

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»

**В.Г. Каменская, Л.В. Томанов**

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ  
И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ  
ПСИХОФИЗИОЛОГИИ РАЗВИТИЯ**

Учебное пособие

Елец – 2015

УДК 159.91

ББК 88.7

**К 18**

*Размещено на сайте по решению редакционно-издательского совета  
Елецкого государственного университета имени И. А. Бунина  
от 16. 01. 2015 г., протокол № 1*

Рецензенты:

**В.А. Кулганов**, профессор 104 кафедры ФГКВОУ ВПО «Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского» Минобороны РФ, доктор медицинских наук;

**К.И. Павлов**, старший научный сотрудник Физиологического отдела им. И.П. Павлова ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», кандидат психологических наук

**Каменская В.Г., Томанов Л.В.**

**К 18** Компьютерные и инструментальные методы психофизиологии развития: учебное пособие. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2015. – 54 с.

В учебном пособии рассматриваются теоретические основания разработки и реализации компьютерных и инструментальных методов изучения сенсомоторной интеграции и формирования когнитивных функций у детей и подростков в сопоставлении со взрослыми людьми. Авторский метод компьютерной стохастической рефлексометрии защищен свидетельством о государственной регистрации программ для ЭВМ и базы индивидуальных данных. Кроме этого, в пособии предложены первые результаты апробации пульсографии, которая применяется в качестве самостоятельного подхода в психофизиологических работах на взрослых.

Представленный большой экспериментальный материал может быть интересен, как специалистам в области психологии и физиологии, так и бакалаврам, магистрантам и аспирантам по направлению «психология».

УДК 159.91  
ББК 88.7

© Елецкий государственный  
университет им. И.А. Бунина, 2015

## ВВЕДЕНИЕ

В век повсеместной информатизации практически всех сфер жизнедеятельности человека существенно возрастает разработка и внедрение компьютерных средств изучения психологических процессов и психофизиологических механизмов осуществления когнитивных функций и организации поведенческих реакций. В психодиагностике начали внедряться компьютерные версии классических тестов с программами обработки их результатов. Яркими примерами такого внедрения является тест цветового предпочтения М. Люшера, характерологических опросников Г. и С. Айзенков, детских тестов, направленных на оценку школьной зрелости фирмы Иматон, деятельность которой целиком направлена на адаптацию тестов под компьютерное использование.

Психофизиология как самостоятельная предметная область психологии использовала и использует в качестве диагностических и исследовательских средств инструментальные объективные методики, дающие объективную и независимую от исследователя информацию о состоянии интересующих функций и процессов мозга и организма. Хорошо известны такие классические психофизиологические методы, как: регистрация электроэнцефалограммы, электрокардиограммы, кожногальванических реакции, времени сенсомоторной реакции, диаметра зрачка, мышечной активности. В последние 10-20 лет эти и другие инструментальные методики переносятся в компьютерную среду, что придает им новые возможности. Прежде всего, компьютеризация психофизиологических исследований позволяет формировать программу эксперимента и проводить его в одинаковых для всех испытуемых условиях. Важное дополнительное приобретение компьютерных методик – это возможность формирования баз индивидуальных данных, хранение информации и статистическая обработка результатов. Впервые этими преимуществами в полной мере воспользовались методы клинической функциональной диагностики. Адаптация приборов, которые сейчас используются в клинике, к задачам медицинской диагностики полная и совершенная, что проявляется в высокой специализации электроэнцефалографов, электрокардиографов под медицинские цели. Эти особенности медицинского парка приборов делает невозможным их применение в научно-исследовательских целях. Эта оборотная сторона компьютеризации в практической медицине в последние годы проявляется все чаще, побуждая исследователей искать иные способы изучения психофизиологических функций и процессов.

Наиболее сложная ситуация с методами объективного изучения психофизиологических функций и процессов наблюдается в психофизиологии развития, которая имеет своей задачей исследование их созревания у детей дошкольного и младшего школьного возраста. Связано это с необходимостью иммобилизации ребенка во время регистрации объективных параметров, а также с ограничением во времени самого эксперимента. Именно поэтому в России и за рубежом так мало работ по психофизиологии ребенка, что формирует важнейшую исследовательскую задачу как разработки экспериментальных подходов изуче-

ния созревания физиологических функций и психофизиологических реакций детей, так и адаптации уже имеющихся наработок в психофизиологии взрослых.

В связи с высокой актуальностью создания исследовательского инструментария в психофизиологии развития в учебном пособии рассмотрены подробно два примера адаптации двух психофизиологических методов: одного авторского компьютерного варианта стохастической рефлексометрии, другого – адаптации разработанного и внедренного в практику инструментально-компьютерного метода пульсографии, который дает необходимый спектр параметров работы сердца и управления его ритмом.

# ГЛАВА 1. КОМПЬЮТЕРНАЯ СТОХАСТИЧЕСКАЯ РЕФЛЕСОМЕТРИЯ

## *1.1. Теоретические основания компьютерного теста стохастической рефлексометрии*

Многоуровневая организация системы анализа времени как совокупности ритмов с периодами, согласованными между собой, имеет существенную способность к установлению временной координации с внешними периодическими колебаниями (Ухтомский А. А., 1964; Романов Ю. А., 1980), формируя хорошо известный в физиологии ЦНС процесс усвоения ритма. По мнению многих исследователей, наиболее сложными и разнообразными связями обладают ассоциативные зоны коры, неспецифические образования РФ и лимбические структуры (Судаков К. В., 1971, Батуев А. С., 1980, 1981, Симонов П. В., 1981, 1993, Каменская В. Г., 1985). Именно этим структурам свойственно участие во всех психофизиологических механизмах, связанных с организацией динамического плана действий, например, механизмам оперативной памяти и формирования срочных во времени поведенческих ответных действий.

Перцепция и обработка временных свойств повторяющихся внешних стимулов вносит определенный вклад в функционирование ЦНС благодаря способности человека к антиципации как умению действовать или принимать решения с определенным временным и пространственным упреждением, которая формируется по мере созревания мозга и развития психики человека (Сергиенко Е. А., 1993). В предыдущей главе шла речь об антиципации в связи с вероятностным прогнозированием и функциями оперативной памяти, направленной на удержание и оперирование динамическими свойствами сенсорной информации.

В психофизиологических исследованиях подчеркивается большая роль адекватного восприятия временных свойств сенсорных стимулов и событий для организации эффективного поведения (Дикая Л. Г., 1992, Каменская В. Г., 1995). Высказывается идея о вероятностной коррекции нейрональными механизмами течения динамических процессов в нервной ткани, в результате которой восприятие временных свойств внешних стимулов происходит без существенной задержки (Elbet В., 1992, 1993, Каменская В. Г., 1997), которая должна была бы возникнуть, учитывая необходимое время на осознание ощущения, равное как минимум 0,5 сек.

Установлено, что временная организация серий стимулов оказывает влияние на скоростные характеристики сенсомоторного реагирования в процессах срочного реагирования. В ранних экспериментальных работах (Бойко Е. И., 1964, Гидиков А. А., 1964) было обнаружено, что время реакции (ВР) на парный стимул значительно короче, чем на его компоненты. При этом значение латентного периода моторной реакции на второй стимул в паре может оказаться величиной отрицательной и меньшей, чем центральное время обработки сигнала, равным 60-80 мс. Эти результаты совпадают с положением о том, что

степень точности оценки физического времени определяет сокращение времени реакции на стимул, имеющий темпоральную структуру (Nihelli P., 2002).

Пространственно–временная структура сенсорного сигнала с определенной мерой разнообразия и порядка содержит информацию, которая может быть воспринята человеком, и в ответ на эту информацию он может определенным образом отреагировать. Мера организованности сигнала (включающая в себя, вероятно, меры разнообразия и порядка) может рассматриваться как определенное количество информации (Конторов Д.С. и др., 1993; Каменская В.Г., 2001) и связываться со стохастическими (вероятностными) механизмами и процессами, в том числе и прогнозирования.

Несмотря на нелинейный характер динамики многочисленных параметров состояния больших интерактивных систем (БИС), в физике нелинейных систем разработаны процедуры свертки этих параметров к конечному числу относительно простых и грубых показателей их состояния и динамики. Общая оценка сложности связей БИС и ее динамики производится с помощью фрактальной размерности ( $d$ ), которая определяется величиной энтропии системы, следовательно, зависит от информационных свойств системы. Расчетные фрактальные показатели динамики/пространственной структуры БИС производны от понятий фрактал и фрактальный объект. Математическое понятие фрактала относится к объектам, обладающим самоподобными структурами различных масштабов, как больших, так и малых. Полагают, что фрактал отражает иерархический принцип структурной организации (Пайтген Х. О., Рихтер П. Х., 1993) и внутренней динамики объекта. Характерной особенностью фракталов является не только самоподобная структура и динамика, но и иерархическая организация внешних и внутренних связей и отношений системы, следствием которой является устойчивость к повреждениям отдельных элементов. Самоподобная структура фракталов связана с программой развития сложной интерактивной самоорганизующейся системы и является результатом циклов ее эволюции (Вак Р., Рачуски М., 1995). Если эволюционные преобразования протекают по относительно строгой итерационной программе, основой которой является соблюдение правила итераций (повторов), то наблюдается закономерная динамика, характерная для таких математических объектов как числа Фибоначчи (Каменская В. Г., Зверева С. В., 2001).

Для наиболее сложных систем со многими степенями свободы, например центральных и вегетативных звеньев регуляции водителя ритма сердца, используется расчет и представление фрактального спектра, т. е. набора формантных частот с дополнительными энергетически менее выраженными частотами, составляющими хаотическую часть спектра. Сущность фрактального спектра реального процесса заключается в наличии среди хаотических длительностей устойчивых низкочастотных компонентов с более или менее регулярным во времени появлением. Яркой иллюстрацией фрактального режима функционирования системы является спектр вариативности сердечного ритма. Его распределение описывается формулой  $1/F^\beta$  и называется фрактальным спектром событий. Ситуация, при которой фрактальный индекс  $\beta$ , связанный с режимом

стохастической регуляции функциональной системы, стремиться к 1, характеризуется устойчивым режимом функционирования и нормальной реактивности системы (в нашем примере сердечной активности здорового человека). Отклонение спектра флуктуаций от вида  $1/F^1$  может рассматриваться как неспецифический индикатор нарушения оптимума динамического режима любых больших интерактивных систем (Урицкий В. М., Музалевская Н. И., 1998).

Фрактальность прослеживается в топологии «систем коммуникации» организма – кровеносных сосудов и капилляров, бронхов, а также в нервной системе (Гольдбергер Э. Л. и др., 1990). В строении нервной системы фрактальность встречается как в структуре нейрональных сетей, так и в структуре отдельных нейронов. На моделях было показано, что фрактальная топология нервной системы способствует более эффективному информационному обмену между ее элементами. Фрактально организованные процессы, как одна из основных компонент динамики нейронов и нервной системы в целом, могут передавать и обрабатывать сенсорную информацию оптимальным путем, используя механизмы памяти. Механизмы запоминания зависят от кооперативной динамики нейронов, которая в норме является фрактальной (Урицкий В. М., Музалевская Н. И., 1998). Полагают, что самоподобная временная структура нейрональных разрядов имеет явное преимущество перед другими способами их формирования, состоящее в том, что она допускает статистически равноправные операции с сигнальной информацией, передаваемой в широком диапазоне различающихся между собой временных шкал (Musha T, 1995). Эксперименты, выполненные с регистрацией активности нейронов на животных, подчеркивают возможность изучения информационных процессов и их описания с помощью языка математики нелинейных процессов больших интерактивных систем, одним из центральных критериев оптимума которых является степень их фрактальности.

Физиологические работы подобного рода, разумеется, не возможны на человеке, поэтому все рассуждения о фрактальности или хаотичности процессов в мозговых системах человека являются экстраполяцией фактов и концепций, полученных и обсуждаемых на животных моделях. В последнее десятилетие, тем не менее, разработаны процедуры изучения фрактальных характеристик сердечной активности здоровых и больных людей, на основании которых можно сделать некоторые надежные заключения о мозговой организации регуляции сердечного ритма и об оптимуме адаптационного гомеостаза (Музалевская Н. И., Урицкий В. М., 2000, Музалевская Н. И. и др., 2000).

Создается впечатление, что математические модели фрактальных объектов и фрактальной динамики описывают особые состояния и оптимальные режимы функционирования реальных систем, таких как нервная система и ее отдельные функциональные блоки, в частности. Однако существуют иные представления, высказанные в работе Пенроуза Р. В (См. Дюк В, Эммануэль В., 2003) о том, что живые системы характеризуются невычислимостью и наличием неалгоритмических процессов, в связи с чем значение математических моделей может оказаться весьма сомнительным. Поэтому естественной и важной

задачей является поиск способов оценки информационных характеристик реальных систем, чьи функции только отчасти могут быть строго математически смоделированы, а также оценки степени близости их свойств фрактальным характеристикам математических объектов.

В практике проведения экспериментальных работ известны конкретные статистические подходы, которые позволяют рассчитывать информационные свойства систем и процессов как меры их сложности, упорядоченности и разнообразия. Широко применяются в физике нелинейных систем и начинают использоваться в нейрофизиологии такие меры разнообразия и сложности, как величина фрактальной размерности ( $d$ ), о котором шла речь выше, и индекс Херста ( $H$ ). Последний фрактальный индекс –  $H$  также позволяет определить меру организованности событий во времени через характер автокорреляций. В экспериментальных исследованиях этот показатель может быть использован для оценки степени связности и организованности во времени отдельных сенсорных реакций в процессе восприятия динамически упорядоченных сенсорных потоков (Lowen S., Teich M., 1995, Yasue Sh. et al, 1996, Каменская В.Г., 2001;). Величина индекса Херста ( $H$ ) описывается конкретным эмпирическим соотношением, приведенным в работе Ф. Федера (1991).

$$H = t^{-\frac{1}{2}} \frac{R}{S},$$

где  $R$  – размах, разница между максимальным и минимальным значениями аргумента;

$S$  – стандартное отклонение от среднего значения аргумента

$t$  – длительность рассматриваемого промежутка времени.

Известно, что события могут быть скоррелированы, если они разделены во времени не более чем на определенный конечный интервал времени ( $\Delta t$ ), но они непременно окажутся некоррелированными в пределах времени, стремящегося к бесконечности ( $t \rightarrow \infty$ ). Несмотря на то, что значение индекса Херста оказывается связанным с временной экспозицией наблюдений, его величина в реальных измерениях укладывается в диапазон значений от 0 до -1.

При индексе Херста равном -0,5 корреляция прошлых и будущих измерений отсутствует, как и должно быть для случайного процесса с независимыми вариациями параметров. Величина индекса Херста больше -0,5 отражает персистентность (сохранение тенденции), свидетельствующей о том, что тенденция к возрастанию в прошлом конкретных значений чего-либо (например, ВР) означает сохранение увеличения и в будущем и, наоборот, тенденция к уменьшению в прошлом означает уменьшение и в будущем. При индексе Херста меньше -0,5 наблюдается антиперсистентность, т.е. увеличение в прошлом означает уменьшение в будущем и, наоборот, уменьшение в прошлом делает вероятным увеличение в будущем.

Для большинства естественных процессов, имеющих определенные статистические закономерности динамики, значение  $H$  близко к величине -0.70/-0.72 (Федер Ф., 1991). Если индекс Херста по величине близок к -1, то это может свидетельствовать о том, что динамика системы характеризуется как фрак-



тальный процесс, для которого фрактальная размерность –  $d$  равна  $-1$ , так как обе эти информационные меры связаны между собой простым математическим соотношением  $H = -2 - d$ . Такой режим активности больших сложных систем динамически идеально устойчив и имеет оптимумом функционирования, т. е. минимальные затраты при максимально эффективной работе системы. Экспериментально наблюдаемая оптимизация динамических систем во фрактальном режиме соответствует теоретически описанным свойствам фракталов, одно из которых предполагает самоподобие их структуры в разных масштабах времени (Урицкий В. М., Музалевская Н. И., 1998).

Таким образом, в литературе существуют необходимые свидетельства удачного использования математических подходов к описанию структуры и динамики больших интерактивных систем (БИС), которые дают возможность прогнозирования их изменения во времени. Практически используемым является компьютерный анализ электроэнцефалограммы здоровых и больных людей с помощью фрактальных критериев нормы и отклонений от нормы, который насчитывает уже два десятка лет (Muscha T., Yamamoto M., 1995). Весьма эффективным в клиническом отношении оказалось описание функциональных состояний человека с помощью фрактальных критериев регуляции активности сердца, разработанные в рамках нелинейной стохастической кардиоинтервалометрии (Музалевская Н. И., Урицкий В. М., 2000, Музалевская Н. И. и др., 2000).

Однако все еще слабо разработаны подходы, основанные на фрактальном анализе, к изучению интеллекта человека, цель функционирования которого заключается в получении, переработке и хранении информации. Кажется разумным предположение о том, что интеллект как информационная система человека, функционирует по законам БИС, то есть оптимизирует свою активность по фрактальным принципам, интеллект поэтому должен быть рективным по отношению к фрактально организованным событиям, в первую очередь к сенсорным стимулам, имеющим фрактальную структуру. Основанием для такой гипотезы являются результаты оценки фрактальных свойств эксплицитных проявлений интеллектуальной активности в форме звучащей речи и музыки, которые имеют фрактальную динамическую структуру (См. Каменская В. Г., 2001). Известно также о фрактальных характеристиках имплицитных нейрональных процессах, определяющих проявления интеллекта (См. Урицкий В. М., Музалевская Н. И., 1995, Каменская В. Г., 2002).

Экспериментально проверялась гипотеза о том, что интеллект, как эволюционно сформировавшаяся система психических функций, должен быть чувствителен к динамическим процессам, имеющим фрактальную структуру. Это означает, что интеллект не только способен отображать и фиксировать динамически организованные фрактальные структуры, но и то, что его отдельные функции и проявления могут также проявлять фрактальную структуру. Если это так, то реакции человека, возникающие в ответ на эти оптимально организованные способы кодирования информации должны обладать некоторыми особенностями. Например, быть скоростными и точными одновременно по сравнению с реакциями на аналогичные по физическим характеристикам стимулы, но не обла-

дающие фрактальной структурой, что типично, например, для восприятия простых зрительных стимулов (Макаренко Н. В., Кальниш В. В., 1989).

Это решение экспериментальной проблемы может быть основано на классическом психофизиологическом приеме – корреляционном анализе результатов интеллектуальных тестов и психофизиологических параметров, характеризующих динамику нейрональных систем, например, на расчете значений индекса Херста системных реакций типа сенсомоторных реакций.

Стоит обратить внимание на то, что обработка информационных свойств стимулов происходит с участием кортикальных зон фронтальных областей коры, которые являются эволюционно самыми молодыми. Состояние нейрональных систем именно этих зон определяет возрастную интеллектуальную регрессию и ухудшение функций памяти (См. Гейдж Ф., 2003).

В исследовании Филипс Л. С соавторами (Phyllips L.H., et al., 2003) приведены доказательства максимальной дегенерации нервной ткани в дорзоплатеральной зоне лобной коры (55% уменьшения от общего объема коры в год) по сравнению с другими кортикальными структурами с возрастом. Процесс разрушения нейрональных систем сказывается, прежде всего, на функциях оперативной памяти и скоростных свойствах восприятия и реагирования. Следовательно, возрастной регресс обнаружен как для нейронов, так и для рабочей памяти как одной из важнейших процессуальных систем интеллекта. Это позволяет предположить, что становление оперативной памяти и формирование фрактальных качеств ее нейронального обеспечения могут также иметь возрастную зависимость. Следует рассмотреть в связи с этим онтогенетический аспект обеспечения интеллектуальных функций, относительно которых возрастное влияние установлено непреложным образом.

Другими словами, необходимо экспериментально проверить возможность формирования способности отражать фрактальные свойства стимулов в величине индекса Херста в детско-подростковой выборке по сравнению с взрослыми. Эту задачу решали с помощью авторской компьютерной программы рефлексометрического обследования (разработанной Каменской В. Г. Томановым В.Л. и Урицким В.М. «Свидетельство государственной регистрации программы для ЭВМ №2013613651 Комплексная стохастическая рефлексометрия “Time-test”» от 11 апреля 2013 г. и базы данных индивидуальных результатов комплексной стохастической рефлексометрии “Time-test”» № 2013621330 от 07 октября 2013г.). Принципиальной особенностью данной программы является ее блоковая структура, позволяющая комбинировать серии сенсорных стимулов зрительной и звуковой модальности с различной временной организацией межстимульных интервалов от ригидной с постоянной величиной интервалов между отдельными стимулами до хаотической, имеющей самую высокую меру неопределенности.

Рефлексометрическое обследование сочеталось с психологическими тестами на оценку развития высших психических функций. Возраст испытуемых определял специфические особенности и задачи конкретных экспериментальных работ, поэтому детали методики изложены в начале каждого раздела этой части работы.

## ***1.2. Исследование влияния меры разнообразия сенсорных серий на скоростные сенсомоторные реакции детей дошкольного возраста, развивающихся в различных образовательных средах***

На группе старших дошкольников в возрасте от 5 до 7 лет ( $n=101$ ) изучалось влияние степени разнообразия сенсорных серий в форме временной организации межстимульных интервалов в сравнении с ритмическим режимом, а также в виде гетеромодального сенсорного потока в сравнении с мономодальным, акустическим. В рамках компьютерной рефлексометрии были возможности оценки распределения времени реакции (ВР) на сенсорные стимулы, включенные в серии с различной временной структурой, составленные из стимулов акустической и зрительной модальности.

### *Методика эксперимента*

Каждому ребенку на экране монитора персонального компьютера предъявлялось шесть вариантов стимульных потоков, представленных в виде сенсорных серий с короткой экспозицией зрительных и акустических стимулов (число стимулов в сериях равно 64). Зрительные и акустические раздражители во всех сериях имели одинаковые физические характеристики: зрительные были представлены кругами красного, синего и зеленого цветов с выровненной яркостью; в качестве акустического раздражителя использовался гудок. Дошкольники согласно инструкции в ответ на каждый зрительный стимул или короткий гудок должны были нажимать на клавишу «probel» как можно быстрее после стимула. В трех сериях зрительные и акустические стимулы чередовались в случайном порядке; в трех других сериях были представлены только акустические стимулы. Серии различались между собой также разной степенью упорядоченности межстимульных интервалов: *первый вариант* был представлен хаотическим режимом с фрактальной размерностью приблизительно равной 1,5 при средней величине интервалов 1,5 с, *второй вариант* включал фрактальный режим с фрактальной размерностью приблизительно равной 1,34 при аналогичной средней величине интервалов, *третий вариант* был составлен из серий с регулярным режимом (ригидный) с константной величиной межстимульных интервалов равной 1 с. Фрактальный режим характеризуется наличием динамического самоподобия в различных временных масштабах, и как следствие этого присутствием длинных корреляций появления определенных межстимульных интервалов, то есть имел больший радиус корреляций, что формировало более полную определенность и предсказуемость появления конкретных межстимульных интервалов. Хаотические серии имели короткие, но сильные корреляционных связей и соответственно имели малый радиус корреляций, что делало их подобными Броуновскому шуму.

Предполагалось, что корреляции межстимульных интервалов, появляющиеся в динамически организованном сенсорном потоке, испытуемый может воспринять и произвольно запомнить, и на основе этой упорядоченности оптимизировать свои ответные реакции с опорой на процессы оперативной памяти, что, возможно, является формой субъективной активности в ответ на хроно-

топ среды (Каменская В.Г., 2000, 2001). В третьем ригидном варианте вероятность появления определенного межстимульного интервала равна 1 и энтропия соответственно – 0, а фрактальная размерность равнялась 1. В последнем режиме имелаась полная предсказуемость момента появления следующего стимула, что могло привести к проявлению механизмов усвоения ритма и к существенному сокращению ВР.

Процедура тестирования проходила следующим образом. На столе перед ребенком находился портативный компьютер, задача испытуемого заключалась в необходимости как можно быстрее гасить все появляющиеся на экране монитора цветные кружки и отключать все гудки, нажимая на клавишу «probel» с максимально возможной скоростью.

В начале эксперимента ребенку предлагалось три серии мультимодальных сенсорных потоков, представляющих собой случайное чередование зрительных и акустических стимулов:

- первая серия с фрактальным режимом организации межстимульных интервалов;
- вторая серия с регулярным (ригидным) режимом организации межстимульных интервалов;
- третья серия с хаотическим режимом организации межстимульных интервалов.

Затем, во второй части эксперимента ребенку предлагалось три варианта мономодальных акустических сенсорных цепей:

- первый вариант – фрактальный режим организации межстимульных интервалов;
- второй вариант – регулярный (ригидный) режим организации межстимульных интервалов;
- третий вариант – хаотический режим организации межстимульных интервалов.

Соответственно первые три серии были более разнообразными из-за включения четырех типов раздражителей: трех зрительных и одного слухового, при этом частотность появления каждого типа раздражителей равна 25% и соответственно вероятность - 0.25. Последние три серии содержали только слуховые стимулы с частотностью равной 100%.

Обработка результатов заключалась в подсчете средне арифметических значений ВР (времени реакции) испытуемых в каждой серии и вычислении индекса Херста (H).

В работе использовались стандартные способы вариационной статистики, оценивались достоверности отличий в выполнении разных серий эксперимента.

Оценка способности дошкольников к адекватному отражению временной структуры сенсорных потоков проводилась на трех различных группах детей, которые участвовали в освоении различных развивающих и образовательных программ (Суровцева С.С., 2004).

*Группа 1.* В состав первой группы вошли музыкально способные дошкольники 5 и 7 лет, прошедшие конкурсный отбор и обучающиеся на подготовительных курсах при музыкальной школе – интернате № 38 Фрунзенского рай-

она г. Санкт – Петербурга. Обучение на подготовительных курсах максимально приближено к обучению в музыкальной школе и происходит по пути развития задатков и совершенствования способностей детей в области чувства ритма, звуковысотного слуха и музыкальной памяти.

Всего было обследовано 20 человек: 10 дошкольников в возрасте 5 лет (5 мальчиков и 5 девочек) и 10 дошкольников в возрасте 6 лет (5 мальчиков и 5 девочек). Эти дети посещали разные ДООУ, на базе которых реализовывались следующие образовательные программы: «Детство», «Радуга», «Сообщество», а также типовая программа.

*Группа 2.* Вторую группу, в количестве 31 человек: 16 дошкольников в возрасте 5 лет (9 мальчиков и 7 девочек) и 15 дошкольников в возрасте 6,5 лет (7 мальчиков и 8 девочек), составили воспитанники старшей и подготовительной групп ДООУ № 52 Кировского района г. Санкт – Петербурга. Дети этой группы не проходили специализированного отбора на оценку каких-либо задатков, в том числе музыкальных. На базе ДООУ № 52 реализуется авторская комплексная образовательная программа творческого развития «ЛАДА», для детей от 3 до 7 лет. Программа «ЛАДА» создана на принципах целостного воздействия на ребенка через комплекс взаимосвязанных психолого-педагогических занятий и строится с учетом синкретичности детского восприятия и творчества. Основная цель программы – развитие индивидуальных природных задатков и способностей каждого ребенка адекватно его потребностям и возможностям. В рамках представленной комплексной программы внедряется авторская программа музыкального воспитания детей дошкольного возраста от 3-х до 7-и лет «Ладушки» (авторы Новоскольцева И. А., Каплунова И. М.). Программа музыкального воспитания «Ладушки» предполагает развитие музыкальных способностей, чувства ритма, эмоциональной отзывчивости и способности произвольно пользоваться слуховыми представлениями, отражающими звуковысотное ощущение у детей младшего, среднего и старшего дошкольного возраста.

Следовательно, в рамках представленных программ на базе ДООУ № 52 реализуется принцип «универсальной талантливости» ребенка, в соответствии с которым у дошкольников развивается воображение, фантазия, сочинительство, воспитывается творческая активность и самостоятельность, в рамках которого значительное внимание уделяется музыкальному развитию безотносительно к выраженности музыкальных задатков.

*Группа 3 (контрольная).* Третью группу, в количестве 50 человек: 25 дошкольников в возрасте 5 лет (11 мальчиков и 14 девочек) и 25 дошкольников в возрасте 6,5 лет (12 мальчиков и 13 девочек), составили воспитанники старшей и подготовительной групп ДООУ № 111 Фрунзенского района г. Санкт – Петербурга.

На базе ДООУ реализуется типовая образовательная программа в сочетании с программой «Детство». Дополнительные (парциальные) программы по развитию и воспитанию детей на базе ДООУ не используются. Обследованные дошкольники этой группы не получали дополнительных образовательных услуг, предполагающих развитие каких – либо специальных способностей.

Таким образом, в исследовании принимали участие дошкольники 5 и 6 лет, обучающиеся по разным образовательным программам:

- первая группа – первоначальная диагностика с целью отбора наиболее способных детей и дальнейшее целенаправленное развитие задатков музыкальных способностей;
- вторая группа – специально созданная развивающая среда с музыкально-песенным содержанием для развития индивидуальных природных задатков и творческих способностей каждого ребенка;
- третья группа (контрольная) – типовая образовательная программа ДОУ.

### **1.2.1. Особенности сенсомоторного реагирования детей 5-6 лет на стимулы, организованные в серии с различной временной структурой**

Исследование специфики отражения времени на стимулы, организованные в регулярные серии с постоянным межстимульным интервалом, равным 1 с., показало, что как в гетеромодальных, так и в мономодальных сериях, независимо от возраста и особенностей образовательной программы, дети способны улавливать константную временную организацию сенсорного потока и осуществлять совпадающие со стимулом моторные реакции. В таблицах № 1 и 2 представлены конкретные значения ВР, которые в основном попадают в диапазон значений ВР, равный  $\pm 80$  мс, соответствующий точным скоростным сенсомоторным реакциям, и могут быть отнесены к категории совпадающих реакций с локализацией сенсорного стимула во времени (Каменская В. Г., 2003).

**Таблица № 1.**  
**Средне групповые параметры сенсомоторного реагирования детей 5-6 лет, обучающихся по разным образовательным программам, в регулярных сериях**

Название группы	мономодальная серия			Гетеромодальная серия			
	ВР (в мс.)	индекс Херста	кол-во фальш стартов (в %)	ВР на зрительный стимул (в мс.)	ВР на акустический стимул (в мс.)	индекс Херста	кол-во фальш стартов (в %)
Музыкально способные дети	-26 ± 15	0,70*	42	-49 ± 12	-44 ± 19	0,62	28
Дети, обучающиеся по программе развития творческих способностей	-6 ± 16,2	0,68*	47	-47 ± 12	51 ± 17	0,60	30
Дети, обучающиеся по типовой программе	-66 ± 17,4	0,64	50	53 ± 10	-108 ± 19	0,58	44
Все дети (50)	-32,7 ± 16	0,67*	49	16 ± 11	-34 ± 18	0,60	34

**Примечание:** в таблице представлены средние арифметические с величиной стандартного отклонения,

\* различия между сериями достоверны по t критерию Стьюдента при  $p=0,05$

В таблице приведены результаты детей, которые встроены в три различные образовательные программы. Обращает на себя внимание то, что монотонные сенсорные ряды, разнообразие которых минимально, действительно, приводят к формированию у всех детей, независимо от развивающей программы в ДОУ, сенсомоторных реакций обладающих чертами сходства с усвоением ритма, в данном случае равным 1 Гц. Индекс Херста при этом во всех группах и в целом по выборке достоверно большей величины, чем в мультисенсорных сериях с большим разнообразием (за счет случайного чередования четырех типов стимулов: трех зрительных и одного звукового). Возрастание разнообразия серий активизирует механизмы произвольного внимания, что сказывается на уменьшении числа опережающих реакций по сравнению с монотонными условиями стимуляции, а также на уменьшении точности реакций, особенно заметном в контрольной группе на звуковой стимул.

Регулярная серия предполагает ригидный константный межстимульный интервал, однако, дети, обучающиеся по программам развития творческих и музыкальных способностей, могут отражать ритмический сенсорный поток, проявляя при этом фрактальные признаки в распределении отдельных моторных реакций, что не характерно для дошкольников, развитие которых проходит в обычной среде ДОУ. В таблице можно видеть, что индекс Херста у этих испытуемых имеет незначительную величину (-0.58). Можно предположить, что физиологическую базу связного типа сенсомоторного взаимодействия представляют собой свойства оперативной памяти и механизмы нейрональных сетей перцептивных систем, отличающиеся оптимальным динамическим режимом, которые функционируют у дошкольников с развитием в музыкально обогащенной среде. Исследование специфики отражения времени, производимое с помощью оценки времени реакции (ВР) детей на акустические стимулы, организованные в мономодальные серии с разной временной упорядоченностью (хаотической и фрактальной), показало, что во всех рассматриваемых нами группах детей 5-6 лет средние групповые значения ВР в данных сериях – отрицательные и отмечено значительное число опережающих стимул ответных реакций (см. таблицу № 2).

**Таблица № 2**

**Средне групповые параметры сенсомоторного реагирования дошкольников 5 лет в мономодальных акустических сериях с различной динамической организацией**

Название стимульной серии	Средне групповой показатель ВР (в мс.)	Индекс Херста	Опережающие стимул реакции (в %)
Музыкально способные дети			
Фрактальная	-49 ± 16*	0,67*	47
Хаотическая	-105 ± 17	0,62	56
Дети, развивающиеся в музыкально обогащенной среде			
Фрактальная	-18+16	0.67*	48
Хаотическая	-20+17	0.63	45
Дети из типовых ДОУ			
Фрактальная	-13+17*	0.65	49
Хаотическая	-80+17.5	0.62	53
Все дети			
Фрактальная	-27+16	0.66*	48
Хаотическая	-68+17	0.62	51

**Примечание:** \*- достоверные отличия показателей в фрактальной серии по сравнению с хаотической по t-критерию Стьюдента при P=0.05

Большое количество опережающих акустический стимул моторных реакций соответствует возрастным особенностям созревания ЦНС старших дошкольников и согласуется с данными на других детских выборках. (Сергеева И.А., 2003, Деханова И.М., 2006). Эти факты можно объяснить высокой скоростью проведения возбуждения в слуховой системе (Ascherleben G., Bachmann T., 1999). Можно заметить, что в 5-6-ти летнем возрасте дети, реагируя скоростным образом на поток акустических стимулов со скрытой для их произвольного внимания динамической структурой, имеют разные характеристики во фрактальной серии по сравнению с хаотической. Во-первых, во всех группах и в целом по выборке индекс Херста во фрактально организованной серии имеет большую величину и эти отличия достоверны для всех групп за исключением детей, посещающих типовые детские сады. Во-вторых, сенсомоторные реакции в случае фрактально организованного потока у испытуемых всех групп за исключением дошкольников, обучающихся по программе развития творческих способностей, достоверно короче и точнее. Действительно, когда ребенок реагирует на мономодальный поток и нет необходимости переключения механизмов внимания на зрительные стимулы, фрактальный режим акустических стимулов имеет преимущество перед менее организованным хаотическим. Это возможно, если хватает ресурсов оперативной памяти на удержание динамической структуры сенсорной потока.

Исследование специфики отражения времени, производимое с помощью оценки времени реакции детей на зрительные и акустические стимулы, организованные в гетеромодальные серии с разной временной упорядоченностью, показало иные, менее определенные и очевидные способы отражения разнообразия сенсорных серий в параметрах сенсомоторных реакций детей 5-6-ти лет (см. табл. 3).

**Таблица № 3**

**Средне групповые параметры сенсомоторного реагирования дошкольников 5 лет в гетеромодальных сериях с разной динамической организацией**

Название стимульной серии	Средне групповой показатель ВР на зрительный стимул (мс.)	Средне групповой показатель ВР на акустический стимул (мс.)	Индекс Херста	Опережающие стимул реакции (в %)
<b>Музыкально способные дети</b>				
Фрактальная серия	5 ± 12*	-141 ± 19	0,53*	20
Хаотическая Серия	-84 ± 13	-82 ± 19	0,64	39
<b>Дети, обучающиеся по развитию творческих способностей</b>				
Фрактальная серия	-48 ± 11	101 ± 19	0,58	22
Хаотическая Серия	-85 ± 12	124 ± 19	0,63	22
<b>Дети типовых ДОУ</b>				
Фрактальная серия	36 ± 14*	-60 ± 21*	0,53*	36
Хаотическая Серия	-120 ± 12	-178 ± 18	0,61	45



Все дети				
Фрактальная серия	-2+12*	-34+20	0.55*	26
Хаотическая серия	-96+12	-45+18	0.63	35

\* - достоверные различия между сериями по t-критерию Стьюдента при P=0.05

В контрольной группе детей, которые посещают типовые детские сады и не имеют специфических развивающих программ, связанных с освоением музыки и развитием творческих способностей, обнаружены достоверные отличия как значений ВР, так и индекса Херста во фрактальной серии по сравнению с хаотической. Реакции на сенсорные стимулы в случае фрактальной организации более точные, но при этом не связанные между собой корреляционными соотношениями, как это наблюдалось в мономодальных сериях. В случае максимального разнообразия стимульной цепи связность сенсомоторных реакций у этих детей возникает в хаотическом режиме. Причем соотношение значений ВР на акустические и зрительные стимулы такое же, как это было зафиксировано в предыдущих работах (Каменская В.Г., 2003): реакции на слуховые раздражители короче по сравнению с реакциями на зрительные.

В группе дошкольников, которые были встроены в образовательную среду ДОУ с акцентом на развитии творческих способностей, в том числе музыкальных, не обнаружено не одного достоверного отличия между параметрами реагирования во фрактальных и хаотических сериях, и между реакциями на слуховые и зрительные стимулы. При этом моторное реагирование на акустические раздражители более длинные по сравнению с реакциями на зрительные, возможно, из-за механизмов ориентировочных реакций на более редкие стимулы, в данном случае звуковой модальности.

У детей с диагностируемыми музыкальными способностями сенсомоторные реакции такие же, как и у их сверстников из типовых детских садов, они более точные во фрактальной серии, но эта точность касается только зрительных стимулов. Акустические раздражители приводят к появлению неточных опережающих локализацию стимула во времени реакций при низком значении индекса Херста. В серии с хаотическим режимом нет различий между модальностями, при этом индекс Херста относительно высок. Средне групповой показатель ВР на акустические стимулы достоверно короче, чем показатель ВР на зрительные, и свидетельствует о преобладании опережающих стимул моторных реакций, так как выходит за границы диапазона  $\pm 80$  мс.

По всей видимости, у детей в обогащенной музыкальной среде формирование сенсомоторного ответа на часто появляющийся зрительный стимул не требует дополнительного времени обработки его информационных характеристик с участием коры головного мозга. С этим же может быть связано сокращение времени моторной реакции на зрительный стимул, в то время как обработка информационных характеристик сравнительно редко появляющихся акустических стимулов требует дополнительных временных затрат по принципу его большей субъективной значимости.

Таким образом, у детей 5-6 лет, обучающихся по разным образовательным программам, установлено, что во всех рассматриваемых нами группах наиболее высокий показатель индекса Херста проявляется в хаотической серии, если сенсорный поток имеет мультисенсорную природу. Возможно, что это связано с тем, что для отражения фрактальных признаков в распределении отдельных моторных реакций пока не хватает ресурсов оперативной памяти и, возможно, не достаточно пластичность нейрональных сетей и не сформировалась фрактальная организация их спонтанной активности в еще не зрелых лобных отделах коры.

### 1.2.2. Особенности сенсомоторного реагирования детей 6-7 лет в случае предъявления серий с разной динамической структурой

В табл. 4 приведены результаты обследования детей 6-7 лет на предмет оценки параметров сенсомоторного реагирования в ригидном сенсорном потоке с постоянным межстимульным интервалом в 1 с.

**Таблица № 4**  
**Средне групповые параметры сенсомоторного реагирования детей 6-7 лет, обучающихся по разным образовательным программам, в регулярных сериях**

Название группы	мономодальная серия			Гетеромодальная серия			
	ВР (в мс.)	Индекс Херста	кол-во фальш-стартов (в %)	ВР на рит. стимул (в мс.)	ВР на акуст. стимул (в мс.)	индекс Херста	кол-во фальш-стартов (в %)
Музыкально способные дети	-64 ± 16,4	0,65*	42	-85±10	130±18	0,62	22
Дети, обучающиеся по программе развития творческих способностей	-61±17,3	0,64*	50	-64±10	29±18	0,61	23
Дети, обучающиеся по типовой программе	-20±18,3	0,57	47	24±12	30±19	0,59	34
Все дети (51)	-62±17,5	0,62	46	-42±11	63±18	0,61	26

**Примечание:** обозначения те же, что и в табл. 1.

Как видно из данных, приведенных в таблицах, у старших детей так же, как и у младших в мономодальных акустических сериях зарегистрировано большее количество опережающих стимул моторных реакций, так называемых фальш-стартов, чем в гетеромодальных. Это сопровождается хорошим усвоением ритма в 1 Гц всеми детьми, так как значения их ВР укладываются в диапазон точных и быстрых сенсомоторных реакций, а индекс Херста у детей, которые развиваются в музыкально обогащенной среде достоверно выше в мономодальных сериях. В гетеромодальных сериях у детей старшей возрастной группы (6-7 лет) зафиксированы специфические черты по сравнению с младшими ис-

пытуемыми. В ответ на зрительные стимулы у дошкольников, которые развиваются в условиях обогащенной музыкальной среды, возникают более быстрые моторные реакции, тогда как акустические стимулы приводят к замедлению сенсорного реагирования. Возможно, это объясняется тем, что звуковые стимулы для этих детей приобрели субъективную значимость, и они реагируют на них с привлечением ресурсов внимания. Кроме этого, еще одним возможным механизмом замедления реагирования на акустические стимулы является их меньшая вероятность появления в потоке стимулов.

Оценка времени реакции детей 6-7 лет на акустические стимулы, организованные в мономодальные серии с разной временной упорядоченностью, позволила установить, что средние групповые показатели ВР во всех рассматриваемых нами группах, независимо от временной организации сенсорного потока, – отрицательные и точные, так как их величина укладывается в диапазон 80 мс (см. табл. № 5). Это соответствует данным, полученным на группах дошкольников 5-6 лет.

**Таблица № 5**

**Средне групповые параметры сенсомоторного реагирования дошкольников 6-7 лет в мономодальных акустических сериях с разной динамической организацией.**

Название стимульной серии	Средне групповой показатель ВР ( мс.)	Индекс Херста	Опережающие стимулы реакции (в %)
<b>Музыкально способные дети</b>			
Фрактальная серия	-22 ± 16	0,61	44
Хаотическая серия	-52 ± 18	0,61	50
<b>Дети, обучающиеся в программе развития творческих способностей</b>			
Фрактальная серия	-63±17	0.62	52
Хаотическая серия	-80±17	0.63	61
<b>Дети типовых ДОУ</b>			
Фрактальная серия	-19±17.5	0.63	44
Хаотическая серия	-59±19	0.59	47
<b>Все дети</b>			
Фрактальная серия	-35±18	0.62	47
Хаотическая серия	-64±18	0.61	53

Однако в отличие от младших детей, 6-7ми летние дошкольники имеют не достоверно более коротких реакции на акустические стимулы потока, имеющего фрактальную организацию. При этом индекс Херста, как следует из табличных данных, практически одинаков как в хаотических, так и фрактальных сериях. Обращает на себя внимание значительное число фальш-стартов, которое превышает число опережающих реакций детей 5-6ти летнего возраста. Создается впечатление, что дошкольники 7 года жизни характеризуются менее совершенными имплицитными механизмами реагирования на информационные

свойства сенсорных сигналов, по крайней мере, в случае мономодальных потоков.

Вместе с тем, время реакции детей на зрительные и акустические стимулы в гетеромодальных сериях с разной динамической структурой имеет четкие дифференциальные отличия средних значений у старших дошкольников, образование которых отличается по содержанию за счет различающегося вклада музыкальных занятий. Эти различия показаны в табл.6.

**Таблица № 6**

**Средне групповые параметры сенсомоторного реагирования дошкольников 6-7 лет в гетеромодальных сериях с различной динамической организацией**

Название стимульной серии	Средне групповой показатель ВР на зрительный стимул (мс.)	Средне групповой показатель ВР на акустический стимул (мс)	Индекс Херста	Опережающие стимулы реакции (%)
<b>Музыкально способные дети</b>				
Фрактальная серия	-53 ± 11	75 ± 19*	0,55*	15
Хаотическая серия	-47 ± 12	-7 ± 16	0,64	25
<b>Дети, обучающиеся в программе развития творческих способностей</b>				
Фрактальная серия	-20±11*	118±20*	0.61	17
Хаотическая серия	-124±11	-7±18	0.64	27
<b>Дети типовых ДООУ</b>				
Фрактальная серия	7±13*	48±20	0.62	27
Хаотическая серия	65±12	51±20	0.60	31
<b>Все дети</b>				
Фрактальная серия	-22±12	105±20*	0.59	20
Хаотическая серия	-35±12	12±18	0.63	28

**Примечания:** \* - достоверные различия между сериями по t-критерию Стьюдента при P=0.05

В мультисенсорном потоке, в котором встречаются частые зрительные стимулы и в три раза более редкие акустические, проявляется сложное влияние динамической структуры и вероятности предъявления раздражителей на величину и связность ВР. Кроме этого, как и у 5-6-ти летних детей значительное влияние оказывает образовательная программа того учреждения, которое посещают дошкольники.

На редкие стимулы акустической модальности достоверным замедлением реакции отвечают музыкально способные и обучающиеся музыке дети и их сверстники, чье развитие проходит в обогащенной среде, в том числе с музыкально-песенным развитием. В отличие от этих детей дошкольники из типовых садов имеют достоверно не различающиеся значения ВР на акустические и зрительные стимулы. Вероятной причиной увеличения среднего времени реагирования на акустические раздражители у дошкольников с музыкальными способностями может оказаться действие оценочных механизмов, связанных с субъективной значимостью звуковых стимулов. У дошкольников, которые осваивают музыкальную программу подготовки к обучению в музыкальной школе,

этот процесс еще может быть обусловлен тем, что дети учатся распознавать акустический сигнал не просто как сенсорный раздражитель, а как информационную единицу, требующую дальнейшей обработки. Для семантической расшифровки акустического сигнала необходимо большее количество времени, что может приводить к увеличению показателей времени реакции.

У музыкально способных детей и их сверстников, осваивающих программу творческого развития, в том числе музыкально-песенного динамическая структура сенсорных потоков отображается не только в значениях ВР, но также в величине индекса Херста. Однако это влияние парадоксальное по сравнению с 5-6-ти летними детьми, так как его величина большая в хаотических сериях по сравнению с фрактальными, причем у музыкально способных детей это отличие достоверное. При этом величина индекса Херста во фрактальной серии не позволяет считать сенсомоторные реакции коррелирующими между собой.

Дети, осваивающие программу развития творческих способностей, имеют близкие особенности реагирования в этих двух мультисенсорных сериях, характеризующихся разной степенью упорядоченности и сложности с той лишь разницей, что достоверны отличия реакций на стимулы двух модальностей. В целом, способ реагирования на хаотический режим у детей, развивающихся в обогащенной среде, аналогичен их реагированию на ригидный ритм: реакции имеют отрицательный знак, то есть они опережают появление всех стимулов. Это соответствует относительно высоким значениям индекса Херста и значительному проценту фальш-стартов.

Дошкольники, которые не участвуют в педагогическом процессе, направленном на организованное развитие общих (творческих) или специальных (музыкальных) способностей, в 6-7-ми летнем возрасте также имеют дифференцированные формы реагирования на временную организацию стимульных серий, но через достоверные отличия ВР на зрительные, а не на акустические раздражители.

В целом можно сделать вывод о том, что уже в 5-6 летнем возрасте ребенок, осуществляя сенсомоторные реакции на стимулы зрительной и слуховой модальности с определенной временной организацией, проявляет признаки дифференцированного отражения фрактальной динамической структуры. Эта способность значительно усиливается, если дошкольник осваивает образовательную программу, характеризующуюся большим разнообразием и музыкально-художественной направленностью. Если в 5-6-ти летнем возрасте стохастический режим лучше проявляется в случае моносенсорных стимульных серий (акустических), то в 6-7-ми летнем возрасте дети способны уловить динамическую упорядоченность и в мультисенсорных потоках (Суровцева С.С., 2004). Этот процесс, безусловно, возможен при условии определенного развития оперативной памяти с ее двумя подсистемами: краткосрочного удержания признаков стимулов и оперирования с этими стимулами.

Таким образом, наиболее удобным динамическим режимом, который приводит к появлению коротко латентных моторных реакций с высокой степенью связности друг с другом, является ригидный режим с постоянной величиной межстимульных интервалов. Из двух стохастически организованных серий более удобным (по величинам ВР, индекса Херста) оказался хаотический режим с высокой степенью неопределенности появления конкретных значений межстимульных интервалов. При этом в мультисенсорных потоках время реакции на зрительный стимул практически у всех старших дошкольников короче по сравнению с акустическими сенсомоторными реакциями. Эти данные свидетельствуют о том, что латентный период моторного ответа (ВР) определяется в значительной степени вероятностью появления стимула в серии; на высоко вероятный раздражитель среднее значение ВР короче по сравнению с ВР акустического стимула с низкой вероятностью.

### ***1.3. Параметры выполнения рефлексометрических задач подростками, осваивающих разные образовательные программы***

*Особенности методики.* В группе школьников подросткового возраста программа стохастической рефлексометрии была усложнена добавочным заданием на выбор моторной реакции в зависимости от качественных характеристик зрительного стимула, что определяет реагирование в дифференцировочной задаче. Все физические параметры в дифференцировочной задаче были аналогичны скоростным, однако на один зрительный стимул, круг красного цвета учащиеся должны были не реагировать моторной скоростной реакцией. Таким образом, подростки в зависимости от цвета зрительного стимула (зеленый и синий) давали либо скоростную ответную реакцию, ли тормозили ее в ответ на появление на экране красного стимула. Важной дополнительной характеристикой в этом задании было число ошибок в виде скоростной реакции на красный тормозный стимул.

Выполнение компьютерной рефлексометрической программы подростками, осваивающими разные по степени сложности образовательные программы, так же существенно различается. В разделе представлены результаты, обобщающие материалы тестирования школьников из гимназии (экспериментальная группа) и массовой школой с гуманитарным уклоном (контрольная группа).

Интегральные показатели времени реагирования ( $dt$ ), а также время реакции на зрительные и слуховые стимулы у старшеклассников в зависимости от степени сложности задачи достоверно изменяются (см. табл. 7 и 8).

Таблица № 7

**Средне групповые показатели выполнения сенсомоторных заданий старшеклассниками экспериментальной группы.**

	dt	ВР звук	ВР свет	Н (-)	Ф/ст.	Ошибки
Регулярная серия	170± 22	125± 40	217± 17	0.69± 0.02	7± 2	0
Фрактал	153± 13	177± 25	360±** 8	0.62±* 0.02	15±* 2	0
Хаос	188±* 10	238 ±** 21	259±** 5	0.53±* 0.02	10±* 1	0
Зрительная дифференц.	224±* 13	305±** 34	381±** 12	0.53± 0.03	9± 1	7± 1

**Примечания:** в таблице приведены средние арифметические с доверительными интервалами при P=0.05. \* - различия данных, указанных в строке, достоверны по отношению к параметрам строкой выше при P=0.05

\*\* - различия достоверны при P= 0.01. Время центральной задержки –71 мс

Самые короткие временные показатели регистрируются в случае ритмической и фрактальной организации межстимульных интервалов при высоких значениях индекса Херста. У подростков экспериментальной группы при этом достаточно высокая средняя точность осуществления моторных действий в ответ на сенсорные раздражители. Самые длинные средне групповые значения времени реакций в задачах на зрительную дифференцировку, в которой от испытуемых требуется затормозить моторную реакцию на один из зрительных стимулов - круг красного цвета. Во всех группах испытуемых в ситуации зрительной дифференцировки достоверно возрастают значения времени реакции на все сенсорные стимулы и снижается значение индекса Херста.

Таблица № 8

**Средне групповые показатели выполнения сенсомоторных заданий старшеклассниками контрольной группы**

	dt (мс)	ВР звук	ВР свет	Н(-)	Ф/ст.	Ошибки
Регулярная серия	138± 49	41± 85	202± 17	0.62± 0.02	11± 3	0
Фрактал	219±* 30	227±** 43	245±** 9	0.56± * 0.03	4±* 2	0
Хаос	233± 28	281± 35	253± 11	0.58± 0.03	3± 2	0
Зрительная дифференц.	329±** 17	460±** 33	385±** 17	0.52± * 0.02	1± 0.5	7± 4

**Примечания** те же, что и в таблице 1.

Время центральной задержки – 110 мс.

Показатель динамической организованности моторных реакций – индекс Херста у старшеклассников контрольной группы имеет относительно высокие величины в случае ритмических и фрактальных распределений межстимульных интервалов. Близкие к  $-0,5$  значения индекса Херста зарегистрированы в задаче на зрительную дифференцировку.

Анализ значений времени реакции (ВР), приведенных в таблицах 7 и 8 на отдельные модальности, позволяет увидеть как общие черты, так и некоторые различия между реакциями на акустические и визуальные стимулы. Значения времени реакции на звуковые раздражители в большинстве случаев достоверно меньше, чем на зрительные стимулы. Исключения составляют старшеклассники контрольной группы. У этих подростков ВР на акустические стимулы длиннее, чем на зрительные в случае хаотической серии и задачи на зрительные дифференцировки, в которых они достоверны. Этот факт может свидетельствовать о низкой пластичности нейрональных механизмов и плохой избирательности внимания учащихся массовой школы.

Анализ материалов рефлексометрической программы в целом показывает убедительное влияние способов динамической организации межстимульных интервалов на показатели сенсомоторных реакций старшеклассников. Относительное сходство распределений отдельных моторных ответов испытуемых обеих групп обнаружено в ритмическом и фрактальном режимах, в которых величина индекса Херста имеет близкие и максимальные значения. Это может свидетельствовать о способности подростков отображать в значениях времени реакции наличие жесткой временной структуры в случае ритмической серии. Фрактальный режим предполагает определенные динамические связи корреляционной природы в течение действия всей стимульной серии, что также отражается в большой величине индекса Херста по сравнению с хаотически организованной серией. Оба эти режима сопровождаются самыми короткими значениями времени реакции. В хаотическом режиме значения как интегрального показателя –  $dt$ , так и ВР на свет достоверно большие. При этом число фальш-стартов в ритмически и фрактально организованных сериях достигает максимума по сравнению с задачей на дифференцировку и со скоростной задачей с хаотической структурой межстимульных интервалов.

Испытуемые экспериментальной группы – это учащиеся академической гимназии, осваивающие усложненную программу по естественнонаучному и/или физико-математическому циклам. У этих подростков невербальный и общий интеллект достоверно лучше развит по сравнению с их сверстниками, не осваивающих усложненную образовательную программу (эти соотношения –  $103 \pm 10$  контрольная группа,  $134 \pm 5$  – экспериментальная группа). Кроме этого, оценка вербальных способностей учащихся академической гимназии также показала их существенное преимущество перед учениками школы с гуманитарным направлением. Можно ожидать, что достоверные и значительные различия в эффективности интеллектуальной деятельности найдут свое отражение в организации базовых психофизиологических механизмов, таких как: скоростные и статистические свойства сенсомоторной интеграции и, следовательно, непро-



извольного уровня оперативной памяти. Анализ результатов, приведенных в таблицах 7 и 8, позволяет обнаружить принципиальное различие в организации сенсомоторных реакций подростков двух групп в зависимости от типа динамической структуры межстимульных интервалов.

Обнаружены более дифференцированные реакции учащихся академической гимназии на временную структуру сенсорных серий. Это проявляется, во-первых, в наличии достоверно большего числа фальш-стартов и меньшей величины индекса Херста во фрактальных сериях по сравнению с регулярными. Во-вторых, обнаружены самые быстрые и наиболее точные моторные реакции с максимальной величиной индекса Херста у этих испытуемых в случае ритмической организации стимулов. В-третьих, снижение динамической организованности сенсорного потока в серии «хаос» по сравнению с фрактальной, также находит свое выражение во временных и статистических показателях сенсомоторных реакций. Уменьшение динамической упорядоченности в хаотической серии приводит к достоверному увеличению интегрального значения времени реакции ( $dt$ ), также среднегрупповых значений ВР на звук, достоверному снижению индекса Херста и достоверному уменьшению числа опережающих реакций. В-четвертых, наиболее трудная задача избирательного вытормаживания реакций на красный стимул, сопровождается достоверным замедлением времени реакций на стимулы обеих модальностей, при этом время реакции на звук в целом по группе достоверно короче, чем ВР на свет при относительно коротком времени центральной задержки, равной 71 мс. Время центральной задержки является результатом вычитания значения  $dt$  в скоростной фрактальной из аналогичной величины в дифференцировочной задаче. Другими словами значение времени центральной задержки (ВЦЗ) отражает увеличение времени на обработку сенсорных стимулов в задаче выбора ответа и организацию альтернативных реакций: торможения на красный стимул и нажатие на клавишу в ответ на появление остальных сенсорных раздражителей. Полученное короткое время центральной задержки связано с высоким качеством нейрональной активности в ассоциативных зонах префронтальной коры, ответственных не только за анализ сенсорных сигналов, но и организацию моторных реакций в ответ на них на основании хорошо развитой оперативной памяти.

Все это свидетельствует о том, что интеллектуально обеспеченные подростки, тренирующие свое мышление в процессе освоения трудной образовательной программы, характеризуются на бессознательном уровне мышления дифференциальными механизмами отражения тонких динамических различий структуры сенсорных потоков, что происходит, возможно, с помощью особых динамических свойств краткосрочной и оперативной памяти.

Учащиеся, осваивающие образовательные программы с большим объемом гуманитарных дисциплин, как показали результаты наших исследований, характеризуются достоверно более низким уровнем развития невербального и вербального интеллекта. У этих подростков отмечена иная специфика выполнения рефлексометрического теста. Наиболее характерной чертой, свойственной этим испытуемым, является отсутствие каких-либо достоверных различий

между параметрами выполнения фрактальной и хаотической серий. Как видно из материалов табл.8, результаты выполнения этих двух серий, различающихся по степени упорядоченности, не имеет ни одного достоверного отличия. При этом параметры сенсомоторных реакций во фрактально организованную серии достоверно отличается от параметров сенсомоторных реакций, возникающих в случае ригидной ритмической структуры потока, что объединяет их с интеллектуально продвинутыми старшекласниками.

Необходимость осуществления тормозных реакций приводит к достоверному увеличению временных затрат на сенсомоторную интеграцию при достоверном уменьшении индекса Херста. Последнее задание сопровождается к тому же достоверно более длинными сенсомоторными реакциями на звуковой стимул, что может быть связано с относительно менее совершенными механизмами переключения селективного внимания в этой наиболее трудной серии и снижением нейрональной пластичности. У испытуемых контрольной группы время центральной задержки достоверно более длинное по сравнению с аналогичным показателем испытуемых экспериментальной группы, равное 110 мс. Все это в целом свидетельствует о менее дифференцированных механизмах отражения временной структуры сенсорных потоков, и возможно о менее зрелой краткосрочной и оперативной памяти, а также о более инерционных механизмах сенсомоторной интеграции и селективного внимания, имеющих место в базе интеллекта подростков контрольной группы.

#### ***1.4. Диагностика скоростных характеристик восприятия сенсорных стимулов и качества сенсомоторной интеграции у студентов технического и педагогического ВУЗа***

В работе на старших группах испытуемых, студентах педагогического ВУЗа (РГПУ им. А.И. Герцена) и технического ВУЗа (ЭТУ) применялись две дифференцировочные задачи: одна такая же, как и в группе подростков – с фрактальным режимом и мультисенсорным вариантом стимуляции, другая с хаотическим режимом и без акустического раздражителя (Викторова И.Г., 2003). Результаты оценки качества сенсомоторной интеграции и скоростных свойств обработки сенсорной информации приведены в табл. 9, в которой указаны средние арифметические значения и стандартные отклонения времени реакции (ВР) на зрительные и акустические стимулы.

***Табл. 9.***

#### ***Средние значения ВР на сенсорные стимулы у студентов РГПУ и ЭТУ в сериях с различной временной упорядоченностью.***

ВУЗ	Скоростная задача				Дифференцированная задача		
	Фрактал		Хаос		Фрактал	Хаос	
	ВР цвет	ВР звук	ВР цвет	ВР звук	ВР цвет	ВР звук	ВР цвет
РГПУ	258±4	163±6	258±4	220±7	345±5	249±9	347±5
ЭТУ	247±2	186±6	243±2	221±7	345±3	238±5	329±3

В таблице приведены средние групповые значения ВР с доверительными интервалами при  $P=0.05$ . Очевидны различия в средних групповых значениях ВР на слуховые и зрительные стимулы. ВР на акустический раздражитель достоверно короче по сравнению с ВР на зрительные стимулы у студентов обоих профилей обучения, независимо от динамической организованности серии. Общей для всех испытуемых закономерностью является увеличение ВР на все сенсорные стимулы в сериях на зрительную дифференцировку. Выполнение субъективно более сложной задачи повлекло за собой замедление сенсомоторных реакций у всех студентов. Данная закономерность присутствует и при обследовании детской выборки, она соответствует хорошо известному феномену увеличения времени обработки сигнала при наличии помех или в условиях принятия разных решений в ответ на различные вероятности появления сигнала. Вторая важная особенность реакций студентов, также не зависящая от профиля обучения, связана с тем, что ВР на звуковой стимул в серии с фрактально организованной структурой достоверно короче, чем в серии с хаотическим режимом при практическом равенстве аналогичных значений на зрительный стимул.

Общие закономерности реакций на временную структуру сенсорного потока сочетаются с выраженными и достоверными отличиями в выполнении этого теста студентами, специализирующимися по разным профессиональным программам.

1) ВР на звук во фрактальной серии со скоростной задачей у девушек РГПУ достоверно ( $p=0,05$ ) короче, чем у студентов ЭТУ;

2) Среднее арифметическое значение ВР на зрительные стимулы достоверно короче у студентов ЭТУ в хаотической серии с более сложной задачей зрительной дифференцировки. Данная серия в отличие от фрактальной была моносенсорной, то есть испытуемые реагировали только на зрительные сенсорные стимулы, звуковой раздражитель был исключен. Именно в этой серии наблюдаются достоверно короткие сенсомоторные реакции юношей ЭТУ по сравнению с ВР студенток РГПУ.

Этот факт связан, вероятно, с различной реактивностью девушек и юношей на возрастание вероятности появления зрительных стимулов в хаотически организованной серии ( $P$  зрительных стимулов = 1.0) в сравнении с фрактальным режимом, в котором присутствовали акустические раздражители снижает эту вероятность до 0.75. У девушек ВР на зрительные стимулы не изменились в этих разных по частоте появления зрительных стимулов сериях, юноши укорачивают моторные ответы в условиях моносенсорного потока.

Важным показателем качества сенсомоторного реагирования является, помимо ВР, процент фальш-стартов (ф/с), опережающих стимул моторных реакции, а в сериях с дифференцировочной задачей – процент ошибок, то есть реакций на зрительный стимул, красный кружок, моторный ответ на который согласно инструкции должен был тормозиться. Указанные параметры студенческой выборки приведены в табл. 10.

Таблица № 10

**Средне групповые значения фальш-стартов и ошибок в скоростных и дифференцировочных сериях у студентов ЭТУ и РГПУ**

ВУЗ	Скоростная задача		Дифференцированная задача			
	Фрактал	Хаос	Фрактал		Хаос	
	Ф/с.%	Ф/с.%	Ф/с%	О.	Ф/с. %	О.
ЭТУ	10±0,3*	12±0,4*	5±0,3*	6±0,1*	8±0,2*	6±01*
РГПУ	25±0,6*	24±0,7*	10±0,4	9±0,2*	14±0,4	9±01*

**Примечание:** \*- различия достоверны между группами при P=0.05

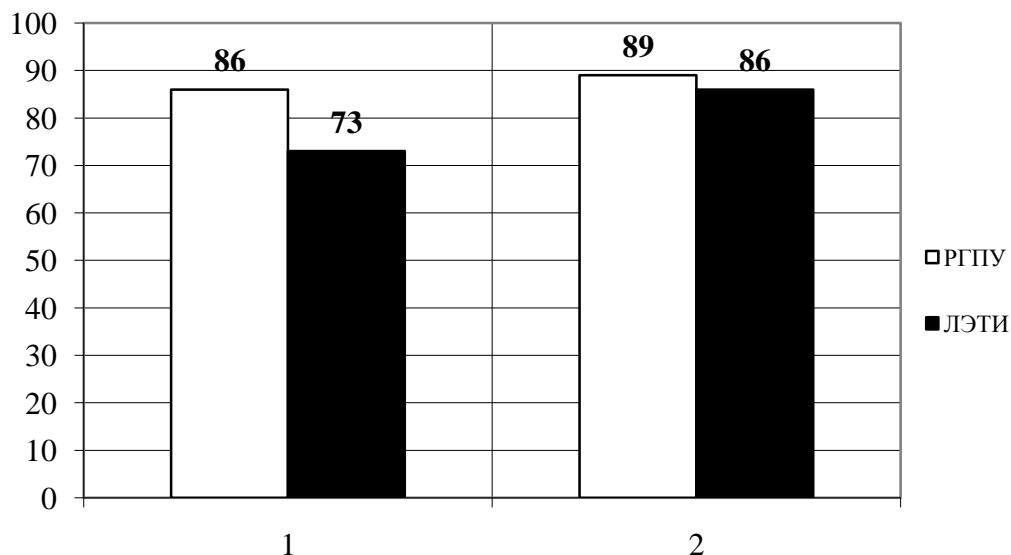
О. – ошибки - реакции на зрительный стимул красного цвета.

Ф/с. – фальш-старты – опережающие стимул моторные реакции.

Материалы табл. 10 позволяют обнаружить достоверное преобладание во всех сериях средне групповых показателей фальш-стартов и ошибок у девушек РГПУ. Это свидетельствует о том, что качество сенсомоторной интеграции выше у студентов ЭТУ, которые выполняли рефлексометрические задания всех предложенных серий с высокой скоростью и точностью сенсомоторного реагирования. Стратегия выполнения рефлексометрической методики студентками РГПУ характеризуется короткими, но существенно менее точными сенсомоторными реакциями.

Зависимости числа фальш-стартов и ошибок от динамической организации межстимульных интервалов не обнаружено, но наблюдается достоверное снижение количества фальш-стартов в сериях с более сложной задачей на зрительную дифференцировку стимулов. У студентов ЭТУ и студенток РГПУ процент опережающих стимул моторных реакций практически в 2 раза (см. табл. 10) уменьшается в сериях, где необходимо дифференцированное реагирование на сенсорные стимулы. Это связано с повышенной мобилизацией в данной серии процесса селективного внимания, что и приводит к снижению числа фальш-стартов и уменьшению скорости реагирования у всех испытуемых в более сложной задаче по сравнению с простой.

Интегральный показатель ВР на все сенсорные стимулы, dt, позволяют оценить время центральной задержки (ВЦЗ) на принятие решения по поводу ответного действия с конкретным стимулом в более сложной дифференцировочной задаче (см. рис. 1).



**Рис. 1. Гистограммы времени центральной задержки (ВЦЗ) студентов ЛЭТИ и РГПУ в хаотических и фрактальных сериях**

**Примечание:** 1 – время центральной задержки в сериях с фрактальной организацией межстимульных интервалов (мс), 2 – время центральной задержки в сериях с хаотическим чередованием межстимульных интервалов (мс)

Итак, мы видим уменьшение времени центральной задержки у студентов в ЭТУ в сериях с фрактальной организацией межстимульных интервалов. У студенток РГПУ разница между показателями времени центральной задержки во фрактальной и хаотических сериях не существенна. Эти результаты свидетельствуют о чувствительности юношей с более развитым интеллектом, которые осваивают более сложную образовательную программу, к фрактально организованным событиям, имеющим не только высокую меру сложности как хаотическая серия, но и достаточную меру организованности для осуществления процесса антиципации, вследствие чего и возможно уменьшение ВЦЗ.

Следовательно, более короткое время центральной задержки студентов ЭТУ свидетельствует о высоком уровне развития оперативной памяти и качестве сенсомоторной интеграции, которая, видимо, совершенствуется в процессе освоения программы факультета радиотехники и телекоммуникаций.

Для оценки участия оперативной памяти в процессах сенсомоторной интеграции студентов необходим сравнительный анализ индекса Херста, являющегося оценочной характеристикой динамической организации отдельных моторных реакций испытуемых, которые они формируют в ситуации временной упорядоченности сенсорных потоков. В табл. 11 приведены значения индекса Херста вместе с доверительными интервалами.

*Таблица № 11.**Средние значения индекса Херста студентов ЭТУ и студенток РГПУ в сериях с различной временной и сенсорной организацией*

	Скоростная задача		Дифференцированная задача	
	Фрактал	Хаос	Фрактал	Хаос
ЭТУ	-0,61±0,007	-0,54±0,005	-0,61±0,006	-0,54±0,005
РГПУ	-0,60±0,008	-0,54±0,009	-0,59±0,007	-0,53±0,005

Результаты, приведенные в табл. 11, свидетельствуют о том, что у учащихся гуманитарного и технического ВУЗа наблюдается достоверное преобладание средне группового значения индекса Херста во фрактальных сериях в обеих экспериментальных задачах. Этот факт можно трактовать в пользу высказанных представлений о том, что хорошо развитый интеллект базируется на высоком ресурсе оперативной памяти, которая обладает возможностью формирования адекватной корреляционной структуры моторных реакций в ответ на организованную динамическую структуру сенсорных потоков. Причем, стоит отметить бессознательный характер этих возможностей, так как процедура рефлексометрических тестов и, самое существенное, высокая скорость поступления информации не допускают сознательное оперирование динамическими характеристиками сенсорных событий. Данной закономерности не обнаружено при обследовании подростковых выборок, результаты которых не позволили выявить тонких дифференциальных реакций на временную организацию использованных сенсорных серий при наличии большого числа фальш-стартов. Не было обнаружено достоверных различий средне групповых значений индекса Херста также и в детских выборках в сериях с разным типом распределения межстимульных интервалов.

Вероятно, данная способность к отражению в системных показателях активности мозга временной специфики сенсорных стимулов формируется на определенном этапе развития оперативной памяти, когда в учебных и жизненных задачах сформирована и используется возможность эффективной произвольной деятельности.

Итак, можно определить особенности сенсомоторных механизмов интеграции, проявляющихся в динамических характеристиках ВР на стимулы, включенные в серии с фрактальной и хаотической временной организацией, которые в полной мере проявились только в группе студентов, имеющих высокий и средне-высокий уровень развития интеллекта, проходящий через этап специализации в процессе освоения профессиональных программ:

- выполнение сложных рефлексометрических заданий студентами отличается высоким качеством сенсомоторной интеграции: зафиксировано короткое ВР на все стимулы при наличии незначительного количества фальш-стартов и ошибок;

- средне групповой показатель времени центральной задержки в сериях с фрактальной организацией межстимульных интервалов имеет меньшую величину по сравнению с этим показателем, наблюдаемым в сериях с хаоти-

ческим режимом; причем у студентов с техническим профилем образования эти различия достоверны;

- выявлено достоверно более высокий средне групповой показатель индекса Херста в сериях с фрактальной организацией сенсорного потока по сравнению с хаотической серией у всех студентов.

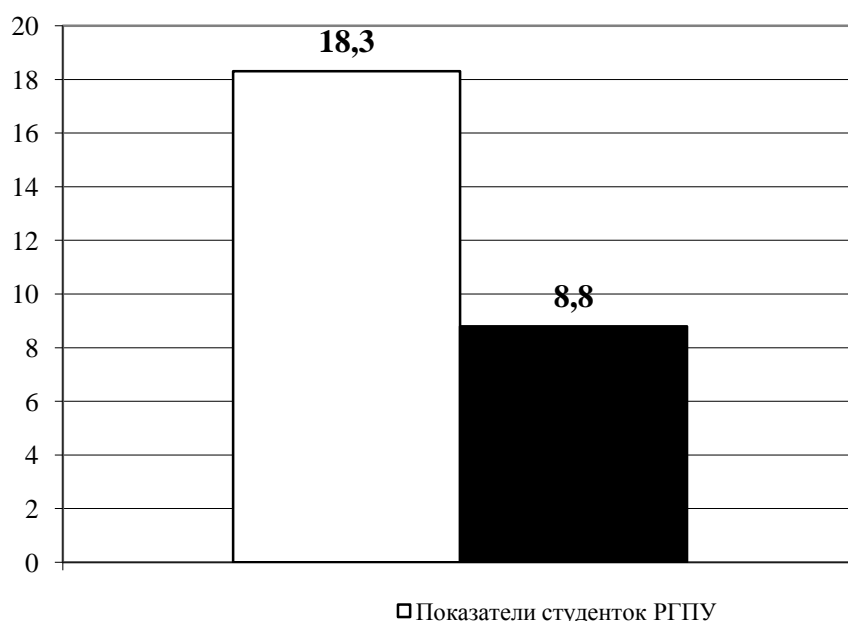
Данный факт свидетельствует, как уже отмечалось выше, о способности взрослых испытуемых отражать фрактальную организацию стимульных цепей, что и облегчает выполнение заданной инструкции – реагировать максимально быстро и одновременно точно.

Механизмом, выступающим в роли связующего звена между физиологическими процессами, протекающими в нейрональных сетях, и свойствам интеллектуальной деятельности, по нашим представлениям (Каменская В. Г. и др., 2000, 2001, 2002), выступают функции оперативной памяти. Оперативная память позволяет фиксировать и удерживать динамические характеристики внешних событий, имеющих возрастающую степень сложности (от ригидной до хаотической, а потом и от хаотической до фрактальной).

Следовательно, развитая оперативная память предопределяет способность взрослых, имеющих достаточно высокий уровень развития интеллекта, отражать имеющуюся динамическую закономерность во временных рядах, что и проявилось в более высоких значениях индекса Херста в распределении отдельных значений ВР на стимульные цепи, имеющие фрактальную темпоральную структуру.

Данная выборка студентов характеризуется высоким уровнем развития общего, невербального и вербального интеллекта, достаточным уровнем сформированности произвольной зрительно-вербальной оперативной памяти и адекватностью профессиональной направленности. Соответственно, зрелость интеллектуальной системы, реализация своих интеллектуальных и личностных особенностей в целенаправленном процессе профессионализации – это именно то, что отличает выборку студентов от выборки детей. В детской выборке, по данным предыдущих исследований (Каменская В. Г., Журавлева С. Н., 2000, Каменская В. Г., Попова Т. Ю., 2000) и раздела 1.2 показана неспособность дошкольников типовых ДООУ к отражению объективно существующие динамические закономерности во временных рядах.

Одним из важных показателей качества сенсомоторного реагирования в рефлексометрической методике является процент опережающих стимул моторных реакций – фальш-стартов (см. рис 3).



**Рис. 2. Средне групповые показатели (по всем тестовым сериям) процента фальш-стартов студентов ЭТУ и РГПУ**

При сравнении средне групповых значений этого показателя мы видим, что процент фальш-стартов девушек РГПУ более чем в 2 раза превышает данный показатель студентов ЭТУ, что позволяет сделать вывод о более высоком качестве сенсомоторного реагирования студентов ЭТУ и о более зрелом уровне произвольной оперативной памяти.

Видимо, одна из причин менее качественного сенсомоторного реагирования студенток РГПУ заключается в том, что система произвольной оперативной памяти девушек не достигает уровня развития, достаточного для осуществления сенсомоторного реагирования, характеризующегося высокими скоростными и точностными показателями, так как стратегия девушек отличается приоритетом скорости над точностью.

Таким образом, можно, обобщая данные, говорить о том, что степень развития механизмов произвольной оперативной памяти студентов ЭТУ позволяет им «извлекать» из стимульных цепей динамически организованную информацию, заложенную во фрактальной или хаотической структуре межстимульных интервалов, сохранять ее в памяти необходимое для организации адекватных реакций время. Эта зрелая форма произвольной оперативной памяти облегчает качественную сенсомоторную интеграцию, характеризующуюся устойчивыми короткими и точными сенсомоторными реакциями с незначительным количеством фальш-стартов.

Уровень произвольного внимания студентов определялся с помощью рефлексометрической методики в сериях с дифференцировочной задачей, т.е. реакцией выбора при торможении моторного ответа на зрительный стимул красного цвета.



Показатели эффективности управления этой формой произвольного внимания являются: время выполнения задачи, характеризующее скорость процесса внимания, количество допускаемых ошибок, т.е. его концентрированность и точность. Изучая внимание мужчин и женщин Л.Н.Фоменко (1968) и М.К. Босый (1971) показали, что при выполнении заданий на внимание женщины ориентируются на быстроту, а мужчины – на точность.

В нашем исследовании скоростные свойства произвольного внимания оценивались с помощью показателя времени реакции (ВР), а точность – путем подсчета количества ошибок, реакций на зрительный стимул, появление которого согласно инструкции, должно приводить к торможению моторного ответа в сериях с фрактальной и хаотической организацией межстимульных интервалов. Исследовалась, как следует из описания дифференцировочной задачи, модель избирательного произвольного внимания.

Данные, полученные при обследовании студентов, приведены в табл.12.

**Таблица № 12**

**Средне групповые показатели ВР на сенсорные стимулы и количества ошибок (с доверительными интервалами) у студентов РГПУ и ЭТУ**

ВУЗ	ДИФФЕРЕНЦИРОВОЧНАЯ ЗАДАЧА			
	ФРАКТАЛ		ХАОС	
	ВР ЦВЕТ (МС)	ОШИБКИ	ВР ЦВЕТ (МС)	ОШИБКИ
<i>РГПУ</i>	345±5,1	9±0,2*	347±4,6*	9±0,1*
ЭТУ	341±3,2	6±0,1*	329±2,6*	6±0,1*

**Примечание:** \*- различия между группами достоверны при  $p=0,05$

Табличные данные свидетельствуют о более эффективном управлении процессом произвольного внимания студентами технического профиля обучения в ситуации с высоко вероятностным предъявлением сенсорной информации. Скорость сенсомоторного реагирования у них достоверно выше ( $329 \pm 2,6$ ) в серии с хаотическим режимом по сравнению со студентками РГПУ ( $347 \pm 4,6$ ). Причем особенностью этой серии было то, что в ней были исключены акустические раздражители, снижающие вероятность появления зрительных стимулов. В серии с фрактальной структурой сенсорных цепей и меньшей вероятностью появления тормозного стимула достоверных различий между показателями ВР студентов не обнаружено. В ситуации меньшей вероятности появления сенсорных стимулов обеих модальностей, студенты теряют свое скоростное преимущество перед девушками. Показатели точности процесса произвольного внимания также выше у студентов ЭТУ, т. к. они допустили достоверно меньшее (при  $p=0,01$ ) количество ошибок в обеих рефлексометрических сериях. Полученные результаты частично совпадают с данными ранее проводимых исследований процесса внимания, а именно в

утверждении, что мужская выборка характеризуется более точными ответными действиями.

Однако, Л. Н. Фоменко (1968) сделал вывод о том, что увеличение темпа вызывает у мужчин снижение точности, женщины увеличивают темп работы без изменения точности. Мужчины характеризуются более высокой скоростью моторных реакций на раздражители разной модальности, что не противоречит полученным данным.

В нашем исследовании при наличии достаточно сложной задачи, требующей от испытуемых высокой скорости сенсомоторного реагирования, выборка студентов ЭТУ продемонстрировала достаточно высокую скорость и точность процесса произвольного внимания. Средне групповые показатели ВР студенток РГПУ свидетельствуют о высоких скоростных показателях выполнения задания на зрительную дифференцировку, но количество допускаемых ошибок говорит о более низкой точности процесса.

Интересно, что в серии с хаотическим распределением межстимульных интервалов с моносенсорной организацией, у студентов обеих групп не наблюдается снижения количества допущенных ошибок, но юноши при этом достоверно быстрее работают, вероятно, опираясь на высоко вероятностную структуру сенсорной информации.

Следовательно, можно сделать вывод, что освоение программы технического вуза приводит к формированию высокого качества сенсомоторной интеграции и скорости обработки сенсорной информации, способности оперативной памяти извлекать и фиксировать динамическую структуру временных рядов на основе вероятностного прогнозирования. В свою очередь вышперечисленные психофизиологические механизмы являются базой для ускоренного формирования структурных компонентов интеллектуальной системы и психических процессов, лежащих в их основе.

### ***1.5. Общее обсуждение результатов выполнения компьютерной стохастической рефлексометрии***

Интенсивное интеллектуальное развитие в дошкольном и младшем школьном возрастах не имеет отчетливых психофизиологических проявлений и не находит постоянного отражения в механизмах организации оперативной памяти. Дети с относительно высоким вербальным интеллектом не отличаются ни большей величиной индекса Херста, ни более точными реакциями в скоростных гетеросенсорных задачах. Различия начинают проявляться у интеллектуально одаренных подростков, осваивающих сложную образовательную программу в академической гимназии при СПбГУ, по сравнению со своими сверстниками из языковых школ-гимназий. У школьников академической гимназии зафиксированы дифференцированные варианты реагирования на сенсорные потоки с различной временной организацией, что находит свое выражение в уменьшении величины индекса Херста, а также увеличении  $dt$  и ВР на звуковой стимул от ригидной серии к хаотической. У подростков с обычным уровнем

развития интеллекта индекс Херста в ригидной и фрактальной сериях ниже, чем у учащихся академической гимназии, в хаосе соотношения обратные.

У студентов, которых отличает интенсивное накопление знаний и постоянное использование своих интеллектуальных ресурсов, зафиксирована достаточно высокая точность реакций в скоростных задачах как на фрактально организованный поток, так и на хаотический. Самое принципиальное отличие сенсорного реагирования студентов заключается в достоверно больших значениях индекса Херста в фрактальной серии по сравнению с хаотической, как это наблюдалось еще в одной интеллектуально продвинутой выборке школьников старших классов с физико-математической специализацией. Такие же соотношения величин индекса Херста во фрактальной и хаотической сериях были обнаружены у дошкольников с высокой ювенильностью, невербальный интеллект которых достоверно лучше развит по сравнению с низко ювенильными сверстниками (Каменская В.Г., Козырева Ю.К., 2006). Создается впечатление, что ювенильные дети без специальных развивающих программ обладают врожденной способностью к отражению фрактальных свойств сенсорных потоков и их использованию в процессе организации адекватных ответных реакций. Стоит отметить, что эти врожденные особенности функционирования нейрональных сетей высоко ювенильных детей находят свое фенотипическое воплощение в хороших интеллектуальных способностях, которые легко реализуются уже в начале школьного обучения. Можно допустить, что высоко ювенильные дети, а также дошкольники с музыкальными способностями, которые обычно диагностируются в конце дошкольного периода, имеют близкие динамические характеристики нейрональных систем, обладающих реактивностью по отношению к фрактальным свойствам сенсорных стимулов.

Высоко развитый интеллект, опираясь на зрелую форму оперативной памяти, позволяет испытуемым осуществлять конгруэнтные ответные моторные реакции на стимулы стохастической природы. Можно сказать, что у наиболее интеллектуально развитых испытуемых в ответных действиях находят свое отражение динамические свойства сенсорной информации (Каменская В.Г. и др., 2011).

Как известно, структура оперативной памяти включает еще одну систему, связанную с использованием сенсорной информации, хранящейся в краткосрочной памяти, а именно: уровень развития селективного внимания и операции торможения эффекторных реакций или ненужной информации. Это вытормаживание ненужных реакций возможно только на основе высокой пластичности нейрональных систем. В нашей рефлексометрической модели тестировались как особенности развития селективного внимания, так и операций торможения на ненужный сенсорный сигнал. В табл. 13 представлены материалы дифференцировочной задачи, которые иллюстрируют эти особенности.

Таблица № 13

**Сводные данные выполнения дифференцировочной задачи  
испытуемыми разных возрастов**

Группы	Фрактальная серия							Хаотическая серия						
	dt	ВР звук	ВР Свет	Ф/с %	Ош %	Н	ВЦЗ	dt	ВР Звук	ВР свет	Ф/с %	Ош %	Н	ВЦЗ
5-6 лет	217	65	278	12	28	0.50	105							
6-7 лет	254	241	-	-	-	-	23	258	248	-	-	-	-	22
7-8 лет инт	227	278	565	19	14	0.51	66							
7-8 лет норм	316	-	-	7	9	0.50	94							
16-18 лет инт	254	305	381	14	7	0.53	71							
16-17 лет норм	359	460	385	2	7	0.52	110							
ЭТУ	-	238	341	5	6	0.61	73	-	-	329	8	6	0.60	86
РГПУ	-	245	345	10	9	0.59	86	-	-	347	14	9	0.59	89
Взрос Норма	283	-	-	0.5	3.7	0.55	48							

**Примечание:** ВЦЗ - время центральной задержки, серым цветом выделены результаты интенсивно интеллектуально развивающихся испытуемых.

Анализ результатов выполнения дифференцировочной задачи испытуемыми разных возрастов не может быть выполнен достаточно корректным образом в связи с тем, что в группах дошкольников и первоклассников средние значения межстимульных интервалов равны 1.5 сек, тогда как подростки и молодые люди выполняли это задание при значении межстимульных интервалов в 1.0 сек. Короткий межстимульный интервал создал у испытуемых дополнительные трудности осуществления сенсомоторных реакций. Существующие методические различия, видимо, объясняют отсутствие определенной возрастной динамики скоростных параметров выполнения этой сложной задачи. Однако стоит отметить, что с возрастом достоверно уменьшается число ошибочных нажатий на тормозный стимул с 28 у дошкольников до 4 у взрослых испытуемых. Может быть целесообразным сравнительное рассмотрение специфики выполнения сложного задания субъектами деятельности в рамках одного возраста, но принадлежащих к выборкам, характеризующимся разным уровнем развития интеллекта.

Младшие школьники различающихся по степени готовности в обучению в школе, не показали существенных отличий выполнения дифференцировочной задачи. В этих группах можно только отметить меньшее значение dt и меньшую величину времени центральной задержки (ВЦЗ) у первоклассников,

отобранных по тестам в гимназические классы. Аналогичные результаты обнаруживаются на группах интеллектуально продвинутых старшеклассников в сравнении с их нормативными сверстниками. Также заметно более короткое  $dt$  и существенно меньшее значение ВЦЗ у интеллектуально одаренных подростков, но при этом у них же больше ошибок и фальш-стартов. По всей видимости, высоко скоростная система селективного внимания имеет возрастное несовершенство, связанное с низко эффективным торможением ненужных моторных реакций, следовательно, недостаточную системную пластичность.

Студенты ЭТУ и РГПУ выполняют дифференцировочную задачу более совершенным образом даже по сравнению с одаренными подростками, что проявляется в значительно меньшем количестве ошибок, в меньшем значении времени реакции выбора и, самое существенное, в большей величине индекса Херста. Юноши, у которых общий и невербальный интеллект достоверно лучше развит по сравнению с девушками, показывают высокую точность перцептивных актов и реакций выбора. При этом моторные реакции у юношей связаны между собой конгруэнтным стохастической размерности сенсорных потоков образом (индекс Херста во фрактальной серии достоверно выше, чем в хаотической). Следовательно, у этих молодых людей системная пластичность высокая и способствует точным и быстрым сенсомоторным реакциям и высоко продуктивной интеллектуальной деятельности.

Связь стохастических характеристик распределения отдельных моторных реакций, интеллектуальной продуктивности и фрактальной размерности сенсорных потоков рассматривалась в результатах корреляционного анализа, который был выполнен в большинстве выборок.

Связи индекса Херста с продуктивностью когнитивной деятельности появляется уже у 5ти летних детей с высокой степенью ювенильности, так были обнаружены положительные коэффициенты корреляции между величиной индекса Херста фрактальных скоростных серий и качеством выполнения ассоциативного эксперимента как проявления вербального интеллекта. Аналогичные связи у индекса Херста показаны у музыкально способных детей 6 лет, которые в течение года осваивали музыкальную культуру, обнаружены с оригинальностью вербального мышления. Близкие значения коэффициентов корреляции зафиксированы между индексом Херста и оригинальностью вербального мышления также у дошкольников типовых ДООУ, не имеющих специальной музыкальной подготовки..

У младших школьников не обнаружено связей между выполнением интеллектуальных заданий и параметрами сенсомоторных реакций, в том числе с индексом Херста ни одной из серий. Появляются корреляционные соотношения между показателями функционирования бессознательного уровня оперативной памяти и когнитивной продуктивностью у интеллектуально одаренных подростков. Качество выполнения направленного ассоциативного эксперимента, который оценивает основные операции вербального мышления, положительно коррелирует с индексом Херста ригидной серии. У испытуемых контрольной группы аналогичных соотношений обнаружить не удалось.

Следовательно, только интенсивная тренировка понятийного мышления через освоение сложных учебных дисциплин: физики, математики, возможно, химии и биологии, приводит к ускорению формирования сенсомоторной интеграции и на ее основе произвольной оперативной памяти, которая способна обеспечить необходимый уровень сознательного применения процессов памяти в целях решения учебных и иных задач.

Положительная возрастная динамика обнаружена в группе юношей и девушек, осваивающих профессиональные программы. Степень сложности образовательных программ находят свое отражение в показателях психометрического интеллекта, процессах произвольной памяти и параметрах произвольной памяти. Высокая эффективность освоения программ технического ВУЗа возможна на основе дифференцированного интеллекта, связанного с механизмами произвольной оперативной памяти и высокой пластичности процессов сенсомоторной интеграции, которые позволяют формировать антиципативные реакции на события, имеющих вероятностную организацию во времени. Педагогическая специализация девушек проходит успешно на основе интегрированной интеллектуальной системы без ярко выраженных акцентов, но соотносящейся с произвольным уровнем оперативной памяти. Произвольная форма рабочей памяти слабо связана с эффективностью когнитивной деятельности девушек.

Из всех обследованных групп только студенты ЭТУ обладают достаточным ресурсом пластичности бессознательного уровня оперативной памяти для осуществления быстрых и точных реакций, на стимулы, имеющие фрактальную структуру временной организации. Причем, стоит отметить, что отдельные моторные ответы этих студентов характеризуются связностью не только в скоростных сериях, но и в значительно более сложном задании, в котором требуется осуществление дифференцировочного торможения. На основании этих характеристик реагирования можно заключить, что в случае высоко развитой и дифференцированной интеллектуальной системы, как это отмечается у студентов технического профиля, оперативная память имеет в равной степени развитый сознательный и бессознательный уровни. Такая интегрированная система оперативной памяти позволяет в масштабе реального времени производить качественный процесс перцепции и принятия верных и быстрых решений, что и составляет основу высоко эффективного мышления. У студентов ЭТУ обнаружены положительные корреляционные связи качества выполнения вербальных тестов и индекса Херста в хаотической и фрактальной скоростных серий.

Не достаточно зрелая и эффективная бессознательная форма рабочей памяти не позволяет осуществлять процесс распознавания стимулов и принятия решения одновременно быстро и точно. У девушек РГПУ реакции выбора быстрые, но не точные, так как они выполняют задание не только с большим числом ошибок, но и высоким процентом фальш-стартов. Эти признаки некачественного выполнения дифференцировочной задачи свидетельствуют о слабости кортикального торможения, источником которого является лобная кора, о недостаточной пластичности ее нейрональных сетей, следовательно, недостаточ-

ной интегрированности оперативной памяти у девушек с педагогическим профилем обучения.

Следовательно, только взрослые испытуемые с высоким и сверх высоким интеллектом воспринимают фрактальную структуру сенсорных потоков, сохраняют ее в оперативной памяти и используют ее для формирования быстрых и точных ответов. Недостаток ресурсов оперативной памяти не позволяет осуществлять одновременно быстрые и точные реакции, что, вероятно, определяет основу стиля деятельности в форме выборов приоритета либо скорости в ущерб точности, либо точности, но с небольшими скоростями реакций.

У испытуемых с высоким интеллектом, как юношей, так и девушек обнаружены корреляционные связи вербальной продуктивности в направленном ассоциативном эксперименте с индексом Херста скоростных серий. Вербальный интеллект, вероятно, опирается на динамические свойства сенсорных событий и имеет преимущественно временную составляющую (Каменская В.Г. и др., 2011).

Выполнение теста Дж. Равена на оценку общего и невербального интеллекта в большинстве групп не имеет связей с процессами сенсомоторной интеграции. Они появляются только у интеллектуально развитых студентов с техническим профилем обучения, у которых результаты выполнения теста имеют положительные корреляционные связи только с точностью выполнения рефлексометрических заданий. При этом не обнаружено ни одного достоверного коэффициента корреляции с индексом Херста ни одной из серий. Полученные нами факты, свидетельствующие об иной природе невербального интеллекта, подтверждают правомерность представлений о двух факторной модели интеллекта, с двумя равнозначными компонентами: невербальным и вербальным. Наиболее близкой моделью из известных, которая включает подобные факторы, является модель Д.Векслера с двумя системами когнитивных способностей. Наши результаты не позволяют рассматривать вербальный и невербальный компоненты абсолютно автономными, так как во многих группах испытуемых установлены достоверные корреляционные соотношения между ними.

## ГЛАВА 2. ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-КОМПЬЮТЕРНЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ДЕТЕЙ

Осознание ценности здоровья подрастающего поколения с развитием общества становится ведущим фактором в формировании, укреплении и сохранении здоровья человека, живущего в напряженной информационно-энергетической среде. Сегодня проблемы плохой переносимости текущих психических и физических нагрузок детьми разных возрастных групп актуальны в медицинском и социальном аспектах. Известно, что такой экспресс-метод оценки адаптационного ресурса человека как проба Штанге, измеряющая толерантность к гипоксии, показал, что у дошкольников и младших школьников значения задержки дыхания на вдохе уменьшилась на 30-40 % по сравнению с их сверстниками 70-80 годов. Это свидетельствует о снижении функциональных ресурсов ребенка и возрастанию риска ухудшения здоровья уже в детском возрасте. Многие исследователи, в том числе Д.А. Фарбер (1990), Дубровинская Н.И. и др., (2000), Л.П. Банникова (2005), Т.М. Mc Devitt (2002) отмечают, что адекватность и эффективности адаптивных реакций обеспечивает возможность сохранения здоровья, успешность в освоении образовательных программ, а также может существенно влиять на продолжительность жизни человека. Кроме этого, в психофизиологии и профилактической медицине существует убеждение в том, что основа здоровья взрослого человека определяется здоровьем в дошкольном возрасте, успешностью его учебной и социальной адаптации. Ряд исследований В.Г. Каменской с соавторами (2002, 2004, 2008), Н.П.Бадьиной (2007), E.S. Sorensen (1993), Н. Stam (2000) подтверждает, что только здоровый ребенок может полноценно учиться и быть готовым к решению жизненных проблем в будущем. В связи с этим особую актуальность приобретает вопрос изучения психофизиологических основ здоровья дошкольников и особенностей их адаптации, воспитывающихся в учреждениях разного типа и вида, которыми характеризуется современная инфраструктура системы образования в Российской Федерации. Адаптация как процесс обеспечивается определенными психологическими и физиологическими функциями и механизмами, формирующими адаптационный ресурс, в том числе функционированием сердечно-сосудистой системы. В детском возрасте родители редко обращают внимание на проблемы сердца и сосудов ребенка. В связи с этим достаточно часто в подростковом возрасте состояние сердечно-сосудистой системы проявляется с негативной стороны. Оценивать особенности функционирования организма ребенка лишь по внешним признакам явно недостаточно. Для этого необходима психофизиологическая характеристика тех структурных и функциональных особенностей, которые определяют реакцию организма на внешние воздействия, возможности его адаптации к условиям воспитания и обучения.

Важным критерием оценки адаптационных возможностей организма служат параметры функционирования сердечно-сосудистой системы, которая активно участвует во всех приспособительных реакциях организма (Александр



Ф., 2006, Антропова М.В. и др., 2009, Баевский Р.М., 1997,1999). В настоящее время существуют психофизиологические исследования (Каменская В.Г. и др., 2001, 2002, Музалевская Н.И., Каменская В.Г., 2007), в которых представлены данные об изменениях характеристик кардиоритма, возникающих у детей и подростков под влиянием физических и интеллектуальных нагрузок. Изучение параметров variability сердечного ритма дает существенную возможность объективно оценить функциональное состояние организма. Однако каждый метод имеет разную информативность и требования к квалификации специалиста, проводящего обследование, часто делая невозможным выполнение этой адекватной и эффективной диагностики. В связи с этим высокой значимостью обладают разработки таких инструментальных методов, использование которых не требует длительной профессиональной подготовки. Особенно важным это требование является в оценках функционального ресурса организма дошкольников, обследование которых часто проводится на площадках дошкольных учреждений или центров развития. Еще одно требование к инструментальным методам, используемым на детских выборках, касается длительности диагностики, которая не должна превышать 10-15 минут.

В Главе 2 представлены результаты первого использования миниатюрного инструментально-компьютерного прибора «Пульстрим» на выборке старших дошкольников, посещающих образовательные учреждения различного типа.

Методика Работа выполнена на группе из 155 детей в возрасте 5-6 лет. Выборка дошкольников была представлена 3мя группами детей: 1 группа – это дети, посещающие обще развивающий детский сад с типовой образовательной программой (53 человека); 2 группа представлена детьми с речевыми нарушениями: фонетико-фонологические нарушения речи (ФФНР) и общие нарушения речи (ОНР), которые воспитывались и обучались, а также укрепляли здоровье в БГДОУ компенсирующего типа; 3 группу составили дети 5-6 лет в количестве 51 человека, посещающие негосударственное учреждение дополнительного образования для детей Санкт-Петербурга. Негосударственное учреждение дополнительного образования (НУДО) функционирует в режиме кратковременного пребывания детей (до 5 часов в день).

Пульсометрическое тестирование сердечно-сосудистой системы (ССС) человека с помощью устройства «Пульстрим» (2009) основано на регистрации кровенаполнения капилляров на пальцах рук с помощью датчика прибора. Пульсограмма выявляет достаточно большое количество параметров работы сердца и сосудов, которые могут быть использованы для оценки состояния ССС и рассматриваться как критериальная база текущего состояния здоровья. Устройство «Пульстрим» зарегистрировано в Министерстве Здравоохранения и имеет регистрационное удостоверение. Однако на сегодняшний день работ, выполненных на детской выборке с использованием этого информативного и компактного метода, в литературе не обнаружено.

Изучение психофизиологических характеристик сердечно-сосудистой системы (ССС) дошкольников производилось с целью разработки нормативных

возрастных параметров в сопоставлении с уже известными показателями ССС взрослых людей. Для каждого параметра разработаны нормы и допустимый диапазон отклонений от них для взрослых людей. Еще одной существенной задачей этого обследования дошкольников связано с выделением маркеров риска отклонений функционирования ССС детей дошкольного возраста от средних групповых.

Прибор «Пульстрим» управляется специализированной компьютерной программой. Все параметры и их отклонения регистрируются системой автоматически. Известны методические условия, необходимые для корректного и точного измерения характеристик ССС. 1. Измерение необходимо выполнять в помещении при температуре не ниже 18-20 градусов по Цельсию. 2. Руки должны быть теплыми и сухими, с температурой не менее 28-30 градусов по Цельсию. 3. Выполнять измерение можно только в спокойной обстановке, если ребенок понял и выполняет следующую инструкцию: «Расслабься и дыши ровно и глубоко. Приложи указательный палец левой руки к датчику прибора. Нельзя двигать рукой, поэтому нужно сидеть тихо и спокойно». Также необходимо обратить внимание на то, что палец следует прижимать к датчику умеренным усилием. Слишком сильное или слишком слабое прижатие пальца к датчику может вызвать искажение в измерении.

После завершения процесса измерения проводится проверка корректности записи всех пульсовых колебаний, затем обработка результатов в режиме off-line и выведение на экран прибора числовых параметров пульсограммы с графическим интерфейсом для облегчения сопоставления с нормами взрослых людей.

Вместе с тем, оценивалось также состояние психологического здоровья дошкольников, которое связано со степенью социальной адаптацией, с помощью теста СИРС, оценки рисуночной продукции, анкеты для родителей. Проводилось сопоставление группы здоровья, величины пробы Штанге, оценивающей адаптационный ресурс по толерантности к транзиторной гипоксии, физиологических параметров ССС по показаниям прибора «Пульстрим» с психологическим здоровьем с помощью факторного анализа по методу главных компонент (Каменская В.Г. и др., 2015).

Результаты: Количественная обработка показателей сердца и сосудов дошкольников приведена в табл. 14, в ней же содержатся результаты сопоставления измеренных параметров у детей трех групп дошкольников, которые не показали существенных различий (см. табл. 14) между дошкольниками групп, посещающих детские сады разных типов. В этой же таблице приведен диапазон значений этих же параметров взрослых людей.

Таблица № 14

**Среднегрупповые показатели параметров ССС выборки целиком и детей  
трех групп**

Параметр	Единица измерения	Диапазон показателей детей	Диапазон показателей взрослых	Средние по группе с СКО	Группа 1	Группа 2	Группа 3
Пульс	Уд./мин	83-107	55-80	96,6±3,8	96,5±3,5	97,6±3,7	96,1±3,8
Вариационный размах	С.	0,01 - 0,51	0,06-0,16	0,30±0,07	0,3±0,06	0,31±0,07	0,31±0,08
Коэффициент вариации	%	5,71 – 39,73	2,0-10,0	12,8±5,3	12,6±5,4	13,6±6,0	12,1±4,4
Сопrotивление сосудов	С.	0.07 – 0.12	0,06-0,09	0,09±0,01	0,08±0,01	0,09±0,01	0,09±0,01
Тонус сосудов	%	20.1 – 27,2	10,0-25,0	23,3±1,4	23,4±1,4	23,2±1,5	23,4±1,3
Время максимальной нагрузки	С.	0.07 – 0,08	0,07-0,11	0,075±0,004	0,072±0,004	0,074±0,005	0,073±0,004

Материалы, приведенные в таблице, свидетельствуют о том, что частота сердечных сокращений (ЧСС) у детей существенно отличается от ЧСС взрослых, что объясняется возрастными особенностями физиологии ССС детей дошкольного возраста. Показатели возрастной нормы извлекались из оценочных таблиц по А.Ф. Туру (цит. по Хрипковой А.Г., Антроповой Н.В., 1983), согласно которым диапазон средних значений пульса дошкольников 5 лет находится в диапазоне 98 – 100 (уд/мин) у. Данный показатель у 7% детей выборки ниже возрастной нормы. Урежение сердцебиений (брадикардия) может быть как у здоровых детей, занимающихся спортом, так и при ряде функциональных расстройств. Учащенный пульс (тахикардия) наблюдался у 6% детей. Эмоциональные влияния приводят, как правило, к увеличению частоты ритма сердечной деятельности. Размах частоты сердечных сокращений (вариационный размах) определяет временную устойчивость ритма сердца. Стабильное превышение нормы размаха говорит о возможности синусовой аритмии (пропуск удара сердца, периодические ускорение или замедление сокращений). У всех детей (100%) данный параметр свидетельствует о выраженном превышении вариационного размаха по сравнению с аналогичным параметром взрослых людей. Одним из вариантов синусовой аритмии является дыхательная аритмия, которая встречается у детей всех возрастов, что отражено в научных работах Л.С. Дворкина (2006) и Н.И. Оберимовой Н.И., Петрухина А.С. (2000). Статистический параметр «коэффициент вариации» является количественной мерой разброса значений ЧСС. Этот вариационный показатель зависит от соотношения активности симпатической и парасимпатической нервной системы. При больших значениях коэффициента вариации выявляются устойчивые нарушения сердечного ритма. Можно отметить, что большие значения данного показателя встречается у 57% детей, у них возможны функциональные перебои в работе сердечно-сосудистой системы. У детей старшего дошкольного возраста происходит перемодулирование проводящей системы сердца, поэтому у них часто

встречаются нарушения ритма сердца, это находит свое подтверждение в работах Н.В.Дубровинской с соавторами (2000). Таким образом, для детей характерна более вариативная, менее стабильная деятельность сердца. Уменьшение значения коэффициента вариации соответствуют усилению активности симпатического отдела вегетативной нервной системы и могут быть связаны с гормональными заболеваниями. Однако, ни у одного ребенка, данный признак выявлен не был. В целом отмечено, что все ритмологические параметры активности сердца существенно отличаются от аналогичных характеристик активности сердца взрослых людей, они сдвинуты в зону более высоких значений.

Оставшиеся три параметра оценивают состояние сердечной мышцы и сосудов человека. Показатель «сопротивление сосудов» определяется по фазе завершения систолы и соответствует времени уменьшения скорости кровотока в 2.7 раза после закрытия аортального клапана. Чем больше это время, тем слабее капиллярный кровоток и тем больше вероятность повышения артериального давления у данной группы детей (Rubin, J. et al., 2005). Данный показатель у 16% детей чуть выше нормы, рассчитанной для взрослых и приведенной в табл. 14. Параметр «тонус сосудов» соответствует упругости сосудов. Чем выше тонус сосудов, тем больше нагрузка на сердце во время его сокращения. Данный показатель у 6% детей находится выше нормы, рассчитанной для взрослых и приведенной в таблице. Особенностью сосудистой системы ребёнка является относительно большая ширина крупных сосудов и обилие мелких сосудов и капилляров на периферии. Это создаёт дополнительную нагрузку для сердечной мышцы и особенно осложняет её работу в случаях заболеваний, а тонус сосудов по этой же причине повышается, что отражено в ряде исследований (Антропова М.В. и др., 2009, Бадьина Н.П., 2007, Rubin J. et al., 2005). В таких случаях могут развиваться застойные явления на периферии и появляться признаки сердечно-сосудистой недостаточности.

Параметр «время максимальной нагрузки» при значительном повышении времени экстремальной нагрузки говорит об ухудшении сократительной функции сердечной мышцы. Эффективность работы сердца определяется возможностью быстрого сокращения миокарда (сердечной мышцы). Данный показатель у всех детей (100%), характеризующий сократительную способность миокарда, имеет следующие величины  $0,075 \pm 0,004$ , что свидетельствует об экономизации деятельности их сердца, так как чем меньше его значение в определенном диапазоне оптимума, тем лучше. Подобные факты отражаются в исследовании М.К. Осколковой (1988). Полученные высказывающиеся варианты, то есть показатели, выходящие за типичный диапазон значений, позволили выделить группу риска в обследованной выборке детей.

Было выделено 4 группы риска: дети с повышенной частотой сердечных сокращений (ЧСС), дети с пониженной ЧСС, дети с повышенным тонусом и высоким сопротивлением сосудов (см. табл. 15).

Таблица № 15.

**Среднегрупповые показатели детей 5-6 лет группы риска функциональных расстройств сердечно-сосудистой системы**

Параметр	Количество детей		Показатели детей 5-6 лет
	%	n	
Повышенная частота пульса	6	10	106,0±0,9
Пониженная частота пульса	7	11	88,3±2,0
Повышенное сопротивление сосудов	16	25	0,10±0,006
Повышенный тонус сосудов	6	10	26,3±0,6

У 35 % детей имеются признаки функциональных отклонений в активности ССС, что может определять дезадаптацию и ухудшение психологического здоровья. Повышение показателей ЧСС по сравнению с ЧСС детей с удовлетворительной адаптацией, возможно, объясняется высоким уровнем тревожности и эмоционального напряжения. Преимущественно данную группу составили дошкольники с речевыми нарушениями, посещающие детский сад компенсирующего типа и сформировавшие 2 группу испытуемых. Это позволяет сделать заключение о более благоприятном состоянии ССС у нормально развивающихся дошкольников (группа №1), так как им свойствен достоверно более медленный пульс ( $t=2,1$  при  $p<0,05$ ), что может рассматриваться в пользу больших адаптационных резервов у этих детей в сравнении с детьми, имеющими речевые нарушения (группа №2). Повышенный пульс свидетельствует о высокой «физиологической цене» усилий, затрачиваемых ребенком в повседневной деятельности. Эти результаты согласуются с ранее полученным материалом в экспериментальных работах В. Г. Каменской с соавторами (Каменская В.Г. и др., 2001, 2002, 2008), в которых анализировались изменения кардиоритма и его стохастических параметров у первоклассников с нормальным нервно-психическим развитием и у детей с речевыми нарушениями в ситуации интеллектуальной деятельности. Понижение частотой сердечных сокращений свидетельствуют о том, у этих детей функциональная брадикардия может быть следствием перенесенных заболеваний, так как эти дошкольники не отличаются хорошим физическим здоровьем, они имеют 2 и 3 группу здоровья. У детей со 2 и 3 группой здоровья встречается сочетание повышенного тонуса сосудов с высокими показателями сопротивления сосудов, что усугубляет риск ослабления физического здоровья.

Для выявления ведущих параметров ССС, определяющих физическое, психологическое здоровье и уровень социальной адаптации был проведен многомерный факторный анализ методом главных компонент. В факторный анализ были включены показатели пульсографии, группа здоровья, значение пробы Штанге, показатели оценки психологического здоровья, тревожности, адаптации к детскому саду.

Факторный анализ был выполнен отдельно для трех групп дошкольников. В табл. 16 сведены результаты факторного анализа, выполненного на трех различных группах. Отчетливо видно, что первый главный фактор с максимальным факторным весом имеет как общие черты, так и отличия. В первом факторе находятся признаки, определяющие психологическое здоровье: тревожность,

оценка психологического здоровья и уровень адаптации. Причем, адаптация во всех группах имеет отрицательный знак, т.е. ее изменение имеет разнонаправленный характер с динамикой тревожности и оценки психологического здоровья. Принципиальное отличие психологически и физически здоровых детей, посещающих обще развивающие детские сады, заключается в том, что в первой группе показатели психологического здоровья объединены с параметрами физического здоровья. Это свидетельствует о тесной связи психологического и физического здоровья, которое служит генетически обусловленной базой для формирования как механизмов психологической адаптации, так и эмоциональной стабильности.

Во второй и третьей группах физическое здоровье и адаптационный ресурс в виде группы здоровья и пробы Штанге вошли в отдельный фактор: в группе детей с речевыми расстройствами, посещающих детские сады компенсирующего типа, в третий фактор, в группе детей частного детского сада – во второй фактор. Параметры ССС сформировали в разных комбинациях два остальных фактора с меньшими факторными весами по сравнению с первыми двумя во всех группах.

**Таблица № 16**  
**Содержание факторов в факторном анализе с величинами факторных нагрузок в 3х группах дошкольников**

Дети 1 группы (ГБДОУ)			Дети 2 группы (ОНР и ФФНР)			Дети 3 группы (НОДУ)		
Название фактора	Признаки	Вес	Название фактора	Признаки	Вес	Название фактора	Признаки	Вес
Психологическое и физическое здоровье	оценка психологического здоровья	0.857	Психологическое здоровье	адаптация	-0.861	Психологическое здоровье	оценка психологического здоровья	0.849
	тревожность	0.838		оценка психологического здоровья	0.806		адаптация	-0.807
	адаптация группы здоровья	-0,817		тревожность	0.782		тревожность	0.776
	проба Штанге	0.688		тревожность			тонус сосудов	0.641
Сосудисторитмологические характеристики	сопротивление сосудов	0.787	Сосудисторитмологические характеристики	Сопротивление сосудов	0.736	Физическое здоровье и адаптационный ресурс	проба Штанге	-0.746
	ЧСС	0.707		ЧСС	0.706		группа здоровья	0.718
	коэффициент вариации	0.647		Тонус сосудов	0.667			
Вариативность пульса	вариационный размах	0.880	Физическое здоровье и адаптационный ресурс	Группа здоровья Проба штанге	0.829 -0.610	Состояние сердечной мышцы	Время максимальной нагрузки	0.775
Состояние сердечной мышцы	время максимальной нагрузки	0.895	Вариативные свойства пульса	Коэффициент вариации Вариационный размах	0.855 0.523	ЧСС и ее вариативность	Вариационный размах ЧСС	0.814 0.640

Примечание: чем выше балл по шкале адаптации, тем она хуже.

Таким образом, изложенные материалы, позволяют сделать вывод о том, что в 5-6 летнем возрасте параметры ССС, конечно, количественно отличаются от аналогичных показателей взрослых людей (более частый пульс и большая вариативность пульса, больший коэффициент вариации). При этом, отклонения индивидуальных характеристик ССС от средних по группе зафиксированы у 35% детей выборки, наиболее частым явлением это было в группе детей с речевыми расстройствами, посещающие детские сады, одной из задач которых является сохранение и укрепление физического здоровья. Эти 35% входят в группу риска по функциональным расстройствам ССС, снижению адаптационного ресурса и ухудшению психологического и физического здоровья.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджян, Н.А., Резервы нашего организма / Н.А. Агаджян, А.Ю. Катков. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Знание, 1990. – 240 с.
2. Адаптация организма учащихся к учебной и физическим нагрузкам / под ред. А.Г. Хрипковой, М.В. Антроповой. – М.: Педагогика, 1982. – 240 с.
3. Александер Ф. Психосоматическая медицина: принципы и применение / Ф. Александер; пер. с англ. А.М. Боковой, В.В. Старовойтова под науч.ред. С.Л. Шишкина. – М.: Институт Общегуманитарных Исследований, 2006. – 187с.
4. Ананьев, В.А. Основы психологии здоровья. Книга I. Концептуальные основы психологии здоровья / В.А. Ананьев. – СПб.: Речь, 2006. – 384с.
5. Антропова, М.В. Здоровье и функциональное состояние сердечно-сосудистой системы школьников 10-11 лет / М.В. Антропова, Т.М. Параничева, Г.Г. Манке, Н.В. Тюрина // Новые исследования. – 2009. – Т.1. – № 20. – С. 15 -23.
6. Баевский, Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний/ Р.М.Баевский, А. П. Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – 235 с.
7. Баевский, Р.М. Современное состояние исследований variability сердечного ритма в России / Р.М.Баевский, Г.Г. Иванов, Г.В. Рябыкина // Вестник аритмологии. – 1999. – №14. – С.71-75.
8. Бадьина, Н.П. Часто болеющие дети. Психологическое сопровождение в начальной школе / Н.П. Бадьина. – М.: Генезис, 2007. – 152 с.
9. Банникова, Л.П. Влияние комплекса факторов окружающей среды на течение процессов адаптации у детей, посещающих дошкольные образовательные учреждения / Л.П. Банникова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – 2005. – №5. – 233-236.
10. Батуев, А.С. Эволюция лобных долей и интегративная деятельность мозга / А.С. Батуев. – Л.: Медицина, 1980.
11. Батуев, А.С. Высшие интегративные системы мозга / А.С. Батуев. – Л.: Наука, 1981. – 255 с.
12. Бойко, Е.И. Время реакции человека. – М.: Медицина, 1964.
13. Босый, М.К. Влияние учебных нагрузок в режиме дня педвуза на работоспособность студентов спортсменов / М.К. Босый, И.М. Давиденко, В.П. Иващенко, Н.Г. Свергуненко // Теория и практика физической культуры. – 1971, №2. – С.46-62
14. Викторова, И.Г. Личностные и индивидуальные особенности студентов, осваивающих различные образовательные программы: автореф. дис. ... канд. психол. наук. – СПб., 2003.
15. Гейдж, Ф. Мозг, восстанови себя сам / Ф. Гейдж // В мире науки. – 2003, №12. – С. 17-24.
16. Гидиков, А.А. Кибернетика и кортикальная регуляция движения / А.А. Гидиков. – София: Изд-во АН, 1964.



17. Гольдбергер, Э.Л. Хаос и фракталы в физиологии человека / Э.Л. Гольдбергер, Д.Р. Ригни, Б.Д. Уэст // В мире науки. – 1990. №4. – С.69-81.
18. Деханова, И.М. Индивидуально-типологические особенности физического и интеллектуального развития детей 6-7 лет: автореф. дис. .... канд. психол. наук. – СПб., 2008.
19. Дворкин, Л.С. Подготовка юного тяжелоатлета: учеб.пособие / Л.С.Дворкин. - М.: Советский спорт, 2006. – 396с.
20. Дикая, Л.Г. Психокоррекционная концепция надежности оператора в экстремальных условиях деятельности / Л.Г. Дикая // Системный подход в инженерной психологии и психологии труда. – М., 1992.
21. Дубровинская, Н.В. Психофизиология ребенка: Психофизиологические основы детской валеологии: учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.В. Дубровинская, Д.А. Фарбер, М.М. Безруких. – М.: Гуманит. изд. Центр ВЛАДОС, 2000. – 144 с.
22. Каменская, В.Г. Структура лимбической системы / В.Г. Каменская // Морфология нервной системы. – СПб., 1985. – С.89-103
23. Каменская, В.Г. Время в процессе отражения и как фактор организации целенаправленных акустико-моторных реакций человека: автореф. дис. ...д-ра психол.наук. – М., 1995.
24. Каменская, В.Г.Время в формировании измененных состояний сознания / В.Г. Каменская // Сознание и физическая реальность. – 1997. Т.2. (№4)
25. Каменская, В.Г. Интеллектуальные и личностные особенности юношей, осваивающих программу технического ВУЗА / В.Г. Каменская, И.Г. Викторова // Природные и социальные факторы интеллектуального развития и деятельности. – СПб., 2000.
26. Каменская, В.Г. Стохастические признаки распределения сенсомоторных реакций дошкольников как критерий успешной интеллектуальной деятельности / В.Г. Каменская, Т.Ю. Попова // Природные и социальные факторы интеллектуального развития и деятельности. – СПб., 2000.
27. Каменская, В.Г. Характеристики общего интеллекта как база успешной учебной деятельности детей младшего школьного возраста / В.Г. Каменская, С.Н. Журавлева // Природные и социальные факторы интеллектуального развития и деятельности. – СПб., 2000.
28. Каменская, В.Г. Практическая диагностика хронотопа в сенсомоторной деятельности как условие нормального нервно-психического развитие дошкольника / В.Г. Каменская // Современные технологии практической психологии в системе образования. – СПб., 2001.
29. Каменская, В.Г. Ряд Фибоначчи и его странные свойства: фрактальные и нумерологические характеристики / В.Г. Каменская, С.В. Зверева. // Сознание и физическая реальность. – 2001. – Т.6 (№5).
30. Каменская, В.Г. Психофизиологические подходы к оценке степени зрелости когнитивных механизмов / В.Г. Каменская // Психология, акмеология, педагогика в образовательной практике. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И.Герцена.

31. Каменская, В.Г. Дифференциальные психофизиологические признаки мотивационного влияния на эффективность интеллектуальной деятельности / В.Г. Каменская, С. В. Зверева, Н.И. Музалевская, Л.В. Томанов // Психологический журнал. – 2001. – Т. 22. - №1. – С. 33-43.

32. Каменская, В.Г. Показатели флуктуаций кардиоинтервалов при различных функциональных состояниях дошкольников / В.Г. Каменская, Н.И. Музалевская, С.В. Зверева и др. // Физиология человека. 2001. – Т. 27, №3. – С. 89-91.

33. Каменская, В.Г. Практический опыт использования методов точных наук в изучении интеллектуальной деятельности нормально развивающихся детей и их сверстников с речевыми расстройствами / В.Г. Каменская // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. Психолого-педагогические науки. – 2002. №3.

34. Каменская, В.Г. Изменения кардиоритма и его стохастических параметров у первоклассников с нормальным нервно-психическим развитием и у детей с речевыми нарушениями в ситуации интеллектуальной деятельности / В.Г. Каменская, С. В. Зверева, Н.И. Музалевская, Л.В. Томанов // Журнал высшей нервной деятельности. – 2002. – Т.52. – № 2. – С. 166 -174.

35. Каменская, В. Г. Готов ли Ваш ребенок к школе? Диагностика и критерии готовности дошкольника к школьному обучению / В.Г. Каменская, С. В. Зверева. – СПб.: «Детство-пресс», 2004. – 120 с.

36. Каменская, В.Г. Сенсомоторное и когнитивное развитие старших дошкольников с различной степенью ювенильности / В.Г. Каменская, Ю.К. Козырева // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. – 2006. – Т.12. Вып.7. – С.42-50.

37. Каменская, В.Г. Концептуальные основы здоровьесберегающих технологий развития ребенка дошкольного и школьного возраста: учебное пособие / В.Г. Каменская, С.А. Котова; под ред. Н.А. Ноткиной. – СПб.: ООО «Книжный Дом», 2008. – 224 с.

38. Каменская, В.Г. Фрактальные свойства сенсомоторного реагирования как основа интеллектуальной деятельности студентов / В.Г. Каменская, И.М. Деханова, Л.В. Томанов // Психология в поликультурном пространстве. – 2011. Т.4 (№13). – С.16-26

39. Каменская, В.Г. Психодиагностика ребенка / В.Г. Каменская, Л.В. Томанов, Драганова О. А. – М.: Форум, 2011. – 399 с.

40. Каменская, В.Г. Возрастная анатомия, физиология, гигиена: учебник для ВУЗОВ, Гриф УМО / В.Г. Каменская, И.Е. Мельникова. – СПб.: Питер, 2013. – 264 с.

41. Каменская, В.Г. Параметры сердечно-сосудистой системы детей как отражение физического и психологического здоровья / В.Г. Каменская, Л.В. Томанов, Д.В. Никулкина // Сборник научных трудов по итогам 2ой международной научно-практической конференции Актуальные вопросы психологии и педагогики в современных условиях. – СПб.: ИЦРОН, 2015. – С.223-228

42. Комарова, О.А. Особенности психофизиологической адаптации подростков к условиям обучения в образовательных учреждениях различного ти-

па: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 19.00.02 / Комарова Ольга Александровна. – Кемерово, 2012. – 22 с.

43. Конторов, Д.С. Радиоинформатика / Д.С. Конторов, М.Д. Конторов, В.К. Слока. – М.: Изд-во Радио и Связь, 1993.

44. Макаренко, Н.В. Интегральный показатель переработки зрительной информации / Н.В. Макаренко, В.В. Кальныш // Физиология человека. – 1989. Т.4. (№1).

45. Музалевская, Н.И. Анализ устойчивости и надежности больших интерактивных динамических систем и его применение в медицинской диагностике / Н.И. Музалевская, В.М. Урицкий // Вестник С.-Петербургского университета. – 2000. Сер.4, Вып. 2 (№12)

46. Музалевская, Н.И. Напряжение стохастической регуляции гомеостаза как маркер допустимой адаптационной нагрузки при обучении / Н.И. Музалевская, В.Г. Каменская, А.Я. Балым // Всер. научн.-практич. конференция «Здоровье в 21 веке». – Тула, 2001.

47. Обреимова, Н.И. Основы анатомии, физиологии и гигиены детей и подростков / Н.И. Обреимова, А.С. Петрухин. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 376 с.

48. Осколкова, М.К. Функциональные методы исследования системы кровообращения у детей / М.К. Осколкова. – М.: Медицина, 1988. – 272 с.

49. Пульстрим: Руководство по эксплуатации. ООО «Компьютерный центр». – СПб., 2009. – 16 с.

50. Романов, Ю.А. Временная организация как принцип биологической организации / Ю.А. Романов // Фактор времени в функциональной организации живых систем. – М., 1980.

51. Сергиенко, Е.А. Антиципация в раннем онтогенезе человека / Е.А. Сергиенко. – М.: Наука, 1993.

52. Сергеева, И.А. Психофизиологические характеристики и психолого-педагогические условия интеллектуальной готовности к обучению в школе мальчиков и девочек 6-7 лет: автореф. дис. ... канд. психолог. наук. – СПб., 2003.

53. Симонов, П.В. Эмоциональный мозг. / П.В. Симонов – М.: Наука, 1981.

54. Симонов, П.В. Созидающий мозг. Нейробиологические основы творчества / П.В. Симонов. – М., 1993.

55. Солодков, А.С. Адаптивные возможности человека / А.С. Солодков // Физиология человека. – 1982, Т.8. - №3. – С. 445-449.

56. Солодков, А.С. Физическое и функциональное развитие детей дошкольного возраста Санкт-Петербурга / А.С. Солодков, Е.М. Есина // Физическая культура. – 1999. - № 1. – С. 12-15.

57. Судаков, К.В. Биологические мотивации / К.В. Судаков. – М.: Медицина, 1991.

58. Суровцева, С.С. Исследования психофизиологических предпосылок развития творческих и музыкальных способностей старших дошкольников: автореф. дис. .... канд.психол.наук. – СПб., 2004.
59. Урицкий, В.М. Фрактальные структуры в биологии / В.М. Урицкий, Н.И. Музалевская // Биомедицинская информатика. – 1995. СПб.
60. Урицкий, В.М. Стохастические методы функциональной диагностики и коррекции в медицине // В.М. Урицкий, Н.И. Музалевская // Телемедицина: новые информационные технологии на пороге 21 века. – СПб.: Анатолия, 1998.
61. Ухтомский, А.А. Собрание сочинений. Т.1-4. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1964.
62. Уэйнбергер, Н. Музыка и мозг. В чем секрет завораживающей власти сузыки / Н. Уэйнбергер // В мире науки. – 2005. (№2)
63. Фарбер, Д.А. Физиология школьника / Д.А. Фарбер, И.А. Корниенко, В.Д. Сонькин. – М.: Педагогика, 1990. – 64 с.
64. Федер, Ф. Фракталы / Федер Ф. – М.: Мир, 1990.
65. Фоменко, Л.Н. Некоторые данные об устойчивости перцептивного внимания взрослых / Л.Н. Фоменко // Экспериментальная и прикладная психология. – Л.: ЛГУ, 1968. – Вып.1.
66. Ascherleben, G. Cognitive contribution to the perception of spatial and temporal events / Ascherleben G., Bachmann T. // Advance in psychology. – 1999. V.129
67. Bak, P. The dynamic of fractals/ Bak P. Paczuski M. // Fractals. -1995. V.3. (n.3)
68. Mc Devitt, T.M. Child development and education / T.M. McDevitt, J.E. Ormrod. - Upper Saddle River, NJ: Pearson Education. – 2002. – p.662.
69. Elbert, B. The processing of temporal intervals reflecting by CNV-like brain potential / Elbert B., Ulrich R., Rochtroh B.// Psychophysiology. – 1991. V.28 (n.5)
70. Lee, T. J. A randomized trial of computer-based communications using imagery and text information to alter representation of heart disease risk and motivate protective behaviour / T.J. Lee, L. Cameron, B.Wünsche et al. //British Journal of Health Psychology. – 2011. - Vol.16, №1. – p.72-91.
71. Lowen, S. Estimation simulation of fractal stochastic point processes /Lowen S., Teich M.B.//Fractals.- 1995. V.3. (n.1)
72. Muscha, T. 1/f –like fluctuation of biological rhythm /Muscha T., Yamamoto M.//Proc.13-th Conf.Nois in Physical systems and 1/f fluctuation/ - 1995. Singapore.
73. Nihelli, P. The processing of temporal information in the frontal lobe/ Nihelli P.// The frontal lobes. – 2002.
74. Phyllips, L.H. Age, cognition and emotion: the role of anatomical segregation in the frontal lodes / Phyllips L.H., Mac Pherson S.E., Della Sala S. // The frontal lobes. – 2002.

75. Rubin, J. Animation and modelling of cardiac performance for patient monitoring. In B. McCane (Ed.) / J. Rubin, B. Wünsche, L. Cameron et al. // Proceedings of Images and Vision Computing New Zealand. – 2005. - p. 476-481.

76. Sorensen, E.S. Children's Stress and Coping: A Family Perspective / E.S. Sorensen. - Guilford Press. - 1993. - p. 169.

77. Stam, H. Theorising Health and Illness: Subjectivity, Bodies and Reflexivity / H. Stam // Journal of Health psychology. - 2000. - Vol. 5. - p. 273-278

78. Yasue, S. Calculation of power law index for time series by means of its fractal dimension / Yasue S., Munakata K., Kato M., Mori S. // Fractals / - 1996. V.4.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
ГЛАВА 1. Компьютерная стохастическая рефлексометрия.....	5
1.1. Теоретические основания компьютерного теста стохастической рефлексометрии.....	5
1.2. Исследование влияния меры разнообразия сенсорных серий на скоростные сенсомоторные реакции детей дошкольного возраста, развивающиеся в разных образовательных средах	11
1.2.1. Особенности сенсомоторного реагирования детей 5-6 лет на стимулы, организованные в серии с различной временной структурой.....	14
1.2.2. Особенности сенсомоторного реагирования детей 6-7 лет в случае предъявления серий с разной динамической структурой.....	18
1.3. Параметры выполнения рефлексометрических задач подростками, осваивающих разные образовательные программы	22
1.4. Диагностика скоростных характеристик восприятия сенсорных стимулов и качества сенсомоторной интеграции у студентов технического и педагогического вузов.....	26
1.5. Общее обсуждение результатов выполнения компьютерной стохастической рефлексометрии.....	34
ГЛАВА 2. Инструментально-компьютерный метод исследования сердечно-сосудистой системы детей.....	40
Использованная литература.....	48

Учебное издание

**В.Г. Каменская, Л.В. Томанов**

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ  
И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ  
ПСИХОФИЗИОЛОГИИ РАЗВИТИЯ**

Учебное пособие

*Технический редактор – О. А. Ядыкина*

Формат 60 x 84 /16. Гарнитура Times. Печать трафаретная.

Печ.л. 3,4 Уч.-изд.л. 3,1

Электронная версия.

Размещено на сайте: <http://elsu.ru/kaf/kppp/edu>

Заказ 17

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»

399770, г. Елец, ул. Коммунаров, 28,1