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].

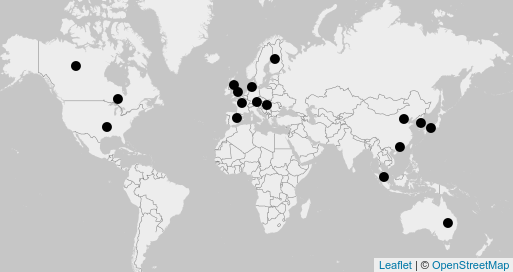


Рис. 1 Карта языков, на материале которых исследовался эффект МакГурка

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 звонкие взрывные и глухие фрикативные, потому что в русском языке практически нет противопоставления по выбранным звукам в естественном СРЛЯ, согласно [Ляшевская, Шаров 2009]. По этой же причине пришлось отказаться от пункта о дополнительной артикуляции слов, а также оказалось невозможным подобрать СРЛЯ с равным количеством различных гласных, чтобы сделать вывод. Все возможные комбинации стимулов насчитывали 108 результатов, а после того, как из эксперимента решено было убрать звонкие взрывные, глухие фрикативные и критерий дополнительной артикуляции, возможных вариантов стало 18, 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) и пол слушающего (2) (3\*3\*2 = 18.) 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 150 носителей русского языка. Среди них одинаковое соотношение мужчин и женщин, 12-77 лет, проживших в Москве или Московской области минимум полгода, однако большая часть тех, кто принимал участие в эксперименте, родились и прожили большую часть жизни в Москве или Московской области. Никто из испытуемых не имеет лингвистического образования.

Проходящим эксперимент было предложено смотреть видеозаписи, на которых диктор рассказывал 27 историй, каждая из которых длилась по 10-20 секунд, на отвлеченную тему. После окончания каждого видео респондентам задавался контрольный вопрос, где предлагалось вставить в контекст слово из видеозаписи, выбрав один из трёх предложенных вариантов ответа, или написать свой вариант в «Другое». Так мы пытались выяснить, действует ли эффект МакГурка на носителях русского языка. Из 27 историй было 9 стимулов и 18 филлеров, видеозаписи шли в псевдорандомном порядке. Чтобы убедиться, что порядок не влияет на ответы респондентов, мы решили сделать 3 разных порядка, по 50 человек на каждый порядок: 40 испытуемых смотрели видеозапись и слушали аудиозапись, а 10 испытуемых просто прослушали истории без изображения.

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 подошли бы 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. Подходящие нам слова были найдены с помощью программы, код и ссылка на который представлены в Приложении 2.

Нас интересовало, как меняются результаты в зависимости от пола слушающего (мужской или женский) и места образования согласного (губной, зубной, заднеязычный).

Анализ данных.

Заключение.

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.

Majewski, W. (2008). McGurk effect in Polish listeners. Archives of Acoustics, 33(4), 447-454.

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

Приложение №1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Место образования (видео) | Место образования (аудио) | Слова СРЛЯ (видео) | Слова СРЛЯ (аудио) | Пол слушающего |
| 1 | Губной | Зубной | И спать | И стать | Женский |
| 2 | Велярный | Велярный | Кочка | Кочка | Женский |
| 3 | Зубной | Зубной | Тончик | Тончик | Женский |
| 4 | Велярный | Губной | Корта | Порта | Женский |
| 5 | Велярный | Зубной | Кары | Тары | Женский |
| 6 | Губной | Губной | Влепи | Влепи | Женский |
| 7 | Зубной | Губной | Тачка | Пачка | Женский |
| 8 | Губной | Велярный | (с) Полей | (с) Колей | Женский |
| 9 | Зубной | Велярный | Начертал | Начеркал | Мужской |
| 10 | Губной | Зубной | И спать | И стать | Мужской |
| 11 | Велярный | Велярный | Кочка | Кочка | Мужской |
| 12 | Зубной | Зубной | Тончик | Тончик | Мужской |
| 13 | Велярный | Губной | Корта | Порта | Мужской |
| 14 | Велярный | Зубной | Кары | Тары | Мужской |
| 15 | Губной | Губной | Влепи | Влепи | Мужской |
| 16 | Зубной | Губной | Тачка | Пачка | Мужской |
| 17 | Губной | Велярный | (с) Полей | (с) Колей | Мужской |
| 18 | Зубной | Велярный | Начертал | Начеркал | Мужской |