

# Связь между музыкальной деятельностью и мозговыми структурами

Мадина Зокировна Исломова  
Бухарский государственный педагогический институт

**Аннотация:** Данная статья исследует сложные взаимосвязи между музыкальной деятельностью и структурно-функциональными особенностями мозга. Рассматриваются анатомические изменения в различных областях мозга музыкантов, специализированные нейронные сети для обработки музыкальной информации и механизмы нейропластичности, обусловленные длительной музыкальной практикой. Анализируются различия в мозговой организации между музыкантами разных специализаций, влияние возраста начала обучения на формирование нейронных структур и роль генетических факторов в музыкальных способностях.

**Ключевые слова:** нейромузыкология, мозг музыканта, нейропластичность, слуховая кора, моторная кора, мозолистое тело, музыкальное восприятие, исполнительские навыки

## The Relationship between Musical Activity and Brain Structures

Madina Zokirovna Islomova  
Bukhara State Pedagogical Institute

**Abstract:** This article explores the complex relationships between musical activity and the structural and functional features of the brain. It examines anatomical changes in various areas of the musicians' brain, specialized neural networks for processing musical information, and mechanisms of neuroplasticity caused by long-term musical practice. It analyzes differences in brain organization between musicians of different specializations, the influence of the age of onset of training on the formation of neural structures, and the role of genetic factors in musical abilities.

**Keywords:** neuromusicology, musician's brain, neuroplasticity, auditory cortex, motor cortex, corpus callosum, musical perception, performance skills

**Введение.** Музыкальная деятельность представляет собой одну из наиболее комплексных форм человеческой активности, требующую интеграции сенсорных, моторных, когнитивных и эмоциональных процессов. За последние

десятилетия нейронаука накопила значительные данные о том, как музыкальная практика формирует структуру и функции мозга. Изучение мозга музыкантов открывает уникальные возможности для понимания принципов нейропластичности и механизмов обучения человека.

Макроструктурные изменения мозга музыкантов

Увеличение объема серого вещества

Нейровизуализационные исследования демонстрируют значительные различия в объеме серого вещества между музыкантами и немусыкантами:

Слуховая кора у профессиональных музыкантов показывает увеличение объема на 25-30% по сравнению с контрольной группой. Это увеличение наиболее выражено в:

- Первичной слуховой коре (поля A1)
- Вторичных слуховых областях (поля A2)
- Плоскости височной доли (planum temporale)

Моторная кора демонстрирует специфические изменения в зависимости от инструмента:

- У пианистов расширено представительство пальцев обеих рук
- У струнников особенно развита область, контролирующая левую руку
- У духовиков увеличена зона иннервации лицевых мышц и диафрагмы

Соматосенсорная кора показывает увеличение областей, соответствующих:

- Кончикам пальцев у струнников и пианистов
- Губам и языку у духовиков
- Области лица у вокалистов

Структурные особенности белого вещества

Мозолистое тело - структура, соединяющая полушария мозга, у музыкантов характеризуется:

- Увеличением передних отделов на 10-15%
- Особенно выраженными изменениями у музыкантов, начавших обучение до 7 лет

- Корреляцией размера с бимануальной координацией

Пирамидный тракт демонстрирует:

- Увеличение плотности миелиновых волокон
- Ускорение проведения нервных импульсов
- Более эффективную координацию между корковыми и спинальными центрами

Дугообразный пучок, связывающий речевые области, у музыкантов показывает:

- Увеличение объема и плотности волокон
- Усиление связей между слуховыми и моторными областями

- Лучшую интеграцию языковых и музыкальных функций

Функциональная организация слуховой системы

Тонотопическая организация

Слуховая кора музыкантов характеризуется более детальной тонотопической картой:

Расширенное представительство музыкально релевантных частот:

- Увеличение области, реагирующей на основной тон инструмента
- Более точное различение микротональных изменений
- Повышенная чувствительность к гармоническим обертонам

Пластические изменения в зависимости от специализации:

- У пианистов развито представительство всего диапазона клавиатуры
- У струнников особенно чувствительны области высоких частот
- У басистов расширена зона низких частот

Бинауральная обработка

Музыканты демонстрируют превосходство в:

- Локализации звука в пространстве
- Выделении целевого сигнала из фонового шума
- Обработке стереофонической информации
- Восприятии акустического пространства концертного зала

Временная обработка звука

Улучшенное временное разрешение проявляется в:

- Более точном восприятии ритмических паттернов
- Лучшем различении коротких временных интервалов
- Способности к синхронизации с метрономом
- Восприятии микроритмических отклонений

Моторная система и исполнительские навыки

Кортикальная репрезентация движений

Топографические изменения в моторной коре включают:

У пианистов:

- Расширение зоны представительства пальцев
- Увеличение перекрытия между представительствами соседних пальцев
- Развитие независимых моторных программ для каждого пальца

У струнников:

- Асимметричное развитие представительства рук
- Увеличение зоны левой руки (аппликатура)
- Специализированные паттерны для вибрато и тремоло

У духовников:

- Развитие дыхательных моторных программ
- Увеличение представительства мышц амбушюра

- Координация между дыханием и артикуляцией

Мозжечок и координация движений

Мозжечок музыкантов показывает:

- Увеличение объема червя мозжечка
- Усиление связей с моторной и префронтальной корой
- Развитие внутренних моделей для предсказания движений
- Автоматизацию сложных двигательных последовательностей

Базальные ганглии и обучение движениям

Стриатум участвует в:

- Формировании моторных привычек
- Обучении последовательностям движений
- Временной организации действий
- Координации между различными частями тела

Паллидум обеспечивает:

- Селекцию и инициацию движений
- Подавление нежелательных моторных программ
- Плавность и точность исполнения
- Контроль мышечного тонуса

Когнитивные аспекты музыкальной деятельности

Рабочая память и внимание

Префронтальная кора музыкантов демонстрирует:

- Увеличение объема дорсолатеральных областей
- Улучшенную рабочую память для звуковых последовательностей
- Более эффективное разделенное внимание
- Лучший контроль помех и отвлекающих факторов

Теменная кора показывает:

- Усиление связей с фронтальными областями
- Улучшенную пространственную рабочую память
- Более эффективную манипуляцию ментальными представлениями
- Лучшую интеграцию мультисенсорной информации

Исполнительные функции

Музыканты превосходят немусыкантов в:

- Когнитивной гибкости при переключении между задачами
- Тормозном контроле нежелательных реакций
- Планировании сложных последовательностей действий
- Мониторинге собственного исполнения

Язык и музыка

Области Брока и Вернике у музыкантов показывают:

- Увеличение активации при обработке музыки

- Лучшее восприятие просодических характеристик речи
- Улучшенное понимание тональных языков
- Более развитые навыки изучения иностранных языков

Эмоциональные и социальные аспекты

Лимбическая система

Амигдала музыкантов характеризуется:

- Повышенной реактивностью на музыкальные стимулы
- Лучшим распознаванием эмоций в музыке
- Более сильными эмоциональными ассоциациями
- Участием в формировании музыкальных предпочтений

Гиппокамп показывает:

- Увеличение объема у профессиональных музыкантов
- Лучшую эпизодическую память для музыкальных событий
- Более эффективную консолидацию музыкальных воспоминаний
- Связывание музыки с автобиографическими воспоминаниями

Система вознаграждения

Прилежащее ядро и вентральная тегментальная область участвуют в:

- Формировании музыкального удовольствия
- Мотивации к музыкальной деятельности
- Обучении через подкрепление
- Развитии музыкальных зависимостей

Зеркальные нейроны и музыкальное взаимодействие

Нижняя теменная доля и премоторная кора обеспечивают:

- Понимание музыкальных намерений других исполнителей
- Синхронизацию в ансамблевом исполнении
- Эмпатическое реагирование на музыку
- Обучение через наблюдение за другими музыкантами

Специализация по инструментам

Клавишные инструменты

Уникальные особенности мозга пианистов:

- Симметричное развитие моторных областей для обеих рук
- Увеличение связей между полушариями
- Развитие визуально-пространственной памяти для клавиатуры
- Специализированные паттерны для полифонического исполнения

Струнные инструменты

Характерные изменения у струнников:

- Асимметричное развитие соматосенсорных областей
- Увеличение представительства левой руки в моторной коре
- Развитие тонкой моторики для контроля интонации

- Специализация для восприятия высоких частот

Духовые инструменты

Особенности мозга духовиков:

- Развитие дыхательных центров ствола мозга
- Увеличение моторного представительства лицевых мышц
- Специализация для контроля воздушного потока
- Координация между дыханием и артикуляцией

Ударные инструменты

Характеристики мозга перкуSSIONистов:

- Развитие областей, связанных с ритмом и временем
- Увеличение мозжечка для координации движений
- Специализация для полиритмической обработки
- Развитие пространственной памяти для расположения инструментов

Вокальная специализация

Гортанные структуры и их контроль

Кортикальные области контроля голоса:

- Увеличение моторного представительства гортани
- Развитие связей между слуховыми и моторными областями
- Специализация для контроля высоты голоса
- Координация дыхания и фонации

Языковые функции у вокалистов

Интеграция речи и пения:

- Усиление связей между музыкальными и языковыми областями
- Лучшее восприятие просодических характеристик
- Развитие артикуляционных навыков
- Улучшенная фонематическая дискриминация

Критические периоды и возрастные особенности

Раннее музыкальное обучение

Сенситивные периоды развития:

- 0-3 года: формирование базовых слуховых паттернов
- 3-7 лет: критический период для абсолютного слуха
- 7-12 лет: оптимальное время для инструментального обучения
- 12-18 лет: формирование музыкальной идентичности

Пластичность взрослого мозга

Возможности обучения в зрелом возрасте:

- Структурные изменения возможны, но менее выражены
- Компенсаторные механизмы для преодоления ограничений
- Использование когнитивных стратегий для улучшения обучения
- Важность мотивации и интенсивности практики

## Генетические факторы музыкальности

### Наследуемость музыкальных способностей

#### Генетические исследования показывают:

- Наследуемость музыкального слуха составляет 70-80%
- Ритмические способности имеют генетический компонент
- Абсолютный слух связан с определенными генетическими вариантами
- Взаимодействие генов и среды в развитии музыкальности

#### Молекулярные механизмы

#### Гены, связанные с музыкальностью:

- FOXP2 - участвует в развитии речи и музыки
- SACNA1C - влияет на память и обучение
- SNCA - связан с ритмическими способностями
- AVPR1A - влияет на социальные аспекты музыки

#### Клинические аспекты и нарушения

#### Профессиональные заболевания музыкантов

#### Неврологические проблемы:

- Фокальная дистония у музыкантов
- Синдром карпального канала
- Тремор при выступлениях
- Нарушения координации движений

#### Слуховые нарушения:

- Потеря слуха, связанная с шумом
- Тиннитус у музыкантов
- Гиперакузия
- Диплакузия (двойное восприятие звука)

#### Музыкальная терапия

#### Нейропластические механизмы:

- Восстановление речи после инсульта
- Улучшение моторных функций при болезни Паркинсона
- Снижение симптомов депрессии и тревоги
- Когнитивная реабилитация при деменции

#### Методы исследования мозга музыкантов

#### Структурная нейровизуализация

#### Магнитно-резонансная томография (МРТ):

- Измерение объемов различных структур мозга
- Анализ толщины коры в различных областях
- Исследование белого вещества и проводящих путей
- Диффузионно-тензорная визуализация для изучения связности

#### Функциональная нейровизуализация



**Функциональная МРТ (фМРТ):**

- Изучение активации мозга во время музыкальной деятельности
- Анализ связности между различными областями
- Исследование сетей состояния покоя
- Изучение пластических изменений в процессе обучения

**Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ):**

- Изучение метаболизма мозга музыкантов
- Исследование нейромедиаторных систем
- Анализ кровотока в различных структурах
- Изучение возрастных изменений

**Электрофизиологические методы****Электроэнцефалография (ЭЭГ):**

- Изучение временной динамики обработки музыки
- Анализ вызванных потенциалов на музыкальные стимулы
- Исследование синхронизации мозговых ритмов
- Изучение межполушарной когерентности

**Магнитоэнцефалография (МЭГ):**

- Более точная локализация источников активности
- Изучение быстрых изменений в мозговой активности
- Анализ связности в различных частотных диапазонах
- Исследование пластичности слуховой коры

**Практические применения****Музыкальное образование****Оптимизация обучения:**

- Учет критических периодов развития
- Индивидуализация методов обучения
- Использование мультисенсорных подходов
- Развитие метакогнитивных навыков

**Предотвращение травм:**

- Понимание биомеханики игры на инструментах
- Разработка эргономичных техник
- Профилактика профессиональных заболеваний
- Реабилитация после травм

**Общее образование****Влияние музыки на когнитивное развитие:**

- Улучшение языковых навыков
- Развитие математических способностей
- Усиление исполнительных функций
- Повышение академической успеваемости



## Медицинские применения

### Нейрореабилитация:

- Восстановление речи при афазии
- Улучшение моторных функций
- Когнитивная реабилитация
- Эмоциональная терапия

### Будущие направления исследований

### Новые технологии

### Оптогенетика:

- Исследование каузальных связей в музыкальном восприятии
- Изучение роли различных типов нейронов
- Моделирование музыкальных процессов
- Разработка новых методов лечения

### Нейроинтерфейсы:

- Прямое управление музыкальными инструментами
- Помощь музыкантам с двигательными нарушениями
- Изучение намерений и эмоций в музыке
- Создание новых форм музыкального выражения

### Персонализированная медицина

### Генетическое тестирование:

- Предсказание музыкальных способностей
- Индивидуализация программ обучения
- Профилактика профессиональных заболеваний
- Оптимизация музыкальной терапии

### Искусственный интеллект

### Моделирование музыкального мозга:

- Создание ИИ-систем для музыкального творчества
- Понимание принципов музыкального восприятия
- Разработка новых методов анализа музыки
- Изучение эмоциональных аспектов музыки

### Заключение

Исследования связи между музыкальной деятельностью и мозговыми структурами раскрывают удивительную пластичность человеческого мозга и его способность к адаптации под влиянием интенсивной практики. Структурные и функциональные изменения в мозге музыкантов затрагивают практически все основные системы: слуховую, моторную, когнитивную и эмоциональную.

Эти знания имеют важное практическое значение для оптимизации музыкального образования, предотвращения профессиональных заболеваний и

разработки новых подходов к нейрореабилитации. Понимание того, как музыка формирует мозг, также проливает свет на фундаментальные принципы нейропластичности и открывает новые возможности для развития человеческого потенциала.

Будущие исследования, использующие новейшие нейротехнологии и методы анализа больших данных, обещают еще более глубокое понимание взаимосвязи между музыкой и мозгом, что может привести к революционным открытиям в области нейронауки, образования и медицины.

### **Использованная литература**

1. Характеристика психологического анализа музыкальной формы, измерение ракурса музыкального мозга. *Science and Education* 4 (7), 214-222
2. Мозг и музыкальный разум, психологическая подготовка детей и взрослых к восприятию музыки. *Science and Education* 4 (7), 277-283
3. Музыка и психология человека. *Вестник интегративной психологии*, 440-443 2 (1), 440-443
4. Прослушка классической музыки и воздействия аксонов к нервной системе психологического и образовательного процесса. *Science and Education* 4 (7), 142-153
5. Неизбежность новой методологии музыкальной педагогике. *Science and Education* 4 (1), 529-535
6. Психика музыкальной культуры и связь функции головного мозга в музыкальном искусстве. *Science and Education* 4 (7), 260-268
7. Модели информационного влияния на музыку управления и противоборства. *Science and Education* 4 (7), 396-401
8. Абстракция в представлении музыкально психологического нейровизуализации человека. *Science and Education* 4 (7), 252-259
9. Элементы музыкальной логики, фундамент музыкального построения. *Science and Education* 3 (1), 578-583
10. Внимания музыканта и узкое место захвата подавление повторения, сходство многовоксельного паттерна. *Science and Education* 4 (7), 182-188
11. Сравнение систематического принципа музыкально психологического формообразования в сложении музыки. *Science and Education* 4 (7), 232-239
12. Измерение эмоции при разучивании музыки, функция компонентного процессного подхода психологического музыкального развития. *Science and Education* 4 (7), 240-247
13. Важнейшие ощущение для обработки основной темы как канонический, зеркально отражающего рефрена деятельности учителя музыки. *Science and Education* 3 (1), 608-613

14. Автоматическая система урегулирования пальцев музыканта-пианиста для беглости рук. Арпеджио, аккорды и виды упражнений. Science and Education 3 (1), 678-684
15. Фокус внимания и влияние коры височной доли в разучивании музыкального произведения. Science and Education 4 (7), 304-311
16. Проект волевого контроля музыканта и воспроизводимость музыкального произведения. Science and Education 4 (7), 189-197
17. Педагогическое корректирование психологической готовности ребенка к обучению фортепиано в музыкальной школе. Science and Education 4 (7), 332-337
18. Аксоны и дендриты в развивающийся музыкально психологического мозга. Science and Education 4 (7), 159-167
19. Передовые формы организации педагогического процесса обучения по специальности музыкальной культуры. Science and Education 4 (3), 519-524
20. Внимание и его действие обученному музыканту и оценка воспроизводимости тренировок. Science and Education 4 (7), 168-176
21. Рост аксонов в развивающийся музыкально психологического мозга в младшем школьном возрасте. Science and Education 4 (7), 223-231
22. Музыкальное движение под действием внутренних сил гармонии как маятник всего произведения. Science and Education 3 (1), 559-564
23. Особенность взаимосвязанности между преподавателем и учащимся ракурса музыки в различных образовательных учреждениях: детском саду, школе, вузе. Science and Education 4 (2), 1055-1062
24. Образовательное учреждение высшего профессионального образования в музыкальной отрасли Узбекистана. Scientific progress 2 (6), 946-951
25. Эволюция эстетики в условиях прогрессивной модели музыкальной культуры, из опыта работы КБ Холикова 30 школы г. Бухары Республики Узбекистан. Science and Education 4 (3), 491-496
26. Некоторые аспекты повышения саморегуляции педагогов на фоне музыкального обучения многоголосных произведений. Scientific progress 2 (2), 426-432
27. Магнитные свойства тяготение к человеку многоголосного произведения музыке. Scientific progress 2 (3), 728-733
28. «колесо навыков» как универсальный инструмент помощи соискателям для подготовки к управлению хором. Scientific progress 2 (3), 1080-1086
29. Новые мышление инновационной деятельности по музыкальной культуры в вузах Узбекистана. Science and Education 4 (7), 121-129

30. Защитный уровень мозга при загрузке тренировочных занятиях и музыкального моделирование реальных произведениях. Science and Education 4 (7), 269-276