



Национальный  
исследовательский  
Томский  
государственный  
университет

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР  
ИССЛЕДОВАНИЙ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕКА  
International Centre for Research in Human Development



Национальный  
исследовательский  
Томский  
государственный  
университет

# «Как справиться с математической тревожностью и полюбить математику».

Есипенко Е.А., Мацепуро Д.М.

Проект поддержан фондом РФФИ № 20-013-00742 А



# КТО МЫ:

- Есипенко Елена Александровна – канд. биол. наук, доцент кафедры генетической и клинической психологии факультета психологии НИ ТГУ;
- Мацепуро Дарья Михайловна – канд. истор. наук, м.н.с. Лаборатория когнитивных исследований и психогенетики НИ ТГУ.

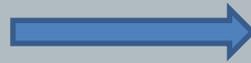
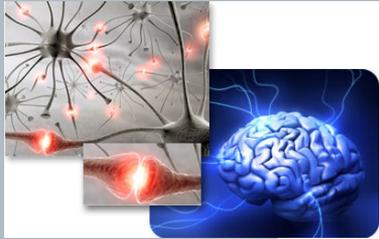


# Грант Правительства Российской Федерации №11.G34.31.0043



# Близнецовый метод

позволяет определить вклад генетических и средовых факторов в формирование различных признаков.

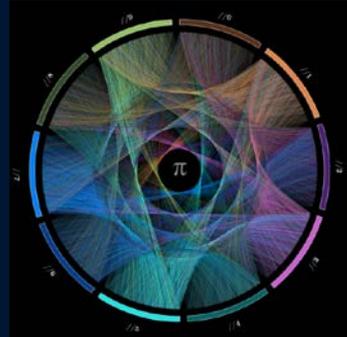


# Исследование математических способностей

- анализ причин неуспешности людей в освоении математики
- внесение вклада разработку новых, более «математически дружелюбных» программ образования от школы до университета



# Книга природы написана на языке математики (Галилео Галилей)



Выделяют три основных группы факторов, влияющих на успеваемость по математике: нейропсихологические, психологические и педагогические (Локалова Н. П. 2009 по Кисляковой М.А., 2021).

# Трудности по математике

в обучении:

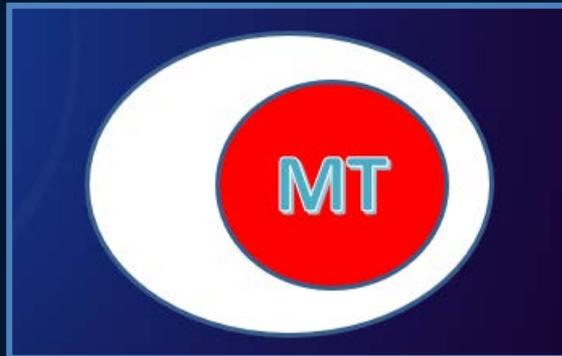
- Дискалькулия,
- Математическая тревожность,
- Изменение объема рабочей памяти,
- Снижение “чувства числа”.



# Объем рабочей памяти

Согласно данным регрессионного анализа, вклад рабочей памяти в различные типы математических заданий составляет от 23 до 41%.

Ресурсы рабочей памяти  
(Ramirez et al., 2013)



**Математическая тревожность**

# Чувство числа

Способность оценивать, предлагать возможные решения числовых заданий и числовая интуиция.



# Математическая тревожность (МТ)

- Выражается в чувстве сильного беспокойства и неловкости, связанным с математикой и сложностями в оперировании числами, которые встречаются как в процессе обучения, так и в бытовых ситуациях (Richardson, Suinn, 1972)
- – это страх, беспокойство и дискомфорт при работе с числовой информацией.
- Высокая МТ наблюдается у значительного числа людей: у 30–48 % школьников (PISA..., 2012) и 25 % студентов (Chang, Veilock, 2016)

OPEN ACCESS PEER-REVIEWED

RESEARCH ARTICLE

## When Math Hurts: Math Anxiety Predicts Pain Network Activation in Anticipation of Doing Math

Ian M. Lyons , Sian L. Beilock

Published: October 31, 2012 • <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048076>

Article	Authors	Metrics	Comments	Media Coverage

### Abstract

[Introduction](#)

[Methods](#)

[Results](#)

[Discussion](#)

[Author Contributions](#)

[References](#)

[Reader Comments](#)

[Figures](#)

### Abstract

Math can be difficult, and for those with high levels of mathematics-anxiety (HMAs), math is associated with tension, apprehension, and fear. But what underlies the feelings of dread effected by math anxiety? Are HMAs' feelings about math merely psychological epiphenomena, or is their anxiety grounded in simulation of a concrete, visceral sensation – such as pain – about which they have every right to feel anxious? We show that, when anticipating an upcoming math-task, the higher one's math anxiety, the more one increases activity in regions associated with visceral threat detection, and often the experience of pain itself (bilateral dorso-posterior insula). Interestingly, this relation was not seen during math performance, suggesting that it is not that math itself hurts; rather, the anticipation of math is painful. Our data suggest that pain network activation underlies the intuition that simply anticipating a dreaded event can feel painful. These results may also provide a potential neural mechanism to explain why HMAs tend to avoid math and math-related situations, which in turn can bias HMAs away from taking math classes or even entire math-related career paths.

485

Save

140

Citation

91,065

View

340

Share

Download PDF

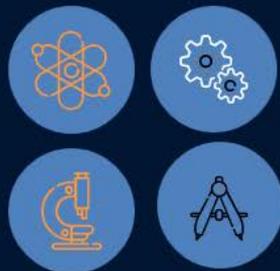
Print

Share

Check for updates

ADVERTISEMENT

## Актуальность



- **S**cience
- **T**echnology
- **E**ngineering
- **M**athematics



- Технический прогресс
- Экономический рост



## Распродажа %

- Математические способности негативно коррелируют с математической тревожностью (Метаанализ по результатам 151 публикации)  
Кэффицент корреляции:  $-0,25 \dots -0,40$ .

(Канзафарова, Казанцева, Хуснутдинова, 2015, Генетические и средовые аспекты наличия трудностей в обучении математике).

- Это отдельный вид тревожности (есть корреляции с другими видами тревожности в пределах  $r=0,32-0,41$ ).

(Будакова и др., 2020, Математическая тревожность: этиология, развитие и связь с успешностью в математике)

# Факторы предрасположенности

Социальные,  
Генетические,  
Персональные  
Когнитивные

От 30 до 40 % индивидуальных различий в МТ объясняются генетическими факторами

Уровень образования родителей, атмосфера в семье, воспитание, место и условия проживания

Материально-техническая база, система оценок в школе, уровень подготовки учителей



# Теории

«Теории дефицита» изначально низкий уровень базовых числовых и пространственных способностей

«Наносящая ущерб тревожность» - Манипуляции по снижению МТ приводят к повышению результатов последующих математических тестов

(Carey et al., 2016)





Что делать?

# Регулировать тревожность!

Тревожность не всегда производит деструктивный эффект, но высокий уровень тревожности – мешает.

Существуют краткосрочные (работают здесь и сейчас) и долгосрочные методы (развитие базовых математических навыков).

Например Центр Cuemath (<https://www.cuemath.com/>) предлагает работу с данными навыками, на сайте представлены такие рекомендации:

Обучая ребенка, всегда старайтесь подчеркнуть, как он может овладеть предметом с точки зрения понимания и практики. Не создавайте у ребенка негативного впечатления, что математика – очень сложный предмет. ....Объясняйте темы неоднократно или пересматривайте старые уроки до тех пор, пока ребенок не приобретет необходимую уверенность. Найдите более простой способ объяснить, используя простые примеры того, что ребенок видит в своей повседневной жизни. ...Дайте ребенку столько времени, сколько ему потребуется, чтобы понять и запомнить тему.

# Рекомендации по регуляции

- Подходы, которые используют в научной литературе:

- **экспрессивное письмо** (анализ и вербализация тревожных мыслей).

- **переоценка отношения** к математической тревожности

- **медитация, релаксация и осознанность (Mindfulness)**

В пилотном, исследовании (Tashana, Jared, 2019) показано, что медитация Mindfulness не только уменьшила математическую тревожность, но также повысила математическую эффективность у студентов колледжа

- **арт-терапия (музыка, библиотерапия)**

- **психофизиологические методы**

Мацепуро Д. М., Есипенко Е. А., Терехина О. В. Актуальные методы регуляции математической тревожности // Научно-педагогическое обозрение. Pedagogical Review. – 2021. – 2 (36) . – С. 189-198.

# Междисциплинарность

Отражает интегративный характер современного этапа научного познания, предполагает не просто наложение или суммирование знаний, методов и подходов различных наук, но их взаимодействие, взаимообогащение; она принимается исследователями как методологический подход, обладающий несомненной перспективой в силу его синергетического характера (Шагеева Ф.Т., Иванов В.Г., 2016)



Национальный  
исследовательский  
Томский  
государственный  
университет

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР  
ИССЛЕДОВАНИЙ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕКА  
International Centre for Research in Human Development



Национальный  
исследовательский  
Томский  
государственный  
университет

# Психологические, физиологические и нейрофизиологические корреляты математической тревожности и методы ее снижения

Есипенко Е. А., Мацепуро Д. М., Будакова А. В., Терехина О.  
В., Архипова О. В., Шамаков В. А.

Проект поддержан фондом  
РФФИ № 20-013-00742 А

# Описание выборки

- Выборка: 84 человека (ср. возраст  $19,92 \pm 1,77$ ; 58 девушек)  
75 человек (35 – ВМТ, 40 – НМТ).

- Участники студенты ВУЗов Томска, гуманитарных и STEM направлений
- Педагогический университет
- Медицинский университет
- Томский государственный университет
- Томский политехнический университет
- Есть совсем небольшая группа участников из других учебных заведений

# Методы

- Личностая тревожность Субшкала STAI-T (Spielberger, 1985).
- Показатель математической тревожности - AMAS, (Hopko, Mahadevan, Vare, & Hunt, 2003).
- Тестовая тревожность - две субшкалы «Беспокойство» (данная шкала включает вопросы, связанные с тестовой тревожностью) и «Эмоциональность» (включает вопросы, связанные с физиологическими реакциями)(Ware, Galassi, & Dew, 1990).
- Показатели невербального интеллекта - матрицы Равена
- Показатели рабочей памяти – "Jack & Jill working memory test, Блоки корси

# Пример задачи

Учёный Куликов выезжает из Москвы на конференцию в Санкт-Петербургский университет. Работа конференции начинается в 8:30. В таблице дано расписание ночных поездов Москва–Санкт-Петербург. Путь от вокзала до университета занимает полчаса. Укажите номер самого позднего (по времени отправления) поезда, который подходит учёному Куликову.

Номер поезда	Отправление из Москвы	Прибытие в Санкт-Петербург
032А	23:00	05:46
026А	22:42	06:32
002А	23:55	07:55
004А	23:30	08:30

1)	032А	2)	026А	3)	002А	4)	004А
----	------	----	------	----	------	----	------

# Материалы и методы

128-канального усилителя, произведенного фирмой Brain Products, Germany. Запись шла по 64 электродам, датчики стояли по системе «10-10». В качестве референтного электрода выступал электрод Cz, заземляющим электродом являлся электрод AFz. Глазодвигательная активность была зарегистрирована с помощью VEOG.

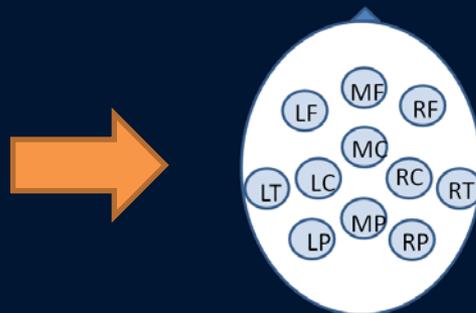
ЭЭГ было отфильтровано в частотном диапазоне от 0,5 до 40 Гц. Глазодвигательные артефакты были удалены при помощи анализа независимых компонент (ICA).

Матрицы размерностью:

$A * B$ , где  $A$  – это частоты,

$B$  – количество электродов 63.

тета (4 – 8 Гц),  
альфа-1 (8 – 10 Гц),  
альфа-2 (10 – 13 Гц),  
бета-1 (13 – 20 Гц),  
бета-2 (20 – 30 Гц).



## Материалы и методы:

Фон-0: «Сейчас будет осуществляться запись ЭЭГ без какого-либо задания. Пожалуйста, сядьте прямо и займите удобное положение. Поставьте стопы на пол и не скрещивайте ноги. Постарайтесь не двигаться и сохраняйте такое положение в течении всего исследования».

Фон-1. «Через три минуты Вам предстоит решать математические задачи. Когда вы нажмете «Далее», появится темный экран. В это время настройтесь на решение. Время на выполнение будет ограничено. Вам необходимо решить как можно больше задач. Нажмите «Далее» что бы продолжить».

Фон 2.

После регуляции. Инструкция подобная Фон-1.

# Методы регуляции:

## Переоценка

Инструкция для смены установки была подготовлена на основании исследования Jamieson et al (2010). В этом исследовании участникам перед решением задания было предложено прочитать текст о том, что предыдущие исследования показали: «волнение может способствовать лучшему выполнению задания, и участники, которые об этом знали справились с заданиями лучше».

В нашем исследовании мы попросили участников внимательно прочитать текст (2 страницы крупным шрифтом, примерно 3 минуты чтения) с описанием исследования Jamieson et al (2010), с графиком, выводом исследования и ссылкой в конце.

# Экспрессивное письмо

- «Возьмите ручку и бумагу. Посвятите следующие 3 минуты тому, чтобы как можно более искренне описать свои мысли, чувства и эмоции, которые возникают у Вас при решении математических задач. Вы можете вспомнить, что чувствовали во время подобных ситуаций в школе или повседневной жизни. Выражайте любые мысли, пишите открыто, не стесняйтесь – ваш текст никто не будет читать. Для данного эксперимента очень важен сам процесс написания. У нас будет 3 минуты на выполнение этого задания».
- «Экспрессивное письмо – это метод регуляции психологического состояния. Изложение своих чувств и мыслей в письменной форме помогает осмыслить и переоценить свое отношение к тому, что волнует или беспокоит. Инструкция для экспрессивного письма была основана на инструкции, предложенной в исследовании Park, D., Ramirez, G., & Beilock, S. L. (2014).

# Релаксация

- Инструкция предъявлялась аудиально.
- Предлагалось расслабить тело, а затем подышать в своем темпе.
  - определить в баллах от 1 до 7 насколько, упражнение помогло настроиться на выполнение второго задания



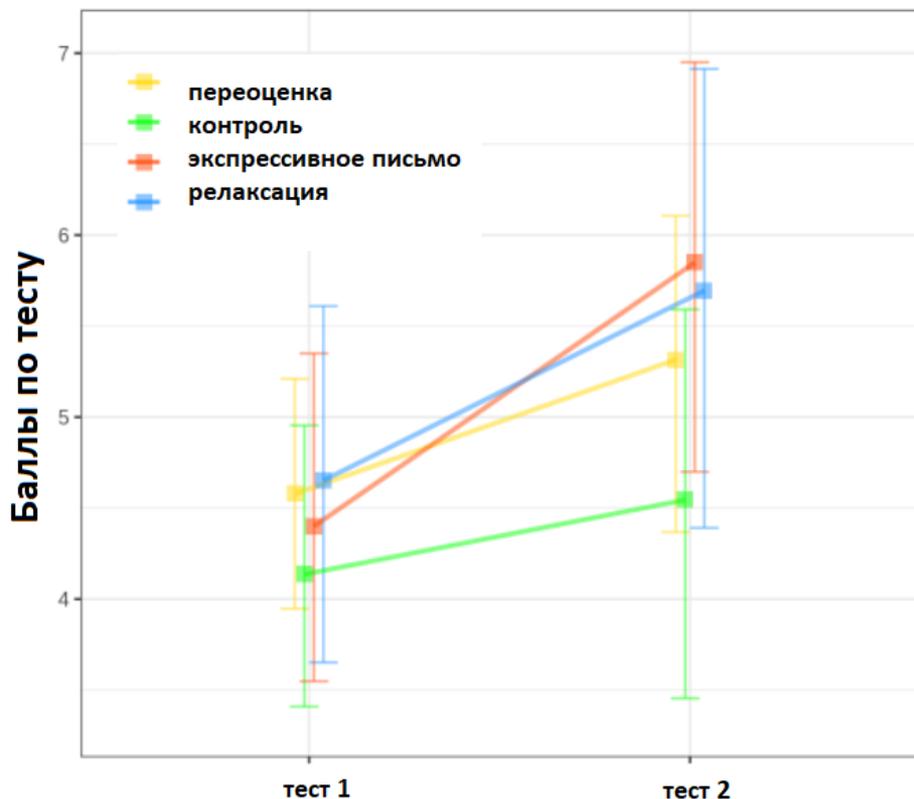
# Контроль

- Инструкция:
- Сейчас будет записана Ваша ЭЭГ при состоянии покоя. Сидите расслабленно, как можно меньше двигайтесь.

# Статистика

- Между группами сравнение показателей (плотности спектральной мощности) осуществлялось с помощью теста Манна-Уитни.
- Для выяснения взаимосвязей между интервенцией и изменением показателей был использован статистический критерий – тест Фридмана, непараметрический аналог дисперсионного анализа с повторными измерениями зависимой переменной выступала фоновая запись: фон-1 vs фон-2 vs фон-3

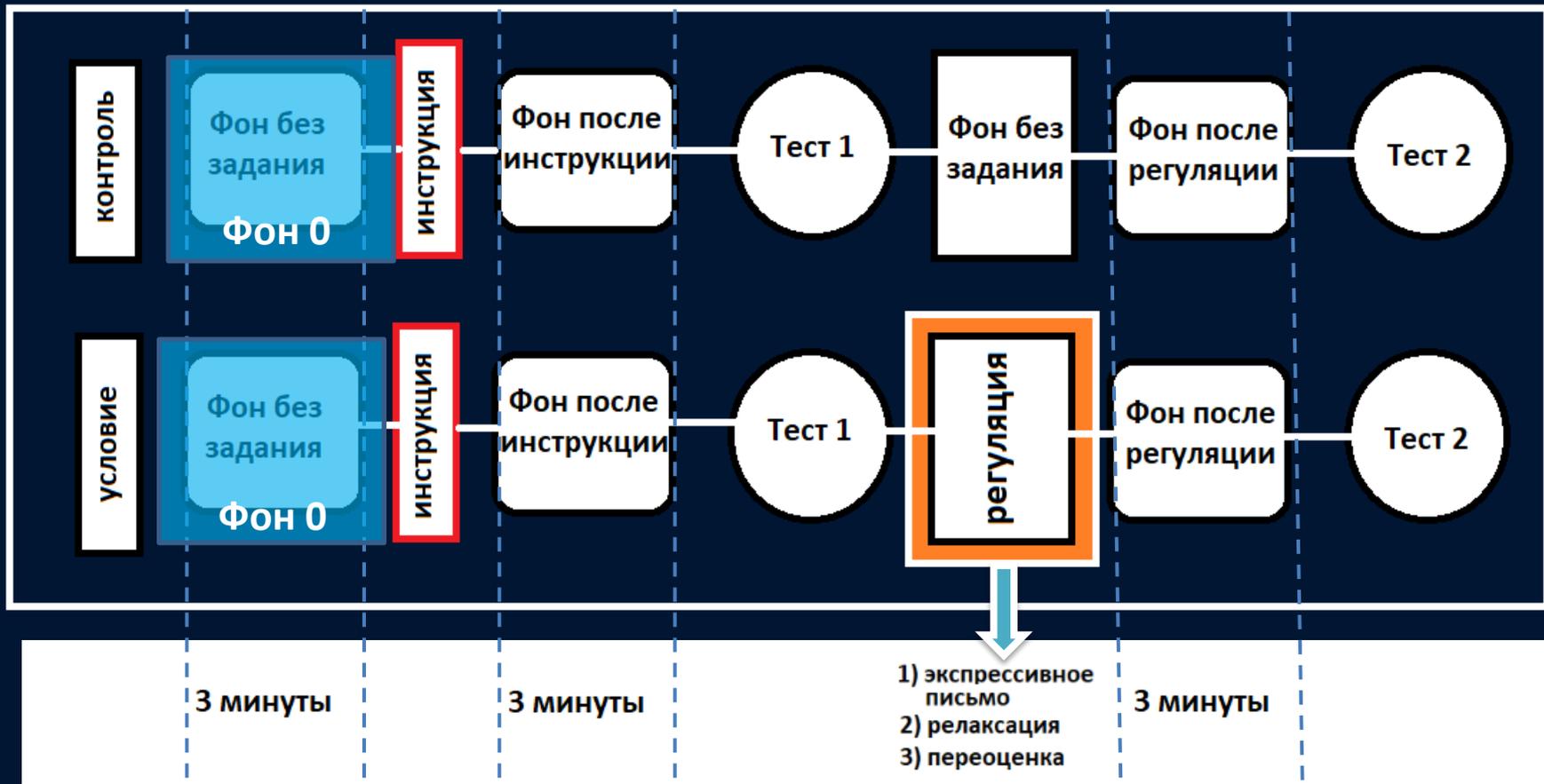
# Результаты



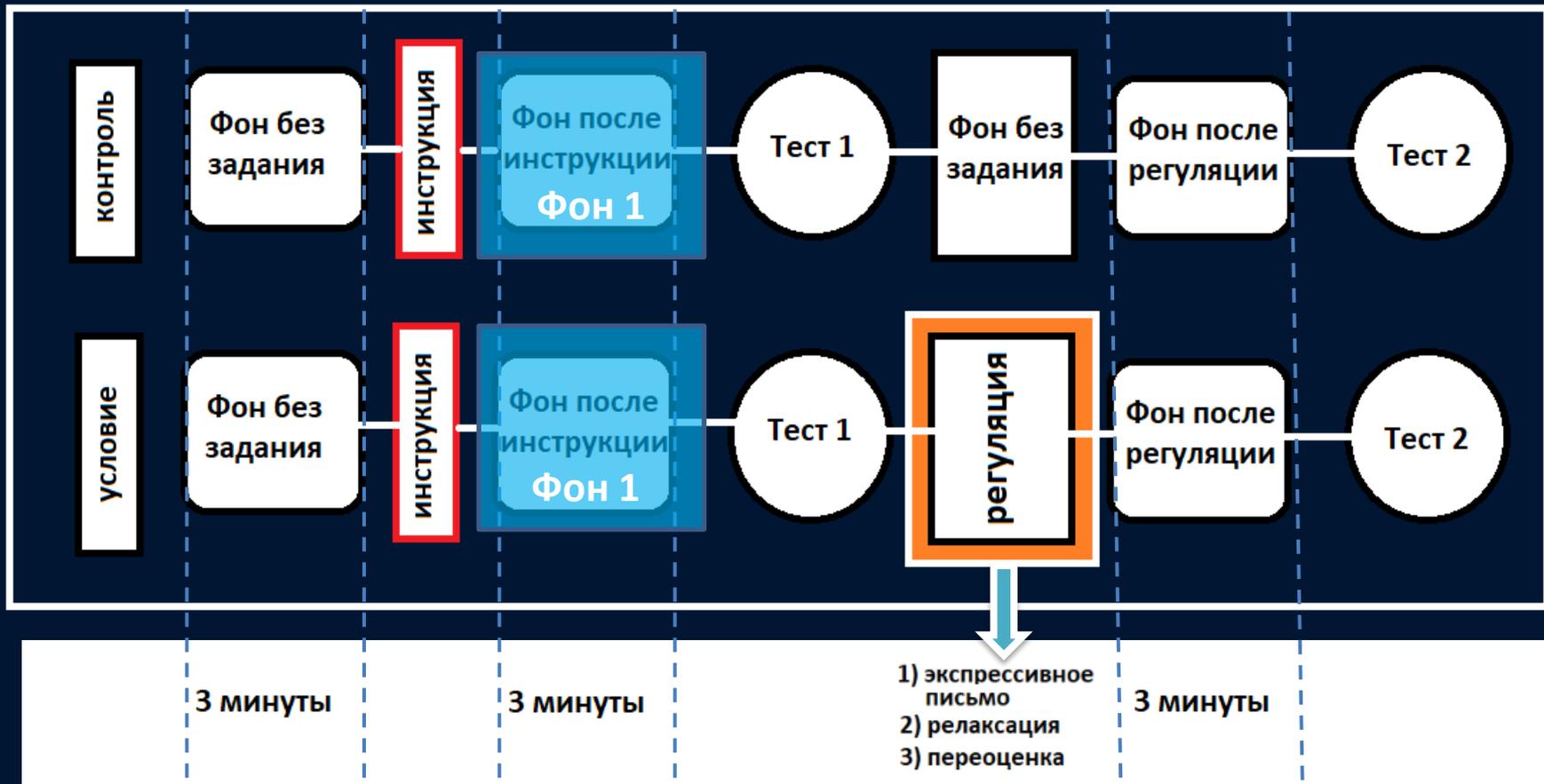
Условие	До / После регуляции
«контроль»	4,14±1,98 / 4,55±2,6
«релаксация»	4,65±2,57 / 5,70±3,28
«экспрессивное ПИСЬМО»	4,4±2,14 / 5,85±2,76
«переоценка»	4,58±1,39 / 5,32±1,97

Обратная связь: баллы по «экспрессивному письму» составили **4,14±2,41**;  
по «релаксации» – **3,88±1,75**;  
по «переоценке» – **2±1,86**.

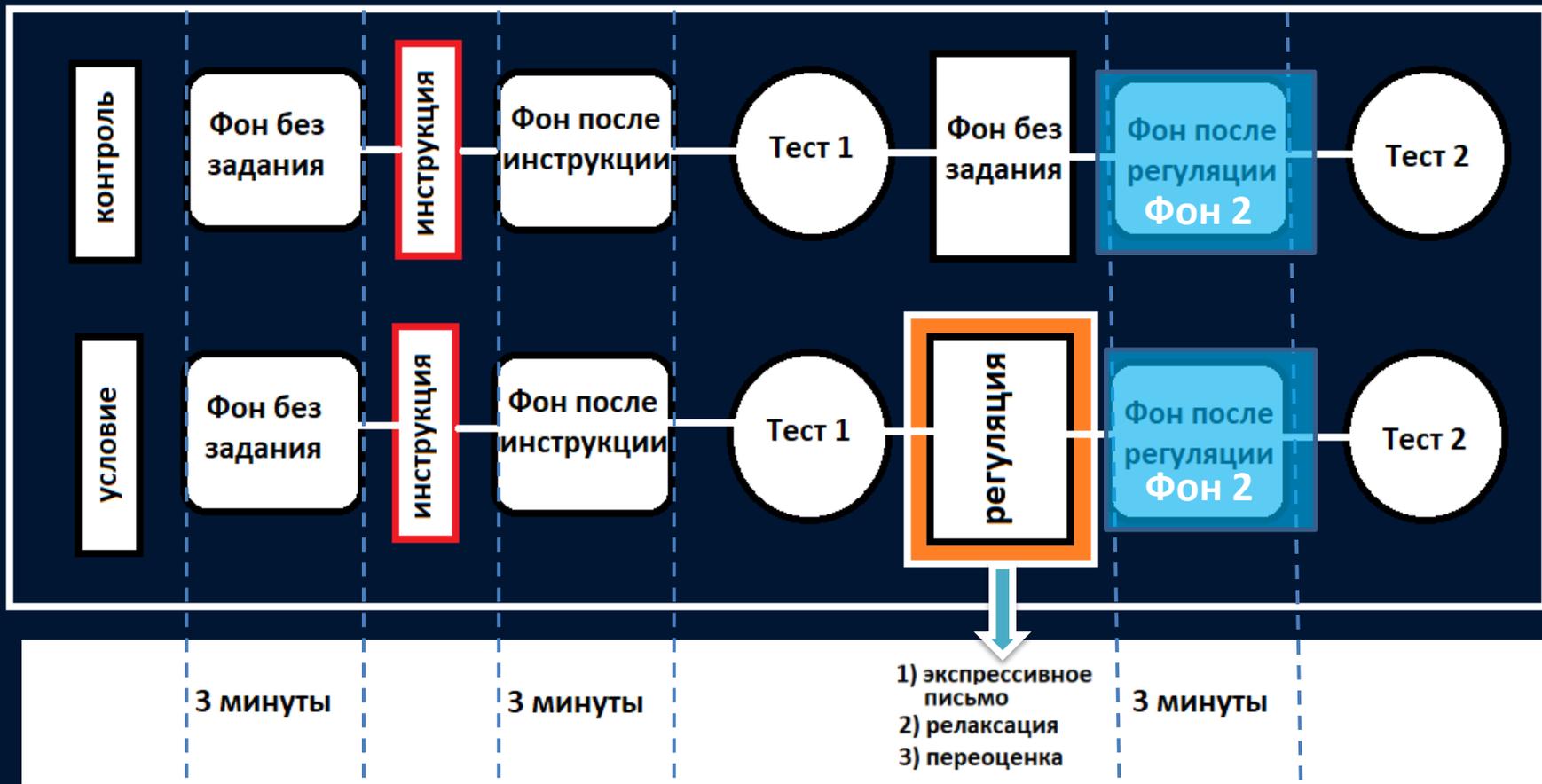
# ЭЭГ



# ЭЭГ

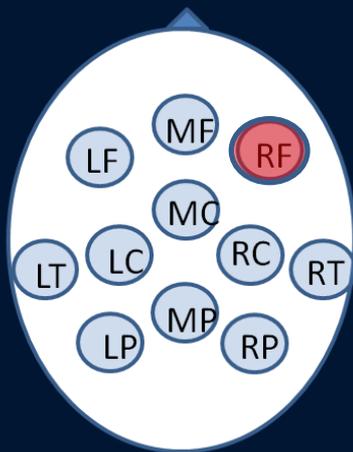


# ЭЭГ

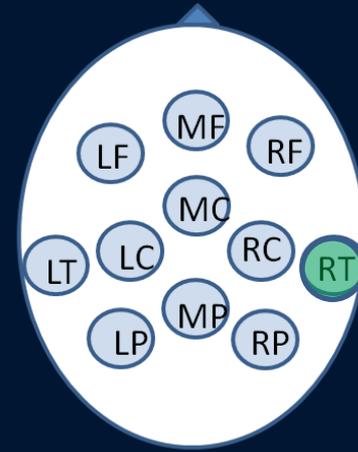


# ВМТ и НМТ

Тест Манна-Уитни показал значимые различия в спектральной мощности в состоянии покоя в правой фронтальной (альфа-1) и правой темпоральной (альфа-2) диапазонах в зонах мозга между ВМТ и НМТ участниками в состоянии покоя (фон 0).



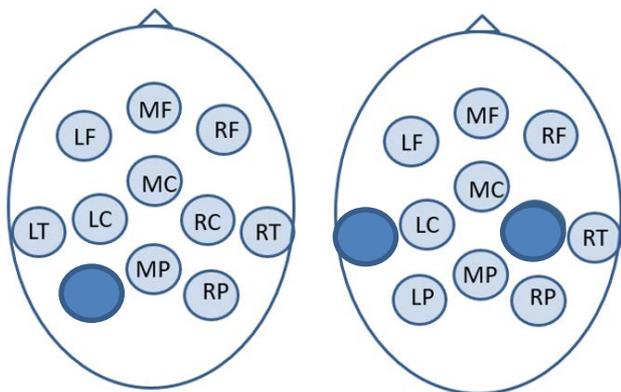
альфа-1



альфа-2

# Контрольное условие

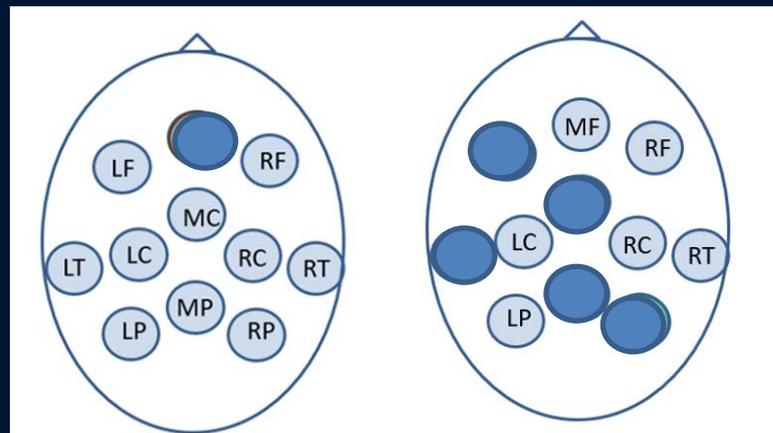
## ВМТ



**Бета-1**

**Бета-2**

## НМТ

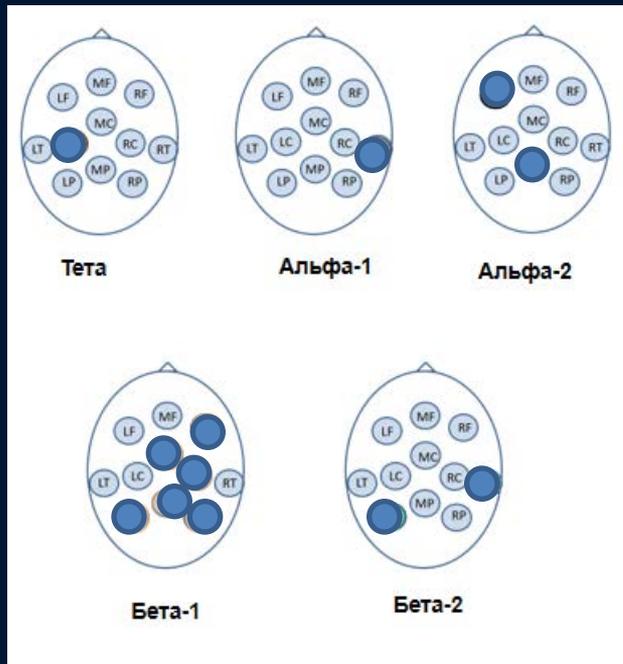


**Тета**

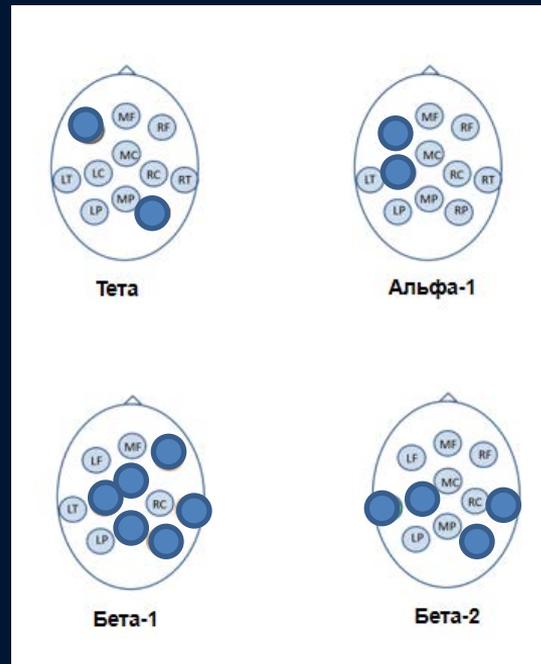
**Бета-2**

# Экспрессивное письмо

ВМТ

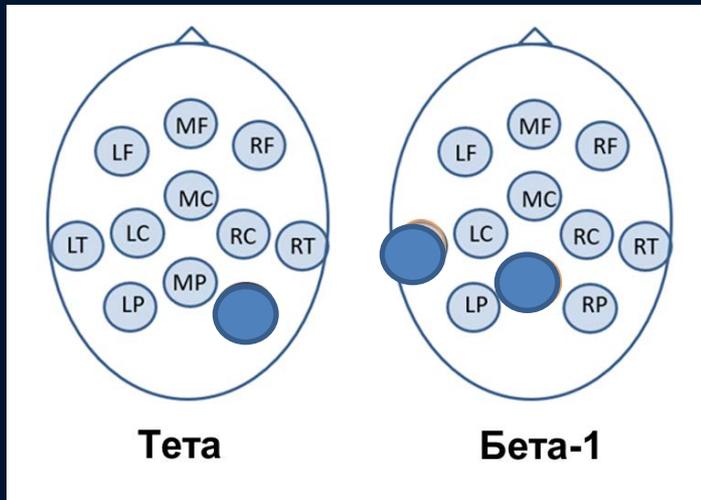


НМТ

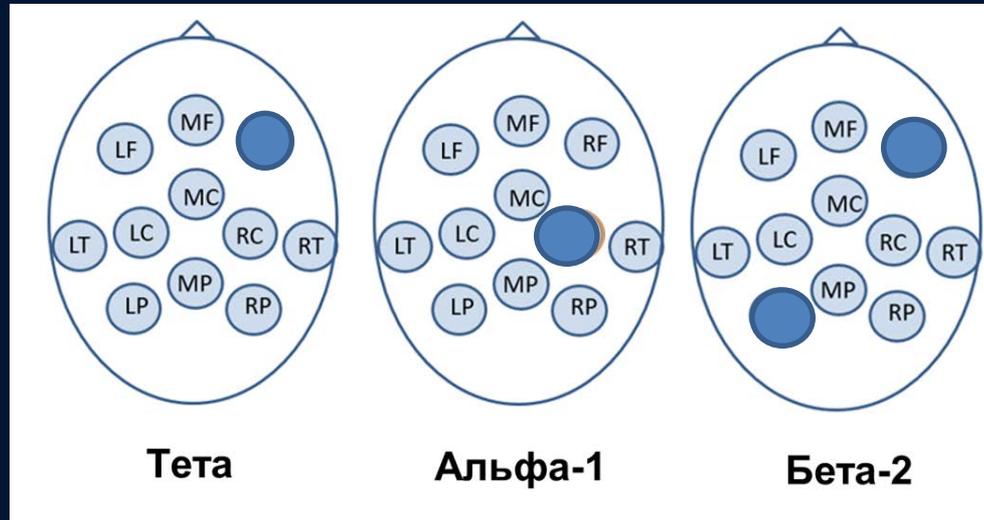


# Релаксация

ВМТ



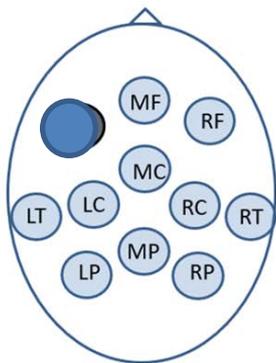
НМТ



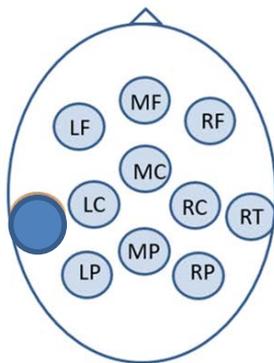
# Переоценка

ВМТ

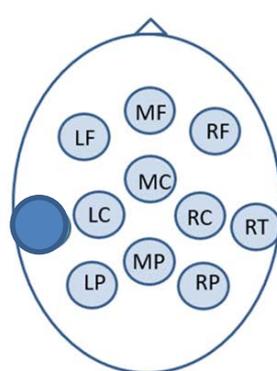
НМТ



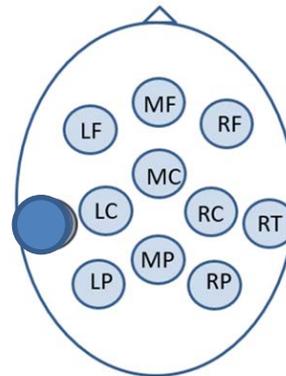
**Альфа-2**



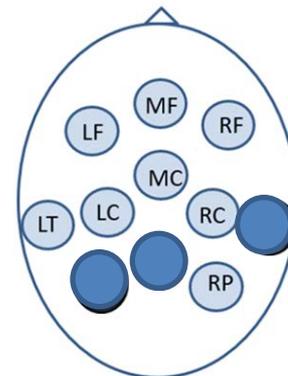
**Бета-1**



**Бета-2**



**Альфа-1**



**Альфа-2**

# ВЫВОДЫ

- Эффективность в решении задач повышается, но незначительно (не ясна природа).
- На уровне нейрофизиологии:
  - а) Были выявлены различия в ЭЭГ в фоновой записи (без задания = фон 0) между участниками с ВМТ и НМТ
  - б) Для всех методов регуляции были выявлены специфичные ЭЭГ-корреляты.

## Книги, которые помогут прокачать математические способности

1. Алекс Беллос «Красота в квадрате. Как цифры отражают жизнь и жизнь отражает цифры»
2. Артур Бенджамин «Магия математики»
3. Барбара Оакли «Думай, как математик»
4. Борис Кордемский «Математическая смекалка»
5. Дьердь Пойа «Математическое открытие»
6. Джордан Элленберг «Как не ошибаться. Сила математического мышления»
7. Иэн Стюарт «Математические головоломки профессора Стюарта»
8. Кьяртан Поскитт «Математика для взрослых. Лайфхаки для повседневных вычислений»
9. Лев Генденштейн «Алиса в Стране Математики»
10. Микул Патель «Веселая математика»
11. Михайл Пегов «Семь раз отмерь»
12. Нелли Литвак, Андрей Райгородский «Кому нужна математика? Понятная книга о том, как устроен цифровой мир»
13. Ханна Фрай «Математика любви»
14. Яков Перельман «Занимательная геометрия»

