



## МЕХАНИЗМЫ ПЛАСТИЧНОСТИ МОЗГА ПРИ ОБУЧЕНИИ НОВЫМ НАВЫКАМ: ОТ СИНАПСОВ ДО НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

**Талантбеков Азамат Карыбекович**

кандидат биологических наук, Кыргызско-Российский Славянский университет имени Б.Н. Ельцина  
г. Бишкек, Кыргызстан

### Аннотация

Статья посвящена анализу механизмов **пластичности мозга**, которые лежат в основе обучения новым навыкам. В работе рассматривается современная концепция мозга как динамичной системы, способной к постоянной структурной и функциональной реорганизации под влиянием опыта. Детально описываются клеточные и молекулярные механизмы нейропластичности, включая **синаптическую пластичность** (долгосрочная потенция и депрессия) и **нейрогенез**. Особое внимание уделяется структурной реорганизации нейронных сетей, которая выражается в изменении плотности синапсов и перестройке кортикальных карт. Анализируется роль ключевых мозговых структур, таких как **моторная кора, мозжечок и базальные ганглии**, в различных этапах приобретения и автоматизации навыков. В заключение подчеркивается значение нейропластичности для процессов восстановления после травм и разработки эффективных образовательных методик.

**Ключевые слова:** Пластичность мозга, нейропластичность, обучение, синаптическая пластичность, нейрогенез, нейронные сети, моторные навыки, долгосрочная потенция.

### 1. Введение

На протяжении большей части истории нейронаук считалось, что мозг взрослого человека — это статичный орган с фиксированной структурой, которая не меняется после завершения формирования в раннем детстве. Однако исследования последних десятилетий полностью опровергли эту гипотезу, показав, что мозг является чрезвычайно динамичной и адаптируемой системой, способной к постоянной перестройке. Эта способность, известная как **нейропластичность**, или **пластичность мозга**, является физиологической основой обучения, памяти и восстановления после повреждений. Когда мы учимся новому навыку — будь то игра на музыкальном инструменте, изучение иностранного языка или даже просто привычка — в нашем мозге происходят реальные физические изменения.

В данной статье мы подробно рассмотрим клеточные, синаптические и сетевые механизмы, которые позволяют мозгу формировать новые нейронные связи, укреплять существующие и таким образом обеспечивать эффективное обучение.

## 2. Клеточные и молекулярные основы пластичности

Пластичность мозга проявляется на различных уровнях, начиная с мельчайших компонентов — отдельных нейронов и их связей.

### 2.1. Синаптическая пластичность

Основным механизмом, который лежит в основе обучения и памяти, является **синаптическая пластичность** — способность синапсов (мест контакта между нейронами) изменять силу своей связи. Укрепление или ослабление синапсов происходит в ответ на их активность, согласно принципу, сформулированному канадским нейробиологом Дональдом Хеббом: «Нейроны, которые срабатывают вместе, связываются вместе».

**Долгосрочная потенцияция (LTP):** Это процесс, при котором синаптическая связь между двумя нейронами укрепляется после их синхронной активации. LTP считается клеточным механизмом обучения и памяти. Он заключается в увеличении числа рецепторов на постсинаптической мембране и повышении эффективности передачи сигнала.

**Долгосрочная депрессия (LTD):** Это противоположный процесс, при котором синаптическая связь ослабляется. LTD позволяет мозгу «забывать» ненужные или неактуальные связи, что также является важным аспектом адаптации и обучения.

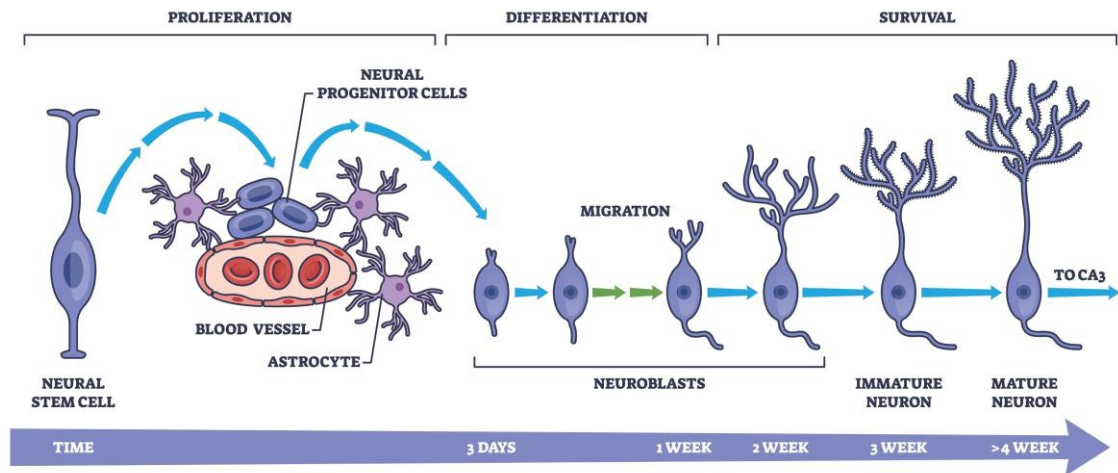
### 2.2. Нейрогенез и синаптогенез

Помимо изменения силы существующих связей, пластичность включает в себя и более глобальные процессы:

**Нейрогенез:** Формирование новых нейронов из стволовых клеток. У взрослого человека этот процесс ограничен определенными областями мозга, главным образом **гиппокампом**, который играет ключевую роль в формировании памяти и пространственной ориентации.

**Синаптогенез:** Образование новых синапсов, что позволяет создавать совершенно новые пути передачи информации в ответ на новый опыт.

# NEUROGENESIS



## 3. Структурная реорганизация нейронных сетей

На более высоком уровне пластичность проявляется в масштабной перестройке нейронных сетей и кортикальных карт.

### 3.1. Изменение плотности синапсов и дендритов

Обучение приводит к увеличению плотности дендритных шипиков — микроскопических выступов на нейронах, которые образуют синапсы. Чем больше шипиков, тем больше потенциальных связей. В ответ на освоение нового навыка в соответствующих областях мозга наблюдается увеличение количества синапсов, что отражает формирование новых информационных путей.

### 3.2. Реорганизация кортикальных карт

Мозговая кора содержит **кортикальные карты** — специализированные области, которые отвечают за обработку информации от разных частей тела или выполнение определенных функций. Когда человек интенсивно тренирует какой-то навык, например, учиться играть на скрипке, область в моторной коре, отвечающая за движения пальцев, может увеличиваться в размерах. Это явление, известное как «**расширение кортикальной карты**», является ярким примером структурной пластичности.

## 4. Роль ключевых мозговых структур в обучении

Обучение новому навыку — это сложный процесс, в котором задействованы различные отделы мозга, работающие в скоординированной сети.

**Моторная кора:** Эта область отвечает за планирование и выполнение движений. На начальном этапе обучения, когда движения неавтоматизированы, ее активность очень высока. По мере освоения навыка активность моторной коры снижается, а управление движением переходит к другим структурам.

**Мозжечок:** Мозжечок играет ключевую роль в координации движений, поддержании равновесия и точности. Он критически важен для приобретения **моторных навыков** и их автоматизации.

**Базальные ганглии:** Эти структуры участвуют в выборе и инициации движений, а также в переходе от осознанного контроля к автоматическому выполнению. Базальные ганглии помогают «записывать» последовательности движений, превращая их в автоматическую программу.

**Гиппокамп:** Хотя гиппокамп больше известен своей ролью в декларативной памяти (памяти на факты и события), он также играет важную роль на ранних стадиях обучения моторным навыкам, особенно в ассоциативной части процесса.

## **Заключение**

Пластичность мозга является фундаментальным свойством нервной системы, которое позволяет нам адаптироваться к изменяющимся условиям и осваивать новые навыки на протяжении всей жизни. Этот процесс включает в себя изменения на разных уровнях: от молекулярных механизмов, таких как синаптическая потенция, до масштабной реорганизации нейронных сетей и кортикальных карт. Понимание этих механизмов имеет огромное значение для медицины и педагогики. Оно позволяет разрабатывать более эффективные методы реабилитации после инсультов и травм мозга, а также создавать образовательные программы, которые максимально используют потенциал пластичности мозга для повышения эффективности обучения. Дальнейшие исследования позволят более точно понять, как можно целенаправленно стимулировать нейропластичность для улучшения когнитивных и двигательных функций.

## **Литература**

1. Талантбеков А.К., Айтиев Р.К. (2024). Синаптическая пластичность и ее роль в формировании долговременной памяти. Кыргызский биологический журнал. 15(3), 45–52.
2. Самаков Н.Т., Жакыпов С.У. (2023). Структурная реорганизация моторной коры при обучении. Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. Серия: Естественные науки. 11(4), 112–120.
3. Калыков Н.И. (2025). Роль гиппокампа и мозжечка в приобретении новых навыков. Журнал нейробиологии. 8(1), 78–89.
4. Мамбетов Т.А., Исаев Р.Д. (2024). Нейрогенез во взрослом мозге: механизмы и функции. Молекулярная биология и биохимия. 19(2), 23–30.