

# КОГНИТИВНАЯ НАУКА

В МОСКВЕ



НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МАТЕРИАЛЫ  
КОНФЕРЕНЦИИ  
2023

Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман, А.Я. Койфман

УДК 159.9  
ББК 88.25  
К57

Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 21 – 22 июня 2023 г. Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман, А.Я. Койфман. – М.: ООО «Буки Веди», Московский институт психоанализа. 2023 г. – 604 стр.

© Авторы статей, 2023

ISBN 978-5-4465-3880-5

УДК 159.9  
ББК 88.25

ISBN 978-5-4465-3880-5

© Авторы статей, 2023

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОСПРИЯТИЯ СУБЪЕКТИВНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ МУЗЫКАЛЬНЫХ ФРАГМЕНТОВ ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ ПРЕДЪЯВЛЕНИИ

А. Ю. Полтаржицкая\* (1), Д. Ф. Клеева (1), А. В. Мячиков (2), М. А. Осадчая (3), А. Е. Осадчий (1, 4)

[apoltarzhitskaya@hse.ru](mailto:apoltarzhitskaya@hse.ru)

1 – Центр биоэлектрических интерфейсов, ВШЭ, Москва; 2 – Департамент психологии, Университет Нортумбрии, Ньюкасл; 3 – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург; 4 – Институт искусственного интеллекта, AIRI, Москва

**Аннотация.** Способность к восприятию времени играет важную роль в нашей повседневной жизни. При этом когнитивная функция, реализующая ощущение субъективной длительности, до сих пор является открытой темой исследований. В данной работе мы предлагаем обратить внимание на исследование оценки последовательно предъявляемых звуковых стимулов, так как прослушивание мелодий, с одной стороны, является естественной активностью для испытуемых, а с другой стороны – предоставляет возможность гибкой манипуляции экспериментальными условиями. Настраивая параметры мелодий, мы минимизировали разницу в основных психофизических параметрах мелодий, кроме фактора знакомости/незнакомости. Мы предполагаем, что активность мозга при прослушивании знакомых мелодий связана с предсказательным кодированием и поэтому может влиять на субъективное восприятие времени. В соответствии с этим гипотетическим механизмом, знакомые мелодии должны уменьшать субъективную оценку временного интервала. В то же время если доминирующую роль в формировании субъективной оценки длительности играет активация памяти, то знакомая и наиболее недавняя мелодия должна восприниматься как более длинная по сравнению с незнакомой или с той, чье прослушивание более удалено от момента формирования оценки.

**Ключевые слова:** восприятие времени, музыка, предсказательное кодирование, память, субъективная оценка

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

### Введение

Основная цель нашего исследования – изучить механизмы, задействованные в формировании субъективной оценки длительности временного интервала при прослушивании музыкальной последовательности. В данной работе в качестве контролируемого фактора выбрана степень знакомости (familiarity)

музыкального фрагмента. Предыдущие исследования показывают, что мелодии воспринимаются короче или длиннее в зависимости от того, насколько они знакомы слушателю и какую задачу он выполняет во время прослушивания (Bailey, Areni, 2006; Yalch, Spangenberg, 2000).

Одна из классических теорий восприятия времени (Ornstein, 1969) предполагает, что субъективная длительность воспринимаемого стимула зависит от количества содержащейся в нем информации. Согласно этой теории, восприятие времени связано с механизмами памяти и скоростью обработки информации и, в частности, с предсказуемостью стимулов (Eagleman, 2008). Эта гипотеза согласуется с теорией предсказательного кодирования, в рамках которой можно утверждать, что предсказуемость стимула уменьшает его субъективную длительность (Matthews, Meck, 2016). Таким образом, мы можем предположить, что длительность знакомых мелодий будет субъективно меньше, так как знакомые мелодии более предсказуемые, чем незнакомые.

С другой стороны, некоторые теории (Treisman, 1963) указывают на связь между процессами памяти и воспринимаемым интервалом: память как хранилище накопленных импульсов, которые определяют субъективную длительность события (Staddon, 2005). При этом Witherspoon and Allan (1985) показали, что кодирование стимула в долговременную память обычно увеличивает его субъективную длительность при повторном предъявлении. В таком случае можно предположить, что активация памяти модулирует субъективное восприятие времени и вызывает удлинение знакомых мелодий (хранящихся в долговременной памяти) по сравнению с незнакомыми.

Важно заметить, что Lewis and Miall (2006) утверждают, что механизмы восприятия времени обеспечиваются той же областью коры головного мозга, что и рабочая память (дорсолатеральная префронтальная кора). А Matthews and Meck (2016) описывают, как активное удержание в рабочей памяти увеличивает субъективную длительность стимула. Но так как в данном исследовании предлагаются мелодии небольшой длительности, предполагается, что при прослушивании как знакомой, так и незнакомой мелодии рабочая память активируется в любом случае и не влияет на представление о субъективной длительности.

В результате были сформулированы две альтернативные гипотезы:

H1: Фактор знакомости мелодии будет негативно влиять на субъективную длительность, то есть знакомые мелодии будут восприниматься короче, чем аналогично представленные незнакомые.

H2: Фактор знакомости мелодии будет положительно влиять на субъективную длительность, то есть знакомые мелодии будут восприниматься длиннее, чем аналогично представленные незнакомые.

## Методика

Для проверки гипотез было подготовлено 48 сбалансированных между собой пар мелодий: 12 пар в порядке знакомые / незнакомые мелодии, 12 пар в порядке незнакомые / знакомые мелодии, 12 пар в порядке незнакомые / незнакомые мелодии и 12 пар в порядке знакомые / знакомые мелодии. Дли-

тельность каждой мелодии — 10 секунд. Одна пара была исключена из анализа из-за ошибки экспериментатора. Поэтому для анализа использовалась 47 ответов для каждого испытуемого (всего 1457 ответов). В качестве предполагаемых знакомых мелодий были записаны мелодии из мультфильмов и детских песен (хорошо знакомых аудитории), в качестве незнакомых — последовательности из учебников по сольфеджио (основанные на партитурах из учебников Ладухина (1980) и Фридкина (1973)).

Для минимизации влияния любых характеристик мелодий на субъективную оценку фрагменты были подготовлены следующим образом:

- 1) экспертом были отобраны мелодии схожей сложности;
- 2) мелодии были сгруппированы в пары на основе мажора/минора, тональности и размера;
- 3) мелодии записывались с помощью MIDI-пианино и программы Garageband;
- 4) полученные файлы конвертировались из файлов формата aif в файлы midi с помощью программы GB2midi;
- 5) мелодии были выровнены по темпу в парах;
- 6) полученные файлы были конвертированы в формат wav из midi, нормализованы по громкости и преобразованы в монопоследовательность с помощью программы ffmpeg.

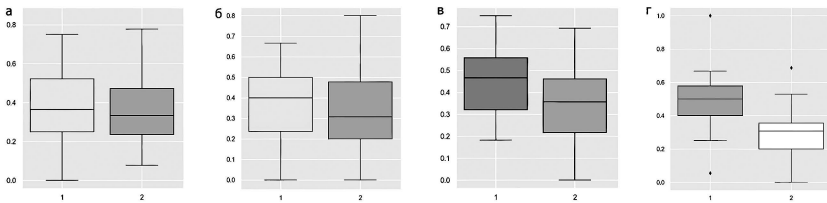
В исследовании приняли участие 34 здоровых добровольца (19 мужчин; средний возраст 25 лет). Данные трех испытуемых оказались недоступны из-за технических трудностей тестирования через интернет. У всех участников был нормальный слух. Количество лет формальной музыкальной подготовки каждого участника находилось в диапазоне от 0 до 2.

Исследование состояло из двух частей. В первой части участники должны были сравнить субъективную длительность двух мелодий, представленных последовательно в случайном порядке (зн-зн, зн-незн, незн-зн, незн-незн), и выбрать один из вариантов ответа, нажав на кнопку с ответом: первая мелодия короче, вторая мелодия короче или мелодии равны. Длительность каждой мелодии — 10 секунд, интервал между двумя мелодиями в каждой паре — 1 секунда. Задание для второй части заключалось в оценке степени знакомства испытуемого со всеми мелодиями из первой части по шкале от 1 до 4. После этой оценки для анализа мелодии переранжировались как знакомые, если ответ был 1 или 2, и как незнакомые для ответов 3 или 4, так как для каждого испытуемого не все предполагаемые незнакомые/знакомые мелодии были распознаны как изначально подготовленные незнакомые/знакомые.

Эксперимент был разработан с использованием библиотеки PsychoPy (Python) и проводился онлайн на платформе Pavlovia.

## Результаты

На рис. 1 показан разброс (медиана и квартили) отношений количества ответов испытуемых к количеству прослушанных каждой из групп пар мелодий (зн-незн, незн-зн, зн-зн, незн-незн) для всех испытуемых.



**Рисунок 1.** Разброс отношения (медиана и квантили) количества ответов (1 – первая мелодия короче и 2 – вторая мелодия короче) по отношению к общему количеству а – знакомых-незнакомых пар, б – незнакомых-знакомых пар, в – знакомых-знакомых, г – незнакомых-незнакомых пар для всех испытуемых

Отдельно проводился групповой анализ по ответам всех испытуемых для каждой отдельной мелодии. Если в паре прослушанных мелодий испытуемый отвечал, что первая мелодия короче, чем вторая, то для первой мелодии присваивался ответ 0, для второй 1, и наоборот. Эти значения использовались в качестве зависимой переменной для обобщенной смешанной линейной модели (GLMM) с повторными измерениями по испытуемым: степень Известности мелодии (0 – неизвестная, 1 – известная), Порядок мелодии (1 – мелодия была представлена первой в паре, 2 – мелодия была представлена второй в паре) и Сходство в представленных парах (0 – разные мелодии в паре по степени знакомости, 1 – одинаковые мелодии в паре). В результате был выявлен значимый фактор Порядка мелодии ( $t=2.006$ ,  $p=.045$ ,  $\eta_p^2=.008$ ). Взаимодействия всех факторов между собой значимости не показали.

При этом если рассматривать ответы для групп мелодий (зн-незн, незн-зн, зн-зн, незн-незн) отдельно, то фактор Порядка был незначим только для знакомых мелодий, идущих в паре со знакомыми мелодиями ( $t=0.937$ ,  $p=.349$ ,  $\eta_p^2=1.03$ ).

## Обсуждение и выводы

Результаты показали, что вторая мелодия воспринимается как более длинная. Этот результат согласуется с эффектом порядка предъявления, согласно которому при последовательном предъявлении вторая мелодия кажется более длинной, чем предъявляемая первая (Hairston, Nagarajan, 2007).

Интересно также, что для пар зн-зн такого эффекта обнаружено не было. Это позволяет сделать предположение о том, что именно активация памяти, связанная с прослушиванием знакомой мелодии, компенсирует эффект порядка предъявления. Именно поэтому мы можем отклонить гипотезу 1 и предварительно принять гипотезу 2. Аналогичные идеи о роли механизмов памяти были подчеркнуты некоторыми авторами (Pouthas, Perbal, 2004; Matthews, Meck, 2016). Хорошим аргументом в пользу H2 является иллюзия «gabbling foreigner» – феномен, когда слова на иностранном языке кажутся более быстрыми (длительность знакомых слов воспринимается как большая). Разработанная экспериментальная методика может быть использована в дальнейших исследованиях механизмов формирования субъективных оце-

нок временных интервалов длительности с использованием современных методов нейрокартирования. Полученные результаты могут оказаться полезными для формирования досуговых программ, например во время длительных перелетов, для сокращения субъективной ощущаемой длительности перелета. Важно отметить, что несмотря на то, что мелодии в парах были сбалансированы по параметрам мажор/минор, в данном исследовании мы не изучали эмоциональное воздействие прослушанной мелодии, которое тоже могло оказать влияние на формирование субъективной оценки длительности. Возможно, следует разработать отдельный опросник для оценивания эмоционального опыта при прослушивании мелодий. По мнению некоторых авторов (Ziv, Omer, 2010), именно вызываемые музыкой эмоциональные переживания могут повлиять на субъективную интервальную оценку.

## Литература

- Ладухин Н.М.* Одноголосное сольфеджио. М., 1980.
- Фридкин Г.А.* Музыкальные диктанты. М.: Музыка, 1973.
- Bailey N., Areni C.S.* When a few minutes sound like a lifetime: Does atmospheric music expand or contract perceived time? // *Journal of Retailing*. 2006. Vol. 82. No. 3. P. 189 – 202. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2006.05.003>
- Eagleman D.M.* Human time perception and its illusions // *Current Opinion in Neurobiology*. 2008. Vol. 18. No. 2. P. 131 – 136. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2008.06.002>
- Hairston I.S., Nagarajan S.S.* Neural mechanisms of the time-order error: An MEG study // *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2007. Vol. 19. No. 7. P. 1163 – 1174. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.7.1163>
- Lewis P.A., Miall R.C.* Remembering the time: A continuous clock // *Trends in Cognitive Sciences*. 2006. Vol. 10. No. 9. P. 401 – 406. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.07.006>
- Matthews W.J., Meck W.H.* Temporal cognition: Connecting subjective time to perception, attention, and memory. // *Psychological Bulletin*. 2016. Vol. 142. No. 8. P. 865 – 907. <https://doi.org/10.1037/bul0000045>
- Ornstein R.E.* On the experience of time. Middlesex, England: Penguin, 1969.
- Pouthas V., Perbal S.* Time perception depends on accurate clock mechanisms as well as unimpaired attention and memory processes // *Acta Neurobiologiae Experimentalis*. 2004. Vol. 64. No. 3. P. 367 – 386.
- Staddon J.* Interval timing: memory, not a clock // *Trends in Cognitive Sciences*. 2005. Vol. 9. No. 7. P. 312 – 314. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.05.013>
- Treisman M.* Temporal discrimination and the indifference interval: Implications for a model of the "internal clock" // *Psychological Monographs: General and Applied*. 1963. Vol. 77. No. 13. P. 1 – 31. <https://doi.org/10.1037/h0093864>
- Witherspoon D., Allan L.G.* The effect of a prior presentation on temporal judgments in a perceptual identification task // *Memory & Cognition*. 1985. Vol. 13. No. 2. P. 101 – 111. <https://doi.org/10.3758/bf03197003>
- Yalch R.F., Spangenberg E.R.* The effects of music in a retail setting on real and perceived shopping times // *Journal of Business Research*. 2000. Vol. 49. No. 2. P. 139 – 147. [https://doi.org/10.1016/s0148-2963\(99\)00003-x](https://doi.org/10.1016/s0148-2963(99)00003-x)
- Ziv N., Omer E.* Music and time: The effect of experimental paradigm, musical structure and subjective evaluations on time estimation // *Psychology of Music*. 2010. Vol. 39. No. 2. P. 182 – 195. <https://doi.org/10.1177/0305735610372612>

## THE PERCEPTION OF MELODY DURATION IN SEQUENTIAL PRESENTATION

A. Paltarzhitskaya\* (1), D. Kleeva (1), A. Myachykov (2),  
M. Osadchaya (3), A. Ossadtchi (1, 4)  
[apoltarzhitskaya@hse.ru](mailto:apoltarzhitskaya@hse.ru)

1 – Center for Bioelectric Interfaces, HSE, Moscow;

2 – Department of Psychology, Northumbria University, Newcastle, UK;

3 – St. Petersburg State University, St. Petersburg;

4 – AIRI – Artificial Intelligence Research Institute, Moscow

**Abstract.** Time perception plays an important role in our everyday life. Meanwhile, the cognitive function related to the subjective sense of duration is still an open topic for research. In this paper, we focused on the evaluation of sound stimuli, since listening to melodies is a natural condition for individuals. Given the possibility for variation in the parameters of the tunes, we minimized the effect of their characteristics other than the familiarity/unfamiliarity factor. We hypothesized that brain activity while listening to familiar tunes is related to predictive coding and thus may influence the subjective perception of time. Therefore, if the perceived duration is related to melody prediction processes, then familiar melodies should reduce the subjective estimate of the time interval. Also, if memory activation affects the judgment of an interval duration, then a familiar tune and the most recent one should be perceived as longer compared to an unfamiliar tune and one presented less recently.

**Keywords:** time perception, music, predictive coding, memory, subjective assessment

This work is an output of a research project implemented as part of the Basic Research Program at the National Research University Higher School of Economics (HSE University).