

4. Крылова С. Г., Водяха Ю. Е., Минюрова С. А. Способность приписывать физические свойства виртуальным объектам у дошкольников // Способности и ментальные ресурсы человека в мире глобальных перемен / под ред. А. Л. Журавлева, М. А. Холодной, П. А. Сабадош. М. : Ин-т психологии Рос. акад. наук, 2020. С. 1455–1464.

5. Schwarzer G., Küfer I., Wilkening F. Learning categories by touch: On the development of holistic and analytic processing // Memory & Cognition. 1999. Т. 27. № 5. Р. 868–877.

С. П. Куликова

Научно-исследовательский университет

«Высшая школа экономики»

Пермь, Россия

Нейрональные корреляты восприятия социальных роботов

Представлено исследование эмоционального восприятия роботов в зависимости от их человекоподобности и приписываемых им функций с использованием параметров ЭЭГ-сигналов. Обнаружена значимая разница между воспринимаемой доброжелательностью роботов и людей, а также между роботами, имеющими явные механические детали, и антропоморфными роботами без очевидных механических/электронных составляющих. Корреляционный анализ воспринимаемой доброжелательности и ЭЭГ-метрик выявил слабую, но значимую корреляцию между воспринимаемой доброжелательностью и асимметрией в альфа-диапазоне ЭЭГ-сигналов на фронтальных электродах, однако наиболее значимым фактором была сама личность участника эксперимента. При сопоставлении результатов с данными ЭЭГ обнаружена значимая слабая отрицательная корреляция между амплитудой N400 на фронтальных электродах и воспринимаемым соответствием «робот — функция». Выявлена также слабая значимая положительная корреляция между мощностью гамма-осцилляций и воспринимаемым соответствием.

Ключевые слова: электроэнцефалограмма, восприятие, роботы

Neuronal Correlates of Perception of Social Robots

The aim of this work was to study the emotional perception of robots, depending on their anthropomorphism and the functions attributed to them, using the parameters of EEG signals. Comparison of the perceived benevolence of robots and humans revealed a significant difference between them. There was also a significant difference between robots with obvious mechanical parts and anthropomorphic robots without such parts. Correlation analysis of perceived benevolence and EEG metrics revealed a weak but significant correlation between perceived benevolence and asymmetry in the EEG alpha range at the frontal electrodes, but the most significant factor was the personality of the participant. The perceived fit of the robot and its function also heavily depended on both the robot itself and the participant. Moreover, the function itself had a much smaller contribution to the perceived fit than the robot itself. When comparing the results with EEG data, a significant weak negative correlation was found between the N400 amplitude at the frontal electrodes and the perceived robot-function match. There was also a weak, significant positive correlation between the power of gamma oscillations and perceived fit.

Keywords: electroencephalogram, perception, robots

Введение. В современном мире роботизация все глубже и глубже проникает во все сферы нашей жизни. Однако насколько люди готовы к тому, чтобы принять роботов, выполняющих различные сервисные и социальные задачи, остается открытым вопросом. Почти полвека назад японский ученый-робототехник Масахиро Мори предположил наличие нелинейной зависимости эмоционального отношения к роботам от степени их человекоподобности [1]. Целью данной работы было изучение эмоционального восприятия роботов в зависимости от их человекоподобности и приписываемых им функций с использованием параметров ЭЭГ-сигналов.

Материалы и методы. В исследовании участвовал 21 здоровый доброволец (средний возраст — 29,2 года). ЭЭГ-сигналы регистрировались при помощи 24-канального энцефалографа «Нейрополиграф». На первом этапе участникам было предложено посмотреть сто изображений роботов и десять изображений людей из базы данных IAPS [2]. Изображения предъявлялись в случайном порядке на 3 с. После просмотра участники оценивали доброжелательность увиденного робота/человека по шкале от 1 до 10. Время на ответ не было ограничено. На втором этапе участники также просматривали сто изображений роботов в случайном порядке. В отличие от первого этапа, перед каждым изображением сообщалось, какими функциями обладает данный робот. После просмотра изображения участники оценивали по шкале от 1 до 10, насколько показанный робот подходит для выполнения приписываемых ему задач. Время показа сообщения с функцией и изображения составляло 3 с, время на обдумывание ответа не ограничивалось.

Результаты. Сравнение воспринимаемой доброжелательности роботов и людей выявило значимую разницу между людьми и роботами: для людей среднее значение воспринимаемой доброжелательности было 6,85, для роботов — 5,6. Также существовала значимая разница между роботами, имеющими явные механические детали, и антропоморфными роботами без очевидных механических/электронных составляющих. Корреляционный анализ воспринимаемой доброжелательности и ЭЭГ-метрик выявил слабую, но значимую корреляцию между воспринимаемой доброжелательностью и асимметрией в альфа-диапазоне ЭЭГ-сигналов на электродах Fp1 и Fp2. Также на данных электродах наблюдалась слабая, но значимая связь с асимметрией в бета- и гамма-диапазонах. Однако, несмотря на это, отсутствовала значимая разница в нейрометриках между группой роботов и людей. Регрессионный анализ показал, что категория изображения (робот или человек) и альфа-асимметрия на электродах Fp1 и Fp2 имеют значимый и сопоставимый вклад в воспринимаемую доброжелательность. Наличие очевидных механических и/или электронных составляющих также являлось значимым. Однако наиболее значимым фактором была сама личность участника эксперимента. Регрессионный анализ показал, что воспринимае-

мое соответствие робота и его функции в значительной степени зависит как от самого робота, так и от участника эксперимента. Стоит отметить, что функция сама по себе имела гораздо меньший вклад в воспринимаемое соответствие, чем сам робот. Также отсутствовала явная граница между антропоморфными роботами и роботами с механическими/электронными составляющими. Наиболее подходящими функциями для роботов (уровень соответствия больше 8,5) были стрижка газонов, доставка документов, работа парикмахером, консультирование в магазине; наименее подходящими (уровень соответствия менее 6,5) — работа водителем такси, работа водителем автобуса и мытье посуды в ресторане. При сопоставлении нейрометрик с результатами опроса была обнаружена значимая слабая отрицательная корреляция между амплитудой N400 на фронтальных электродах и воспринимаемым соответствием «робот — функция» [3]. Аналогично была выявлена слабая значимая положительная корреляция между мощностью гамма-осцилляций и воспринимаемым соответствием [4].

Заключение. Существует значимая разница в воспринимаемой доброжелательности роботов и людей (в пользу последних). При этом человекоподобные роботы воспринимаются как более дружелюбные. Несмотря на это, воспринимаемая дружелюбность в значительно большей степени зависит от личности участника эксперимента, нежели от категории изображения. Асимметрию в альфа-диапазоне на фронтальных электродах связывают с эмоциональным состоянием [5]. Отсутствие различий в альфа-асимметрии между роботами и людьми при наличии значимой связи с личностью участника позволяет предположить, что изменение эмоционального состояния, связанное с просмотром изображений роботов, существенно меньше вариации эмоционального состояния между участниками исследования. Второй этап показал, что оценка «пригодности» робота к решению определенных задач в значительной степени зависит как от внешности робота, так и от участника эксперимента, а само описание задачи играет меньшую роль. При этом отсутствует явная граница между человекоподобными и механизированными роботами. Влияние на параметры ЭЭГ от несоот-

ветствия робота и приписываемой ему задачи значительно меньше индивидуальных различий между отдельными индивидами.

-
1. *Mori M.* The Uncanny Valley // *Energy*. 1970. Т. 7. № 4. P. 33–35 (на яп.).
 2. *Lang P. J., Bradley M. M., Cuthbert B. N.* International affective picture System (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual // *Technical Report A-8*. Gainesville, Fl. : Univ. of Florida, 2008.
 3. *Kutas M., Hillyard S. A.* Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity // *Science*. 1980. Vol. 207. P. 203–205.
 4. *Tallon-Baudry C., Bertrand O.* Oscillatory gamma activity in humans and its role in object representation // *Intern. J. of Psychophysiology*. 2000. Vol. 38. P. 211–223.
 5. *Zhao G., Zhang Y., Ge Y.* Frontal EEG Asymmetry and Middle Line Power Difference in Discrete Emotions // *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2018. Vol. 12. № 225.

К. И. Кунникова

*Уральский федеральный университет
им. первого Президента России Б. Н. Ельцина
Екатеринбург, Россия*

Е. И. Николаева

*Российский государственный педагогический университет
им. А. И. Герцена
Санкт-Петербург, Россия*

Особенности зрительного поиска у детей раннего возраста с разными латеральными предпочтениями

Представлен анализ особенностей зрительного поиска в парадигме *pop-out* у детей от пяти месяцев до двух лет с разными латеральными предпочтениями. Проведено кросс-секционное исследование в четырех возрастных срезах. Для регистрации движений глаз использовался ай-трекинг. Оценка латеральных предпочтений у детей при манипуляциях