснуть |
| 18 | велярный | велярный | глухой взрывной | женский | палатализованный | По теме |
| 19 | губной | губной | звонкий взрывной | мужской | палатализованный | По теме |
| 20 | зубной | губной | звонкий взрывной | мужской | палатализованный | нелюдимый/  нелюбимый |
| 21 | велярный | губной | звонкий взрывной | мужской | палатализованный | логик/лобик |
| 22 | губной | зубной | звонкий взрывной | мужской | палатализованный | нелюбимый/  нелюдимый |
| 23 | зубной | зубной | звонкий взрывной | мужской | палатализованный | По теме |
| 24 | велярный | зубной | звонкий взрывной | мужской | палатализованный | Нет |
| 25 | губной | велярный | звонкий взрывной | мужской | палатализованный | лобик/логик |
| 26 | зубной | велярный | звонкий взрывной | мужской | палатализованный | Нет |
| 27 | велярный | велярный | звонкий взрывной | мужской | палатализованный | По теме |
| 28 | губной | губной | глухой взрывной | мужской | палатализованный | По теме |
| 29 | зубной | губной | глухой взрывной | мужской | палатализованный | течь/печь |
| 30 | велярный | губной | глухой взрывной | мужской | палатализованный | Нет |
| 31 | губной | зубной | глухой взрывной | мужской | палатализованный | печь/течь |
| 32 | зубной | зубной | глухой взрывной | мужской | палатализованный | По теме |
| 33 | велярный | зубной | глухой взрывной | мужской | палатализованный | скиснуть/стиснуть |
| 34 | губной | велярный | глухой взрывной | мужской | палатализованный | Нет |
| 35 | зубной | велярный | глухой взрывной | мужской | палатализованный | стиснуть/скиснуть |
| 36 | велярный | велярный | глухой взрывной | мужской | палатализованный | По теме |
| 37 | губной | губной | звонкий взрывной | женский | веляризованный | По теме |
| 38 | зубной | губной | звонкий взрывной | женский | веляризованный | данный/банный |
| 39 | велярный | губной | звонкий взрывной | женский | веляризованный | газовый/базовый |
| 40 | губной | зубной | звонкий взрывной | женский | веляризованный | банный/данный |
| 41 | зубной | зубной | звонкий взрывной | женский | веляризованный | По теме |
| 42 | велярный | зубной | звонкий взрывной | женский | веляризованный | выжигать/  выжидать |
| 43 | губной | велярный | звонкий взрывной | женский | веляризованный | базовый/газовый |
| 44 | зубной | велярный | звонкий взрывной | женский | веляризованный | выжидать/  выжигать |
| 45 | велярный | велярный | звонкий взрывной | женский | веляризованный | По теме |
| 46 | губной | губной | глухой взрывной | женский | веляризованный | По теме |
| 47 | зубной | губной | глухой взрывной | женский | веляризованный | точка/почка |
| 48 | велярный | губной | глухой взрывной | женский | веляризованный | щекотка/щепотка |
| 49 | губной | зубной | глухой взрывной | женский | веляризованный | почка/точка |
| 50 | зубной | зубной | глухой взрывной | женский | веляризованный | По теме |
| 51 | велярный | зубной | глухой взрывной | женский | веляризованный | куча/туча |
| 52 | губной | велярный | глухой взрывной | женский | веляризованный | щепотка/щекотка |
| 53 | зубной | велярный | глухой взрывной | женский | веляризованный | туча/куча |
| 54 | велярный | велярный | глухой взрывной | женский | веляризованный | По теме |
| 55 | губной | губной | звонкий взрывной | мужской | веляризованный | По теме |
| 56 | зубной | губной | звонкий взрывной | мужской | веляризованный | данный/банный |
| 57 | велярный | губной | звонкий взрывной | мужской | веляризованный | газовый/базовый |
| 58 | губной | зубной | звонкий взрывной | мужской | веляризованный | банный/данный |
| 59 | зубной | зубной | звонкий взрывной | мужской | веляризованный | По теме |
| 60 | велярный | зубной | звонкий взрывной | мужской | веляризованный | выжигать/  выжидать |
| 61 | губной | велярный | звонкий взрывной | мужской | веляризованный | базовый/газовый |
| 62 | зубной | велярный | звонкий взрывной | мужской | веляризованный | выжидать/  выжигать |
| 63 | велярный | велярный | звонкий взрывной | мужской | веляризованный | По теме |
| 64 | губной | губной | глухой взрывной | мужской | веляризованный | По теме |
| 65 | зубной | губной | глухой взрывной | мужской | веляризованный | точка/почка |
| 66 | велярный | губной | глухой взрывной | мужской | веляризованный | щекотка/щепотка |
| 67 | губной | зубной | глухой взрывной | мужской | веляризованный | почка/точка |
| 68 | зубной | зубной | глухой взрывной | мужской | веляризованный | По теме |
| 69 | велярный | зубной | глухой взрывной | мужской | веляризованный | куча/туча |
| 70 | губной | велярный | глухой взрывной | мужской | веляризованный | щепотка/щекотка |
| 71 | зубной | велярный | глухой взрывной | мужской | веляризованный | туча/куча |
| 72 | велярный | велярный | глухой взрывной | мужской | веляризованный | По теме |