

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.И. ПИРОГОВА»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»  
(ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)

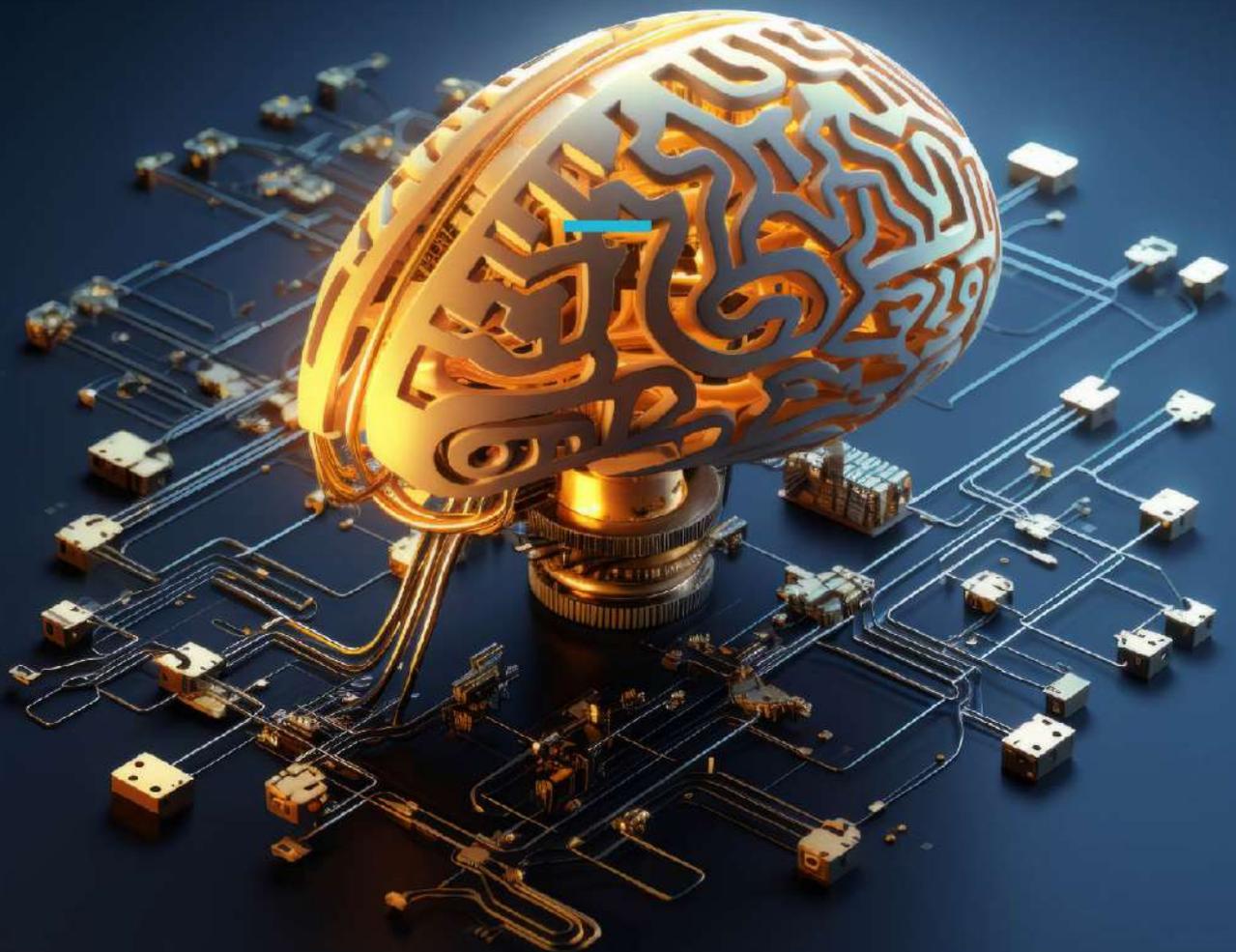
---

# LIFT

## ШКОЛА МОЛОДОГО НЕЙРОТЕХНОЛОГА

---

ТЕЗИСЫ УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ  
(26-27 апреля 2024 года)



Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Российский национальный исследовательский медицинский  
университет имени Н.И. Пирогова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации»  
(ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)

**LIFT**  
**ШКОЛА МОЛОДОГО**  
**НЕЙРОТЕХНОЛОГА**

---

**Тезисы участников конференции**  
**(26–27 апреля 2024 года)**

*Текстовое электронное издание*

Москва  
Квант Медиа  
2024

## ХАРАКТЕРИСТИКИ АКТИВНОСТИ ЭЭГ В ПРОЦЕССЕ ИМПЛИЦИТНОГО ОБУЧЕНИЯ

DOI 10.24412/CL-37228-2024-102-104

**В.В. Петров<sup>1</sup>, С.Р. Абрамова<sup>2</sup>, В.А. Матушкина<sup>3</sup>,  
С.П. Кожевников<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия

<sup>2</sup>Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия

<sup>3</sup>Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского,  
Саратов, Россия

<sup>4</sup>Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия

*E-mail: petrov24sl@gmail.com*

**Аннотация.** Исследовали изменение биоэлектрической активности мозга при имплицитном научении. В ходе исследования были показаны увеличение амплитуды в  $\alpha$ - и  $\theta$ -частотных диапазонах в лобно-височных областях коры, увеличение амплитуды в  $\beta$ -частотном диапазоне в теменно-затылочных и фронтальных областях коры. Имплицитное научение базируется на взаимодействии двух нейронных сетей мозга: лобно-височные отделы коры и осцилляторные системы  $\alpha 1$ - и  $\theta$ - частотных диапазонов отвечают за обработку информации и выявление последовательностей, теменно-затылочные отделы и осцилляторные системы  $\beta 1$ - и  $\alpha 3$ -ритмов — за ожидание и подготовку к ответной реакции.

**Ключевые слова:** имплицитное обучение, ЭЭГ, память.

Неосознаваемое имплицитное обучение и обработка информации происходит быстрее и эффективнее, чем с использованием сознания. В данном исследовании основной целью было изучение нейрофизиологических основ имплицитного обучения с использованием искусственной грамматики по методике А. Ребера [3]. Эксперимент включал обучающую и контрольную серии стимулов по 20 буквенных последовательностей в каждой. Оценка механизмов различных областей мозга при имплицитном научении проводилась в сравнении со статистическим (эксплицитным) научением, для которого использовались буквенные последовательности с очевидными закономерностями. Данные обрабатывались с использованием ЭЭГ и анализа амплитуд в стандартных частотных

диапазонах. Участие в исследовании приняли 42 человека. Для статистической обработки данных применялся дисперсионный анализ ANOVA в программе SPSS 23.

Результаты исследования показывают, что процесс имплицитного обучения включает взаимодействие двух нейронных сетей мозга. На начальном этапе обучения для обработки информации и выявления релевантных последовательностей активируются лобно-височные отделы коры и осцилляторные системы  $\alpha$ 1- и  $\theta$ -частотных диапазонов. В частности, на основе повышенной синхронности  $\alpha$ -ритма могут выстраиваться процессы взаимодействия проекционных, ассоциативных и подкорковых образований на макроуровне, что способствует более эффективной обработке поступающей информации [1]. В нашем исследовании это проявляется в активации процессов восприятия и анализа стимулов для выявления правильных последовательностей. Увеличение амплитуды  $\alpha$ -ритма также может быть связано с обучением методом проб и ошибок [2]. Это согласуется с результатами нашего исследования, в котором среднее количество ошибок составляет 40%. На конечном этапе обучения и при распознавании наблюдается рост амплитуды в теменно-затылочных отделах и в системах  $\beta$ 1- и  $\alpha$ 3-ритмов, что связано с активацией зрительного внимания. Рост амплитуды  $\beta$ -ритма замечен также в период ожидания стимула, при выполнении задач, требующих повышенного внимания, связан с улучшением чувствительности зрительных структур к визуальным стимулам. Активация теменно-затылочных областей в нашем исследовании связана с процессами ожидания правильной последовательности. Другие работы также подтверждают роль этих областей в перцептивном предвосхищении и возможности формирования прогнозов для процесса обучения [4]. Однако недостаточное вовлечение корковых осцилляторов ЭЭГ активности приводит к низкой точности, инвариантности и эффекту неосознанности результатов обучения.

### Список литературы

1. Bianco V. Updating implicit contextual priors with explicit learning for the prediction of social and physical events// *Brain Cogn.* — 2022. — Vol. 160. — P. 105876.
2. Karakaş S. A review of theta oscillation and its functional correlates// *J. Psychol.* — 2020. — Vol. 157. — P. 82–99.

3. Reber A. S. Implicit learning of artificial grammars// Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. — 1967. — Vol. 6. — P. 855–863.
4. Turk-Browne N., et al. Implicit perceptual anticipation triggered by statistical learning// J. Neurosci. — 2010. — Vol. 30. — P. 11177–11187.

## **CHARACTERISTICS OF EEG ACTIVITY IN THE PROCESS OF IMPLICIT LEARNING**

**Abstract.** The changes in the bioelectric activity of the brain during implicit learning were studied. The study showed an increase in amplitude in the  $\alpha$ - and  $\theta$ -frequency ranges in the frontal-temporal regions of the cortex, an increase in amplitude in the  $\beta$ -frequency range in the parietal-occipital and frontal regions of the cortex. Implicit learning is based on the interaction of two neural networks of the brain: the frontal-temporal cortex and the oscillatory systems of the  $\alpha$ 1 and  $\theta$  frequency ranges are responsible for processing information and identifying sequences, the parietal-occipital departments and the oscillatory systems of the  $\beta$ 1 and  $\alpha$ 3 rhythms are responsible for waiting and preparing for a response.

**Key words:** implicit learning, EEG, memory.