

УДК 159.91+159.99+612.821 + 612.8

СЕНСОМОТОРНЫЕ РЕАКЦИИ И ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МИНУТЫ У ДЕТЕЙ-ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗЬЮ

Хорсева Н. И.^{1}, Аль-Курди О. Р.², Шульженко Н. Ю.²*

¹*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки (ФГБУН) Институт биохимической физики им. Н. М. Эмануэля РАН, 1199334 Москва, Россия; ФГБУН Институт космических исследований РАН, 1179997 Москва, Россия*

²*Муниципальное автономное образовательное учреждение Лицей 17, 141400 городской округ Химки, Московская область, Россия*

**E-mail: sheridan1957@mail.ru*

Впервые изучены и установлены взаимосвязи между параметрами сенсомоторных реакций (простой слухо-моторной и воспроизведения заданного ритма) и длительностью индивидуальной минуты у детей-пользователей мобильной связью. Установлено, что использование безопасного режима пользования мобильным телефоном приводит к улучшению показателей воспроизведения заданного ритма.

Ключевые слова: заданный ритм, простая слухо-моторная реакция, индивидуальная минута, мобильные телефоны, учащиеся.

PACS: 87.50.–a

ВВЕДЕНИЕ

В нашу жизнь с каждым годом все активнее внедряются различные гаджеты, поэтому всем, особенно детям и их родителям, важно знать к каким последствиям может привести их частое пользование.

Известно, что мобильный телефон является открытым и неконтролируемым источником электромагнитного излучения радиочастотного диапазона. Впервые за всю историю цивилизации мы подносим этот источник электромагнитного излучения непосредственно к голове, тем самым облучая структуры головного мозга и в первую очередь слуховой анализатор.

Как показали исследования, проведенные ранее, электромагнитное излучение мобильного телефона может оказать влияние на психофизиологические показатели, в частности, сенсомоторные реакции, характеризующие функционирование слухового анализатора. В первую очередь это относится к показателям простой слухо-моторной реакции [1, 2] и параметрам воспроизведения заданных ритмов [3].

Однако в известной нам литературе мы не нашли указаний на то, связаны ли параметры простой слухо-моторной реакции и воспроизведения заданного ритма. Тем не менее, на основании полученных результатов [3], нами было сделано предположение о том, что полученные закономерности, связанные с ритмами, задаваемыми извне (звуковые ритмы), могут быть связаны с таким показателем, как «чувство времени», которое можно «измерить» с помощью регистрации длительности так называемой «индивидуальной минуты».

Простая слухо-моторная реакция

Пользование мобильным телефоном (МТ) в первую очередь предусматривает его использование как коммуникативного устройства для быстрой связи с собеседником, т.е. осуществление телефонного звонка. В этом случае пользователь подносит трубку непосредственно к уху. Как только МТ стали широкодоступны, встал вопрос о возможном воздействии их изучения на слуховой анализатор человека.

Для изучения воздействия внешних факторов, в т.ч. электромагнитных излучений МТ на слуховую систему в настоящее время в медицине используется несколько способов:

- отоакустическая эмиссия, в частности, вызванная отоакустическая эмиссия, с помощью которой можно диагностировать возможные поражения улитки и/или среднего уха, однако этот метод не позволяет выявить степень дефицита слуха;

- регистрация слуховых вызванных потенциалов, которая дает возможность тестировать проведение импульсов от периферических отделов слуховой системы до слуховой коры;

- тимпанометрия (импедансометрия) – метод объективного исследования функции среднего уха;

- аудиометрия – определение слуховой чувствительности к звуковым волнам различной частоты.

Кроме того, анализ литературы показал, что кратковременное воздействие излучений МТ, которое регистрировалось различными методами (включая поведенческие и нейропсихологические), не оказывает в большинстве случаев негативного влияния на слуховую систему как экспериментальных животных, так и человека [1, 2, 4].

Однако, реалии современной жизни таковы, что мы используем мобильный телефон не кратковременно, а постоянно. И исследования последних лет показали, что длительное использование мобильного телефона может приводить к негативным последствиям. Подтверждением этого могут служить проведенные экспериментальные исследования на животных [5,6], так и эпидемиологические наблюдения [7, 8].

Тем не менее, существующие психофизиологические методы, наравне с медицинскими методами могут быть использованы для изучения влияния различных факторов внешней среды на организм человека [9], в частности, электромагнитного излучения мобильного телефона на центральную нервную систему, в т.ч. на анализаторы [1].

Именно применение психофизиологических методов (изучение параметров простой слухо-моторной реакции), в частности, с использованием специализированного программно-аппаратного комплекса, позволило выявить функциональные изменения показателей слухового анализатора при длительном, а не однократном пользовании мобильного телефона детьми [2].

Дальнейшие исследования в области компьютерных методов регистрации психофизиологических показателей, и с учетом ранее полученных результатов [9],

был создан программный продукт – LUM («Локальный универсальный мониторинг»), который применяется в настоящее время в нашем Лицее для диагностики нейро-динамических особенностей учащихся. Поэтому для реализации задач данного проекта мы использовали эту программу для изучения параметров простой слухо-моторной реакции, поскольку регистрация показателей проводится с учетом возрастных особенностей учащихся.

Воспроизведение заданного ритма

Когда говоря о ритме, подразумевают повторение одного или нескольких элементов, организованных в целые структуры. С понятием ритм мы встречаемся в различных областях и в повседневной жизни: ритмы в архитектуре, в музыке, в литературе, в поэзии и в прозе, в живописи.

В природе внешние ритмы имеют географическую природу и связаны с вращением Земли относительно Солнца и Луны (суточный цикл, лунный цикл, годовой цикл, циклы солнечной активности) [10].

Наш организм имеет свои собственные ритмы, которые, безусловно связаны с внешними ритмами и подчиняются им. Наши внутренние ритмы называются биоритмами. Например, существуют ритмы обновления, а также ритмы функционирования органов и систем.

Несмотря на то, что в организме человека существуют собственные ритмы, функционирование нашего организма связано с внешними ритмами и подчиняются им. Следует особо отметить, что основу восприятия ритма составляет способность к схватыванию и осознанию последовательных элементов как единого целого. Для отчетливого восприятия ритма необходимо, чтобы продолжительность между отдельными ритмическими элементами была короткой. Слышимые ритмы вызывают реальную моторную реакцию, характеризующуюся периодичностью движений. Так даже годовалый ребенок осторожно покачивается, слушая ритмичные музыкальные произведения.

Многие специалисты используют ритмы в своей деятельности. Так называемое воспроизведение ритма используют в своей диагностической работе отоларингологи, нейропсихологи, логопеды, музыкальные работники. В частности, просят воспроизвести (повторить тот или иной ритм) [11–13].

Для объективной оценки воспроизведения заданных ритмов была разработана компьютерная программа «Ритм» [14 цит. по 15], с помощью которой был проведен широкий круг исследований. В частности, установлено, что точность воспроизведения заданных ритмов различен для лиц с разным хронотипом [16] и уровнем тревожности [15].

Однако в отличие от работ с использованием компьютерной программы «Ритм», где использовались интервалы с разными временными отрезками, существуют исследования, в которых подача звукового сигнала осуществляется с равными временными интервалами. В частности, в работе Ульянова С. В., котором использовались эталоны в 500, 700, 900, 1100, 1300, 1500, 1700, 1900 мс, было выяснено то, что испытуемым было гораздо удобнее воспроизводить ритмы с интервалами подачи звукового сигнала в 500, 700, 900 мс и существенно менее

удобно 1300, 1500, 1700, 1900 мс. Также было установлено, что люди, которые долгое время занимались музыкой, гораздо лучше воспроизводят ритмы, нежели люди, которые не занимались музыкой (правильность воспроизведения зависит от чувства ритма) [17].

Кроме того, было показано, что воспроизведение заданного ритма у детей-пользователей мобильной связью имеет свои особенности по сравнению с теми, кто мобильным телефоном не пользуется [3].

Следует отметить, что «...выполнение «пробы на ритмы» требует от испытуемого обязательного определения длительности каждого из элементов предъявляемого и воспроизводимого задания, то есть продолжительности сигналов и пауз между ними. Отсюда становится понятным близость тестов с внутренним отсчетом времени и тестов с воспроизведением заданных ритмических структур.» [15, с. 26]. А что известно об этих показателях с внутренним отсчетом времени?

Индивидуальная минута

В литературе часто встречаются такие понятия как «биологические часы», «чувство времени». Часть исследователей считает, что это врожденные ритмы и связаны они с ритмом дыхания и биением сердца, другие – с электрической активностью головного мозга, третьи – что существует взаимосвязь нескольких регулятивных систем. Тем не менее, чтобы проверить «качество работы» «биологических часов», Ф Халберг предложил достаточно простой тест, по которому каждый может определить свою «индивидуальную минуту» (по команде экспериментатора, проводящего тестирование, учащийся должен начать отсчет времени (про себя) от 1 до 60 секунд; при начале отсчета на секундомере нажимается кнопка «СТАРТ» при окончании счета цифра «60» – нажимается кнопка «СТОП»), который стал достаточно широко использоваться в исследованиях.

Было установлено, что длительность «индивидуальной минуты» может зависеть от возраста [18], пола испытуемого [19, 20], функционального состояния организма [15, 18, 21–24], интеллектуального развития [20, 21], а также характеризует адаптивные способности человека [15, 16, 19, 25–28].

Однако большинство исследователей утверждают, что у здорового человека показатель длительности индивидуальной минуты величина достаточно постоянная. Но в большинстве случаев данный показатель в литературе указан только для взрослых. Безусловно, любые физиологические процессы, в том числе и оценка временных интервалов формируются с возрастом [15, 18, 19, 23], но нормативные возрастные показатели, которые можно было бы использовать как эталонные, отсутствуют, поскольку диапазон их изменений различен у разных авторов. В связи с тем, что работ в области изучения длительности индивидуальной минуты очень много (и их анализ может быть темой отдельного исследования), мы ограничились поиском работ, в которых указаны конкретные временные параметры длительности индивидуальной минуты в первую очередь для детей и подростков. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Временные показатели длительности индивидуальной минуты

Возраст учащихся	Диапазон изменений ИМ	Источник информации
720 школьников в возрасте 7–10 лет		[19]
7 лет	(47,2–49,7) ±1,0 с	
8 лет	(51,6–55,9) ±1,0 с	
9 лет	(55,2–56,3) ±1,0 с	
10 лет	(56,8–58,3) ±1,0 с	
возраст не указан (1 курс института) 75 чел.	уровни адаптации: 60–65 с – высокий 46,2–47 с – средний 31,0–40,0 с – ниже среднего 22,0–30,0 с – низкий	[27]
13,1±0,2 года, 107 чел.	64,2±1,7 с по группе 66,3±2,2 с девушки 60,0±2,5 с юноши	[26]
14–15 лет 8 класс, 50 чел.	индивидуальная минута: укороченная ИМ < 60 с нормальная ИМ = 60 с удлиненная ИМ > 60 с	[23]
44 чел., 9 класс	уровни адаптации: 46,2–47 с – невысокий 62,90–69,71 с – высокий 53,2±3,2 с – средняя по группе	[24]
18–19 лет	58–67 с	[25]
19–22 года, 112 студентов женского пола	45–67 с	[15]
21,1±0,8 лет, 45 студентов	(54,6–66,1)±2,5 с	[21]
не указан	60–70 с	[22]

Как видно из представленных материалов, только в работе [19] проведены исследования на достаточно обширном материале (720 человек). Однако ни в одном исследовании мы не нашли указаний на то, что длительность индивидуальной минуты была изучена для лиц-пользователей мобильной связью.

Таким образом, анализ литературных данных показал, что вопросы влияния электромагнитного излучения мобильных телефонов на параметры сенсомоторных реакций, а также длительность индивидуальной минуты изучен недостаточно. Поэтому изучение возможных взаимосвязей между параметрами сенсомоторных

реакций (простой слухо-моторной и воспроизведением заданного ритма), а также длительность индивидуальной минуты у детей-пользователей мобильной связью весьма актуально.

1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для выяснения режима пользования мобильным телефоном была разработана анкета.

В эксперименте использовался ноутбук ASUS с установленными программами «Метроном» и «LUM» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012660066 «LUM (Локальный универсальный мониторинг) от 8 ноября 2012 года), наушники для предъявления звуковых сигналов при стерео- и моно-предъявлении, секундомер мобильного телефона NOKIA. В исследовании приняли участие учащиеся 5-го класса 11-летнего возраста (13 девочек и 18 мальчиков).

С помощью программы LUM (Локальный универсальный мониторинг) проведена регистрация параметров простой слухо-моторной реакции (ПСМР) при стерео- и моно- предъявлении звукового сигнала (20 звуковых сигналов с произвольной подачей стимула). Сначала звуковой сигнал подавался в оба наушника (стерео-эффект), затем учащегося просили сдвинуть наушник сначала с правого уха (подача сигнала при этом осуществлялась только в левое ухо), а потом с правого уха (подача сигнала при этом осуществлялась только в правое ухо). В этом случае регистрировались параметры ПСМР при моно-предъявлении звукового сигнала. Регистрировалась среднее время реакции по 20 предъявлениям звукового сигнала, а также уровень стабильности выполнения теста. Параметры ПСМР зарегистрированы у 30 учащихся.

Программа «Метроном» использовалась для регистрации параметров воспроизведения заданного ритма с тремя интервалами подачи звукового сигнала: 1000 мс, 750 мс, 1500 мс. Сначала испытуемым предлагалось нажимать клавишу в такт задаваемому ритму, а затем, после отключения звукового сигнала удерживать заданный ритм без него. Регистрировались следующие параметры: среднее время реакции при звуковом сопровождении ритма и при воспроизведении заданного ритма, а также уровень стабильности выполнения теста при звуковом сопровождении и без такового. Длительность эксперимента 30 сек. Параметры воспроизведения заданных ритмов зарегистрированы у 31 учащегося.

Длительность индивидуальной минуты осуществлялось согласно методики Ф. Халберга: по команде экспериментатора, проводящего тестирование, испытуемый должен начать отсчет времени (про себя) от 1 до 60 секунд. При начале отсчета на секундомере нажимается кнопка «СТАРТ», при окончании счета цифра «60» – нажимается кнопка «СТОП». Замеры проводятся в трёх аналитических повторностях (т.е. три раза) и результаты каждого замера заносятся в протокол. Параметры воспроизведения заданных ритмов зарегистрированы у 31 учащегося.

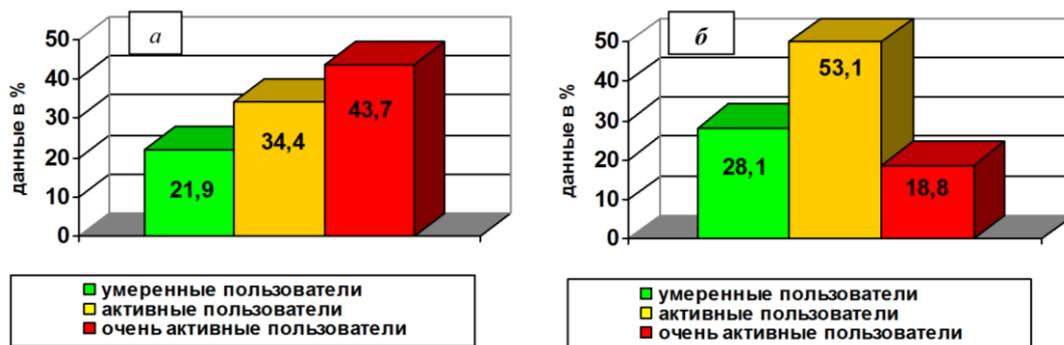
Проведён устный опрос учащихся о режиме пользования мобильным телефоном (к какому уху чаще подносит трубку). Данные занесены в протокол исследования.

Статистическая обработка результатов проведена с помощью критерия Стьюдента, программное обеспечение которого находится на сайте <http://www.psychol-ok.ru/statistics/student/>.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

2.1. Результаты анкетирования

Сравнение результатов группового и индивидуального опроса представлено на рис. 1.



(а) – по данным группового анкетирования; (б) – по данным индивидуального анкетирования

Рис. 1. Распределение учащихся класса по режиму пользования мобильного телефона

Видно, что распределение ответов по режиму пользования отличаются достаточно существенно для позиций «активные пользователи» и «очень активные пользователи». Не исключено, что при индивидуальном проведении анкетирования, учащиеся давали «социально одобряемые ответы», поэтому их число в группе «очень активные пользователи» практически в 2 раза меньше при индивидуальном опросе.

Однако сравнить полученные данные с результатами анкетирования прошлого года [3] в полном объеме не представляется возможным, поскольку изменился состав класса практически на треть. Поэтому далее мы сравнивали результаты только тех учащихся, которые участвовали в анкетировании как в прошлом году, так и в этом. Результаты анкетирования представлены в таблице 2.

Таблица 2. Сравнение результатов группового и индивидуального опроса учащихся 4 и 5 класса по режиму пользования мобильным телефоном с использованием анкетирования

<p>данные в %</p> <p>A-4</p> <p>21,1 36,8 42,1</p> <p>■ умеренные пользователи ■ активные пользователи ■ очень активные пользователи</p>	<p>данные в %</p> <p>B-4</p> <p>36,4 59,1 4,5</p> <p>■ умеренные пользователи ■ активные пользователи ■ очень активные пользователи</p>
<p>Среднее время пользования МТ по группе А-4 составляет 41,9 мин/день</p>	<p>Среднее время пользования МТ по группе Б-4 составляет 15,7 мин/день</p>
<p><i>Используют безопасный режим пользования²</i></p>	
<p>15,8 % учащихся</p>	<p>68,4 % учащихся</p>
<p>данные в %</p> <p>A-5</p> <p>9,1 45,6 45,3</p> <p>■ умеренные пользователи ■ активные пользователи ■ очень активные пользователи</p>	<p>данные в %</p> <p>B-5</p> <p>36,3 59,1 4,5</p> <p>■ умеренные пользователи ■ активные пользователи ■ очень активные пользователи</p>
<p>Среднее время пользования МТ по группе А-5 составляет 22,0 мин/день</p>	<p>Среднее время пользования МТ по группе Б-5 составляет 12,2 мин/день</p>
<p><i>Используют безопасный режим пользования</i></p>	
<p>42,1 % учащихся</p>	<p>68,4 % учащихся</p>

Примечание: А-4 и А-5 – по данным группового анкетирования учащихся 4 и 5 класса соответственно; Б-4 и Б-5 – по данным индивидуального анкетирования учащихся 4 и 5 класса соответственно

² используют ТОЛЬКО громкую связь или наушники; держат МТ около уха, а не подносят к самому уху; при возможности предпочитают громкую связь

Исходя из данных, представленных в таблице 2 при индивидуальном анкетировании учащиеся дают «социально одобряемые ответы». Следует обратить внимание, что полученные результаты при индивидуальном анкетировании совпадают, а при групповом – отличаются: если число «очень активных пользователей» практически не изменилось, то увеличилось число «активных пользователей». Тем не менее это не означает, что одни и те же учащиеся не изменяли режима пользования мобильным телефоном. Как показал дополнительный анализ результатов установлено:

- снижение ежедневного времени пользования мобильным телефоном (с 41,9 мин/день до 22,0 мин/день при групповом анкетировании и с 15,7 мин/день до 12,2 мин/день при индивидуальном);

- увеличилось число учащихся, которые предпочитают безопасный режим пользования (с 15,8 % до 42,1 % при групповом анкетировании);

- число учащихся, которые предпочитают безопасный режим пользования при индивидуальном анкетировании не изменился и составил 68,4 %.

Но влияет ли изменение режима пользования мобильным телефоном на параметры сенсомоторных реакций и длительность индивидуальной минуты?

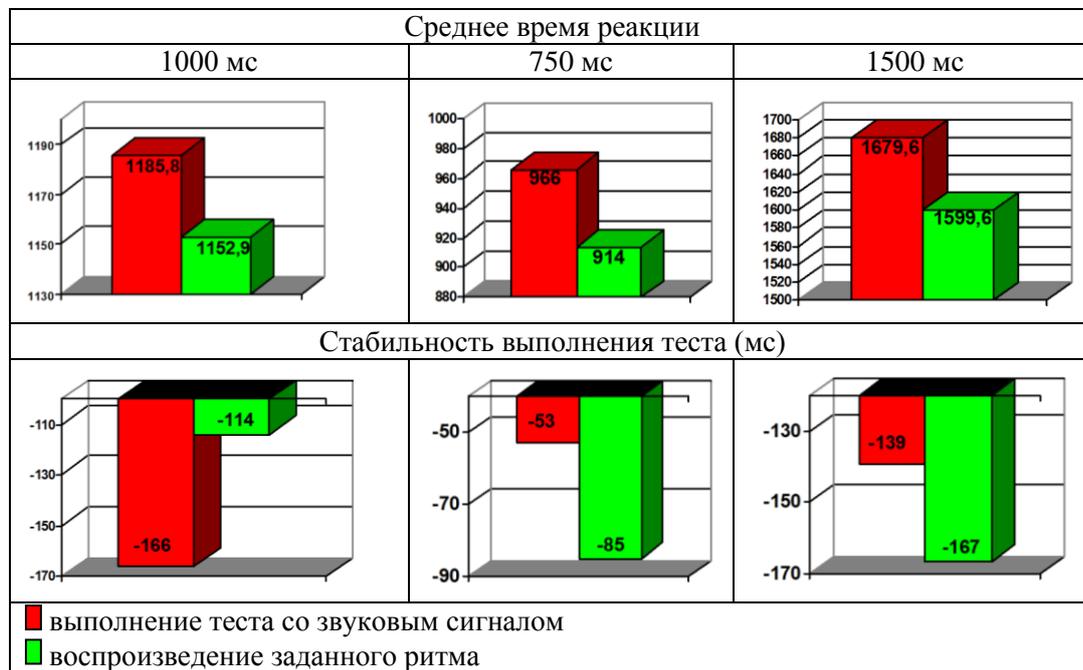
2.2. Экспериментальные данные

2.2.1. Показатели воспроизведения заданного ритма

Ранее нами было показано, что параметры воспроизведения заданного ритма детей-пользователей мобильной связью статистически значимо отличались от контрольной группы [3]. Тем не менее, остается вопрос: насколько эти результаты стабильны во времени, поскольку меняются как возрастные психофизиологические показатели, так и режим пользования мобильными телефонами величина не постоянная. Поэтому в этом году мы продолжили изучение показателей воспроизведения заданного ритма для трех временных интервалах подачи звукового сигнала: 1000 мс, 750 мс, 1500 мс.

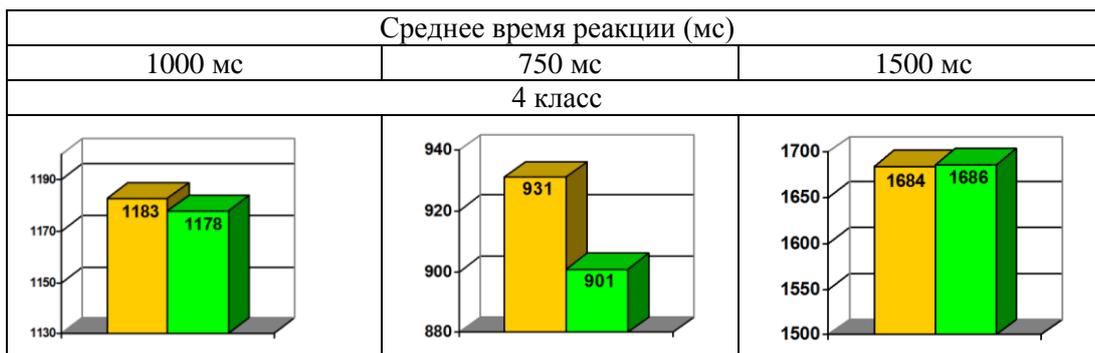
В целом по группе были получены результаты, представленные в таблице 3. Анализ результатов, представленных в таблице 3, показывает, что среднее время реакции воспроизведения заданного ритма со звуковым сигналом ниже, чем при воспроизведении без него. Стабильность выполнения тестов также изменяется: в случае воспроизведения ритма с интервалом подачи звукового стимула 1000 мс она увеличивается при воспроизведении ритма без звукового сигнала (этот же эффект был обнаружен и в прошлом году), а для воспроизведения ритма 750 мс и 1500 мс – наоборот – уменьшение стабильности при воспроизведении ритма без звукового сигнала.

Таблица 3. Параметры воспроизведения заданного ритма для трех временных интервалов в целом по группе (n = 31)

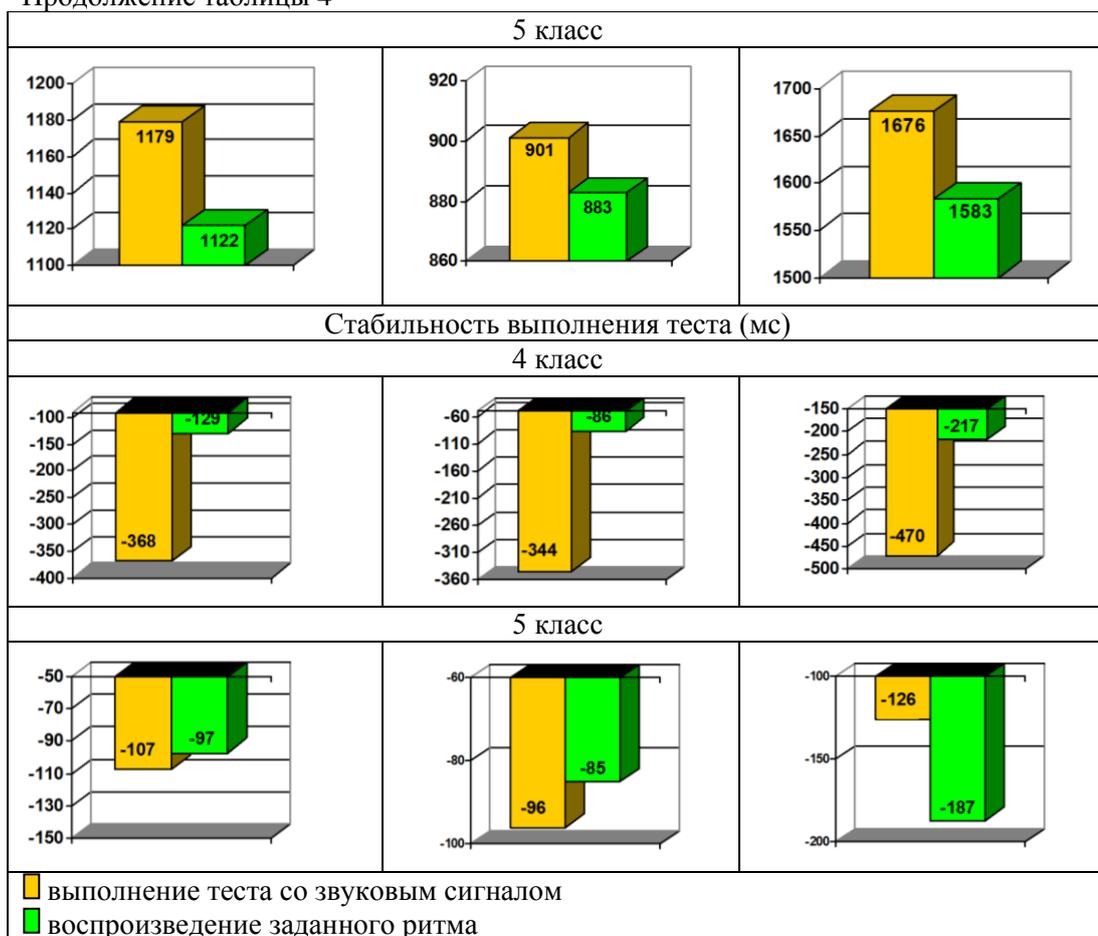


Однако сравнить полученные данные, как и в случае с результатами анкетирования, прошлого года в полном объеме не представляется возможным, поскольку изменился состав класса. Поэтому мы сравнивали результаты только тех учащихся, которые участвовали в эксперименте, как в прошлом году, так и в этом. Результаты эксперимента представлены в таблице 4.

Таблица 4. Сравнение параметров воспроизведения заданного ритма для трех временных интервалов подачи звукового сигнала в целом по группе (n = 18)



Продолжение таблицы 4



Для того, чтобы проанализировать возможные изменения показателей воспроизведения заданного ритма не только с возрастом, но и режимом пользования мобильной связью, было проведено сравнение числа учащихся, у которых показатели среднего времени реакции находятся в пределах условной границы нормы для двух групп (т.е. $\pm 10\%$ от предъявленного временного интервала между сигналами): 900 – 1100 мс ($1000 \pm 10\%$); 685 – 825 мс ($750 \pm 10\%$) и 1350 – 1650 мс ($1500 \pm 10\%$). Для этого из имеющихся экспериментальных данных были выбраны показатели для 18 учащихся, которые участвовали в эксперименте как в прошлом году, так и в этом. Результаты представлены в таблице 5.

Представленные результаты указывают на мультивариантность изменения показателей. Видно, что воспроизведение ритма 1000 мс со звуковым сигналом лучше для учащихся 4-го класса (16,7 % против 5,6 %), однако удержание ритма – лучше для учащихся 5-го класса (16,7 % против 38,7 %). Улучшились показатели для воспроизведения как быстрого ритма (750 мс), так и медленного (1500 мс). Не исключено, что это связано как с возрастными особенностями [15, 18], так с

изменениями режима пользования мобильным телефоном в части увеличения учащихся, которые используют безопасный режим.

Таблица 5. Сравнение числа учащихся (в %), у которых среднее время воспроизведения заданного ритма находится в условных границах нормы

Интервалы между звуковыми сигналами	4 класс (n = 18)		5 класс (n = 18)	
	Воспроизведение со звуком	Удерживание заданного ритма	Воспроизведение со звуком	Удерживание заданного ритма
1000 ± 10 % 900 – 1100 мс	16,7	16,7	5,6	38,9
750 ± 10 % 685 – 825 мс	5,6	0	11,2	16,7
1500 ± 10 % 1350 – 1650 мс	38,9	50,0	44,4	67,7

2.2.2. Показатели простой слухо-моторной реакции

Анализ результатов показал, что у более 50 % учащихся были зарегистрированы низкие показатели простой слухо-моторной реакции (ПСМР): при стерео-предъявлении звукового сигнала – 56,7 %, при моно-предъявлении – у 63,3 %. Кроме того, у 43,3% учащихся все три параметра имеют низкие показатели. Полученные данные хорошо согласуются с ранее порученными результатами [3, 17]. Сопоставление параметров ПСМР с режимом пользования МТ позволило установить, что большинство учащихся с низкими показателями ПСМР пользуются мобильными телефонами 4–5 лет, а также достаточно активно пользуются ими ежедневно. В частности, зарегистрировано, что один из учащихся «суперактивно» разговаривает по МТ (более 60 мин/день !!! по данным группового тестирования) и его показатели были крайне низкими: среднее время реакции – 525 мс при стерео-эффекте и 563,1 мс и 873 мс (!!!) при моно-предъявлении звукового сигнала слева и справа соответственно; уровень стабильности выполнения теста – 353,8 мс при стерео-эффекте и 438,5 мс и 410,6 мс при моно-предъявлении звукового сигнала слева и справа соответственно (при условной норме до 100 мс). Не исключено, что и остальные психофизиологические параметры могут быть снижены.

Далее мы сравнили показатели ПСМР отдельно для группы девочек и мальчиков. Результаты представлены в таблице 6.

Из представленных результатов видно, что в группе девочек показатели среднего времени реакции на звуковой сигнал при стерео- и моно-предъявлении звукового сигнала ниже, чем в группе мальчиков.

Особенно они различаются при регистрации ПСМР справа (т.е. при предъявлении звукового сигнала на правое ухо). Не исключено, что это связано с тем, что девочки, по данным дополнительного опроса, чаще подносят мобильный телефон к правому уху. Кроме того, более низкие показатели ПСМР в группе девочек может быть связано ещё и с тем, что они более активно используют МТ для разговоров, чем мальчики.

Таблица 6. Сравнение показателей простой слухо-моторной реакции и режима пользования мобильным телефоном по всей группе (n = 30)

Мальчики (n = 17)	Девочки (n = 13)
Среднее время реакции при стерео-эффекте звукового сигнала	
350,1 мс	362,0 мс
Среднее время реакции при моно-предъявлении звукового сигнала слева (на левое ухо)	
349,4 мс	389,9 мс
Среднее время реакции при моно-предъявлении звукового сигнала справа (на правое ухо)	
355,9 мс	406,0 мс
Число учащихся с низкими показателями ПСМР (стерео-эффект) ³	
47,1%	69,2%
Число учащихся с низкими показателями ПСМР (моно-предъявление слева)	
58,8%	69,2%
Число учащихся с низкими показателями ПСМР (моно-предъявление справа)	
52,9%	76,9%
Средние показатели ежедневного времени пользования МТ по данным группового опроса	
13,9 мин/день	24,2 мин/день
Средние показатели ежедневного времени пользования МТ по данным индивидуального опроса	
16,8 мин/день	12,9 мин/день

Мы полагаем, что представленные результаты дадут возможность показать, что излучение мобильного телефона существенно влияет на слуховой анализатор, снижая его способность воспринимать и перерабатывать звуковые сигналы. Дальнейшее активное использование мобильного телефона (если пользователь и дальше будет подносить аппарат непосредственно к уху, а не пользоваться им в безопасном режиме) может привести к нарушению слуха, что и показали исследования индийского отоларинголога Нериша Панды [2].

2.2.3. Длительность индивидуальной минуты

Известно, что длительность индивидуальной минуты может характеризовать степень адаптационных способностей организма к факторам внешней среды, однако в доступной нам литературе закономерностей изменения этих показателей найдено не было. Существующие разрозненные данные относятся к взрослым лицам. В этой связи, проведя анализ данных, нами за ориентир возрастных изменений, были взяты показатели, представленные в диссертационном исследовании Р. С-А. Захкиевой [19], которые указывают на то, что с возрастом длительность индивидуальной

³ Расчеты далее проводились на число учащихся в группе мальчиков и девочек отдельно

минуты увеличивается с 47–48 с для детей 7-летнего возраста до 55–57 с для детей 10-ти лет. Кроме того, автор указывает на то, что, в частности, для детей 10-летнего возраста длительность индивидуальной минуты у девочек меньше, чем у мальчиков. Поскольку в нашем исследовании принимали участие учащиеся 11-летнего возраста, поэтому была проанализирована длительность индивидуальной минуты, полученные в эксперименте. Установлено, что в целом по группе этот параметр составил $58,11 \pm 6,55$ с, что уже близко к физическому параметру минуты. Кроме того, мы также провели оценку длительности индивидуальной минуты отдельно для девочек и мальчиков. Установлено, что статистически значимых различий между показателями длительности индивидуальной минуты мальчиков (ДИМ) ($58,32 \pm 5,22$ с) и девочек ($57,82 \pm 8,28$ с) не выявлено (рис. 2), однако следует отметить, что колебание показателя ДИМ для девочек было в более широком диапазоне (43,8 – 71,6 с), чем для мальчиков (47,7 – 68,0 с).

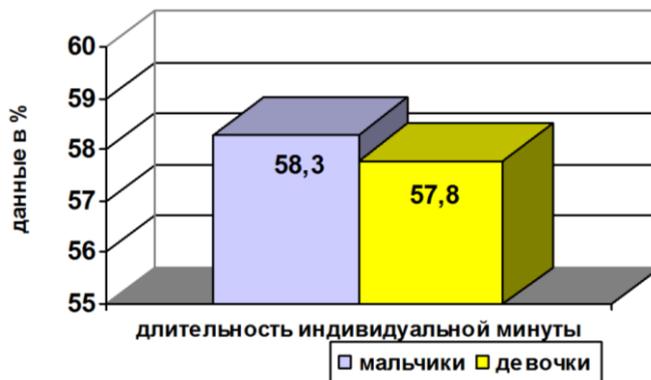


Рис. 2. Сравнение средних показателей длительности индивидуальной минуты для девочек и мальчиков

Не исключено, что полученные результаты могут быть обусловлены как физиологическими перестройками, которые происходят в этом возрастном периоде, так и с режимом пользования мобильным телефоном (ежедневное время пользования МТ у девочек выше, чем у мальчиков).

2.2.4. Статистический анализ полученных результатов

Для статистической обработки данных были применены:

- t-критерий Стьюдента, с помощью которого можно оценить степень различий между двумя выборками или показателями, можно рассчитать в автоматическом режиме [29] для зависимых и независимых выборок;

- корреляционный анализ с применением упрощенной шкалы Челдока. Корреляционную зависимость определяли с помощью встроенных функций таблиц Excel.

С целью упрощения представления полученных результатов, мы использовали «наглядную» таблицу (таблица 7). При оценке по t-критерию Стьюдента в колонке

«зоне незначимости» перечислены те показатели, которые между собой не различаются. Соответственно в колонке «зона значимости» - показатели, которые статистически достоверно различаются. Аналогично представлены результаты для корреляционных зависимостей.

Таблица 7. Результаты статистического анализа полученных результатов

t-критерий Стьюдента	
Статистически значимых различий не выявлено	Выявлены статистически значимые различия
при сравнении показателей <u>среднего времени реакции</u> для учащихся 4 и 5 классов в тесте воспроизведение заданного ритма во всех частотных диапазонах (1000 мс, 750 мс, 1500 мс)	при сравнении показателей стабильности выполнения теста воспроизведение заданного ритма между группами учащихся 4 и 5 классов <u>только со звуковым сигналом</u> : $t_{\text{Эмп}} = 5,6$ (воспроизведение ритма 1000 мс) $t_{\text{Эмп}} = 7,6$ (воспроизведение ритма 750 мс) $t_{\text{Эмп}} = 10,5$ (воспроизведение ритма 1500 мс)
при сравнении показателей <u>стабильности</u> выполнения теста воспроизведение заданного ритма для учащихся 4 и 5 классов <u>без звукового сигнала</u>	
при сравнении показателей среднего времени при выполнении теста простой слухо-моторной реакции при стерео и моно-предъявлении звукового сигнала между группами мальчиков и девочек	
при сравнении показателей длительности индивидуальной минуты между группами мальчиков и девочек	
при сравнении ежедневного времени пользования мобильным телефоном между группами мальчиков и девочек	
Корреляционные зависимости (r)	
не выявлены	выявлены
для всех показателей воспроизведения заданного ритма и длительностью индивидуальной минуты	между показателями длительности индивидуальной минуты (ДИМ) и слухо-моторной реакции (ПСМР): $r = -0,455$ (ДИМ – ПСМР стерео-) $r = -0,448$ (ДИМ – ПСМР при подаче звукового сигнала слева) $r = -0,492$ (ДИМ – ПСМР при подаче звукового сигнала справа)
между временем пользования мобильным телефоном и исследуемыми показателями	<u>только</u> между показателем ПСМР при стерео – предъявлении звукового сигнала и параметром «среднее время реакции» при воспроизведении заданного ритма с частотой 1500 мс <u>со звуковым сигналом</u> ($r = 0,37$)

Таким образом, можно говорить о том, что учащиеся 5 класса более стабильно начали выполнять тест с воспроизведением заданного ритма. Не исключено, что это может быть связано как с возрастными особенностями, так и с режимом пользования мобильным телефоном. Кроме того, зависимости показателей сенсомоторных реакций и индивидуальной минуты от режима пользования мобильной связью выявлены не были. Этому может быть несколько причин. Во-первых – малочисленность выборки – 30 учащихся; во-вторых – мультивариантность режима пользования мобильным телефоном (длительность пользования, ежедневный режим использования, использование наушников, громкой связи и пр.). Поэтому, опираясь на данные о безопасном режиме пользования мобильным телефоном, многие полученные закономерности пока носят описательный характер.

Тем не мене, выявленные отрицательные корреляционные связи между показателями длительности индивидуальной минуты и показателями ПСМР указывают на возможную зависимость между длительностью индивидуальной минуты (как степенью адаптации к внешним воздействиям, в том числе и излучения мобильного телефона) и психофизиологическими показателями (в частности, ПСМР). Не исключено, что низкие показатели ПСМР, также, как и низкие показатели длительности индивидуальной минуты могут служить маркером для оценки неблагоприятного воздействия электромагнитного излучения на слуховой анализатор и организм человека в целом. Однако это наше предположение требует дальнейшего изучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Показатели стабильности при выполнении теста воспроизведения заданного ритма со звуковым сигналом статистически значимо различаются для групп учащихся 4 и 5 класса. Для учащихся 5 класса уровень стабильности выполнения теста выше, чем для учащихся 4 класса.

2. Отрицательная корреляционная зависимость выявлены между показателями среднего времени простой слухо-моторной реакции при стерео- и моно-предъявлениях звукового сигнала и длительностью индивидуальной минуты. Таким образом, чем выше длительность индивидуальной минуты, тем меньше время реакции на звуковой сигнал.

3. Изменение режима пользования мобильным телефоном (снижение времени ежедневных разговоров, а также безопасный режим пользования) приводят к улучшению показателей воспроизведения заданного ритма во всех предъявляемых временных интервалах.

Список литературы

1. Хорсева Н. И., Григорьев Ю. Г., Горбунова Н. В. Изменение параметров простой слухо-моторной реакции детей-пользователей мобильной связью: лонгитюдное исследование // Радиационная биология. Радиоэкология. 2012. Т. 52. № 3. С. 282–292.

2. Григорьев Ю. Г., Хорсева Н. И. Мобильная связь и здоровье детей. Оценка опасности применения мобильной связи детьми и подростками. Рекомендации детям и родителям. М. : Экономика. 2014. 230 с.
3. Хорсева Н. И., Аль-Курди О. Р., Максимова Н. А. Воспроизведение заданного ритма детьми-пользователями мобильной связью (пилотное исследование) // Тезисы XII Международного междисциплинарного конгресса «Нейронаука для медицины и психологии». Судак, Крым, Россия, 1 – 11 июня 2016. С. 434–435.
4. Хорсева Н. И., Григорьев Ю. Г., Горбунова Н. В. Психофизиологические показатели детей-пользователей мобильной связью. Сообщение 1. Современное состояние проблемы // Радиационная биология. Радиоэкология. 2011. Т. 51. № 5. С. 611–616.
5. The effect of radiofrequency radiation generated by a Global System for Mobile Communications source on cochlear development in a rat model / E. Seekin, F. Suren Basar, S. F. F. Atmaca et al. // J. Laryngol. Otol. 2014. No. 1 P. 1–6.
6. Effects of exposure to 2100MHz GSM-like radiofrequency electromagnetic field on auditory system of rats / M. Çeliker, A. Özgür, L. Tümkaya et.al // Braz. J. Otorhinolaryngol. 2016 [электронный ресурс]. Режим доступа : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27865708?dopt=Abstract>.
7. Medeiros L. N., Sanchez T. G. Tinnitus and cell phones: the role of electromagnetic radiofrequency radiation // Braz. J. Otorhinolaryngol. 2016. Vol. 82, No. 1. P. 97–104.
8. Das S., Chakraborty S., Mahanta B. A study on the effect of prolonged mobile phone use on pure tone audiometry thresholds of medical students of Sikkim // J. Postgrad Med. 2017 [электронный ресурс]. Режим доступа : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28272071>.
9. Хорсева Н. И. «Экологическое значение естественных электромагнитных полей в период внутриутробного развития человека» : дисс. ... к. б. н. : 03.01.02 М. 2004. 144 с.
10. «Биологические ритмы» / под редакцией Ю. Ашоффа в двух томах. Том II Перевод с английского канд. биол. наук А. М. Алпатова и др. М. : Мир. 1984. 414 с.
11. Семенович А. В. Нейропсихологическая диагностика и коррекция в детском возрасте. М.: Изд. центр «Академия». 2002. 232 с.
12. Лурия А. Р. Основы нейропсихологии. Учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия». 2003. 384 с.
13. Борозинец Н. М., Шеховцова Т. С. Логопедические технологии: Учебно-методическое пособие. Ставрополь, 2008. 224 с.
14. Метод компьютерной оценки ритмического воспроизведения заданных временных отрезков: Методические рекомендации / В. А. Батурин, Л. И. Губарева, И. Н. Вороненко, М. В. Батурин. Ставрополь: Изд-во СтГМА, 2005. 8 с. цит по И. Н. Вороненко, Особенности воспроизведения временных отрезков и интервалов у студентов с различным типом вегетативной регуляции и уровнем тревожности. дисс. ... к. пс. н.: 19.00.02. Ставрополь, 2005. 104 с.
15. Вороненко И. Н. Особенности воспроизведения временных отрезков и интервалов у студентов с различным типом вегетативной регуляции и уровнем тревожности: дисс. ... к.пс.н.: 19.00.02. - Ставрополь, 2005. 104 с.
16. Будкевич Р. О. Воспроизведение временных интервалов как показатель хронотипических особенностей Материалы III Международной научно-практической конференции «Развитие научного наследия А. Р. Лурия в отечественной и мировой психологии / Под. ред. проф. В. А. Москвина. Москва-Белгород: Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА», 2007. 191 с.] [электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://knigi.dissers.ru/books/1/12794-29.php>.
17. Ульянов С. В. Воспроизведение ритма метронома Сборник тезисов докладов Международной научно-практической школы-конференции молодых исследователей «Флёрвские чтения» 3–8 января 2008 г. С. 21–23. [электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.lycee6.ru/documents/sbornik.tez.flcht-2008.pdf>.
18. Корягина Ю. В. Восприятие времени и пространства в спортивной деятельности. М.: Научно-издательский центр «Теория и практика физической культуры и спорта», 2006. 224 с.
19. Захкиева Р. С.-А. Физиологические механизмы адаптации младших школьников Чеченской республики к обучению в условиях городской и сельской среды: дисс. ... к. б. н. : 03.03.01. Ставрополь, 2016. 168 с.

20. Зимина С. В. Восприятие времени человека: медико-психологические аспекты [электрон. ресурс]. Режим доступа: http://www.chronos.msu.ru/old/RREPORTS/zimina_vospriyatie.pdf
21. Горст В. Р., Горст Н. А., Борисов А. Э., Мостакова О. А. Продолжительность «индивидуальной» минуты и психофизиологические особенности студентов [электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.stavedu.ru/docs/pdf/vuz-chursin/confer/cyclesX/3/07.pdf>.
22. Финогенко Е. И. Автореферат «Дизадаптивные состояния у студентов в зависимости от типа функциональной конституции»: автореф. дисс. ... к. б. н.: 14.00.16 - Вост.-Сиб. науч. центр СО РАМН. Иркутск, 2004. 22 с.
23. Смирнова Т. А. Биологические ритмы, их адаптивная роль в жизни человека. Научно-исследовательская работа [электрон. ресурс] – Режим доступа: <https://www.scienceforum.ru/2016/pdf/28181.pdf>.
24. Перельгина А. В., Петракова Т. В. Влияние особенностей восприятия индивидуальной минуты на функциональное состояние сердечнососудистой системы учащихся 8 класса гимназии № 39 г. Орла // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2015. Т. 25. С. 96–100 [электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://e-koncept.ru/2015/65322.htm>.
25. Леонов Н. И. Психология делового общения: Учеб. Пособие / Н. И. Леонов. 3-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Московского психолого-социального института; Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК», 2005. 256 с.
26. Шебеко Л. В. Пространственно-временная характеристика механизмов регуляции сердца: Дисс. ... к. б. н.: 03.03.01 Астрахань. 2015. 144 с.
27. Иванова Н. Л. Индивидуальная минута как показатель уровня адаптации студенческой молодежи к антропогенным факторам среды // Наука и бизнес пути развития. Раздел: Педагогические науки. 2015. № 10(52). С. 104–106.
28. Свищева И. А., Олемпиева Е. В., Ходарев Н. В., Индивидуальная минута как скрининг-метод в оценке реабилитации лиц опасных профессий // Журнал научных статей «Здоровье и образование в XXI веке» (Серия медицина). 2012. Т. 14. С. 44–46.
29. Автоматический расчет t-критерия Стьюдента [электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.psychol-ok.ru/statistics/student/>.

SENSOCOTHER REACTIONS AND INDIVIDUAL MINUTE DURATION OF CHILDREN-USERS OF MOBILE COMMUNICATION

Khorseva N. I.^{1}, Al'-Kurdi O. R.², Shul'zhenko N. Yu.²*

¹*Federal state budgetary establishment of science (FGBUN) the institute of biochemical physics named by. N. M. Emanuel of Russian Academy of Science Moscow, 1199334 Russia; Federal state budgetary institution of the science «Space Research Institute of Russian Academy of Sciences», 1179997 Moscow, Russia*

²*Municipal autonomous educational institution Lyceum 17, 141400 Borough Khimki, Moscow Region, Russia*

**E-mail: sheridan1957@mail.ru*

The study involved 31 schoolchildren of 11-year-old age at Lyceum number 17 of town Khimki. With the help of programs «Metronome» and LUM («Local universal monitoring») were studied: parameters of reproduction of given rhythms (RGR) with different frequency of beeping (1000 ms, 750 ms and 1500 ms); parameters of simple auditory-motor reaction (SAMR) with stereo- and mono- sound presentation (mean time and the level of stability of the job); determined length of individual minutes (LIM) by F.Halberg method (1969); conducted a survey on the usage mode of mobile phones. It was revealed that:

- in the whole group LIM index was $58,11 \pm 6,55$ seconds;
 - there is no statistically significant difference between the of boys' LIM ($58,32 \pm 5,22$ seconds) and girls' ($57,82 \pm 8,28$ seconds), but it should be noted that the range of LIM was wider in girls (43,8 – 71.6 seconds) than in boys (47,7 – 68,0 seconds);
 - correlation between the LIM and the parameters of playback rate has been established;
 - between the index of LIM and SAMR there are correlations: $r = -0,455$ (LIM – SAMR stereo); $r = -0,448$ (LIM- SAMR audio signal to the left ear) $r = -0,492$ (LIM – PAMR audio signal to the right ear); $p = 0,0116$. It should be noted that schoolchildren hold the mobile phones mostly at the right ear;
 - correlations between the indicators of SAMR and parameters of playback of given rhythm was established only for SAMR stereo and playback of given rhythm with frequency of 1500 ms with a sound signal ($r = 0,37$);
 - analysis of individual data revealed that mode of mobile phone usage affects SAMR indicators, as well as the success of the test, «reproduction of given rhythms» and LIM.
 It can not be ruled out that low levels of SAMR, as well as low indices of the duration of an individual minute, can serve as a marker for assessing the adverse effects of electromagnetic radiation on the auditory analyzer and the human body as a whole. However, this assumption requires further study.

Key words: A given rhythm, a simple auditory-motor reaction, an individual minute, mobile phones, schoolchildren.

References

1. N. I. Khorseva, Yu. G. Grigoriev, N. V. Gorbunova, *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* **52**, No. 3, 282–292 (2012) [in Russian].
2. Yu. G. Griogoriev, N. I. Khorseva, «Mobil'naya svyaz' i zdorov'ye detey. Otsenka opasnosti primeneniya mobil'noy svyazi det'mi i podrostkami. Rekomendatsii detyam i roditelyam» [«*Mobile communication and children's health. Assessment of the risk of use of mobile children and adolescents. Recommendations for children and parents*»] (Ekonomika, Moscow, 2014) [in Russian].
3. N. I. Khorseva, O. R. Al-Kurdi, N. A. Maksimova, «Vosproizvedeniye zadannogo ritma det'mi-pol'zovatelyami mobil'noy svyaz'yu (pilotnoye issledovaniye)» [«*Reproduction of a given rhythm by children-users by mobile communication (pilot study)*»] in Abstracts of the 12th International Interdisciplinary Congress «Neuroscience for Medicine and Psychology». Sudak, Crimea, Russia, 1 – 11 June 2016. Pp. 434–435 [in Russian].
4. N. I. Khorseva, Yu. G. Grigoriev, N. V. Gorbunova, *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* **51**, No. 5, 611–616 (2011) [in Russian].
5. E. Seckin, F. Suren Basar, S. F. F. Atmaca et al., *J. Laryngol. Otol.*, No. 1, 1–6 (2014).
6. M. Çeliker, A. Özgür, L. Tümkaya et al., *Braz. J. Otorhinolaryngol.* Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27865708?dopt=Abstract>.
7. L. N. Medeiros, T. G. Sanchez, *Braz. J. Otorhinolaryngol* **82**, No. 1, 97–104 (2016).
8. S. Das, S. Chakraborty, B. Mahanta, *J. Postgrad Med.* Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28272071>
9. N. I. Khorseva, Candidate's dissertation in Biology (Moscow, 2004) [in Russian].
10. «Biologicheskiye ritmy» [«Biological rhythms»] edited by Yu. Ashoff, **II** (Mir, Moscow, 1984) [in Russian].
11. A. V. Semenovich, «*Neyropsikhologicheskaya diagnostika i korrektsiya v detskom vozraste*», [«*Neuropsychological diagnosis and correction in childhood*»] (Akademia, Moscow, 2002) [in Russian].
12. A. R. Luriya, «*Osnovy neyropsikhologii*», «*Principles of neuropsychology*» (Akademiya, Moscow, 2003) [in Russian].

13. N. M. Borozinets, T. S. Shekhovtsova, «Logopedicheskiye tekhnologii», [*Logopedic technologies*] (Stavropol, 2008) [in Russian].
14. V. A. Baturin, L. I. Gubareva, M. V. Voronenko, M. V. Baturin, «Metod komp'yuternoy otsenki ritmicheskogo vosproizvedeniya zadannykh vremennykh otrezkov: Metodicheskiye rekomendatsii», [*Method for computer evaluation of rhythmic reproduction of given time intervals: Methodical recommendations*] (StGMA, Stavropol, 2005) [in Russian].
15. I. N. Voronenko, Candidate's dissertation in Psychology (Stavropol, 2004) [in Russian].
16. R. O. Budkevich, «Vosproizvedeniye vremennykh intervalov kak pokazatel' khronotipicheskikh osobennostey», [*Reproduction of time intervals as an indicator of chronotypic features*] in Materials of the III International Scientific and Practical Conference «Development of the scientific heritage of A. R. Luria in the domestic and world psychology», Ed. Prof. V. A. Moskvina (Politerra, Moscow-Belgorod, 2007). Available: <http://knigi.dissers.ru/books/1/12794-29.php> [in Russian].
17. S. V. Ulyanov, «Vosproizvedeniye ritma metronome», [*Reproduction of the metronome rhythm*] in The collection of abstracts of the reports of the International Scientific and Practical School-Conference of Young Researchers «Flerov Readings» January 3–8, 2008. Available: <http://www.lycee6.ru/documents/sbornik.tez.flcht-2008.pdf> [in Russian].
18. Yu. V. Koryagina, «Vospriyatiye vremeni i prostranstva v sportivnoy deyatel'nosti», [*Vospriyatiye vremeni i prostranstva v sportivnoy deyatel'nosti*], (Nauchno-izdatel'skiy tsentr «Teoriya i praktika fizicheskoy kultury i sporta», Moscow, 2006) [in Russian].
19. R. S-A. Zakhlyeva, Candidate's dissertation in Biology (Stavropol, 2004) [in Russian].
20. S. V. Zimina, «Vospriyatiye vremeni cheloveka: mediko-psikhologicheskiye aspekty», [*Perception of human time: medical and psychological aspects*]. Available: http://www.chronos.msu.ru/old/RREPORTS/zimina_vospriyatie.pdf [in Russian].
21. V. R. Gorst, N. A. Gorst, A. E. Borisov, O. A. Mostakova, «Prodolzhitel'nost' "individual'noy" minuty i psikhofiziologicheskiye osobennosti studentov», [*The duration of the "individual" minute and the psychophysiological characteristics of students*]. Available: http://www.stavedu.ru/_docs/pdf/vuz-chursin/_confer/cyclesX/3/07.pdf [in Russian].
22. E. I. Finogenko, Candidate's dissertation in Biology (Irkutsk, 2004). [in Russian].
23. T. A. Smirnova, «Biologicheskiye ritmy, ikh adaptivnaya rol' v zhizni cheloveka. Nauchno-issledovatel'skaya rabota», [*Biological rhythms, their adaptive role in human life. Research work*] Available: <https://www.scienceforum.ru/2016/pdf/28181.pdf> [in Russian].
24. A. V. Pereylygina, T. V. Petrakova, *Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal «Kontsept»* **25**, 96–100 (2015). Available: <https://e-koncept.ru/2015/65322.htm> [in Russian].
25. N. I. Leonov, «Psikhologiya delovogo obshcheniya: Uchebnoye posobiye», [*Psychology of Business Communication: A Tutorial*] (Izdatel'stvo Moskovskogo psikhologo-sotsial'nogo instituta, Moscow; Izdatel'stvo NPO «MODEK», Voronezh, 2005) [in Russian].
26. L. V. Shebeko, Candidate's dissertation in Biology (Astrakhan, 2015).
27. N. L. Ivanova, *Nauka i biznes: puti razvitiya. Razdel: Pedagogicheskiye nauki*, No. 10(52), 104–106 (2015) [in Russian].
28. I. A. Svisheva, E. V. Olempiyeva, N. V. Khodaryov, *Zhurnal nauchnykh statey «Zdorov'ye i obrazovaniye v XXI veke» (Seriya meditsina)*, **14**, 44–46 (2012) [in Russian].
29. Automatic calculation of Student's t-test. Available: <http://www.psychol-ok.ru/statistics/student/>.

*Поступила в редакцию 20.02.2017 г. Принята к публикации 06.05.2017 г.
Received February 20, 2017. Accepted for publication May 06, 2017*