

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
Национальный исследовательский Томский государственный университет

На правах рукописи



Лалаева Галина Сергеевна

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКИЕ
ОСОБЕННОСТИ У ЛИЦ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ
ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

03.03.01 – Физиология

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель
доктор медицинских наук, профессор
Капилевич Леонид Владимирович

Томск – 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА К РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЯМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ	12
1.1 Физиология двигательной активности	12
1.2 Методы исследования функционального состояния нервной системы.	20
1.3 Функциональная активность головного мозга на фоне физических и когнитивных нагрузок.....	25
ГЛАВА 2. МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ	31
2.1 Объект исследования	31
2.2 Организация исследования	34
2.3 Методы исследования.....	37
2.3.1 Сбор анамнеза и оценка морфофункциональных показателей.....	37
2.3.2 Оценка психофизиологических показателей	38
2.3.3Пробы с физическими нагрузками.....	44
2.3.4 Электроэнцефалография	45
2.3.5 Методы математической статистики.....	49
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	50
3.1 Психофизиологический и когнитивный статус лиц с различным уровнем двигательной активности.....	50
3.2 Исследование биоэлектрической активности коры головного мозга в состоянии относительного покоя и при проведении функциональных проб у лиц с различным уровнем двигательной активности.....	55

3.3 Психофизиологический статус и биоэлектрическая активность головного мозга на фоне физических и когнитивных нагрузок у представителей групп с различным уровнем двигательной активности	72
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	85
4.1 Особенности психофизиологического статуса и биоэлектрической активности головного мозга у лиц с различным уровнем двигательной активности	85
4.2. Особенности психофизиологического статуса и биоэлектрической активности головного мозга на фоне физической и когнитивной нагрузки	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	101
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	104
Приложение А. Анкета общего и спортивного анамнеза. Протокол оценки морфофункциональных показателей	120
Приложение Б. Тест Спилбергера-Ханина.....	122
Приложение В. Личностный опросник Айзенка	123
Приложение Г. Дозирование нагрузки теста РWC170.....	124
Приложение Д. Показатели средней амплитуды спектра и средней мощности спектра диапазонов ЭЭГ в наблюдаемых группах в состоянии покоя и при проведении функциональных проб (открывание / закрывание глаз)	125
Приложение Е. Показатели средней амплитуды спектра и средней мощности спектра диапазонов ЭЭГ на фоне когнитивной и физической нагрузки в наблюдаемых группах	133

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

MET (metabolic equivalent of task) – метаболический эквивалент нагрузки, [MET]

PWC (physical working capacity) – физическая работоспособность, [кгм/мин]

АД – артериальное давление, [мм рт. ст.]

ВДА-Д – группа наблюдения с высоким уровнем двигательной активности и преобладанием динамических нагрузок

ВДА-С – группа наблюдения с высоким уровнем двигательной активности и преобладанием статических нагрузок

ДА – двигательная активность

ДАД – диастолическое артериальное давление, [мм рт. ст.]

НДА – группа наблюдения с низким уровнем двигательной активности

САД – систолическое артериальное давление, [мм рт. ст.]

СДА – группа наблюдения со средним уровнем двигательной активности

СДА-Д – подгруппа контроля для группы наблюдения с высоким уровнем двигательной активности и преобладанием динамических нагрузок

СДА-С – подгруппа контроля для группы наблюдения с высоким уровнем двигательной активности и преобладанием статических нагрузок

ЦНС – центральная нервная система

ЧСС – частота сердечных сокращений, [уд/мин]

ЭЭГ – электроэнцефалограмма

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Для изучения физиологических механизмов регуляции двигательной активности у спортсменов наиболее перспективными являются показатели, характеризующие функциональное состояние центральной нервной системы [16, 56, 104, 125, 126]. Оптимальное функциональное состояние центральных регуляторных механизмов является необходимым условием эффективной деятельности в экстремальных условиях, к которым относится спорт высших достижений [5, 44, 103]. На воздействие экстремальных физических и психических факторов в организме формируются однотипные (неспецифические) физиологические реакции. Это способствует повышению умственной [134, 135, 139, 146] и физической работоспособности [122].

Выполнение физических упражнений связано с поступлением в центральную нервную систему сигналов о состоянии мышц, степени их сокращения или расслабления, положении тела и его частей в пространстве, поддержании позы. Вследствие этого изменяется функциональное состояние коры больших полушарий и подкорковых центров, происходит активизация процессов возбуждения и торможения, увеличивается сила и подвижность нервных процессов [35, 104, 131], формируются новые внутри- и межсистемные связи [15, 119, 121]. Развитие сложных двигательных навыков в процессе спортивного совершенствования связано с формированием достаточно сложных функциональных систем, включающих различные звенья, количество и степень вовлеченности которых зависит от типа осуществляемой деятельности [80, 148].

Компонентами психофизиологических перестроек, происходящих в процессе спортивной деятельности, являются психомоторные, когнитивные и психофизиологические функции [9, 36, 95]. По всей видимости, уровень и преобладающий характер двигательной активности будут в значительной степени определять механизмы физиологической адаптации, что должно

найти отражение в особенностях психофизиологических и когнитивных параметров и в соответствующих коррелятах биоэлектрической активности головного мозга.

Степень разработанности темы исследования. Анализ отечественных и зарубежных источников показал, что в настоящее время в литературе имеются противоречивые данные о влиянии физической нагрузки на функциональное состояние различных органов и систем. Многие исследователи полагают, что двигательная активность оказывает стимулирующий эффект на функциональное состояние организма, способствуя увеличению адаптационных резервов и повышая устойчивость к стрессорным воздействиям [43, 51, 134, 135, 139, 146]. С другой стороны, показано, что организм спортсменов функционирует в условиях максимального физиологического и психологического напряжения, что нередко приводит к нарушениям адаптационных и восстановительных процессов [10, 37, 39, 57, 73, 107]. Важно отметить, что физическая активность нередко сочетается с психоэмоциональным напряжением, повышенной тревожностью и когнитивными нагрузками, что так же сказывается на адаптационных возможностях организма.

В настоящее время в спортивной физиологии на первый план выходит оценка психофизиологических резервов, которые в значительной степени обуславливают эффективность спортивной деятельности. Таким образом, в настоящее время актуальным остается исследование психофизиологического статуса и биоэлектрической активности коры головного мозга у лиц с различным уровнем и характером двигательной активности.

Цель работы. Изучить психофизиологические характеристики и биоэлектрическую активность головного мозга у лиц с различным уровнем двигательной активности.

Задачи исследования:

1. Исследовать психофизиологические и когнитивные характеристики у лиц с различным уровнем двигательной активности.

2. Исследовать электроэнцефалографические особенности у лиц с различным уровнем двигательной активности.

3. Изучить характер биоэлектрической активности головного мозга на фоне когнитивных и физических нагрузок у лиц с различным уровнем двигательной активности.

Научная новизна. Выполнено комплексное сравнительное исследование психофизиологического статуса и биоэлектрической активности головного мозга у лиц с различным уровнем двигательной активности в покое и на фоне когнитивных и физических нагрузок.

Впервые описан ряд закономерностей, характеризующих взаимосвязи между характером и интенсивностью физической активности, психофизиологическими параметрами и паттернами биоэлектрической активности головного мозга.

Впервые показано, что у спортсменов циклических видов спорта более развита способность к концентрации внимания, выше начальный темп в теппинг-тесте. Показатели у спортсменов силовых видов спорта практически не отличаются от аналогичных показателей группы со средним уровнем двигательной активности, за исключением показателя устойчивость внимания, в группе со средним уровнем двигательной активности оно недостаточно устойчивое. Представители группы с низким уровнем двигательной активности характеризуются высокой ситуативной тревожностью, высоким уровнем нейротизма, низким уровнем начального темпа, низким показателем работоспособности. Объем и распределение внимания в группе с низким уровнем двигательной активности оказались так же достоверно ниже по сравнению с аналогичными показателями у представителей других групп.

Впервые выявлено, что увеличение уровня двигательной активности способствует формированию функциональной асимметрии альфа-2-диапазона (повышение ритма справа) и асимметрии бета-диапазона, которая проявляется в доминировании активности правой гемисферы в лобно-

центральной области, росту лабильности нервных процессов. У лиц с высоким уровнем двигательной активности выражена реакция на электроэнцефалографические функциональные пробы (открытие/закрывание глаз) со стороны медленных ритмов (тета-диапазона) в лобных отведениях.

Впервые показано, что влияние кратковременных физических нагрузок на объем и распределение внимания в значительной степени определяется исходным уровнем и характером двигательной активности. Улучшение обоих показателей регистрируется в группе с низким уровнем двигательной активности, что сопровождается снижением активности всех диапазонов электроэнцефалограммы в лобно-центральной области. В группе со средним уровнем наблюдается снижение распределения внимания, что сопровождается усилением активности всех диапазонов электроэнцефалограммы в лобной области. В группе с высоким уровнем двигательной активности статические нагрузки способствуют снижению показателей объема внимания, что сопровождается снижением альфа-2-активности в лобной области и угнетением бета- и тета-активности в лобно-центральной области, а динамические – улучшению показателей распределение внимания, что в свою очередь сопровождается усилением активности альфа-2-, и тета-диапазонов в лобной области и активацией бета-диапазона во всех отведениях.

Теоретическая и практическая значимость. Полученные результаты раскрывают целый ряд важных аспектов функционирования нервной системы, зависящих от уровня и характера двигательной активности и определяющих спектр психофизиологических и когнитивных характеристик.

В то же время, они могут послужить основой для разработки практических рекомендаций тренерским составам команд для выработки более эффективных путей подготовки спортсменов с учетом их когнитивных и психофизиологических особенностей; могут быть использованы в системе подготовки специалистов по спортивной физиологии, а также при подготовке

специалистов, деятельность которых связана с сочетанием физических и психологических нагрузок.

Результаты диссертации внедрены в учебно-тренировочный процесс на факультете физической культуры и на факультете психологии Томского государственного университета; на кафедре физической культуры Томского политехнического университета.

Методология и методы диссертационного исследования. Научные результаты диссертации опираются на широко используемые апробированные методы и методики экспериментального исследования: сбор общего и спортивного анамнеза; оценка морфо-функционального статуса; оценка психофизиологического статуса: методика «теппинг-тест», тест на тревожность Спилбергера-Ханина, личностный опросник Айзенка; тест «Цифры в фигурах», таблицы Шульте; метод электроэнцефалографии; методы математической статистики.

Степень достоверности результатов исследования. Положения и выводы диссертации основаны на анализе достаточного объема наблюдений, обследовании достаточного количества волонтеров и применении современных физиологических методов и сертифицированной аппаратуры, прошедшей метрологическую поверку. Статистическая обработка полученных результатов выполнена тщательно и корректно с применением пакета статистических программ *STATISTICA 8.0*.

Положения, выносимые на защиту:

1. Характер, уровень и периодичность физических нагрузок оказывают влияние на психоэмоциональную, нейродинамическую и когнитивную сферу человека, а именно на показатели ситуативной тревожности, уровень нейротизма, экстраверсию/интроверсию, тип нервной системы, уровень начального темпа, степень вработываемости, показатели внимания (устойчивость, концентрация, объем и распределение). Это влияние реализуется через механизмы формирования специфических паттернов биоэлектрической активности коры головного мозга

(функциональная асимметрия альфа-2 и бета-диапазоны и выраженная функциональная подвижности тета-диапазона в лобных отведениях).

2. Влияние кратковременных физических нагрузок на показатели когнитивной деятельности в большей степени сопряжены с уровнем и характером тренированности и так же находят отражение в характерных особенностях биоэлектрической активности коры головного мозга.

Апробация работы. Основные результаты диссертации обсуждены на всероссийских и международных конференциях: научной конференции с международным участием «Нейрогуморальные механизмы регуляции Висцеральных функций в норме и при патологии», посвященной 125-летию кафедры нормальной физиологии Сибирского государственного университета (Томск, 2014); Международном научном симпозиуме «Общество и непрерывное благополучие человека» (Томск, 2014); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием студентов и аспирантов «Актуальные проблемы физической культуры, спорта, туризма и рекреации» (Томск, 2014); 7-м Международном конгрессе по патофизиологии и психобиологии транспорта ионов при аномалиях и связанных с ними заболеваний (Рабат, Марокко, 2014); Межрегиональной научно-практической конференции Физическая культура и спорт на современном этапе: «Проблемы, поиски, решения» (Томск, 2014); Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти В.С. Пирусского «Физическая культура здравоохранение и образование» (Томск 2014, 2015); Международном междисциплинарном конгрессе «Нейронаука для медицины и психологии» в рамках подготовки к XXIII Съезду Российского Физиологического Общества им. И.П. Павлова (Санкт-Петербург, 2017), посвященному 100-летию создания этого общества Иваном Петровичем Павловым (Судак, Крым, 2015); Международном конгрессе «Современные проблемы системной регуляции физиологических функций» (Москва, 2015); Всероссийской научно-практической конференции с

международным участием студентов и аспирантов «Актуальные проблемы физической культуры, спорта, туризма и рекреации» (Томск, 2016).

По материалам диссертации опубликовано 19 работ, в том числе 7 статей в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (в том числе 6 статей в журналах, индексируемых Scopus), 2 статьи в научных журналах, 10 публикаций в материалах международных симпозиума и конгрессов (из них 1 международный конгресс, проходивший за рубежом), а также в сборниках материалов международных и всероссийских научных и научно-практических конференций.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации. Автором самостоятельно разработано теоретическое обоснование физиологических подходов к оценке влияния различного уровня двигательной активности на психофизиологические характеристики и биоэлектрическую активность головного мозга, определены направления исследования, формулированы цель и задачи, разработан дизайн исследования. Самостоятельно выполнены психофизиологические и физиологические исследования, проведена статистическая обработка результатов, их научный анализ и обсуждение, сформулированы положения, выносимые на защиту, выводы и заключение.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 140 страницах машинописного текста и состоит из введения, списка сокращений, четырех глав: «Теоретические аспекты адаптации организма к различным уровням двигательной активности», «Методы и организация исследования», «Результаты исследования», «Обсуждение результатов», заключения, списка литературы и приложений. Библиография включает 151 ссылку, в том числе 110 отечественных авторов, 41 – зарубежных. Работа иллюстрирована 22 рисунками и 32 таблицами.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА К РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЯМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

1.1 Физиология двигательной активности

Двигательная активность (ДА) – это естественная потребность человека в движении, которая включает в себя сумму всех движений выполняемых человеком в процессе жизнедеятельности. В результате удовлетворения потребности человека в движении происходит его всестороннее развитие, а так же взаимодействие с внешней средой [64,68]. В настоящее время в оценке недельной ДА используют общепринятый критерий ее продолжительности (в часах). Согласно государственным требованиям к уровню физической подготовленности населения [67] выделяют следующие уровни ДА для возрастной группы от 18 до 24 лет:

- высокий (более 9 часов в неделю);
- средний (в среднем 9 часов в неделю);
- низкий (менее 9 часов в неделю).

Так, для людей, имеющих высокий уровень ДА, характерна высокая подвижность, высокий уровень развития физических качеств, богатый двигательный опыт, что позволяет им обогащать свою самостоятельную двигательную деятельность. Люди со средним уровнем имеют средние или высокие показатели физической подготовленности и характеризуются разнообразием самостоятельной двигательной деятельности. У малоподвижных людей наблюдается низкий уровень развития физических качеств относительно половозрастных нормативов и общая пассивность.

В основе двигательной деятельности лежат процессы координации движений, которые осуществляются в результате сложного взаимодействия различных отделов центральной нервной системы (ЦНС), в том числе с включением высших форм деятельности головного мозга. Это взаимодействие реализуется на основе как врожденных, так и выработанных

связей, с участием многих рецепторных систем. Сущностью координации движений является такая пространственная и временная организация процессов возбуждения в мышечном аппарате, которая обеспечивает выполнение двигательной задачи [45].

В практической деятельности человек вступает во взаимодействие с предметами внешнего мира (например, с различными инструментами, перемещаемыми грузами и т.д.), и ему приходится преодолевать силы тяжести, трения, инерции и упругости, возникающие в процессе этого взаимодействия. Эти не мышечные силы вмешиваются в процесс движения и делают необходимым непрерывное согласование деятельности мышечного аппарата. Также необходимо учитывать изменение моментов мышечных сил по ходу движения и нейтрализовать действие непредвиденных помех, которые могут возникать во внешней среде [30].

В каждом движении используются лишь некоторые из степеней свободы, но ЦНС должна постоянно контролировать (или ограничивать) все остальные для обеспечения устойчивости. Координация новых, непривычных движений имеет характерные черты, отличающие ее от координации тех же движений, но после обучения [98]. Таким образом, обилие степеней свободы в опорно-двигательном аппарате, влияние сил тяжести и инерции осложняют выполнение любой двигательной задачи, что сказывается на результате движения. Так, на первых этапах обучения двигательный аппарат справляется с этими трудностями, нейтрализуя помехи путем развития дополнительных мышечных напряжений. Мышечный аппарат жестко фиксирует суставы, которые не участвуют в движении, и активно тормозит инерцию быстрых движений. Такой путь преодоления помех энергетически невыгоден и утомителен, так как использование обратных связей еще несовершенно. При этом коррекционные посылки, возникающие на их основе, несоразмерны и вызывают необходимость новых коррекций [20].

По мере обучения вырабатывается такая структура двигательного акта, при которой не мышечные силы включаются в его динамику и становятся

составной частью движения. При этом излишние мышечные напряжения устраняются, а движение становится более помехоустойчивым, плавным, точным и непринужденным, что приводит к экономизации мышечной деятельности. Постепенно навык становится устойчивым. Хорошо отработанный навык переходит в автоматизм, т.е. осуществляется включением в деятельность минимального количества нервных элементов и эффекторов. Такие автоматизированные навыки являются наиболее экономными. В процессе этого обучения обратные связи используются не только для коррекции движения по его ходу, но и для коррекции программы следующего движения на основе ошибок предыдущего [72].

Таким образом, в управлении движениями можно выделить два основных механизма. С одной стороны, при осуществлении любого движения в ЦНС на основе врожденных связей и связей, выработанных в процессе предыдущего двигательного опыта, формируется некоторая пространственно-временная структура возбуждения мышц, соответствующая данной двигательной задаче и исходному положению двигательного аппарата (программа действия). С другой стороны, важнейшим компонентом управления движениями является внесение по его ходу коррекций в первоначальную структуру мышечного возбуждения (коррекция на основе обратных связей). Относительная роль программ и обратных связей в разных движениях может быть неодинаковой. Так, быстрые движения осуществляются преимущественно на основе программы, медленные, особенно точные – с использованием обратных связей. При обучении новым движениям по мере выработки навыка роль программы возрастает [45]. А как следствие выполнение какой-либо двигательной деятельности человека связано с четким представлением о цели, задачах и ожидаемом результате этого действия, которое необходимо достигнуть.

Теория функциональных систем, предложенная П.К. Анохиным (1975), позволяет найти объяснения механизмов саморегуляции физиологических процессов и структуры поведенческих реакций организма. В соответствии с

этой теорией любой целенаправленной деятельности предшествует принятие решения путем «афферентного синтеза» (анализ и синтез афферентной информации). Афферентная информация имеет четыре источника:

- биологическая мотивация или инстинктивные потребности (пищевые, половые, оборонительные и пр.);
- обстановочная афферентация (условия окружающей среды);
- пусковая афферентация (непосредственный стимул для реакции);
- память (информация, возникающая в результате жизненного опыта).

Афферентный синтез заканчивается формированием программы действия, которая состоит из следующих элементов:

- эфферентная программа действия (определенная последовательность набора нервных команд, поступающих на исполнительные органы-эффекторы (например, скелетные мышцы, железы и другие внутренние органы));

- акцептор результата действия (нейронная модель предполагаемого результата, к которому должно привести данное действие).

Осуществление программы действия приводит к результату, который оценивается организмом с помощью обратной афферентации (обратной связи). Это звено замыкает сложную разомкнутую рефлекторную дугу в кольцо. Информация о реально полученном результате сравнивается с прогнозом, закодированным в акцепторе результата действия. В случае если полученный результат соответствует ожидаемому, данная «функциональная система» прекращает свое существование, так как цель, стоявшая перед организмом, достигнута [4, 98]. Таким образом, «функциональная система» представляет собой временное объединение различных элементов нервной системы (от рецепторов до органов-эффекторов), возникшее для выполнения конкретной задачи (рисунок 1).

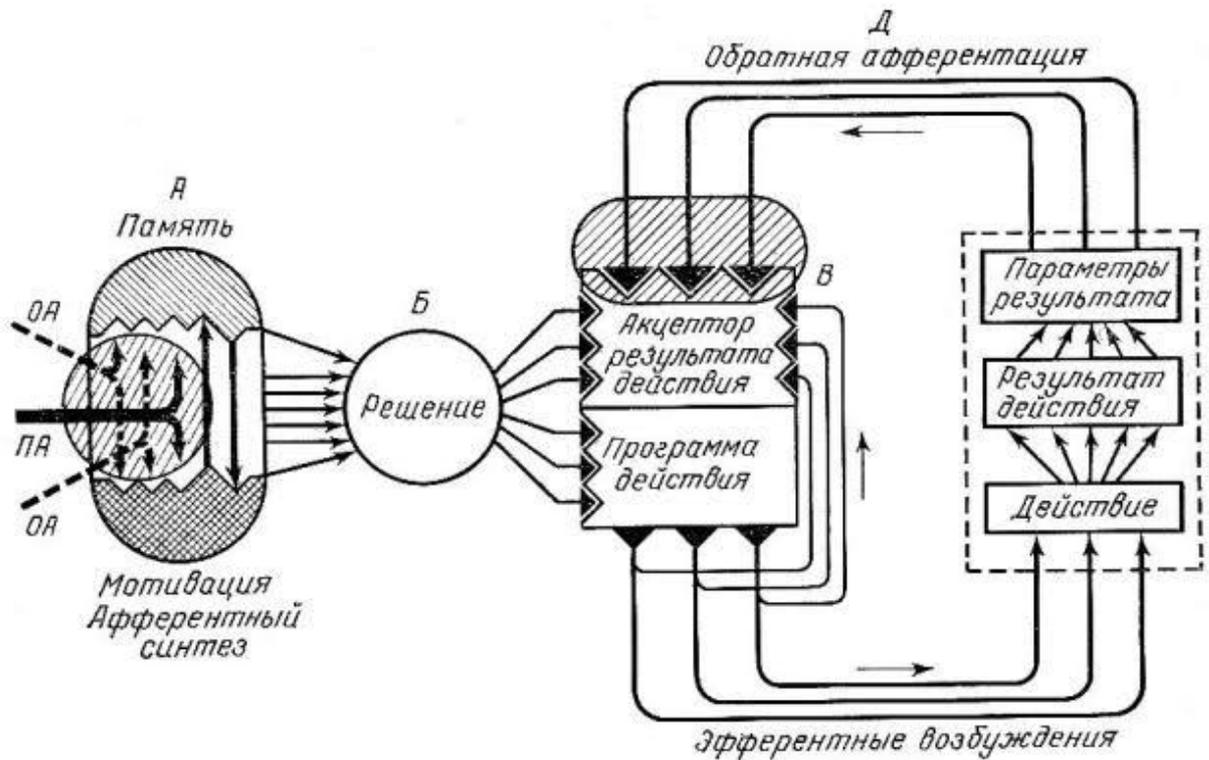


Рисунок 1 – Общая архитектура функциональной системы [4]

Примечание – ОА – обстановочная афферентация; ПА – пусковая афферентация.

Одним из важнейших факторов быстрого и правильного овладения техникой движений является когнитивно-психологический ресурс человека, так как большинство движений являются следствием реализации генерируемых в головном мозге мыслей – процесса, который называют *когнитивным контролем* ДА. Когнитивный контроль подсознательно определяет какой комплекс движений будет полезен для достижения сложной цели [86]. Выполнение физических упражнений непрерывно связано с поступлением в ЦНС сигналов о функциональном состоянии мышц, степени их сокращения или расслабления, положении тела и его частей в пространстве, поддержании позы. Вследствие этого изменяется функциональное состояние коры больших полушарий и подкорковых центров, активизируются и балансируются процессы возбуждения и торможения, увеличивается сила и подвижность нервных процессов [35, 104, 131]. Это способствует повышению умственной, интеллектуальной, физической и психической работоспособности [122]. Благодаря ДА в ЦНС

значительно увеличиваются поверхности синоптических контактов нейронов, возникают синоптические функциональные перестройки, которые облегчают проведение возбуждения, что особенно важно при умственной деятельности [45, 134, 135, 139, 146].

Еще И.П. Павлов отмечал, что двигательная деятельность приносит человеку «мышечную радость». Во время движений ЦНС перерабатывает большой объем информации, связанный с проприоцептивной афферентацией от мышц, а функциональное состояние всех отделов ЦНС повышается [69]. Происходит активизация деятельности гипоталамо-гипофизарной системы за счет корковых посылок и рефлекторных влияний с периферии. Повышается жизненный тонус организма за счет увеличения его функциональных резервов. Возрастают устойчивость к стрессорным факторам, физическая и психическая работоспособность. Повышается частота усвоения ритма раздражений, усиливается выраженность альфа-ритма в состоянии покоя. Благодаря ДА снижается тревожность, подавляется чувство страха, боли и голода [73].

Однако выраженность этих эффектов зависит как от уровня ДА, так и от специфики спортивной деятельности, уровня спортивного мастерства [91, 105, 106]. Установлено, что уровень тренированности и индивидуальные особенности человека определяют выраженность ответной реакции организма на физическую нагрузку. В процессе долговременной тренировки происходит приспособление структуры и динамических характеристик функциональных систем, что выражается в адаптации [13, 52, 62, 78].

Активное поведение людей, занимающихся спортом, нередко направлено на достижение высоких целей, в результате чего организм изнашивается, истощается, что приводит к срыву адаптации, то есть нарушению работы всех систем организма [8, 77]. В литературе имеются данные о том, что ежедневные продолжительные тренировочные занятия не всегда оказывают на организм спортсмена положительный эффект. Функционирование почти всех систем организма у спортсменов

осуществляется в зоне физиологических и психических пределов здорового человека, что нередко приводит к нарушениям когнитивных функций, адаптационных и восстановительных процессов в организме [10,37, 39, 57, 73].

Г. Селье в 1936 году описал три последовательные фазы (стадии) развития стрессовой реакции (рисунок 2):

– фаза напряжения, которая начинается с момента первичной реакции и заканчивается, когда включается готовая программа регулирования гомеостаза, вызывающая гипермобилизацию и проявляющаяся гиперреагированием;

– фаза стабилизации (или адаптации):

а) фаза первичной стабилизации, которая начинается с момента полной реализации программы первичного регулирования, вызывающей постепенное ступенчатое или волнообразное уменьшение отклонений функций от базовых показателей;

б) фаза стабилизации регулируемых параметров, когда показатели напряжения возвращаются к своим исходным значениям;

– фаза истощения [85].



Рисунок 2 – Фазы развития стрессовой реакции [85]

Как справедливо отмечает Ф.З. Меерсон (1988), важен не только результат адаптации, а само существо процесса, которое развивается под влиянием факторов среды в организме и «приводит к реализации адаптационных достижений» [62]. Согласно И.В. Давыдовскому (1962), адаптация имеет свою «цену» [22], так как активация синтеза белков, составляющих ее основу, ведет к значительным тратам структурных резервов организма и может привести к их истощению [62]. В результате этого возникает «дезадаптация» – состояние, которое характеризуется недостаточным диапазоном приспособления организма даже в адекватных условиях среды. Это состояние приводит к снижению иммунитета и устойчивости к повреждающим факторам, негативно влияет на функциональное состояние, адаптивный статус организма и профессиональную деятельность, в результате чего возникает угроза развития патологического состояния организма [1]. Г.А. Севрюковой (2012) было выявлено, что на фоне эмоционального напряжения и интенсивной умственной деятельности увеличивается состояние тревоги и психоэмоционального напряжения, которые могут привести к стрессу, снижению интеллектуальных способностей, соматическим и нервно-психическим расстройствам [84]. Таким образом, психоэмоциональное напряжение может быть, с одной стороны, звеном мобилизации резервных возможностей организма, а с другой – патогенетическим звеном развития психосоматической патологии (например, пограничная артериальная гипертония, неврозы, кардионеврозы, вегетососудистые дистонии и т.д.) [49]. В работе С.Г. Кривошекова (1998) продемонстрирован пример подобной цепи событий, автор утверждает, что при многократных воспроизведениях циклов «адаптация-дезадаптация» могут наблюдаться повышенная тревожность, пограничные сдвиги гормонального статуса, нарушение баланса вегетативной регуляции, снижение физической и умственной работоспособности [48]. Таким образом, изменения, которые возникают в организме во время тренировки, не сводятся только к совершенствованию

навыков, то есть к перестройке и улучшению условно-рефлекторной деятельности, а захватывают все уровни и системы организма [75].

В результате всего выше изложенного важно отметить, что для оценки функционального состояния человека требуется интегральная оценка многих функций организма. По мнению ряда авторов, электрическая активность мозга является нейрофизиологической результирующей процессов адаптации и дезадаптации [11, 104], которая при выполнении физических нагрузок может изменять свою функциональную активность [73].

1.2 Методы исследования функционального состояния нервной системы

В настоящее время имеются данные о том, что регулярные занятия физическими упражнениями вызывают перестройку всех функциональных систем организма. Вследствие чего они могут оказывать как благоприятное влияние на функционирование различных органов и систем организма [43, 51, 134, 135, 139, 146], так и иметь отрицательный эффект [10, 37, 39, 73, 107]. У людей, занимающихся различными видами ДА, для изучения физиологических механизмов регуляции организма, наиболее интересными являются показатели, характеризующие функциональное состояние ЦНС, так как ведущая роль в перестройке организма под влиянием двигательной активности принадлежит ЦНС, а именно высшему ее отделу – коре больших полушарий [23].

Функциональное состояние ЦНС – это общий уровень активности нервной системы в определенный момент времени, от которого зависят границы возможностей ее жизнедеятельности. Функциональное состояние проявляется в виде так называемого уровня бодрствования организма, который, в свою очередь, определяет интенсивность (активность, скорость, «насыщенность») поведения человека. Наиболее эффективная деятельность организма наблюдается при так называемом оптимальном функциональном

состоянии, соответствующему не слишком низкому и не слишком высокому уровню активации ЦНС (например, активный уровень бодрствования) [40].

На сегодняшний день одним из перспективных методов изучения функционального состояния головного мозга у людей с различным уровнем ДА, индивидуальными особенностями формирования двигательных навыков, психологических и когнитивных функций – является неинвазивный и безопасный метод *электроэнцефалография* [41, 114, 125, 124, 130, 147]. Электрическим явлениям в коре больших полушарий головного мозга свойственна постоянная электрическая активность, являющаяся результатом генерации синаптических потенциалов и импульсных разрядов в отдельных нейронах. Генерация в коре электрических колебаний была обнаружена Р. Катонном в Англии и А. Данилевским в России (1875). Возможность регистрации биопотенциалов непосредственно от поверхности головы животных была показана В. Правдич-Неминским (1925). Г. Бергер (1929) зарегистрировал электрическую активность с поверхности головы человека – электроэнцефалограмму (ЭЭГ) [3, 72].

ЭЭГ отражает суммарную электрическую активность многих миллионов нейронов, представленной преимущественно потенциалами дендритов и тел нервных клеток: возбуждательными и тормозными постсинаптическими потенциалами и частично потенциалами действия аксонов и тел нейронов [14, 81, 138, 140].

Метод электроэнцефалографии позволяет оценить качественные и количественные параметры основных ритмов ЭЭГ получаемых при регистрации (рисунок 3):

- альфа-диапазон (α);
- бета-диапазон (β);
- тета-диапазон (θ).

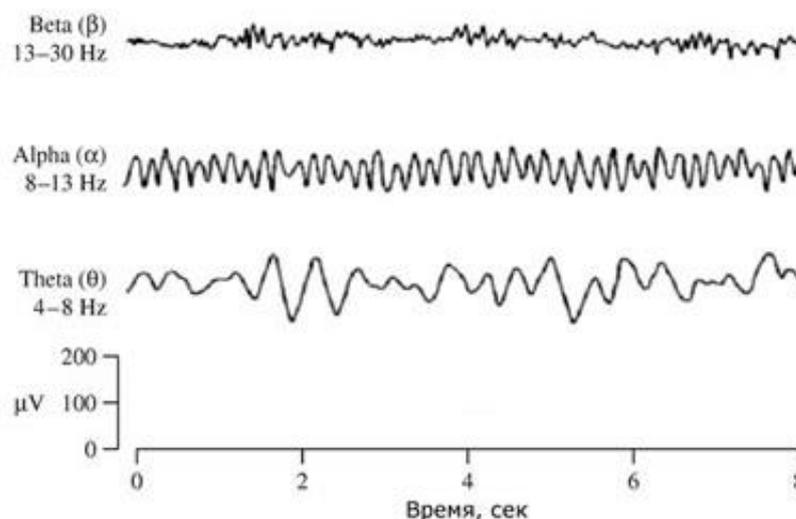


Рисунок 3 – Основные ритмы, регистрируемые при проведении электроэнцефалографии
Примечание – Beta – бета-диапазон; Alpha – альфа-диапазон; Theta – тета-диапазон; Hz – Гц, μV – мкВ.

Однако выраженность этих диапазонов будет зависеть от активности разных областей и структур головного мозга. Например, быстрые волны (бета-, альфа-) генерируются в более поверхностных структурах головного мозга, а более медленные (тета-, дельта-) – в глубоких. При этом характер их взаимодействия может изменяться в различных ситуациях (например, в условиях экзаменационного стресса [97, 133, 141, 149] или в ходе спортивной деятельности [51, 104, 114, 125, 147]). Известно, что кора принимает участие в модуляции всех корковых ритмов. Так, уменьшение мощности альфа- (альфа-1, альфа-2 и альфа-3) и тета-ритмов свидетельствует о неспецифическом росте активации ЦНС, а уменьшение мощности бета-ритма – о торможении ЦНС [33, 93, 113, 120]. Исследование ритмических составляющих ЭЭГ и их пространственно-временных отношений позволяет производить анализ центральных механизмов функциональных взаимодействий, которые складываются на системном уровне в процессе выполнения физических упражнений [28, 56, 97, 104, 114, 125, 147].

Альфа-ритм – это ритмические синусоидальные колебания, модулированные веретенообразно, частотой 8-13 Гц и амплитудой

до 100 мкВ (рисунок 3) [104]. Этот ритм ассоциируется с уменьшенной активацией головного мозга и является доминирующим ритмом покоя у бодрствующего человека, поэтому лучше выражен при закрытых глазах обследуемого. Из-за особой пространственной организации альфа-ритм всегда привлекал внимание исследователей [76]. В настоящее время альфа-ритм разделяют на поддиапазоны:

- альфа-1 (7,7-8,9 Гц) – низкочастотный ритм выражен в теменно-затылочных отделах головного мозга, подавляется при открывании глаз, связан с интегративной деятельностью головного мозга [80];

- альфа-2 (9,3-10,5 Гц) – среднечастотный ритм представлен в затылочных областях и подавляется при зрительной стимуляции;

- альфа-3 (10,9-12,5 Гц) – высокочастотный ритм связан с интегративной деятельностью головного мозга [80].

Кроме классического альфа-ритма выделяют височный альфа-подобный *тау-ритм*, который десинхронизуется при слуховой стимуляции и не реагирует на открывание глаз. В настоящее время исследуется его участие в анализе звуковой и речевой информации [151].

Мю-ритм (7-11 Гц) представляет собой аркообразные волны, регистрируемые в состоянии бодрствования в районе центральной борозды головного мозга. Десинхронизация этого ритма отмечается при планировании и выполнении движений. Предполагается, что функциональный смысл «мю-ритма» заключается в передаче информации от аудиальной и визуальной коры в соматосенсорную для планирования и выполнения действия. В отличие от альфа-ритма он активизируется во время психической нагрузки и напряжения [144].

Лобная альфа-активность обозначается, как *каппа-ритм* (8-12 Гц). В настоящее время нет единого мнения относительно мозгового происхождения данного ритма, а критерии, позволяющие разделить каппа- и альфа-ритм, неизвестны. Отмечено, что фронтальная каппа-активность по

функциональным, нейрохимическим и иным показателям является независимой активностью в альфа-полосе [136].

Бета-ритм – это ритм ЭЭГ с частотой 14-40 Гц и амплитудой до 25 мкВ (рисунок 3). Выделяют низкочастотную (бета-1, 13-25 Гц) и высокочастотную (бета-2, 25-40 Гц) компоненты ритма [24]. Бета-активность наблюдается в лобных отделах головного мозга (область центральных и лобных извилин) и на стыках веретен альфа-ритма [81]. Ритм симметричен по амплитуде справа и слева, имеет аperiodичную и асинхронную форму. При десинхронизации преобладает высокочастотная компонента ритма (бета-2) [100].

Тета-ритм – это ритм ЭЭГ с частотой 4-8 Гц, амплитудой 20-60 мкВ и периодом колебаний – 150-250 мс (рисунок 3). В состоянии бодрствования тета-ритм представлен в виде отдельных колебаний или небольших групп волн. Данный ритм определяется как ритм напряжения или стресс-ритм [82]. Несмотря на недостаточность сведений о функциональном значении тета-ритма, есть основания связывать его с процессами снижения торможения. Стоит отметить, особую связь ритма с процессом запоминания, так как одной из структур его генерирующих, является гиппокамп, участвующий в процессе формирования следов долговременной памяти. В гиппокампе тета-ритм имеет максимальную амплитуду и выраженность [54, 143].

Дельта-ритм представляет собой самые медленные волны мозговой активности с частотой колебания от 0,5 до 3,5 Гц и амплитудой 50-500 мкВ [41, 113, 120]. Период этих колебаний составляет от 250 мс до двух секунд [41]. Дельта-диапазон отражает физиологическое снижение уровня активации головного мозга, характерного для засыпающего человека.

Таким образом, на ЭЭГ здорового человека присутствуют альфа-, бета-, дельта- и тета-ритмы, которые отражают определенные виды активности основных отделов коры головного мозга и имеют различные характеристики [81,138, 140]. Определяются эти характеристики ЭЭГ с помощью визуальной оценки и с применением методов математической обработки. Так для

детальной расшифровки и анализа ЭЭГ имеет значение фильтрация и подавление помех и артефактов, а на ЭЭГ выявляется пароксизмальная активность, наличие острых волн, пиков испайк-волн. Выявляется основной, преобладающий ритм биоэлектрической активности (у большинства здоровых взрослых людей и подростков – это альфа-ритм). Изучается симметричность электрических потенциалов нервных клеток, регистрируемых с левого и правого полушарий головного мозга. Анализируются имеющиеся на ЭЭГ патологические ритмы, например (дельта-ритм у взрослых в состоянии бодрствования), проверяется регулярность биоэлектрической активности, амплитуда ритмов. Формируется заключение ЭЭГ [38, 113, 120].

Таким образом, по данным разных авторов спортивная деятельность, состояния тревожности, напряженности и стресса, безусловно, находят свое отражение в изменении спектральных характеристик основных ритмов ЭЭГ [80, 126, 133, 141, 147, 149]. Мы предполагаем, что различные уровни двигательной активности найдут свое отражение в спектральных показателях (например, средняя амплитуда и мощности спектров) основных ритмов ЭЭГ.

1.3 Функциональная активность головного мозга на фоне физических и когнитивных нагрузок

По результатам анализа многочисленных исследований [5, 9, 35, 36, 47, 56, 63, 104, 111, 112, 126, 131, 133, 141, 147, 149] можно сделать вывод о том, что ДА влияет на амплитудно-частотные показатели биоэлектрической активности головного мозга в состоянии спокойного и активного бодрствования и отражается на психофизиологических и когнитивных способностях человека. Так, ряд авторов утверждает, что взрослые, ведущие активный образ жизни, с большей вероятностью улучшали свой когнитивный статус с течением времени, в отличие от сверстников, ведущих малоподвижный образ жизни [134, 135, 139, 146]. Существуют сведения о

том, что у лиц с высокой умственной активностью слабо выражены медленные (дельта- и тета-) ритмы [79]. Для лиц с выраженным высокочастотным альфа-ритмом характерны высокие скоростные показатели реакции выбора при принятии решений [27, 70, 109]. Э.А. Голубева (1974) с соавторами в своих исследованиях пришли к выводу, что для лиц со слабой нервной системой в электрической активности мозга характерно преобладание дельта- и тета-частот, а для лабильных личностей – высокий уровень суммарной мощности частот ритмов бета-1 и бета-2 [17].

Анализ литературных данных свидетельствует о специфичности отражения различных эмоций в мощности альфа-ритма:

- подавление при «страхе» и «горе»;
- возрастание при «радости» и «гневе» [46].

В некоторых исследованиях показано, что на ранних этапах эмоциональной реакции более выраженная альфа-десинхронизация обнаружена при восприятии негативной информации по сравнению с нейтральной [115], негативная информация легче привлекает внимание [142] и запоминается [129]. М.Д. Спиридонова (2013) в своих исследованиях обнаружила, что альфа-ритм подавляется при эмоциональных переживаниях, а его смена на тета-ритм отражает развитие стрессовой реакции [93]. С.Е. Скоринова и Е.И. Щербанова (1988), показали, что при развитии у человека отрицательных эмоций доля тета-частот заметно снижается [110]. М.П. Иванова (1980) в своих исследованиях связывает более выраженные дельта- и тета-волны в фоновой ритмике ЭЭГ у спортсменов высокого класса, продолжающих активно выступать на соревнованиях с постепенным накоплением утомления и развитием перетренированности [31]. Исследования, проведенные Г.Г. Князевым (2009), показали, что в ситуации моделирования тревоги спектральная мощность альфа-ритма увеличивалась у высокотревожных испытуемых в большей степени, чем у низкотревожных. Такое увеличение было связано с альфа-2компонентом, отражающим процессы неспецифического внимания [42].

По мнению М.С. Головина (2016), головной мозг человека способен следовать навязываемым ритмам, что отражается в изменении функционального состояния организма. В подтверждение этому ученые приводят экспериментальные данные о том, что после однократного сеанса аудиовизуальной стимуляции снижается мощность тета-ритма, сила реакции десинхронизации альфа-ритма ослабевает, реакции активации альфа-2 ритма увеличивается. В то время как после 20-22 сеансов аудиовизуальной стимуляции мощности тета-ритма и альфа-1 поддиапазона увеличиваются, а в ответ на пробу с открыванием глаз супрессия мощности альфа-ритма усиливается [16].

Состояние спокойного бодрствования отличается от активного бодрствования более низким уровнем активации (в т.ч. структур ЦНС). При этом с ростом уровня активации ЦНС происходит повышение частоты и снижение амплитуды и регулярности волн ЭЭГ [3, 94]. В исследованиях Т.В.Поповой (2006) показано, что для спортсменов характерна более выраженная альфа-активность и более высокая амплитуда высокочастотного и низкочастотного бета-ритма в покое, тогда как у не занимающихся спортом – более выражены тета-волны [73]. Однако Л.П. Черапкина (2011) указывает на недостаточную относительную мощность биоэлектрической активности мозга в альфа-диапазоне у спортсменов, объясняя это усилением мозговой активности [104].

Состояние активного бодрствования. Изменение уровня бодрствования протекает, как правило, на фоне перестройки ритмической активности мозга, затрагивающей практически все частотные характеристики ритмов ЭЭГ. В своих работах И.А. Шестова и Н.А. Фонсова (1989), изучая показатели ЭЭГ в динамике бодрствования пришли к выводу, что сдвигу функционального состояния головного мозга в сторону возбуждения соответствует не только амплитудные характеристики альфа-активности, но и повышение частоты доминирующих колебаний альфа-ритма [108]. Аналогичные результаты были зафиксированы и в работе Д.Б. Линдсней

(1960), который доказал прямую взаимосвязь активации с возрастанием частоты альфа-колебаний [60].

Некоторые авторы трактуют усиление в условиях когнитивных нагрузок медленно волновой активности в ЭЭГ лобных областей как отражение развития в них некоего лимитирующего процесса, устраняющего эндогенные и экзогенные факторы, не имеющие прямого отношения к реализуемой деятельности [127, 150]. Однако существуют и противоположные мнения о том, что в состоянии активного бодрствования (в условиях интеллектуальной деятельности, при выполнении корректурной пробы, зрительном слежении, в процессе решения вербальных и невербальных тестовых заданий) происходит снижение амплитуды и мощности альфа-частот [7, 26, 110, 127, 132]. Исследование направленности внимания, а именно внешнего (к сенсорным стимулам) и внутреннего (к процессу обработки информации, например, при счете в уме или воображении), показало, что внимание к сенсорным характеристикам стимула сопровождается снижением альфа-мощности, внимание к внутренним репрезентациям отражается в повышении альфа-мощности [145].

Несмотря на то, что вопрос об изменении бета-ритма при повышении уровня бодрствования является наиболее сложным и наименее изученным, G. Dolce, H. Waldeier (1974) пришли к выводу о том, что повышение уровня активации мозга при решении арифметических задач, при чтении текста и просто при открывании глаз связано с ростом мощности бета-частот [127].

По результатам наблюдений многих авторов имеют место изменения в спектре ЭЭГ при переходе от состояния покоя к активному бодрствованию, которые приводят к увеличению мощности тета-диапазона [7, 26, 55, 83, 110, 117, 118, 127, 128, 137]. Так, В.Н.Кирой (1990) изучая изменения спектральных характеристик ритмов ЭЭГ, связанному с интеллектуальной деятельностью, выявил, что в этих условиях относительная мощность тета-частот преимущественно возрастает [40]. Ряд авторов рассматривают

медленную активность тета-диапазона ЭЭГ как показатель нервно-эмоционального напряжения, называя его ритмом напряжения [21, 92, 99].

Учеными доказано, что управляющая деятельность мозга является важнейшим аспектом формирования и реализации целенаправленных двигательных действий [29, 34]. Изучению изменений функционального состояния ЦНС и нервно-мышечного аппарата при выполнении циклических и ациклических упражнений в настоящее время посвящено немалое количество работ [2, 6, 9, 18, 19, 29, 91, 105, 106, 131]. Напряженная мышечная деятельность сопровождается развитием гипоксии, которое отражается на адаптационных механизмах организма спортсмена. Н.Г Балиоз (2013) исследуя психофизиологические механизмы адаптации, выявили, что перестройка паттернов дыхания в результате тренировки моделируют чувствительность мозговых структур к гипоксии. При этом авторы отмечают выраженную отрицательную корреляционную связь между выносливостью и мощностью альфа-ритма [9]. Показано, что физические нагрузки совершенствует функционирование головного мозга и нервно-мышечного аппарата, благодаря чему человек способен совершенствовать физические качества, улучшать координацию движений, осваивать сложные двигательные навыки и совершенствовать технику выполнения упражнения [89, 90, 112].

ДА приводит к улучшению двигательной координации и когнитивных способностей, так как в процессе обучения физическими упражнениями на уровне ЦНС происходит образование сложных нервно-мышечных актов, при которых в коре головного мозга осуществляется формирование новых временных связей [71, 88]. Благодаря обучению значительно повышается выживаемость новых нейрональных связей, которые ежедневно возникают в гиппокампе. Гиппокамп, особенно чувствителен к физическим нагрузкам, участвуя в обучении и памяти, а физические упражнения тормозят его старение. ДА способствует улучшению состояния при многих

нейродегенеративных заболеваниях за счет активации множества молекулярных механизмов [134].

Изучение механизмов функционирования головного мозга представляют собой актуальное направление. Так, например, проблема связи психофизиологических и когнитивных особенностей, функционального состояния коры головного мозга и подкорковых структур с особенностями уровня ДА человека на сегодняшний день остается недостаточно изученной.

ГЛАВА 2. МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Объект исследования

В наблюдении участвовали студенты гуманитарных факультетов Томского государственного университета в возрасте от 17 до 20 лет (N=80, мужчины). Все испытуемые были разделены на четыре однородные группы (таблица 1), различающиеся по уровню ДА (рисунок 4, таблица 2) [67]. Критерии включения и исключения представлены в таблице 3.

Таблица 1 – Характеристика групп наблюдения, $\bar{X} \pm \delta$

Показатель	Группа наблюдения			
	НДА	СДА	ВДА-Д	ВДА-С
Объем группы, чел.	20	20	20	20
Возраст, год	18,9±1,4	19,4±1,2	18,7±0,7	19,2±0,9
Рост, см	177,0±4,5	181,2±5,2	180,2±5,7	178,4±4,1
Масса тела, кг	68,9±3,1	75,4±3,7	70,2±6,9	81,7±8,2
САД, мм рт. ст.	126,4±2,1	122,3±4,3	117,4±5,1	119,6±4,1
ДАД, мм рт. ст.	76,8±3,5	78,3±2,8	70,9±5,8	72,6±4,3
ЧСС, уд./мин.	68,7±3,2	65,4±4,2	58,8±3,6	60,2±5,2

Примечание – САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; ЧСС – частота сердечных сокращений; НДА – низкий уровень двигательной активности; СДА – средний уровень двигательной активности; ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок; ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок.

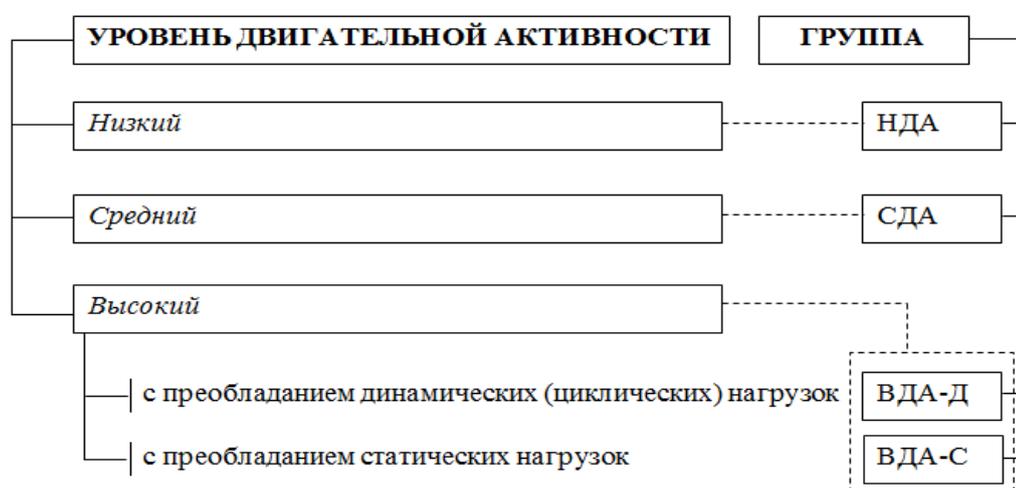


Рисунок 4 – Группы наблюдения по уровню двигательной активности

Таблица 2 – Сравнительная характеристика групп наблюдения по уровню двигательной активности

Критерий двигательной активности	Группа наблюдения		
	<i>НДА</i> пассивный	<i>СДА</i> активный	<i>ВДА</i> <i>ВДА-Д</i> <i>ВДА-С</i> активный
Образ жизни*			
Посещение учебных занятий по дисциплине «Физическая культура», количество раз в неделю	2	2	нет
Посещение тренировочных занятий в рамках курса спортивного совершенствования, количество раз в неделю	нет	нет	4
Дополнительное посещение фитнес-центров, количество раз в неделю	нет	2	нет
Длительность учебно-тренировочного занятия (дополнительного занятия в фитнес-центре), академический час	2	2 (1)	2
Предельная интенсивность учебно-тренировочных занятий, % от максимальной ЧСС	менее 60	60-80	более 80
Средняя интенсивность недельной двигательной активности, МЕТ	1-3	4-6	более 7
Уровень двигательной активности	<i>низкий</i>	<i>средний</i>	<i>высокий</i>
<i>Примечание – * – по данным анкетирования, НДА – низкий уровень двигательной активности; СДА – средний уровень двигательной активности; ВДА – высокий уровень двигательной активности; ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок; ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок; ЧСС – частота сердечных сокращений; МЕТ – метаболическая единица.</i>			

Таблица 3 – Критерии включения и исключения

Критерий	Критерий включения	Критерий исключения
Информированное согласие	наличие	отсутствие
Возраст	соответствие	не соответствие
Группа здоровья	основная, подготовительная	специальная медицинская, лечебная
Посещение учебно-тренировочных занятий	регулярное	не регулярное
Ведущая рука	правая	левая
Документальное подтверждение достигнутой спортивной квалификации*	наличие	отсутствие
<i>Примечание – * – для групп с высокой двигательной активностью.</i>		

Группу с *низким уровнем двигательной активности* (НДА) составили студенты, посещающие только занятия по дисциплине «Физическая культура» (технология общей физической подготовки) два раза в неделю по два часа (68 часов в семестр). Для представителей этой группы характерна легкая интенсивность физических нагрузок в течение недели (ЧСС не более 60% от максимальной), что соответствует 1-3 МЕТ. МЕТ (*Metabolic Equivalent of Task*) – это метаболическая единица, отражающая метаболический эквивалент нагрузки, которая представляет собой отношение интенсивности метаболических процессов у среднего человека, сидящего в состоянии покоя к интенсивности метаболизма определенного человека, выполняющего некоторую работу. Так, за одну метаболическую единицу (1 МЕТ) принято брать средний уровень потребления кислорода в состоянии покоя, равный 3,5 мл/мин на 1 кг веса.

Группу со *средним уровнем двигательной активности* (СДА) составили студенты, ведущие активный образ жизни и посещающие как занятия по дисциплине «Физическая культура» (технология общей физической подготовки), так и различные фитнес-центры с оздоровительной целью дважды в неделю (длительность одного дополнительного занятия – 1 академический час). Для представителей этой группы характерна умеренная интенсивность физических нагрузок в течение недели (ЧСС в пределах 60-80% от максимальной), что соответствует 4-6 МЕТ.

Группу с *высоким уровнем двигательной активности с преобладанием динамических (циклических) нагрузок* (ВДА-Д) составили студенты, ведущие активный образ жизни и посещающие курс спортивного совершенствования по легкой атлетике (бег на средние дистанции – от 800 до 3 000 м) минимум четыре раза в неделю. Группу с *высоким уровнем двигательной активности с преобладанием нагрузок статического характера* (ВДА-С) составили студенты, ведущие активный образ жизни и посещающие курс спортивного совершенствования по пауэрлифтингу минимум четыре раза в неделю. Все представители групп ВДА-Д и ВДА-С имели спортивный разряд не ниже

первого взрослого, а предельная интенсивность тренировочных занятий в течение недели была высокой (ЧСС более 80% от максимальной) – более 7 МЕТ.

2.2 Организация исследования

Исследование было проведено на базе лаборатории функциональной диагностики факультета физической культуры Томского государственного университета. Краткий дизайн исследования представлен на рисунке 5 (в основу был положен экспериментальный дизайн исследования).

Подготовительный (организационный) этап. На организационном этапе был проведен анализ научной и научно-методической литературы за последние 5-10 лет с последующим выявлением актуальных проблем, определением цели и задач исследования, составлением краткого и развернутого дизайна исследования. Выборку испытуемых составили студенты Томского государственного университета (подробнее в разделе 2.1 «Объект исследования»). Для формирования однородных групп наблюдения было проведено входное анкетирование. Для дальнейшего участия в наблюдении все испытуемые были ознакомлены с полным содержанием исследования и дали свое добровольное информированное согласие.

Основной этап исследования включал оценку психофизиологических характеристики и показателей электроэнцефалограммы (ЭЭГ) в состоянии относительного покоя. Далее всем испытуемым предлагалось выполнить тест «Цифры в фигурах» с одновременной регистрацией ЭЭГ, после чего предъявлялась физическая нагрузка (рисунок 6, таблица 4) и повторно проводился тест «Цифры в фигурах» с одновременной регистрацией ЭЭГ. Для групп ВДА-Д и ВДА-С были сформированы подгруппы контроля из представителей группы СДА (СДА-Д и СДА-С, соответственно).

Заключительный этап. На заключительном этапе исследования была проведена математическая обработка полученных результатов, с последующим представлением в табличной и графической формах. Анализ полученных результатов и их обсуждение послужило основанием для формулирования основных выводов.



Рисунок 5 – Краткий дизайн исследования

Примечание – * – физическая нагрузка была специфична для каждой группы наблюдения.

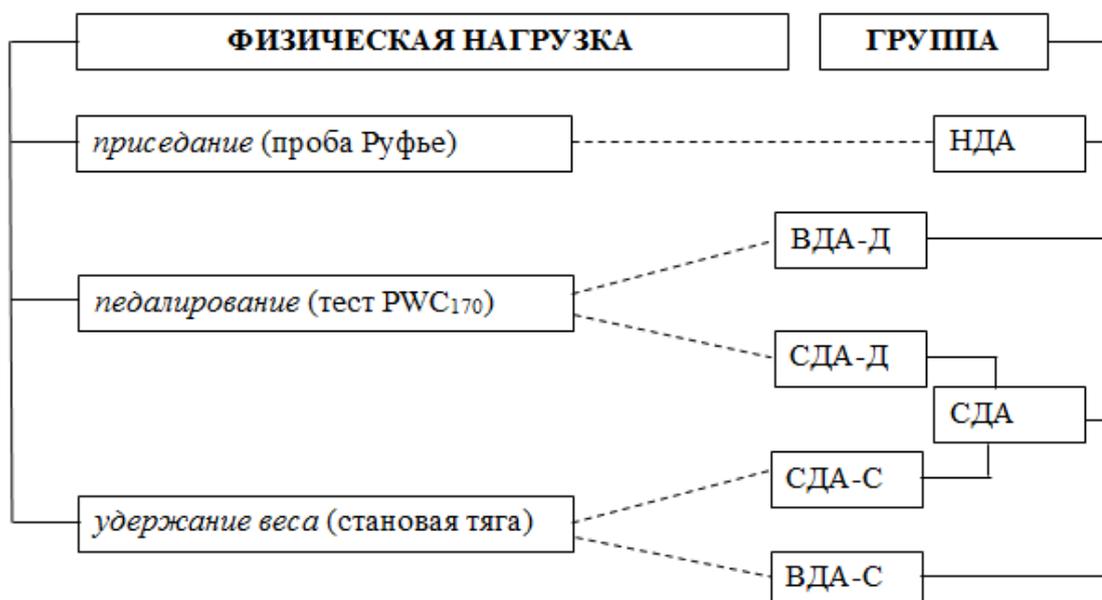


Рисунок 6 – Вид физической нагрузки, используемый в контрольном тестировании в наблюдаемых группах

Примечание –НДА – низкий уровень двигательной активности; СДА – средний уровень двигательной активности; СДА-Д – подгруппа контроля для ВДА-Д; СДА-С – подгруппа контроля для ВДА-С; ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок; ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок; PWC – *Physical Working Capacity*, физическая работоспособность.

Таблица 4 – Результаты проб с физической нагрузкой в наблюдаемых группах, $\bar{X} \pm \delta$

Группа	Физическая нагрузка, показатель		
<i>Проба Руфье, индекс Руфье (усл. ед.)</i>			
НДА	3,2±2,4	средний уровень работоспособности	
<i>Тест PWC₁₇₀, PWC₁₇₀ (кгм/мин.)</i>			
СДА-Д	1132,4±46,8	средний уровень работоспособности	
ВДА-Д	2120,4±52,4	уровень работоспособности выше среднего	
<i>Становая тяга, вес штанги (кг)/ время удержания (с)</i>			
СДА-С	60±10	28,8±10,8	средний уровень физической подготовленности
ВДА-С	120±8	29,6±9,8	высокий уровень физической подготовленности
<i>Примечание</i> – НДА – низкий уровень двигательной активности; СДА – средний уровень двигательной активности; СДА-Д – подгруппа контроля для ВДА-Д; СДА-С – подгруппа контроля для ВДА-С; ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок; ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок; PWC – <i>Physical Working Capacity</i> , физическая работоспособность.			

2.3 Методы исследования

2.3.1 Сбор анамнеза и оценка морфофункциональных показателей

Анамнез – это совокупность сведений, получаемых при обследовании путём расспроса диагностируемого. Для получения анамнестических данных проводили анкетирование, включающее несколько блоков, охватывающих общие сведения, анамнез жизни и спортивный анамнез. Были разработаны вопросы (приложение А) и проведен опрос всех представителей выборки. Процедура опроса проводилась следующим образом – респондент самостоятельно заполнял ответы на все вопросы после предварительного инструктирования. В структуру вопросника вошли как закрытые/открытые, так и субъективные вопросы. Закрытые (структурированные) вопросы предполагали выбор ответа из списка. Были включены как дихотомические (да/нет), так и вопросы с множественным выбором (были представлены более двух вариантов ответа). Открытые (неструктурированные) вопросы не содержали заготовленных ответов, и респондент отвечал в свободной форме. Все вопросы были составлены согласно правилам составления. Каждый вопрос логичный и отдельный, краткий и конкретный по своему содержанию. Вопросы не содержали подсказки, а их формулировка была доступной. Данные, полученные в результате такого анкетирования, послужили основанием для формирования однородных групп наблюдения.

Оценка морфофункциональных показателей проводилась согласно протоколу исследования (приложение А). Было проведено исследование как роста-весовых показателей испытуемых, так и функциональных (в частности было проведено измерение ЧСС и АД). Измерения проводились согласно стандартизированным методикам.

2.3.2 Оценка психофизиологических показателей

Диагностику психофизиологического состояния проводили с помощью бланковых психологических тестов, часть из которых были компьютеризованы:

- теппинг-тест;
- тест Спилбергера-Ханина;
- опросник Айзенка;
- тест «Цифры в фигурах»;
- таблицы Шульце.

При проведении психофизиологического тестирования были соблюдены основные требования диагностики. Была проведена стандартизация внешних условий и процедуры обследования, созданы оптимальный психологический климат и мотивационная установка обследуемых. Были соблюдены этические принципы и правила, такие как принцип не нанесения ущерба, принцип конфиденциальности, принцип беспристрастности, принцип компетентности, принцип взаимоуважения специалиста и респондента.

Теппинг-тест – это экспресс-методика диагностики силы нервных процессов путем измерения динамики темпа движений кисти [32]. Сила нервных процессов отражает общую работоспособность человека. Так, человек с сильной нервной системой способен выдерживать более интенсивную и длительную нагрузку, чем человек со слабой нервной системой. При слабой нервной системе утомление вследствие психического или физического напряжения возникает быстрее, чем при сильной [66].

Теппинг-тест был реализован в компьютерном комплексе НС-Психотест (Нейрософт, Россия) с использованием специализированного датчика («карандаш» и резиновая «пластина»). Обследуемые брали в правую руку «карандаш» и в течение 30 секунд с максимально возможной частотой стучали им по «пластине». В качестве текущих результатов теста отображались таблица частот ударов по интервалам и график зависимости

частоты нажатий от времени. Индикатор прогресса показывал время с момента запуска теста, в секундах (рисунок 7).

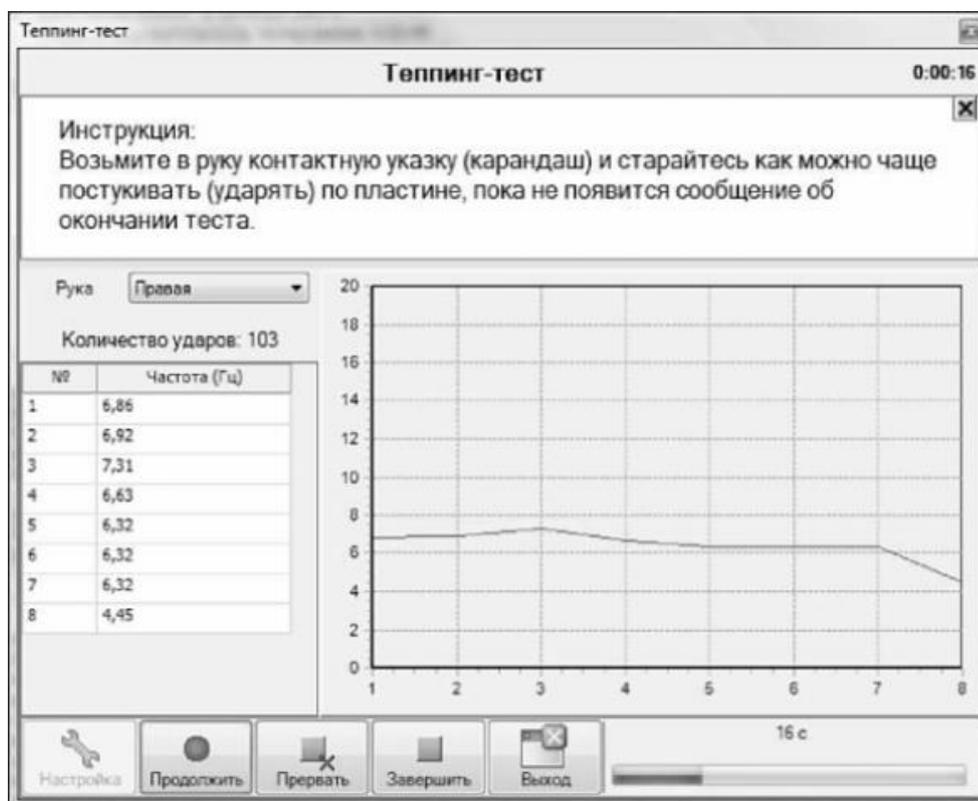


Рисунок 7 – Окно методики «Теппинг-тест»

Обработка результатов производилась путем автоматического подсчета количества движений, осуществленных обследуемым в каждом из пятисекундных интервалов обследования, на основании которых строилась кривые. Наряду с этим рассчитываются такие показатели, как уровень начального темпа, степень отклонения кривой работоспособности, средняя величина различия в темпе. Различают пять основных типов кривых, отражающих силу нервных процессов (таблица 5):

- выпуклый тип;
- ровный тип;
- нисходящий тип;
- промежуточный тип;
- вогнутый тип.

Например, кривая работоспособности, относящаяся к нисходящему типу, представлена на рисунке 8. Этот тип свидетельствует о слабости нервных процессов.

Таблица 5 – Типы кривых, отражающих силу нервных процессов по данным теппинг-теста [61]

Тип кривой	Темп движений	Сила нервных процессов
<i>Выпуклый</i>	Возрастание темпа движений в первые 15 секунд более чем на 10% и последующее снижение до исходного ($\pm 10\%$)	сильная нервная система
<i>Ровный</i>	Удержание темпа движений около исходного уровня с колебаниями $\pm 10\%$ на протяжении всего отрезка времени	средняя сила нервной системы
<i>Нисходящий</i>	Максимальное количество движений фиксируется в течение первого пятисекундного интервала, затем темп движений снижается более чем на 10%	слабая нервная система
<i>Промежуточный</i>	Максимальное число движений фиксируется в течение первых двух-трех пятисекундных интервалов, затем темп движений падает более чем на 10%.	средне-слабая нервная система
<i>Вогнутый</i>	Темп движений обследуемого вначале снижается, затем фиксируется кратковременное возрастание темпа до исходного уровня ($\pm 10\%$)	средне-слабая нервная система

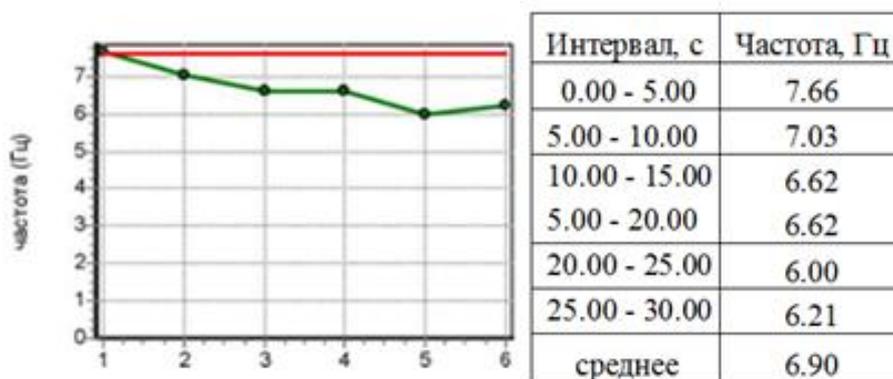


Рисунок 8 – Кривая работоспособности, относящаяся к нисходящему типу

Тест Спилбергера-Ханина. Опросник Спилбергера в адаптации Ханина предназначен для оценки уровня ситуативной и личностной тревожности

человека [101]. Под ситуативной тревожностью понимается текущее психическое состояние, под личностной – предрасположенность человека к данному состоянию. Ситуативная тревожность возникает как реакция человека на различные, чаще всего социально-психологические, стрессоры в качестве ожидания негативной оценки, восприятия неблагоприятного к себе отношения. Личностная тревожность дает представление об индивидуальных различиях в подверженности действию разнообразных стрессоров.

Согласно Я. Стреляу (1982) ситуативная и личностная тревожность связана с видами темперамента. Высокий уровень ситуативной тревожности характерен для меланхоликов, средний – для флегматика, низкий – для холерика и в последнюю очередь, для сангвиника. При этом высокий уровень личностной тревожности наблюдается у сангвиников и меланхоликов, низкая – у флегматиков и холериков [96].

Каждому обследуемому был предложен тест (приложение Б), который включал 40 суждений, 20 из которых ориентированы на диагностику ситуативной тревожности, а 20 – на диагностику личностной тревожности. Испытуемым нужно было прочитать внимательно каждое из приведенных ниже предложений и зачеркнуть цифру в соответствующей графе справа в зависимости от того, как они себя чувствуют обычно (никогда – 1; почти никогда – 2; часто – 3; почти всегда – 4). Обработка полученных результатов производилась в соответствии с ключом к данному тесту:

– суммировали зачеркнутые цифры в ответах на вопросы 2, 3, 4, 5, 8, 9, 11,12, 14,15, 17,18, 20;

– суммировали зачеркнутые цифры в ответах на вопросы 1, 6, 7, 10, 13, 16, 19, 20;

– из первой суммы вычитали вторую;

– к полученной разнице прибавляли 35.

Таким образом, результат до 30 баллов отражал низкую тревожность или ее отсутствие, 31-45 баллов – умеренную личностную тревожность, а более 46

баллов – высокую тревожность, которая постоянно дестабилизирует личность.

Опросник Айзенка предназначен для диагностики особенностей темперамента человека [59, 74]. Методика содержит три шкалы (таблица 6):

- экстраверсия-интроверсия («открытость» внешнему миру);
- нейротизм (эмоциональная устойчивость);
- шкала лжи (оценка искренности ответов испытуемого).

Таблица 6 – Типы темперамента по Айзенку

Тип темперамента по Айзенку		Тип темперамента по Павлову
<i>экстраверсия/интроверсия</i>	<i>нейротизм</i>	
экстраверсия	эмоциональная устойчивость	сангвиник
экстраверсия	эмоциональная лабильность	холерик
интроверсия	эмоциональная устойчивость	флегматик
интроверсия	эмоциональная лабильность	меланхолик

Каждому обследуемому был предложен тест (приложение В), который включал 57 вопросов, направленные на выявление обычного способа поведения. Отвечая на вопросы, обследуемым необходимо было давать первый «естественный» ответ. Если испытуемый согласен с утверждением, то рядом с его номером нужно было поставить знак «+» (да), если нет – знак «-» (нет). Обработка результатов производилась в соответствии с ключом. Если по шкале лжи респондент набирал более 4 баллов, то его ответы считались не достоверными (в этом случае дальнейшая обработка результатов тестирования не производилась). По шкале экстраверсии / интроверсии 12 и более набранных баллов свидетельствовали об экстраверсии (12-18 баллов – умеренная, 19-24 – значительная), менее 12 – об интроверсии (1-7 – значительная, 8-11 – умеренная). По шкале нейротизма 12 и менее набранных баллов свидетельствовали об эмоциональной

устойчивости (до 10 баллов – высокая, 11-12 – средняя), более 12 – об эмоциональной неустойчивости (15-18 – высокая, 19-24 – очень высокая).

Тест «Цифры в фигурах» проводился с целью определения объема и распределения внимания у испытуемых. Предварительно тест предлагали выполнить всем испытуемым 3-4 раза для устранения фактора научения.

Каждому испытуемому в течение секунды показывали карточку с изображением трех различных геометрических фигур, на каждой из которых были написаны разные числа (испытуемые запоминали и фигуры, и числа). После того, как убирали карточку, необходимо было ответить, на каких фигурах какие числа были написаны, сложить эти числа и назвать сумму. При повторном проведении теста после кратковременной физической нагрузки, исследуемым показывали другие карточки, на которых были изображены новые геометрические фигуры и числа. Правильно выполненное упражнение оценивалось в 1 балл, неправильное – 0 баллов. На основании полученных результатов делался вывод о проявлении таких свойств внимания, как его объем и распределение.

Таблицы Шульте был реализован в компьютерном комплексе НС-Психотест (Нейрософт, Россия) с использованием специализированной клавиатуры для теста Шульте-Платонова. При проведении теста испытуемым последовательно предъявляли пять таблиц (5 × 5 клеток), на которых изображены черные цифры от 1 до 25, беспорядочно разбросанных несколько рядов беспорядочно разбросанных. Необходимо было в прямом порядке возрастания найти все цифры. Оценивалось время выполнения каждой из проб и количество ошибок. По результатам проведенного теста рассчитывались такие показатели, как устойчивость и концентрация внимания, степень вработываемости и психическая устойчивость (таблица 7).

Таблица 7 – Характеристика показателей по данным теста Шульте

Показатель	Диапазон	Характеристика
Устойчивость внимания, б/р	более 1,0	хорошая устойчивость внимания
Концентрация внимания, с	менее 40	хорошая концентрация внимания
	40-50	достаточная концентрация внимания
	более 50	слабая концентрация внимания
Степень вработываемости ¹ , б/р	менее 1,0	хорошая вработываемость
Психическая устойчивость ² , б/р	менее 1,0	хорошая психическая устойчивость
<i>Примечание</i> ¹ – формула для расчета показателя $(\frac{T_1}{T_1+T_2+T_3+T_4+T_5} \cdot 5)$, где T – время работы с таблицей; ² – формула для расчета показателя $(\frac{T_4}{T_1+T_2+T_3+T_4+T_5} \cdot 5)$.		

2.3.3 Пробы с физическими нагрузками

Тест PWC₁₇₀ основан на существовании линейной зависимости между ЧСС и мощностью физической нагрузки [39]. Представители групп СДА-Д и ВДА-Д выполняли две нагрузки возрастающей мощности на велоэргометре длительностью по пять минут каждая, без предварительной разминки, с интервалом отдыха три минуты. Величина первой нагрузки задавалась в зависимости от массы тела испытуемого, мощность второй нагрузки задавалась с учетом ЧСС, вызванной первой нагрузкой (приложение Г). Частота педалирования – 60-70 об/мин. В конце пятой минуты каждой нагрузки (за последние 30 с) регистрировали ЧСС. Расчет показателя осуществлялся по формуле:

$$PWC_{170} = W_1 + \frac{(W_2 - W_1) \cdot (170 - f_1)}{f_2 - f_1}, \quad (1)$$

где *PWC₁₇₀* – уровень физической работоспособности при 170 уд/мин.; *W₁* и *W₂* – мощность первой и второй нагрузки, соответственно; *f₁* и *f₂* – частота сердечных сокращений после первой и второй нагрузки, соответственно.

Становая тяга – это базовое (многосуставное) упражнение, выполняемое обычно со штангой, которая удерживается между ног обеими руками. Представители группы СДА-С и ВДА-С выполняли упражнение из исходного положения – руки полностью выпрямлены; гриф должен касаться

бёдер; спина прогнута в пояснице; мышцы поясницы напряжены; грудь и плечи расправлены; голова – прямо; взгляд направлен вперёд. Затем после глубокого вдоха на задержке дыхания плавно наклоняли торс и опускали штангу, за счет сгибания ног в коленях и одновременного отвода таза назад. Достигнув нижней точки, поднимались из приседа, напрягая мышцы задней части бедра, потянув штангу вверх, при этом поднимали торс из наклона, переходя в вертикальное положение, максимально напрягая мышцы спины и ног, и задерживались в этом положении максимальное время. Вес штанги для каждого испытуемого подбирался индивидуально (50% от максимального повторения).

Проба Руфье – это количественная оценка реакции ЧСС на кратковременную физическую нагрузку (приседание) и скорость ее восстановления. У представителей группы НДА после отдыха в течение пяти минут в положении сидя измеряли ЧСС за 10 с (f_1), далее испытуемые выполняли 30 приседаний за 30 с, после чего в положении сидя у них подсчитывали пульс в течение первых 10 с (f_2) и в течение последних 10 с (f_3) первой минуты восстановления. Расчет показателя осуществлялся по формуле:

$$\text{Индекс Руфье} = \frac{4 \cdot (f_1 + f_2 + f_3) - 200}{10}, \quad (2)$$

Величина индекса менее 3 свидетельствует о хорошей работоспособности, от 3 до 6 – о средней, от 7 до 9 – об удовлетворительной, более 10 – о плохой.

2.3.4 Электроэнцефалография

Электроэнцефалография является методом изучения функционального состояния коры головного мозга:

- оценка центральных механизмов функциональных взаимодействий, которые складываются на системном уровне;
- оценка качественных и количественных параметров основных ритмов ЭЭГ (альфа-, бета- и тета-ритм).

Выраженность этих ритмов будет зависеть от активности разных областей и структур головного мозга, что делает понятным изменения ЭЭГ у людей с различным уровнем ДА, индивидуальными особенностями формирования двигательных навыков, психологическими и когнитивными особенностями.

Электроэнцефалографическое обследование выполнялось на программно-аппаратном комплексе «Нейрон-спектр 4/П» (Нейрософт, Россия) в системе отведений «10-20» (рисунок 9) по 8 каналам (лобные (FP), область центральной борозды (C), височные (T), затылочные (O) электроды).

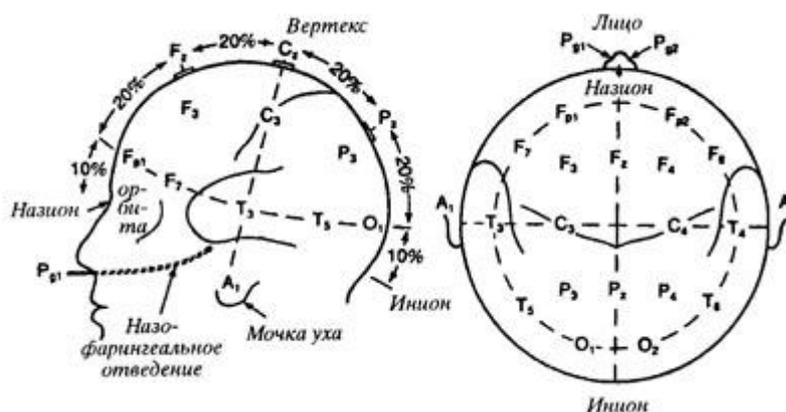


Рисунок 9 – Схема наложения электродов «10-20»

Наложение электродов осуществлялось с помощью специальной шапочки для проведения ЭЭГ (монтаж монополярный, референтные электроды – ушные (A)). Четные отведения – слева, нечетные – справа с соблюдением симметричности и равенства межэлектродных расстояний (рисунок 8). С целью снижения межэлектродного сопротивления контактные площадки электродов покрывали электродной пастой. Для контроля качества наложения электродов ориентировались на значения подэлектродного импеданса (рисунок 10) [65], которые не должны превышать 15 кОм. Запись ЭЭГ велась при условии стационарности поступающего сигнала.

Процедура исследования включала запись ЭЭГ при проведении следующих проб:

- фоновая запись (в состоянии относительного покоя) – 180 с;

- функциональные пробы:
 - а) открывание глаз – 25 с;
 - б) закрывание глаз – 60 с;
- во время выполнения теста «Цифры в фигурах» до физической нагрузки;
- во время выполнения теста «Цифры в фигурах» после физической нагрузки.



Рисунок 10 – Схема наложения активных и референтных электродов со значениями подэлектродного импеданса

Регистрация ЭЭГ выполнялась в полосе пропускания 0,3-50 Гц и при частоте дискретизации 500 Гц. Каждая запись ЭЭГ автоматически сканировалась на наличие артефактов. Участки ЭЭГ с амплитудой более 200 мкВ в пределах окна в 640 мс отмечались, как плохой канал; участки с амплитудой более 140 мкВ рассматривались как двигательный артефакт. Для спектрального анализа использовали 60-секундные отрезки безартефактной записи, подразделявшиеся на четырехсекундные эпохи, подвергавшиеся быстрому преобразованию Фурье с использованием окна

Ханна. Преобразование Фурье позволяет разложить сигнал на ряд гармонических составляющих без какой-либо потери информации. Каждая гармоника определяется тремя параметрами:

- амплитуда;
- начальная фаза;
- частота.

Зависимость амплитуды и фазы от частоты называется спектром (рисунок 11) [53, 102].

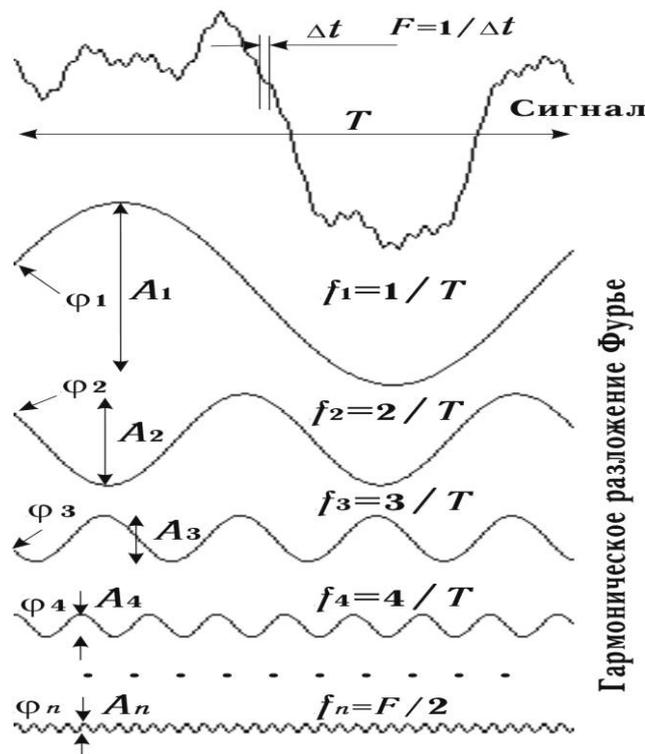


Рисунок 11 – Разложение сигнала в гармонический ряд Фурье

Примечание – T – время; f – частота; A – амплитуда; φ – начальная фаза.

В ходе исследования была проведена оценка таких параметров ЭЭГ, как:

- средняя амплитуда спектра для альфа-, бета- и тета-диапазонов;
- средняя мощность спектра для альфа-, бета- и тета-диапазонов.

2.3.5 Методы математической статистики

Статистическая обработка данных была проведена с помощью программы *STATISTICA 8.0* и включала расчет описательных выборочных параметров и сравнительный анализ выборок с использованием метода многомерного дисперсионного анализа (*Analysis Of Variance, ANOVA*). *ANOVA* применяется для оценки влияния одной или нескольких качественных переменных (факторов) на одну зависимую количественную переменную. Например, влияние уровня ДА на исследуемые количественные показатели ЭЭГ. За статистически значимое различие принимали $p \leq 0.05$.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Психофизиологический и когнитивный статус лиц с различным уровнем двигательной активности

Было проведено исследование психофизиологического и когнитивного статуса у представителей групп с различным уровнем ДА с помощью следующих психофизиологических тестов:

- тест Спилбергера-Ханина;
- опросник Айзенка;
- теппинг-тест;
- таблицы Шульте;
- тест «Цифры в фигурах».

Тест Спилбергера-Ханина. Результаты тестирования в наблюдаемых группах представлены в таблице 8. Оценка ситуативной тревожности по результатам проведенного тестирования продемонстрировала ее высокий уровень у представителей группы НДА (в среднем 51,2 балла). Все остальные группы характеризуются умеренным уровнем ситуативной тревожности. По шкале личностной тревожности достоверных различий между группами выявлено не было. Для всех групп характернее умеренный уровень.

Опросник Айзенка. Результаты тестирования в наблюдаемых группах представлены в таблице 8. Анализ результатов по шкале экстра- и интроверсии показал, что в группах СДА, ВДА-Д и ВДА-С преобладают экстраверты, а в группе НДА больше всего интровертов. По шкале нейротизма отмечено, что только представители НДА обладают высоким уровнем нейротизма, тогда как для других групп свойственна эмоциональная устойчивость. Стоит отметить, что в группах СДА, ВДА-Д и ВДА-С преобладают сангвиники, тогда как в группе НДА – меланхолики.

Таблица 8 – Значения психофизиологических показателей в наблюдаемых группах, Me (Q₂₅; Q₇₅)

Уровень /Тест		Показатель	Группа наблюдения			
			НДА	СДА	ВДА-Д	ВДА-С
ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ	Тест Спилберга-Ханина	Ситуативная тревожность, балл	51,2 (50,0; 53,0)	42,0 ¹ (40,0; 46,5)	43,3 ¹ (41,5; 47,0)	42,6 ¹ (40,0; 46,0)
		Личностная тревожность, балл	42,9 (40,0; 46,0)	42,5 (40,0; 46,0)	43,1 (41,0; 46,0)	43,7 (42,0; 46,0)
	Опросник Айзенка	Экстра-, интроверсия, балл	6,1 (5,0; 7,5)	21,7 ¹ (20,5; 23,5)	21,4 ¹ (20,0; 23,0)	21,3 ¹ (20,0; 23,0)
		Уровень нейротизма, балл	15,9 (14,5; 17,5)	9,8 ¹ (8,0; 11,5)	9,6 ¹ (8,0; 11,5)	9,3 ¹ (7,5; 11,0)
НЕЙРОДИНАМИЧЕСКИЙ	Теплинг-тест	Уровень начального темпа, Гц	7,6 ³ (6,9; 8,3)	8,1 ³ (7,5; 9,2)	8,6 (8,2; 9,0)	8,0 ³ (7,5; 8,9)
		Степень отклонения кривой работоспособности, б/р	-34 (-35; -9)	-32 (-40; -28)	-31 (-44; -23)	-31 (-38; -14)
		Средняя величина различия в темпе, б/р	-0,2 (-0,4; -0,1)	-0,3 (-0,4; -0,3)	-0,30 (-0,5; -0,2)	-0,3 (-0,3; -0,1)
КОГНИТИВНЫЙ	Таблицы Шульге	Степень вработываемости, б/р	1,3 ⁴ (1,1; 1,8)	0,9 (0,8; 1,1)	1,1 ⁴ (1,0; 1,2)	1,0 (0,9; 1,2)
		Психическая устойчивость, б/р	1,0 (0,9; 1,1)	1,0 (0,9; 1,1)	1,0 (0,9; 1,0)	1,0 (1,0; 1,1)
		Концентрация внимания, б/р	31,6 ³ (26,8; 35,2)	36,8 ³ (34,5; 44,4)	26,4 (22,8; 36,5)	42,1 ³ (40,3; 43,8)
		Устойчивость внимания, б/р	1,1 ⁴ (1,0; 1,2)	0,9 (0,8; 1,1)	1,1 ⁴ (1,0; 1,2)	1,2 ⁴ (1,1; 1,3)
	Тест «Цифры в фигурах»	Объем внимания, количество правильных ответов	12	20 ¹	20 ¹	20 ¹
		Распределение внимания, количество правильных ответов	0 ⁴	20	18	16 ⁴
<p><i>Примечание</i> –^{1,4} – статистически значимые различия между показателями, $p < 0,05$ (дополнительно выделены серым цветом); ¹–при сравнении с НДА; ²–при сравнении с ВДА-С; ³–при сравнении с ВДА-Д; ⁴–при сравнении с СДА; НДА – низкий уровень двигательной активности; СДА – средний уровень двигательной активности; ВДА – высокий уровень двигательной активности; ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок; ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок.</p>						

Теплинг-тест. Результаты тестирования в наблюдаемых группах представлены в таблице 8. Анализ результатов теплинг-теста

свидетельствует о том, что уровень начального темпа в группе ВДА-Д был статистически значимо выше, чем в других группах ($p < 0,05$). Степень снижения работоспособности и в группах не различалась. Также не выявлено различий в устойчивости нервной системы – способность удерживать темп движений неизменным длительное время. Выявлено, что в группах ВДА-Д и ВДА-С преобладают лица со средним типом нервной системы, а в группах СДА и НДА людей с таким типом нервной системы выявлено не было (рисунок 12). При этом работоспособность в группах ВДА-Д и ВДА-С выше по сравнению с группами СДА и НДА.

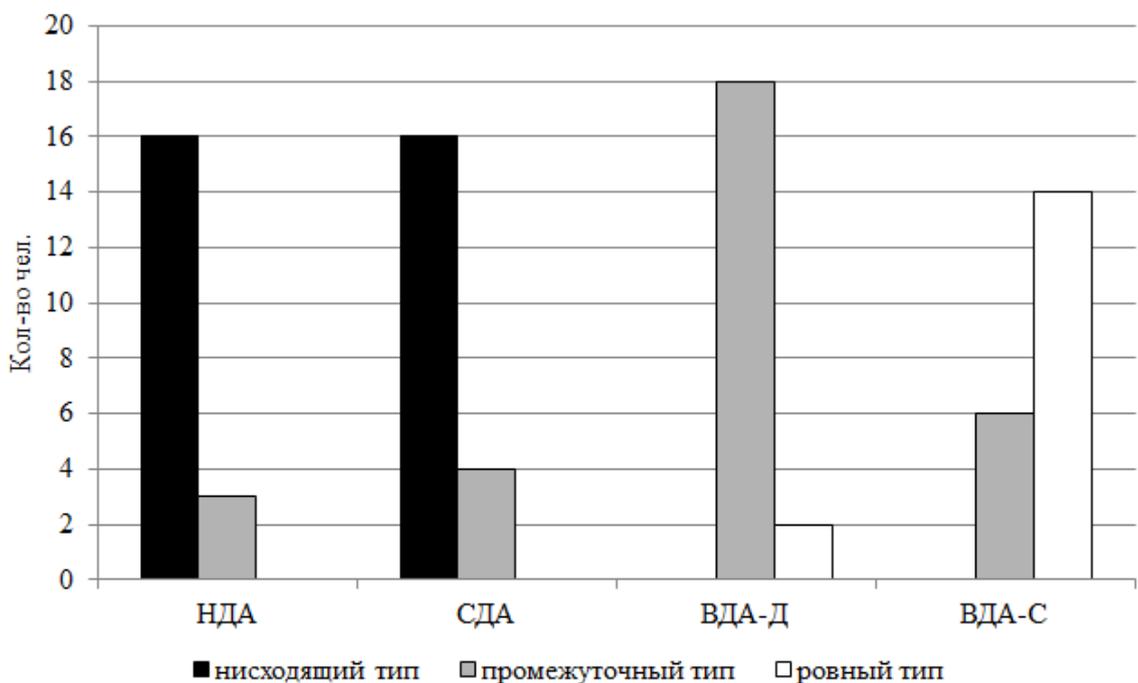


Рисунок 12 – Типы нервной системы в наблюдаемых группах по данным теппинг-теста

Примечание –НДА – низкий уровень двигательной активности; СДА – средний уровень двигательной активности; СДА-Д – подгруппа контроля для ВДА-Д; СДА-С – подгруппа контроля для ВДА-С; ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок; ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок

Таблицы Шульте. Результаты тестирования в наблюдаемых группах представлены в таблице 8. При оценке скорости ориентировочно-поисковых движений взора, объема внимания к зрительным раздражителям, свойств распределения и переключения внимания было установлено, что исследуемые группы СДА и с ВДА-С обладают высокой степенью

вработываемости (в среднем 0,9 и 1,0, соответственно). Выявлено, что лицам группы НДА требуется большее время для подготовки к выполнению основной работы. Во всех группах внимание концентрируется достаточно, при этом способность к концентрации более развита у представителей группы ВДА-Д. У представителей всех групп, кроме группы СДА, внимание устойчивое. Исследуемые группы СДА допустили большее количество ошибок во время выполнения теста по сравнению с другими группами. Обследуемые группы НДА удерживали внимание требуемой концентрации в течение всего обследования, вследствие чего допустили меньше ошибок, чем представители группы СДА.

Когнитивный тест «Цифры в фигурах». Результаты тестирования в наблюдаемых группах представлены в таблице 8. Представители всех групп, справились с этим тестом без ошибок, кроме группы НДА – не все испытуемые этой группы смогли справиться с предложенным тестом. Объем внимания в этой группе оказался ниже на 40% по сравнению с другими группами. Распределение оказалось самым высоким в группе СДА, а в группах ВДА-Д и ВДА-С распределение их внимания оказалось ниже по сравнению с группой СДА на 10% и 20% соответственно.

Таким образом, существенные различия по многим психофизиологическим показателям выявлены у представителей группы НДА. Сравнительная характеристика показателей психофизиологического и когнитивного статуса в наблюдаемых группах представлена в таблице 9. Представители группы НДА обладают высокой ситуативной тревожностью, высоким уровнем нейротизма, низким уровнем начального темпа и низким показателем работоспособности. Показатели когнитивных особенностей объема и распределения внимания в группе НДА оказались так же достоверно ниже по сравнению с аналогичными показателями у представителей других групп. Тогда как в группе ВДА-Д более развита способность к концентрации внимания, выше начальный темп при выполнении теппинг-теста. У представителей группы ВДА-С внимание более

устойчивое по сравнению с группой СДА. Было выявлено, что различные уровни ДА сопряжены с психоэмоциональным состоянием, нейродинамическими и когнитивными свойствами нервной системы. Эти различия связаны со спецификой ДА, уровнем сформированных двигательных навыков, что в свою очередь находит отражение на адаптационных, психологических и восстановительных свойствах нервной системы человека.

Таблица 9 – Сравнительная характеристика показателей психофизиологического и когнитивного статуса в наблюдаемых группах

Показатель	Группа наблюдения			
	НДА	СДА	ВДА-Д	ВДА-С
Уровень ситуативной тревожности	высокий	низкий		
Уровень личностной тревожности	умеренный			
Экстра-, интроверсия	интроверсия	экстраверсия		
Уровень нейротизма	высокий	низкий		
Уровень начального темпа	низкий	средний	высокий	средний
Тип нервной системы*	слабый	слабый	средне-слабый	средний, средне-слабый
Уровень вработываемости	низкая	высокая		
Концентрация внимания	хорошая			достаточная
Уровень устойчивости внимания	достаточный	сниженный	достаточный	
Объем внимания	низкий	средний		
Распределение внимания	низкое	среднее		
<i>Примечание</i> – * – по данным теппинг-теста; НДА – низкий уровень двигательной активности; СДА – средний уровень двигательной активности; ВДА – высокий уровень двигательной активности; ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок; ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок.				

3.2 Исследование биоэлектрической активности коры головного мозга в состоянии относительного покоя и при проведении функциональных проб у лиц с различным уровнем двигательной активности

В ходе электроэнцефалографического исследования была проведена оценка следующих параметров:

- средняя амплитуда спектра;
- средняя мощность спектра.

Эти показатели оценивались для альфа-2-, бета-и тета-диапазонов в лобных (FP), центральных (C), височных (T) и затылочных (O) областях коры головного мозга. В работе был проанализирован альфа-2 диапазон, так как именно он преобладал во всех отведениях, а также по нему было найдено больше достоверных различий между исследуемыми группами (в отличие от алфа-1 и альфа-3 диапазонов).

Частотная характеристика ритмов. В фоновой записи ЭЭГ и при проведении функциональной пробы с открыванием и закрыванием глаз во всех группах над правым и левым полушарием во всех отведениях коры головного мозга зарегистрирован среднечастотный альфа-2 диапазон (9,3 – 10,5 Гц). Так же были зарегистрированы тета-ритм (4-8 Гц), низкочастотный бета-ритм (13-25 Гц) и высокочастотный бета-ритм (25-40 Гц).

Средняя амплитуда спектра активности альфа-2 диапазона. Показатели средней амплитуды спектра альфа-2 диапазона в состоянии относительного покоя и при проведении пробы с открыванием и закрыванием глаз представлены в приложении Д (таблица Д.1). В состоянии относительного покоя средняя амплитуда спектра альфа-2 диапазона во всех группах не имела статистически значимых различий ($p > 0.05$). Зарегистрировано доминирование альфа-2 диапазона в затылочных отведениях и снижение амплитуды сзади наперед (O → C → FP → T). Ритм симметричен по частоте и амплитуде в обоих полушариях. Наблюдается функциональная асимметрия диапазона ритма с незначительным

превышением средней амплитуды спектра в правом полушарии во всех наблюдаемых группах (СДА от 0,03 до 0,11 мкВ/с; ВДА-Д от 0,01 до 0,14 мкВ/с; ВДА-С от 0,03 до 0,08 мкВ/с) за исключением группы НДА (повышение средней амплитуды спектра слева до 0,20 мкВ/с). Именно распределение альфа-колебаний рассматривается как показатель функциональной межполушарной асимметрии головного мозга – функционально более активным считается полушарие (или область мозга) в котором амплитуда альфа-ритма ниже [50].

При открывании глаз во всех наблюдаемых группах альфа-2-активность снижается более чем на 25% в затылочных отведениях и на 10-25% – в височных. При этом в височной области не изменяется уровень альфа-2 активности слева у лиц с низким уровнем ДА. В области центральной борозды отмечено значительное снижение (>25%) средней амплитуды спектра альфа-2 активности в группах СДА и ВДА-Д, в то время как в группах ВДА-С и НДА снижение менее 25%. Изменение амплитуды спектра альфа-2 активности в области лобных отведений в группах носит разнонаправленный характер. Например, в группах СДА и ВДА-Д не произошло изменений, в группе ВДА-С зафиксировано значительное усиление, в НДА – ослабление ритма. Доминирование альфа-2 активности зарегистрировано в лобных отведениях во всех наблюдаемых группах. Градиент амплитуды спектра альфа-2-колебаний при открывании глаз в группах ВДА-Д и ВДА-С можно представить следующим образом $FP \rightarrow O \rightarrow C \rightarrow T$ (от большего к меньшему). В группе СДА тот же градиент, но $FP = O$. В группе НДА справа то же, но слева $FP \rightarrow T \rightarrow C \rightarrow O$.

При закрывании глаз во всех наблюдаемых группах активность альфа-2 диапазона повышается более чем на 25% в затылочных отведениях. В области центральной борозды отмечено значительное увеличение (>25%) средней амплитуды спектра в группах СДА и ВДА-Д, в то время как в группах ВДА-С и НДА повышение на 10-25%. Изменение амплитуды спектра альфа-2 активности в области лобных и височных отведений в

группах носит разнонаправленный характер. Не выявлено изменений амплитуды спектра в лобных отведениях – СДА и, повышение до 25% – ВДА-Д и снижение более 25% – ВДА-С. В височных отведениях повышение активности до 25% – СДА и ВДА-Д, нет изменений – ВДА-С, повышение справа и снижение слева – НДА. Доминирование альфа-2 активности зарегистрировано в затылочных отведениях во всех наблюдаемых группах. Градиент амплитуды спектра альфа-2 колебаний при закрывании глаз во всех наблюдаемых группах можно представить следующим образом $O \rightarrow C \rightarrow FP \rightarrow T$.

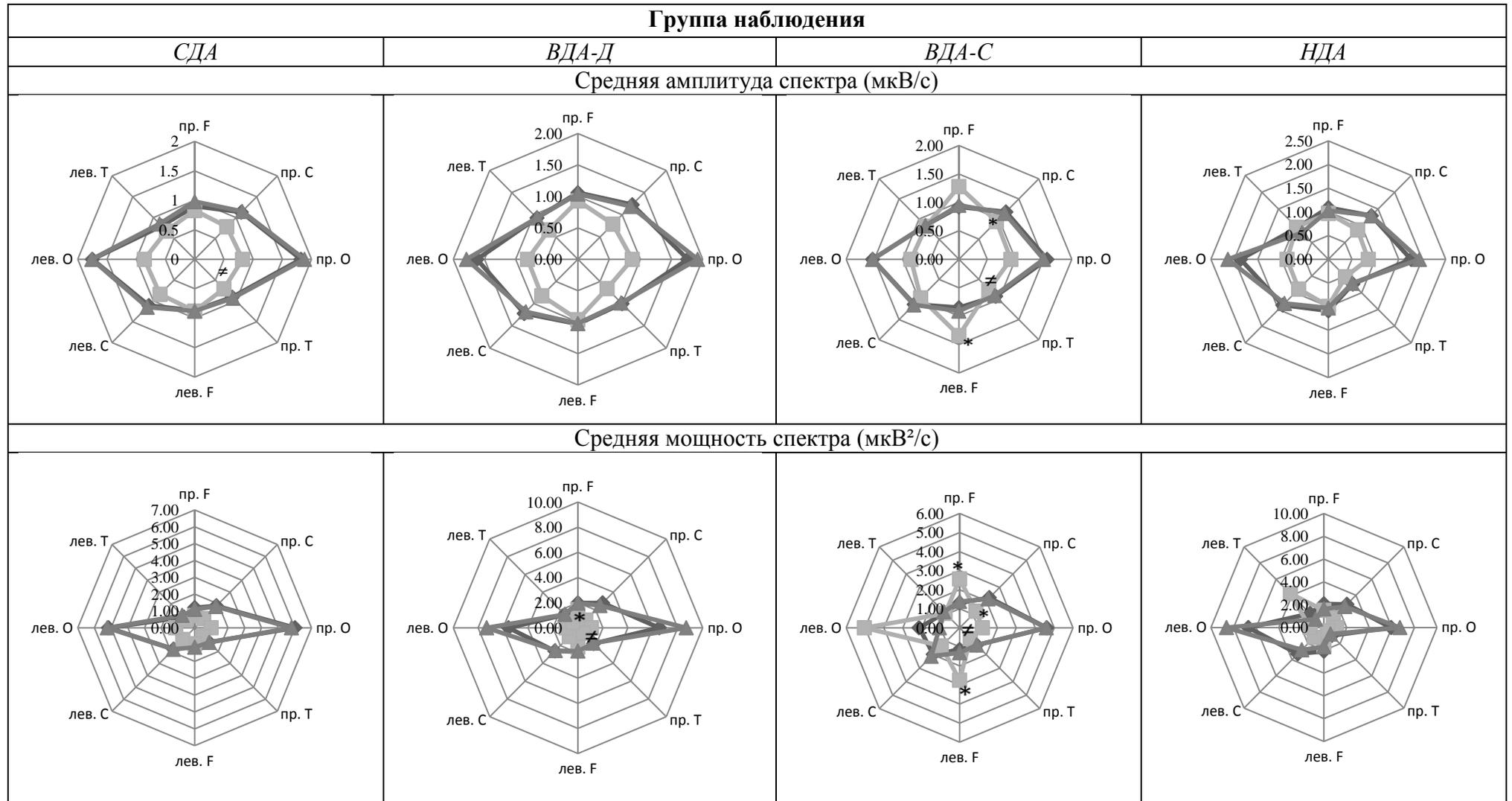
Средняя мощность спектра активности альфа-2 диапазона.

Показатели средней мощности спектра альфа-2 диапазона в состоянии относительного покоя и при проведении пробы с открыванием и закрыванием глаз представлены в приложении Д (таблица Д.2). В состоянии относительного покоя большая средняя мощность спектра альфа-2 диапазона во всех наблюдаемых группах концентрируется в затылочных отделах. Наблюдается незначительное превышение средней мощности спектра в правом полушарии во всех наблюдаемых группах, за исключением группы НДА (снижение средней мощности спектра слева в лобных областях головного мозга) и в группе ВДА-С (снижение средней мощности спектра справа в затылочной области).

При открывании глаз во всех отведениях средняя мощность спектра альфа-2 активности снижается в группах СДА и ВДА-Д. Повышение средней мощности спектра происходит в группе ВДА-С (лобный отдел, затылочный отдел слева) и в группе НДА (височный отдел слева), в остальных отделах в этих группах так же происходит снижение средней мощности спектра альфа-2 активности. Доминирование средней мощности спектра альфа-2 активности при проведении пробы с открыванием глаз зарегистрировано в лобных отведениях во всех наблюдаемых группах, за исключением группы СДА – доминирование средней мощности спектра в затылочной области и в группе НДА – доминирование средней мощности спектра в височном отделе справа.

При проведении пробы с закрыванием глаз снижение средней мощности спектра альфа-2 активности происходит в группе ВДА-С (лобный отдел, затылочный отдел слева) и в группе НДА (височный отдел слева), в остальных отделах зарегистрировано повышение средней мощности спектра альфа-2 диапазона. Повышение средней мощности спектра альфа-2 активности происходит во всех отделах головного мозга в остальных группах. Большие показатели средней мощности спектра альфа-2 ритма концентрируются в затылочном отделе во всех наблюдаемых группах. Таким образом, в фоновой пробе большая средняя мощность спектра концентрируется слева у представителей группы НДА во всех отделах, кроме лобного. В группе СДА на пробу с открыванием глаз большая средняя мощность спектра концентрируется в затылочном отделе. Особо стоит отметить, что на пробу с открыванием глаз у представителей группы ВДА-С происходит повышение средней мощности спектра альфа-2 активности в лобном отделе. В группе НДА – в височном отделе слева. На пробу с закрыванием глаз в этих группах в тех же отдел головного мозга происходит снижение средней мощности спектра альфа-2 активности.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что интенсивность и характер двигательной активности влияют на закономерности формирования паттернов альфа-активности коры полушарий головного мозга. В фоновой пробе у лиц группы СДА зафиксирована асимметрия альфа-2 диапазона, которая проявляется в доминирование активности левой гемисферы, тогда как у лиц группы НДА – проявляется в доминировании активности правой гемисферы. Функциональная подвижность (степень реакции на пробы с открыванием и закрыванием глаз) существенно более выражена в группах СДА и ВДА-Д. Особо стоит отметить выраженное усиление альфа-2-активности в лобной области в группе ВДА-С (рисунок 13).



фон **открывание глаз** **закрывание глаз**

Рисунок 13– Средняя амплитуда и мощность спектра альфа-2 активности в наблюдаемых группах

Примечание – * – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА ($p \leq 0,05$), \approx – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С ($p \leq 0,05$), \neq – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА ($p \leq 0,05$).

Средняя амплитуда спектра активности низкочастотной компоненты бета-диапазона. В состоянии относительного покоя средняя амплитуда спектра во всех группах не имеет статистически значимых различий ($p > 0.05$) практически во всех отведениях. В группе ВДА-Д средняя амплитуда спектра в височном отделе справа статистически значимо выше ($p \leq 0.05$), чем в группе НДА. В группах СДА и ВДА-С отмечается тенденция к повышению уровня активности средней амплитуды спектра по сравнению с группой НДА. Зарегистрировано доминирование ритма в затылочных отведениях и снижение амплитуды спектра сзади наперед (O→C→FP→T или O→C→T→FP) во всех наблюдаемых группах (приложение Д (таблица Д.3)). Ритм симметричен по амплитуде справа и слева. Под симметричностью ЭЭГ понимают значительное совпадение амплитуд гомотопных отделов обоих полушарий мозга – различие менее 50% [58].

При открывании глаз отмечается статистически значимое различие ($p \leq 0.05$) между показателями практически всех отведений (FP, C и T) справа и слева в группах ВДА. При этом в группе ВДА-С средняя амплитуда спектра выше не только по сравнению с аналогичными показателями в группе ВДА-Д, но и при сравнении с группой СДА. Во всех наблюдаемых группах низкочастотная бета-активность снижается на 10-25% в затылочных отведениях. При этом в лобной области уровень средней амплитуды спектра увеличивается более чем на 25% в группе ВДА-С и на 10-25% в группах СДА и НДА. В группе ВДА-Д отмечены незначительные изменения – уменьшение на 5%, справа и слева. В области центральной борозды отмечено снижение (<25%) средней амплитуды спектра в группах СДА и ВДА-Д, НДА, в то время как в группе ВДА-С происходит увеличение средней амплитуды спектра менее чем на 25%. Изменение средней амплитуды спектра в области височных отведений носит разнонаправленный характер. Например, средняя амплитуда спектра увеличилась в группе ВДА-С слева (>25%), и уменьшилась справа (<25%). В группе ВДА-Д уменьшилась справа и слева (<25%). Увеличение средней амплитуды спектра отмечено слева в группе

СДА(<25%) и в группе НДА, справа в этих группах средняя амплитуда спектра уменьшилась менее чем на 25%. Доминирование ритма в затылочной области сохраняется в группе СДА, у представителей ВДА-Д повышается активность слева в области центральной извилины при ее сохранении в правой затылочной области, а в группах ВДА-С и НДА ритм доминирует в левой височной и правой лобной областях.

При закрывании глаз отмечается статистически значимое различие ($p \leq 0.05$) между показателями в височных отведениях справа и слева. В затылочных отведениях низкочастотная бета-активность повышается во всех наблюдаемых группах. В области центральной борозды отмечено увеличение на 25% средней амплитуды спектра в группе ВДА-Д (слева и справа) и в группе СДА. В группе ВДА-С произошло незначительное снижение средней амплитуды спектра (<25%) в области центральной борозды. В области височных отведений справа и слева повышение активности до 25% – СДА, ВДА-Д. В группах ВДА-С и НДА – значительное снижение средней амплитуды спектра слева. Изменение средней амплитуды в области лобных отведений в группах носит разнонаправленный характер. Доминирование низкочастотной активности зарегистрировано в затылочных отведениях во всех наблюдаемых группах. Градиент амплитуды спектра низкочастотных бета-колебаний при закрывании глаз аналогичен фоновым показателям.

Средняя мощность спектра активности низкочастотной компоненты бета-диапазона. Показатели средней мощности спектра низкочастотного бета-диапазона в состоянии относительного покоя и при проведении функциональных проб (открывание / закрывание глаз) представлены в приложении Д (таблица Д.4). Во всех наблюдаемых группах в состоянии относительного покоя низкочастотная бета-активность распределена более равномерно, хотя в задних отделах коры она выше, чем в передних. Наблюдается незначительное превышение средней мощности спектра в правом полушарии во всех наблюдаемых группах, за исключением группы

НДА (повышение средней мощности слева в центральных и лобных областях головного мозга).

При открывании глаз в передних отделах коры средняя мощность спектра в обоих полушариях повышается во всех группах, кроме группы СДА (снижение справа) и ВДА-Д (не изменяется справа). В височных отделах в правом полушарии средняя мощность спектра низкочастотного бета-ритма снижается во всех группах, кроме ВДА-С, в левом полушарии этого отдела коры головного мозга средняя мощность спектра увеличивается во всех группах за исключением группы ВДА-Д (снижение мощности слева). В области центральных извилин зарегистрировано снижение средней мощности спектра диапазона в группе ВДА-Д, НДА и СДА (справа), повышение средней мощности спектра отмечено в группе ВДА-С и СДА (слева). В задних отделах коры головного мозга средняя мощность спектра низкочастотного бета-диапазона снижается в правом и левом полушарии практически во всех исследуемых группах, кроме группы СДА (повышение слева). Во всех исследуемых группах отмечено разное доминирование средней мощности спектра низкочастотного бета-диапазона.

При проведении пробы с закрыванием глаз в лобных отделах коры слева и справа средняя мощность спектра ритма снижается в группах ВДА-С и НДА, в группах СДА и ВДА-Д – справа повышается, слева снижается. В височных отделах в левом и правом полушарии средняя мощность спектра снижается в группе ВДА-С, при этом в группе ВДА-Д – повышается. В группах СДА и НДА в височных отделах справа средняя мощность спектра ритма повышается, слева – снижается. В центральном отделе коры головного мозга средняя мощность спектра диапазона повышается в группах ВДА-Д, НДА и СДА (справа), снижается в группе ВДА-С и СДА (слева). В затылочном отведении практически во всех группах зарегистрировано повышение средней мощности спектра низкочастотного бета-диапазона, однако в группе СДА – снижение слева, в группе ВДА-С – не изменяется

справа. Большая средняя мощность спектра низкочастотного бета-диапазона концентрируется в затылочных отделах.

Таким образом, отмечены некоторые различия доминирования средней мощности спектра низкочастотного бета-диапазона в исследуемых группах. У лиц группы ВДА-Д отмечено снижение средней мощности спектра низкочастотного бета-диапазона в височном отделе слева при проведении пробы с открыванием глаз, на пробу с закрыванием глаз – повышение. В группе ВДА-С зарегистрировано повышение средней мощности спектра диапазона в области центральных извилин справа, а на пробу с закрыванием глаз – снижение. Так же на пробу с закрыванием глаз в группе ВДА-С зарегистрировано снижение средней мощности спектра диапазона в височном отделе коры (рисунок 14).

Средняя амплитуда спектра активности высокочастотной компоненты бета-диапазона. Показатели средней амплитуды спектра высокочастотного бета-диапазона в состоянии относительного покоя и при проведении функциональных проб (открывание/закрывание глаз) представлены в приложении Д (таблица Д.5). В состоянии относительного покоя в затылочных отведениях в группах ВДА-С и НДА были выявлены статистически значимые различия ($p \leq 0.05$). Зарегистрировано доминирование ритма в затылочных отведениях и снижение средней амплитуды спектра ритма сзади наперед во всех группах.

При открывании глаз высокочастотная бета-активность снижается на 10-25% в затылочных отведениях во всех наблюдаемых группах, кроме группы ВДА-С (повышение высокочастотной компоненты слева менее 25%, справа – более 25%). При этом в лобной области уровень средней амплитуды спектра увеличивается в группе ВДА-С более чем на 25%, в остальных группах на 10-25%. Изменение средней амплитуды спектра диапазона в области центральных и височных отведений носит разнонаправленный характер.

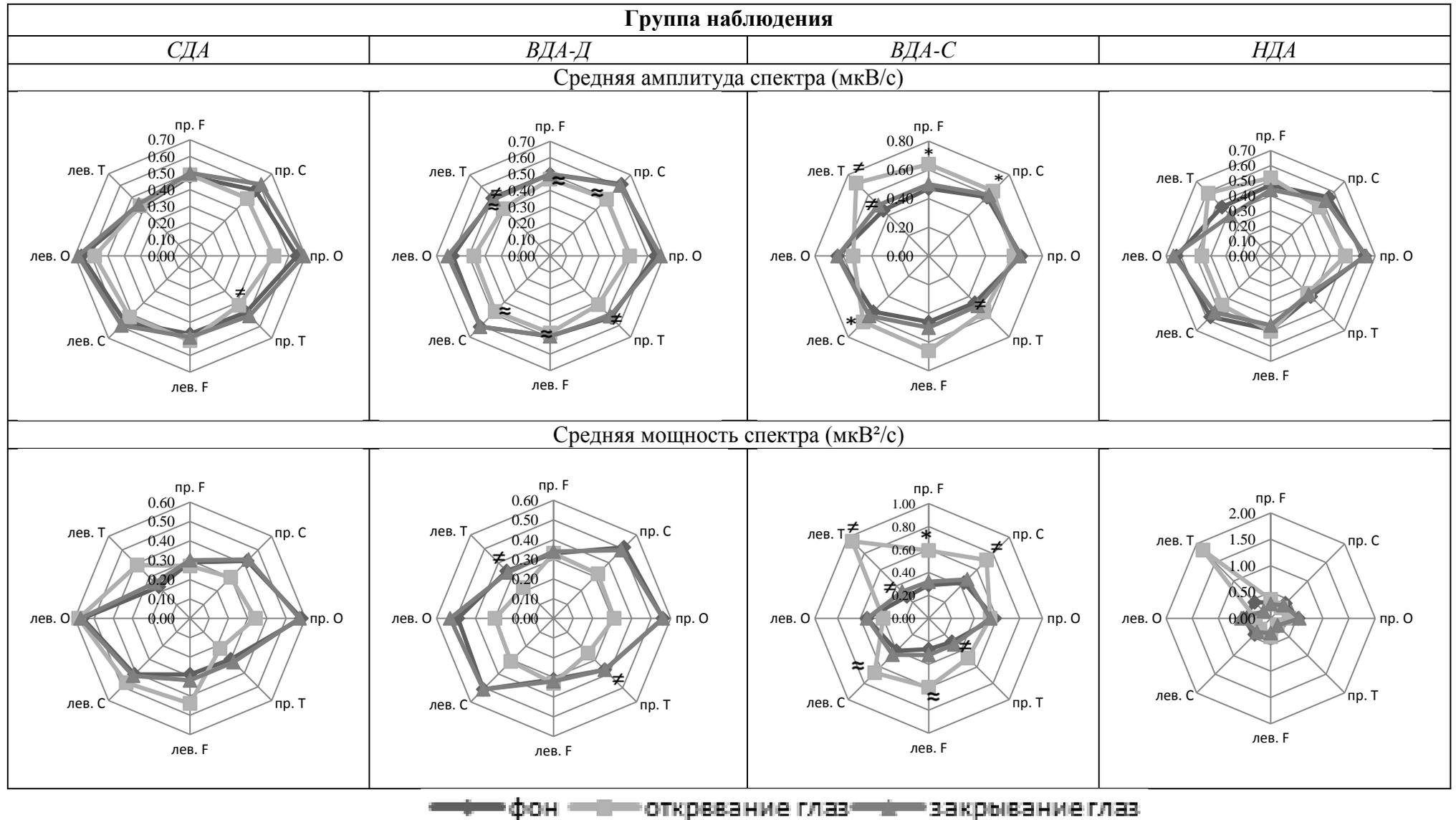


Рисунок 14 – Средняя амплитуда и мощность спектра низкочастотного бета-диапазона в наблюдаемых группах

Примечание – * – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА ($p \leq 0,05$), \approx – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С ($p \leq 0,05$), \neq – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА ($p \leq 0,05$).

При открывании глаз градиент средней амплитуды спектра бета-колебаний в группе СДА можно представить следующим образом слева ($O \rightarrow C \rightarrow FP \rightarrow T$), справа ($FP \rightarrow O \rightarrow C \rightarrow T$). В группе ВДА-Д слева ($C \rightarrow FP \rightarrow O = T$), справа ($C \rightarrow FP = T \rightarrow O$). В группе ВДА-С слева ($T \rightarrow C \rightarrow FP \rightarrow O$), справа ($O \rightarrow C \rightarrow T \rightarrow FP$). В группе НДА слева ($T \rightarrow FP \rightarrow O \rightarrow C$), справа ($O \rightarrow FP \rightarrow C \rightarrow T$).

При закрывании глаз в затылочных отведениях высокочастотная бета-активность повышается в группах СДА (справа), НДА, ВДА-Д. В области центральной борозды отмечено увеличение средней амплитуды спектра в группе СДА, ВДА-Д, НДА. Доминирование высокочастотной бета-активности зарегистрировано в затылочных отведениях во всех наблюдаемых группах. Градиент амплитуды спектра бета-колебаний при закрывании глаз практически во всех наблюдаемых группах можно представить следующим образом $O \rightarrow C \rightarrow FP \rightarrow T$. Однако в группе ВДА-С градиент амплитуды спектра бета-колебаний справа отличается от градиента слева $T \rightarrow O = C \rightarrow FP$.

Средняя мощность спектра активности высокочастотной компоненты бета-диапазона. Показатели средней мощности спектра высокочастотного бета-диапазона в состоянии относительного покоя и при проведении функциональных проб (открывание/закрывание глаз) представлены в приложении Д (таблица Д.6). Во всех наблюдаемых группах в состоянии относительного покоя высокочастотная бета-активность распределена более равномерно, при этом отмечено доминирование средней мощности спектра диапазона в задних отделах коры. Превышение средней мощности спектра в правом полушарии наблюдается в группе ВДА-Д, а в группе НДА в левом полушарии. В группе ВДА-С повышение средней мощности спектра в правом полушарии зарегистрировано в центральных и затылочных отведениях, в лобных и височных отведениях повышение средней мощности спектра в левом полушарии. В группе СДА в правом полушарии отмечено снижение средней мощности спектра в заднем отделе

коры. В лобном и центральном отделе средняя мощность спектра в правом и левом полушарии одинакова.

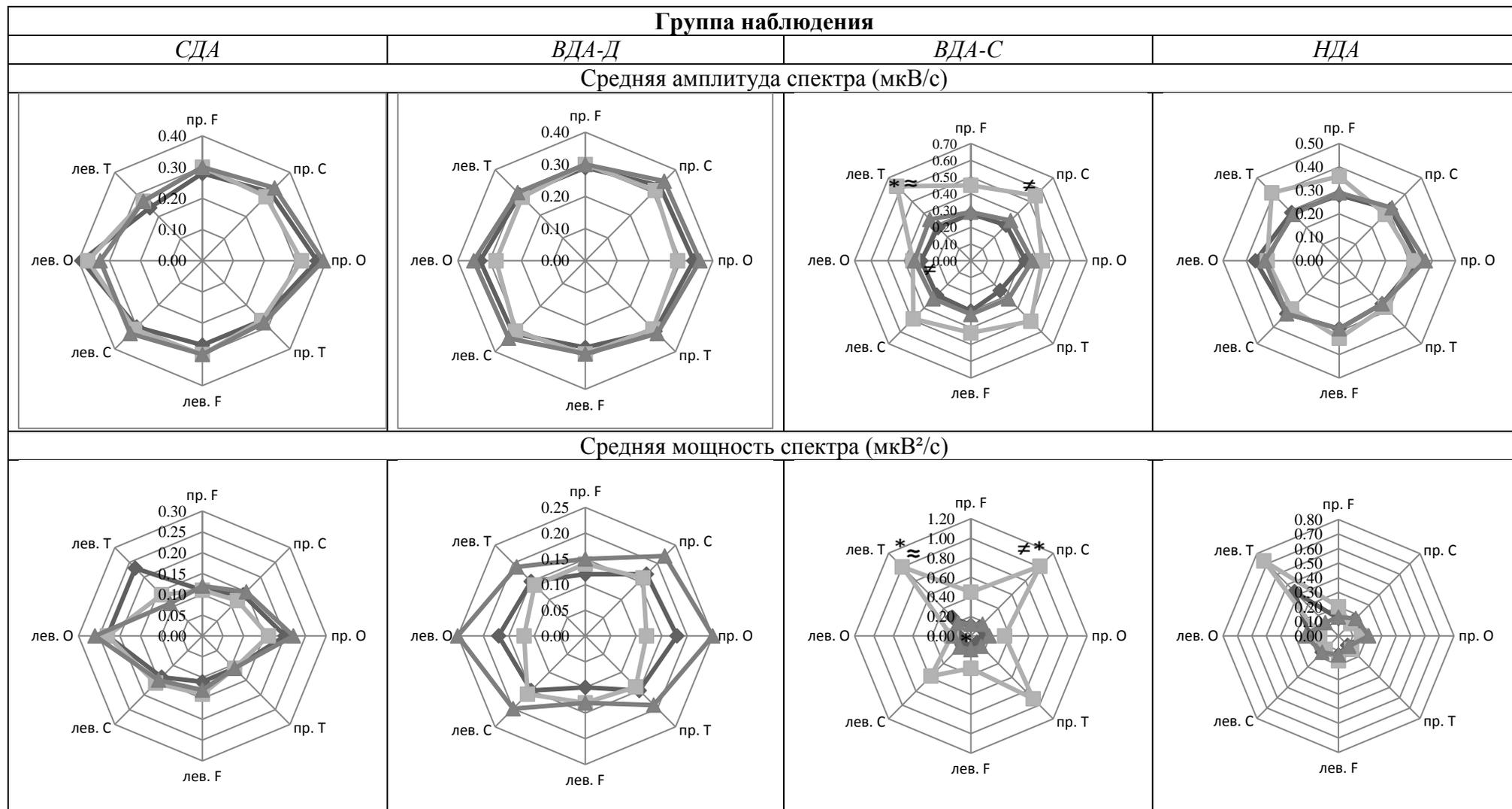
При открывании глаз в лобных отведениях средняя мощность спектра в обоих полушариях повышается во всех группах, кроме группы СДА (не изменяется справа). В височных отведениях средняя мощность спектра высокочастотного бета-диапазона снижается в группе ВДА-Д и СДА, повышается в группах ВДА-С, НДА, в группе СДА в правом полушарии – не изменяется. В области центральных извилин зарегистрировано снижение средней мощности спектра диапазона в правом полушарии во всех группах, кроме ВДА-С (повышение справа), в левом полушарии средняя мощность спектра ритма повышается во всех исследуемых группах, кроме группы НДА – снижается. В затылочном отведении коры головного мозга средняя мощность спектра высокочастотного бета-диапазона снижается в группах НДА, ВДА-Д и СДА (справа), повышается в группе ВДА-С, не изменяется в группе СДА (слева). Во всех исследуемых группах отмечено разное доминирование средней мощности спектра высокочастотного бета-диапазона.

При проведении пробы с закрыванием глаз в лобных отделах коры средняя мощность спектра диапазона снижается в группах ВДА-С, НДА, СДА (слева) в группах СДА и ВДА-Д – справа повышается, в группе ВДА-Д – слева не изменяется. В височных отделах средняя мощность спектра снижается в группе НДА, ВДА-С и СДА (слева), при этом в группе ВДА-Д – повышается, а в группе СДА справа не изменяется. В области центральных извилин средняя мощность спектра диапазона повышается в группах ВДА-Д и НДА и СДА (справа), снижается в группе ВДА-С и СДА (слева). В задних отделах коры головного мозга практически во всех группах зарегистрировано повышение средней мощности спектра высокочастотного бета-диапазона, кроме группы ВДА-С – снижение средней мощности спектра диапазона. Большая мощность высокочастотного бета-диапазона концентрируется в затылочных отделах, в остальных отделах она меньше.

Таким образом, выявлено, что у лиц в группе НДА отмечается незначительная асимметрия активности низкочастотного и высокочастотного бета-диапазона, которая проявляется в доминировании левой гемисферы, тогда как у лиц группы СДА и ВДА-Д, ВДА-С – в доминировании правой гемисферы. Функциональная подвижность (степень реакции на пробы с открыванием и закрыванием глаз) существенно более выражена в области центральной борозды в группах ВДА, особенно у представителей группы ВДА-С. На пробу с закрыванием глаз в группе ВДА-Д, особо стоит отметить выраженное усиление бета-активности в центральной и затылочной областях. В то время как, в группе ВДА-С отмечено значительное снижение низкочастотного бета-диапазона в лобной области и высокочастотного бета-диапазона в центральной, височной и лобной областях. Выявлено, что интенсивность и характер двигательной активности влияют на закономерности формирования паттернов низкочастотной и высокочастотной бета-активности коры полушарий головного мозга (рисунок 15).

Средняя амплитуда спектра активности тета-диапазона. Показатели средней амплитуды спектра тета-диапазона в состоянии относительного покоя и при проведении функциональных проб (открывание / закрывание глаз) представлены в приложении Д (таблица Д.7). В состоянии относительного покоя во всех исследуемых группах средняя амплитуда спектра тета-диапазона не имеет статистически значимых различий ($p > 0.05$). Ритм доминирует в лобно-центральных отведениях. Градиент амплитуды колебаний можно представить следующим образом (С → FP → О → Т или С → О → FP → Т). Функциональная асимметрия ритма не выявлена.

При открывании глаз ритм становится выраженным в лобных отведениях – увеличение средней амплитуды спектра на $\frac{1}{4}$. Аналогичные изменения отмечены в группе ВДА-С в височных отведениях, в области центральной извилины.



фон **открывание глаз** **закрывание глаз**

Рисунок 15 – Средняя амплитуда и мощность спектра высокочастотного бета-диапазона в наблюдаемых группах

Примечание – * – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА ($p \leq 0,05$), \approx – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С ($p \leq 0,05$), \neq – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА ($p \leq 0,05$).

При этом в группе ВДА-Д отмечено снижением средней амплитуды спектра тета-диапазона более чем на $\frac{1}{4}$ в центральных отведениях. Стоит отметить, что статистически значимые различия ($p \leq 0,05$) выявлены в лобных отведениях. Ритм доминирует в лобных отведениях, а средняя амплитуда спектра снижается спереди назад. У лиц с недостаточной двигательной активностью (НДА) зарегистрирована межполушарная асимметрия градиента амплитудных изменений слева (FP → T → C → O), справа (FP → C → O → T).

При закрывании глаз наблюдалась противоположная реакция – снижение средней амплитуды спектра более чем на 25% в лобных отведениях. Снижение средней амплитуды спектра на $\frac{1}{4}$ в височных отведениях зарегистрировано как в группе НДА, так и в группе ВДА-С. Доминирование ритма отмечено в лобно-центральных отведениях. Градиент амплитуды тета-диапазона FP → C → O → T, либо C → FP → O → T.

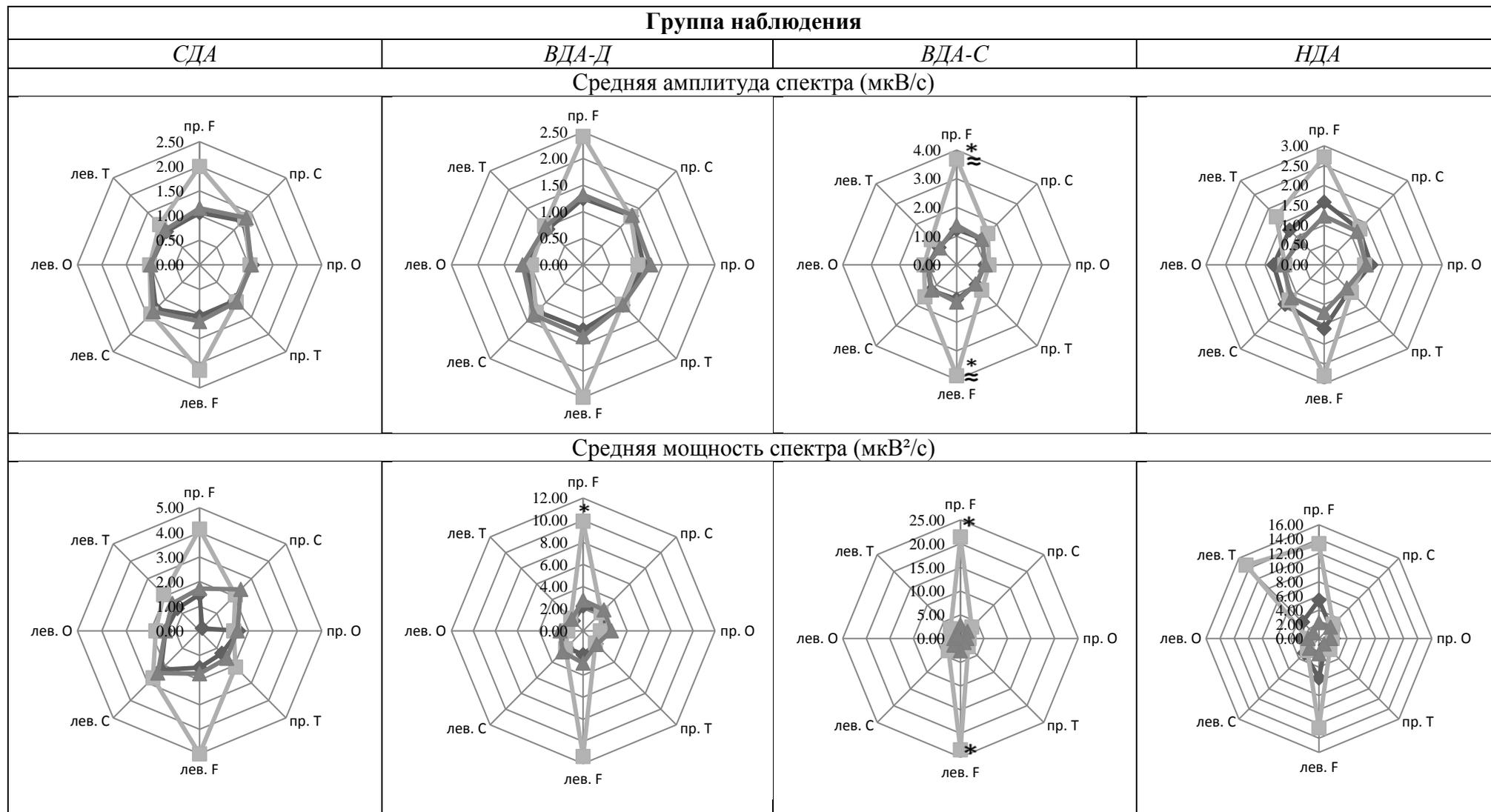
Средняя мощность спектра активности тета-диапазона. Показатели средней мощности спектра тета-диапазона в состоянии относительного покоя и при проведении функциональных проб (открывание / закрывание глаз) представлены в приложении Д (таблица Д.8). В состоянии относительного покоя большая средняя мощность спектра тета-диапазона концентрируется в передних и центральных отделах головного мозга. Передний отдел – НДА, ВДА-Д (слева), ВДА-С (справа). Центральный отдел - СДА, ВДА-Д (справа), ВДА-С (слева). Наблюдается незначительное превышение средней мощности спектра во всех отведениях в правом полушарии в группе ВДА-Д, а в левом полушарии группе НДА. Снижение средней мощности спектра в правом полушарии наблюдается в группе ВДА-С (затылочная область) и в группе СДА (лобная и центральная область).

При открывании глаз средняя мощность спектра тета-диапазона повышается в переднем отделе во всех наблюдаемых группах. В височном отделе средняя мощность спектра повышается справа в группах ВДА-С и НДА. Слева средняя мощность спектра тета-диапазона повышается во всех группах, кроме группы ВДА-Д – снижается. В области центральных извилин

справа средняя мощность спектра в группе СДА и ВДА-Д - снижается, а в группе ВДА-С и НДА – повышается, слева снижается только в группе НДА, в остальных группах повышается. Доминирование средней мощности спектра тета-ритма при проведении пробы с открыванием глаз зарегистрировано в лобных отведениях во всех наблюдаемых группах, за исключением группы НДА - в левом полушарии доминирование средней мощности спектра в височной области.

При проведении пробы с закрыванием глаз снижение средней мощности спектра тета-диапазона в лобном отделе зарегистрировано во всех группах. В височном отделе слева средняя мощность спектра снижается во всех группах, а справа в группах ВДА-С и НДА – снижается, в группе ВДА-Д – повышается. Средняя мощность спектра снижается в области центральных извилин в группах ВДА-С и НДА, в группе ВДА-Д – повышается, в группе СДА – слева снижается, справа повышается. В затылочной области средняя мощность спектра тета-диапазона повышается в группе ВДА-Д, НДА (слева) и СДА (справа), снижение средней мощности спектра ритма в этом отделе зарегистрировано в группе ВДА-С, СДА (слева) и НДА (справа). Особо стоит отметить, что в группах СДА и ВДА-Д при проведении пробы с открыванием глаз в правом полушарии центральных отделах коры происходит снижение средней мощности спектра тета-диапазона, а при проведении пробы с закрыванием глаз повышение. В группах ВДА-С и НДА наоборот на пробу с открыванием глаз средняя мощность спектра диапазона повышается, а при закрывании глаз уменьшается.

Таким образом, следует отметить, что интенсивность и характер двигательной активности может оказывать влияние на закономерности формирования паттернов тета-активности коры полушарий головного мозга. При этом данные изменения выражены у лиц с высоким уровнем двигательной активности (рисунок 16).



фон открывание глаз закрывание глаз

Рисунок 16–Средняя амплитуда и мощность тета-диапазона в наблюдаемых группах

Примечание – * – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА ($p \leq 0,05$), \approx – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С ($p \leq 0,05$), \neq – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА ($p \leq 0,05$).

3.3 Психофизиологический статус и биоэлектрическая активность головного мозга на фоне физических и когнитивных нагрузок у представителей групп с различным уровнем двигательной активности

Было проведено исследование особенности биоэлектрической активности головного мозга во время выполнения когнитивного теста до и после физической нагрузки с помощью метода электроэнцефалографии в группах с различным уровнем двигательной активности (НДА; СДА (СДА-Д, СДА-С); ВДА-Д; ВДА-С). В качестве когнитивной нагрузки был выбран тест «Цифры в фигурах». Физическая нагрузка для каждой группы была специфическая.

Результаты выполнения теста «Цифры в фигурах» после физической нагрузки. Физическая нагрузка оказала положительное влияние на показатель объем и распределение у исследуемых группы НДА и на показатель распределение внимания в группе ВДА-Д. Отрицательное влияние физическая нагрузка оказала на показатель объем внимания в группе ВДА-С. Показатель распределение внимания ухудшился как после силовой, так и после циклической физической нагрузки у испытуемых в группе СДА (таблица 10).

Таблица 10 – Результаты выполнения теста «Цифры в фигурах» до и после физической нагрузки в наблюдаемых группах

Группа	Объем внимания, кол-во правильных ответов		Распределение внимания, кол-во правильных ответов	
	до	после	до	после
НДА	12	20 ^{2,5}	0 ⁴	8 ^{3,5}
СДА	20 ¹	20 ²	20	17
ВДА-Д	20 ¹	20 ²	18	20
ВДА-С	20 ¹	14 ⁵	16 ⁴	16 ³

Примечание – ¹⁻⁵ – статистически значимые различия между показателями, $p \leq 0,05$; ¹ – при сравнении с НДА; ² – при сравнении с ВДА-С; ³ – при сравнении с ВДА-Д; ⁴ – при сравнении с СДА; ⁵ – при сравнении показателей до и после.

Частотная характеристика ритмов во время выполнения когнитивного теста до и после физической нагрузки. При проведении когнитивного теста до и после физической нагрузки на ЭЭГ обследуемых над правым и левым полушарием во всех отведениях коры головного мозга зарегистрирован среднечастотный альфа-2 ритм (9,3 – 10,5 Гц). Так же при анализе ЭЭГ при выполнении когнитивного теста до и после физической нагрузки зарегистрированы тета-диапазона (4-8 Гц), низкочастотный бета-ритм (13-25 Гц) и высокочастотный бета-ритм (25-40 Гц) в обоих полушариях головного мозга.

Средняя амплитуда спектра активности альфа-2 диапазона. Показатели средней амплитуды спектра альфа-2 диапазона во всех наблюдаемых группах при выполнении когнитивного теста до и после физической нагрузки представлены в приложении Е (таблица Е.1). Характеристика средней амплитуды спектра альфа-2 активности на фоне физической и когнитивной нагрузки представлена на рисунке 17. При выполнении когнитивного теста до физической нагрузки во всех исследуемых группах зарегистрировано доминирование альфа-2 активности в лобных отведениях. Наблюдается функциональная асимметрия ритма с незначительным превышением средней амплитуды спектра в левом полушарии в лобном отделе во всех наблюдаемых группах. В затылочном отделе зарегистрировано незначительное превышение средней амплитуды спектра в правом полушарии коры во всех группах за исключением группы ВДА-Д (снижение справа). В области центральных извилин в группах ВДА-Д и НДА (повышение слева), в височном отделе в группах ВДА-Д и ВДА-С (повышение справа).

При выполнении когнитивного теста после физической нагрузки альфа-2 активность снижается во всех отведениях в группах ВДА-С и НДА. В группах СДА и ВДА-Д альфа-2 активность усиливается во всех отделах коры головного мозга. Доминирование альфа-2 активности зарегистрировано в лобных отведениях во всех исследуемых группах.

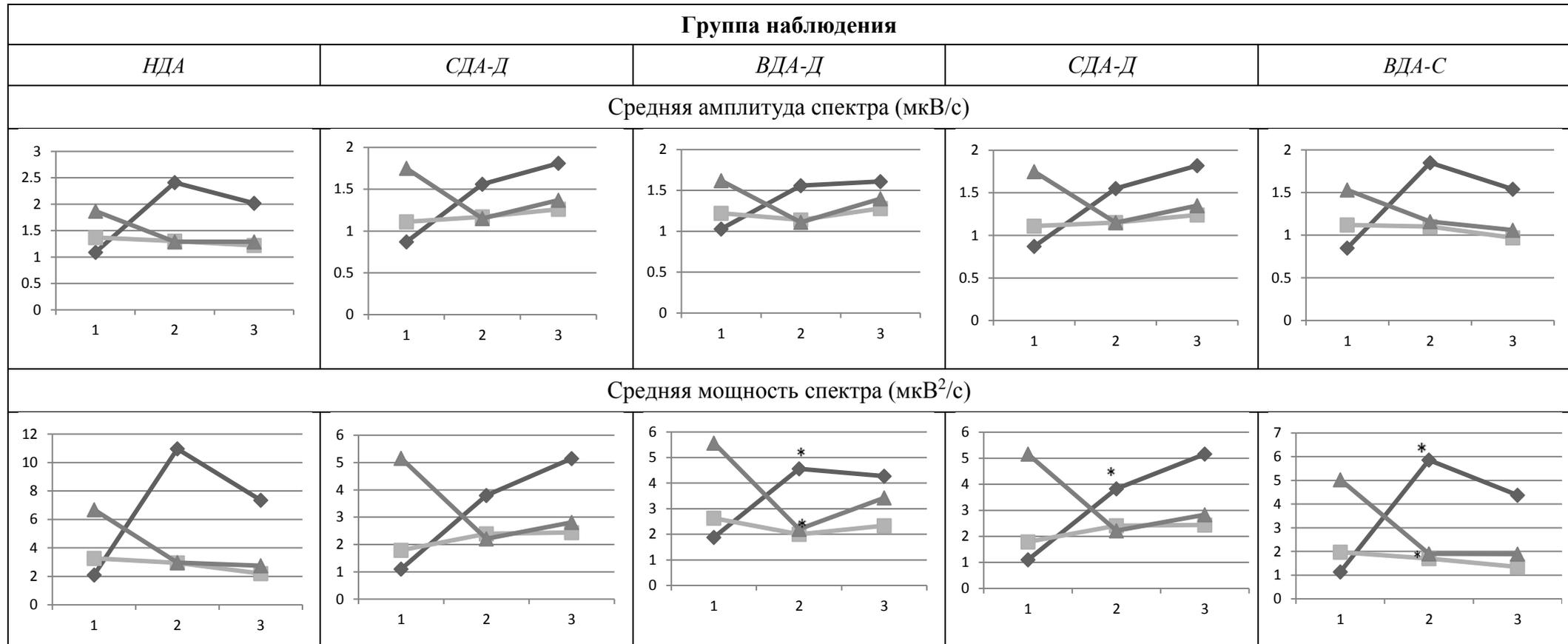


Рисунок 17 – Средние характеристики альфа-2-активности на фоне физической и когнитивной нагрузки

Примечание – 1 – показатели фоновой записи, 2 – показатели при выполнении когнитивного теста до физической нагрузки, 3 – показатели при выполнении когнитивного теста после физической нагрузки, \blacklozenge – F \blacksquare – C \blacktriangle – O; # – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА ($p \leq 0,05$), \neq – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С ($p \leq 0,05$), * – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА ($p \leq 0,05$).

Средняя мощность спектра альфа-2 диапазона. Показатели средней мощности спектра альфа-2 диапазона во всех наблюдаемых группах при выполнении когнитивного теста до и после физической нагрузки представлены в приложении Е (таблица Е.2). Характеристика средней мощности спектра альфа-2 активности на фоне физической и когнитивной нагрузки представлена на рисунке 17. При выполнении когнитивного теста до физической нагрузки большая средняя мощность спектра альфа-2 активности во всех наблюдаемых группах концентрируется в лобных отделах в остальных отделах она меньше. В лобном отделе наблюдается незначительное превышение средней мощности спектра в левом полушарии во всех наблюдаемых группах. В области центральных извилин средняя мощность спектра незначительно больше в левом полушарии во всех группах, кроме группы ВДА (превышение справа). В височном отделе превышение средней мощности спектра альфа-2 активности в группах ВДА-Д и ВДА-С зарегистрировано в правом полушарии, в группах СДА и НДА превышение слева. В затылочном отделе в группах СДА и ВДА-С средняя мощность спектра диапазона больше в правом полушарии, а в группах ВДА-Д и НДА в левом полушарии.

При выполнении когнитивного теста после физической нагрузки в лобном отделе средняя мощность спектра альфа-2 активности снижается в группах НДА, ВДА-Д (слева), ВДА-С (слева), повышается в группе СДА и в группах ВДА-Д и ВДА-С – справа. В центральном отделе средняя мощность спектра альфа-2 активности снижается в группе НДА и ВДА-С, повышается в группе СДА и ВДА-Д. В височном отделе средняя мощность спектра в группе СДА повышается, в группе ВДА-Д снижается, в группах ВДА-С и НДА в левом полушарии снижается, а в правом повышается. В затылочном отделе средняя мощность спектра ритма повышается в группах СДА, ВДА-Д и НДА (справа), снижается в группе ВДА-С. Доминирование средней мощности спектра альфа-2 активности зарегистрировано в лобных отделах во всех наблюдаемых группах.

Средняя амплитуда спектра активности низкочастотной компоненты бета-диапазона. Показатели средней амплитуды спектра низкочастотной компоненты бета-диапазона во всех наблюдаемых группах при выполнении когнитивного теста до и после физической нагрузки представлены в приложении Е (таблица Е.3). Характеристика средней амплитуды спектра низкочастотной компоненты бета-диапазона на фоне физической и когнитивной нагрузки представлена на рисунке 18. При выполнении когнитивного теста до физической нагрузки во всех исследуемых группах зарегистрировано доминирование ритма в лобных отведениях, кроме группы СДА (справа доминирование в затылочном отделе) и ВДА-Д (справа доминирование в височном отделе). Ритм симметричен по частоте и амплитуде в обоих полушариях в лобном отделе в группах спортсменов и в центральном отделе только в группе ВДА-Д. Наблюдается функциональная асимметрия ритма с незначительным превышением средней амплитуды спектра в правом полушарии в затылочном отделе в группах ВДА-С и НДА, в группе СДА – повышение слева и в височном отделе во всех наблюдаемых группах, кроме группы НДА – повышение слева. В области центральных извилин повышение средней амплитуды спектра справа в группе ВДА-С, в группах СДА и НДА (повышение слева). В лобном отделе средняя амплитуда спектра ритма повышается в группах СДА – слева, НДА – справа.

При выполнении когнитивного теста после физической нагрузки низкочастотная бета активность усиливается в лобном и центральном отделе в группах СДА и ВДА-Д, в группах ВДА-С и НДА (снижается). В височном отделе низкочастотная бета активность снижается в группе ВДА-С, ВДА-Д (справа) и НДА (справа), в остальных группах усиливается. В затылочном отделе средняя амплитуда спектра ритма усиливается во всех группах, за исключением ВДА-С и СДА (слева). Доминирование низкочастотного бета-диапазона зарегистрировано в правом полушарии в височных отведениях во

всех исследуемых группах, в левом полушарии в группах СДА и НДА (лобные отведения), в группах спортсменов (затылочные отведения).

Средняя мощность спектра активности низкочастотной компоненты бета-диапазона. Показатели средней мощности спектра низкочастотной компоненты бета-диапазона во всех наблюдаемых группах при выполнении когнитивного теста до и после физической нагрузки представлены в приложении Е (таблица Е.4) и на рисунке 18. В состоянии относительного покоя большая средняя мощность спектра низкочастотного бета-ритма в группах ВДА-С и НДА концентрируется в лобных отделах, в группе ВДА-Д в височных отделах, в группе СДА в левом полушарии в лобном отделе, в правом полушарии в затылочном отделе. Во время выполнения когнитивного теста до физической нагрузки в лобном отделе наблюдается незначительное превышение средней мощности спектра в левом полушарии во всех наблюдаемых группах, за исключением группы НДА и ВДА-С (превышение справа). В височном отделе средняя амплитуда спектра ритма больше справа во всех группах, кроме группы НДА (превышение слева). В центральном отделе средняя мощность спектра в группах ВДА-Д и НДА больше в левом полушарии, а в группе ВДА-С и СДА в правом полушарии. В затылочном отделе средняя мощность спектра ритма больше в правом полушарии во всех группах, кроме группы СДА и ВДА-Д.

При выполнении когнитивного теста после физической нагрузки в лобном отделе средняя мощность спектра низкочастотного бета-ритма увеличивается в группах СДА, ВДА-Д и ВДА-С (справа), снижается в группе НДА и ВДА-С (слева). В центральном отделе средняя мощность спектра ритма повышается в группах СДА и ВДА, а в группе и НДА снижается. В височном отделе средняя мощность спектра ритма снижается во всех группах за исключением группы СДА и ВДА-С (увеличивается). В затылочном отделе средняя мощность увеличивается во всех группах, кроме групп ВДА-С (снижение справа).

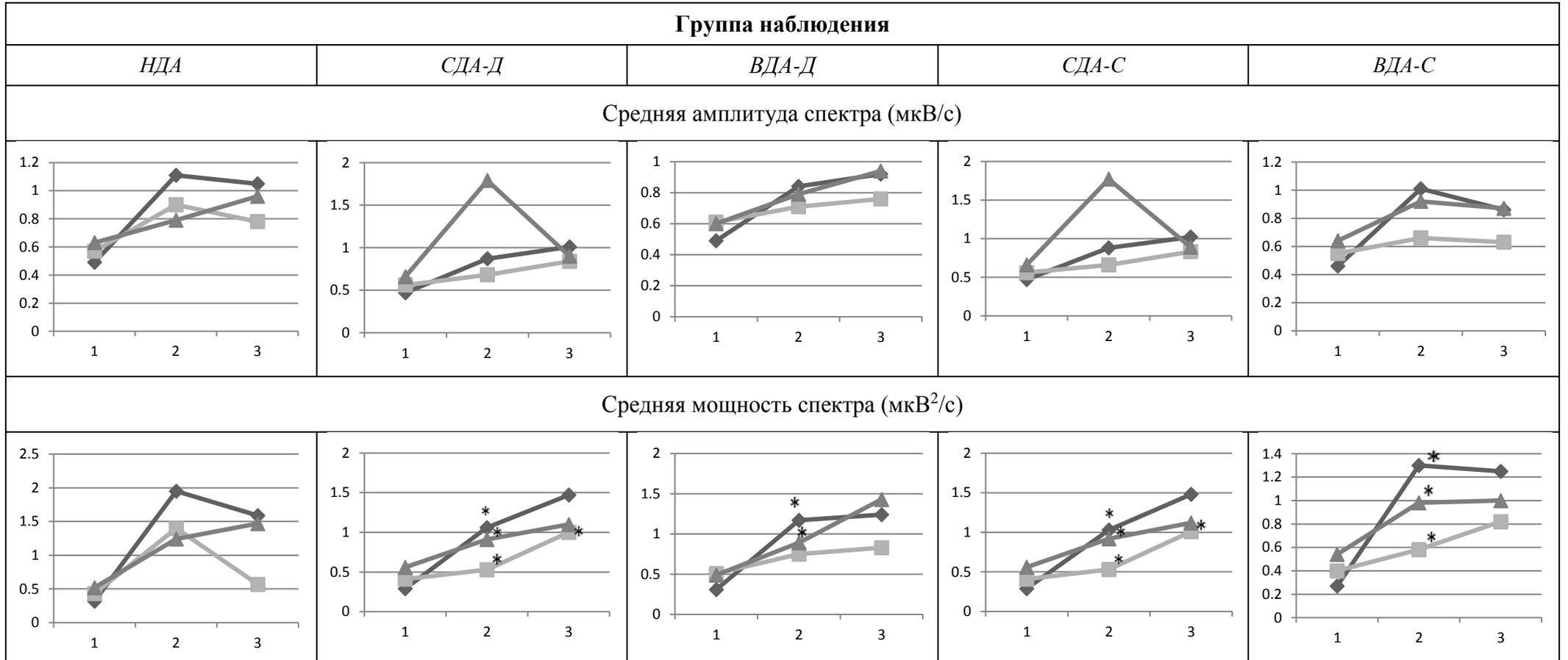


Рисунок 18– Средние характеристики низкочастотного бета-диапазона на фоне физической и когнитивной нагрузки

Примечание – 1 – показатели фоновой записи, 2 – показатели при выполнении когнитивного теста до физической нагрузки, 3 – показатели при выполнении когнитивного теста после физической нагрузки, \blacklozenge – F \blacksquare – С \blacktriangle – O; # – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА ($p \leq 0,05$), \neq – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С ($p \leq 0,05$), * – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА ($p \leq 0,05$).

Средняя амплитуда спектра активности высокочастотной компоненты бета-диапазона. Показатели средней амплитуды во всех наблюдаемых группах при выполнении когнитивного теста до и после физической нагрузки представлены в приложении Е (таблица Е.5). При выполнении когнитивного теста до физической нагрузки во всех исследуемых группах доминирование ритма в группах СДА и ВДА-Д зарегистрировано в височных отведениях (рисунок 19). В группе ВДА-С – в затылочных отведениях. В группе НДА в височных отведениях (слева), в лобных отведениях (справа). Ритм симметричен по частоте и амплитуде в обоих полушариях только в затылочном отделе в группе ВДА-Д. Наблюдается функциональная асимметрия ритма с незначительным превышением средней амплитуды спектра в правом полушарии в затылочном отделе в группах СДА и НДА, в группе ВДА-С (повышение слева). В височном отделе в группах СДА и ВДА-Д (повышение справа), в группе ВДА-С и НДА (повышение слева). В области центральных извилин повышение средней амплитуды спектра справа зарегистрировано только в группе ВДА-С, в остальных группах повышение слева. В группе ВДА-Д в лобном отделе повышение средней амплитуды спектра диапазона зарегистрировано слева, в остальных группах справа.

При выполнении когнитивного теста после физической нагрузки высокочастотная бета активность усиливается в лобном отделе в группах СДА и ВДА-Д. В височном отделе высокочастотная бета активность снижается во всех группах, кроме СДА и НДА (усиливается слева). В области центральных извилин активность ритма снижается в группах НДА, ВДА-С и усиливается в группе СДА и ВДА-Д (слева). В затылочном отделе средняя амплитуда спектра диапазона усиливается во всех группах, за исключением ВДА-С.

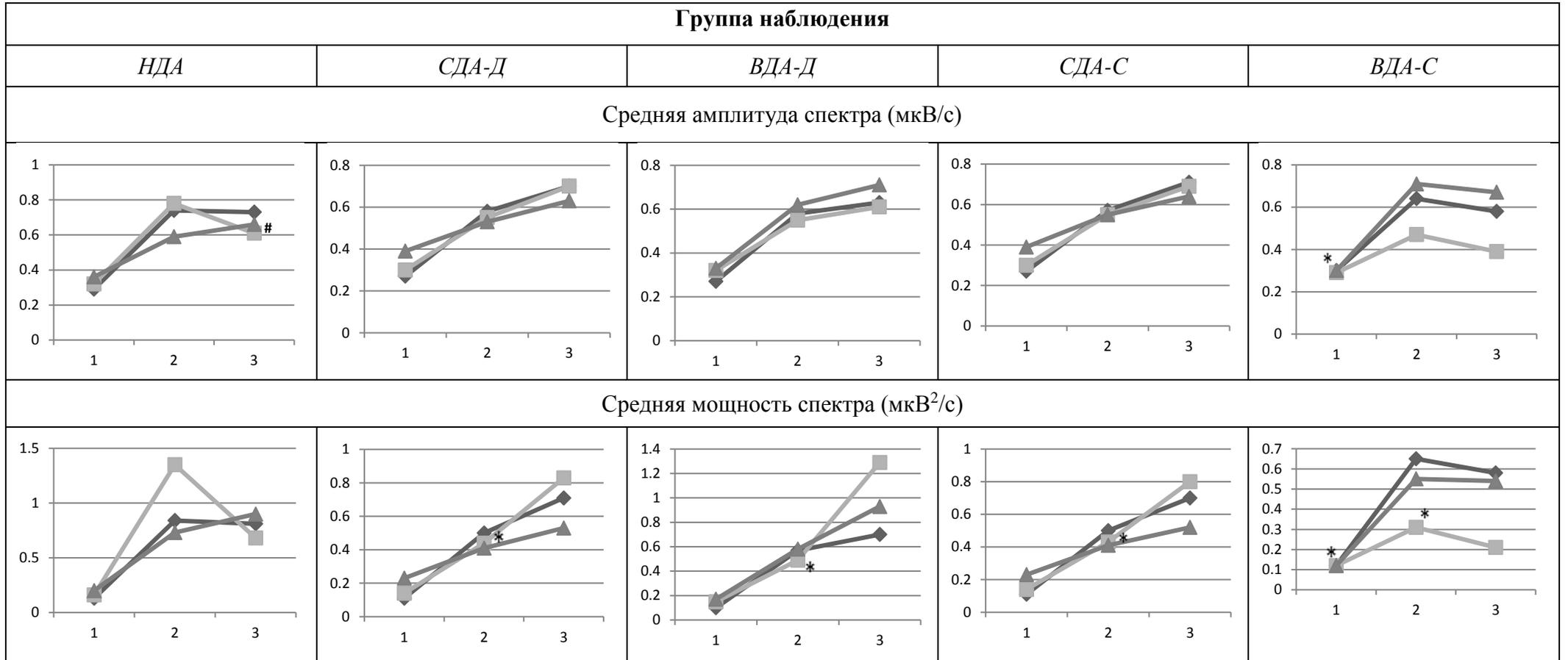


Рисунок 19 – Средние характеристики высокочастотного бета-диапазона на фоне физической и когнитивной нагрузки

Примечание – 1 – показатели фоновой записи, 2 – показатели при выполнении когнитивного теста до физической нагрузки, 3 – показатели при выполнении когнитивного теста после физической нагрузки, \blacklozenge – F \blacksquare – С \blacktriangle – O; # – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА ($p \leq 0,05$), \neq – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С ($p \leq 0,05$), * – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА ($p \leq 0,05$).

Средняя мощность спектра высокочастотной компоненты бета-диапазона. Показатели средней мощности высокочастотной компоненты бета-диапазона во всех наблюдаемых группах при выполнении когнитивного теста до и после физической нагрузки представлены в приложении Е (таблица Е.6). Характеристика средней мощности спектра высокочастотной компоненты бета-диапазона на фоне физической и когнитивной нагрузки представлена на рисунке 19. В состоянии относительного покоя большая средняя мощность спектра высокочастотного бета-диапазона в группах СДА и ВДА-Д концентрируется в височных отделах, в левом полушарии в группе ВДА-С в лобных отделах, в группе НДА в центральных отделах, в правом полушарии в группе ВДА-С – затылочный отдел, НДА – лобный отдел. Во время выполнения когнитивного теста до физической нагрузки в лобном отделе наблюдается незначительное превышение средней мощности спектра в группах ВДА-Д и ВДА-С в левом полушарии, в группах СДА и НДА – в правом полушарии. В височном отделе средняя амплитуда спектра диапазона больше справа в группах СДА и ВДА-Д, в группах ВДА-С и НДА больше слева. В центральном отделе средняя мощность спектра больше в левом полушарии во всех исследуемых группах, кроме группы ВДА-С (больше справа). В затылочном отделе средняя мощность спектра диапазона больше в правом полушарии в группах СДА и ВДА-С, тогда как в группе НДА больше в левом полушарии, а в группе ВДА-Д симметрично в обоих полушариях.

При выполнении когнитивного теста после физической нагрузки в лобном отделе средняя мощность спектра высокочастотного бета-диапазона увеличивается в группах СДА, ВДА-Д, снижается в группе НДА и ВДА-С. В центральном отделе средняя мощность спектра диапазона повышается в группах СДА и ВДА-Д (слева), снижается в группах ВДА-С, НДА. В височном отделе средняя мощность спектра диапазона снижается практически во всех группах, однако в группах СДА и НДА в левом полушарии увеличивается. В затылочном отделе средняя мощность спектра увеличивается во всех группах, кроме групп ВДА-С (снижается).

Доминирование средней мощности спектра высокочастотного бета-диапазона носит разнонаправленный характер во всех исследуемых группах. При этом отмечено, что в основном большая средняя мощность спектра диапазона концентрируется в лобных и височных отведениях.

Средняя амплитуда спектра активности тета-диапазона. Показатели средней амплитуды спектра тета-диапазона во всех наблюдаемых группах при выполнении когнитивного теста до и после физической нагрузки представлены в приложении Е (таблица Е.7). Характеристика средней амплитуды спектра тета-диапазона на фоне физической и когнитивной нагрузки представлена на рисунке 20. При выполнении когнитивного теста до физической нагрузки во всех исследуемых группах зарегистрировано доминирование тета-диапазона в лобных отведениях. Наблюдается функциональная асимметрия ритма с незначительным превышением средней амплитуды спектра в правом полушарии в затылочном отделе во всех наблюдаемых группах, за исключением группы ВДА-Д (повышение слева). В центральном и височном отделе зарегистрировано незначительное превышение средней амплитуды спектра в правом полушарии коры в группах ВДА-Д и ВДА-С. В лобном отделе средняя амплитуда спектра тета-диапазона повышается в группах СДА и ВДА-С (справа), в группах ВДА-Д и НДА (слева).

При выполнении когнитивного теста после физической нагрузки тета-активность усиливается в затылочной области во всех исследуемых группах, кроме НДА (снижение слева). В височном отделе и в области центральных извилин тета-активность снижается только в группе ВДА-С, в остальных группах усиливается. В лобном отделе средняя амплитуда спектра тета-диапазона усиливается в группах СДА и ВДА-Д, в группах ВДА-С и НДА снижается.

Средняя мощность спектра активности тета-диапазона. Показатели средней мощности спектра тета-диапазона во всех наблюдаемых группах при выполнении когнитивного теста до и после физической нагрузки

представлены в приложении Е (таблица Е.8). Характеристика средней мощности спектра тета-диапазона на фоне физической и когнитивной нагрузки представлена на рисунке 20. В состоянии относительного покоя большая средняя мощность спектра тета-диапазона во всех наблюдаемых группах концентрируется в лобных отделах в остальных отделах она меньше. Во время выполнения когнитивного теста до физической нагрузки в лобном отделе наблюдается незначительное превышение средней мощности спектра в левом полушарии во всех наблюдаемых группах, за исключением группы ВДА-С (превышение справа). В центральном и височном отделах средняя мощность спектра незначительно больше в левом полушарии в группах СДА и НДА, в группах ВДА-Д и ВДА-С больше в правом полушарии. В затылочном отделе в группах СДА и ВДА-Д средняя мощность спектра ритма больше в левом полушарии, а в группах ВДА-С и НДА – в правом полушарии.

При выполнении когнитивного теста после физической нагрузки в лобном отделе средняя мощность спектра тета-диапазона снижается во всех группах, кроме группы СДА (повышается). В центральном и затылочном отделе средняя мощность спектра ритма повышается во всех группах, за исключением группы НДА и ВДА-С – снижение. В височном отделе средняя мощность спектра повышается в группе СДА, ВДА-Д (слева), НДА (справа), снижается в группе ВДА-С, ВДА-Д (справа) и НДА (слева). Доминирование средней мощности спектра тета-диапазона зарегистрировано в лобных отделах во всех наблюдаемых группах.

Различия, которые мы выявили с помощью эксперимента в психофизиологических свойствах спортсменов различных специализаций, очевидно, связаны с организацией активности коры головного мозга, формирующейся за счет регулярного повторения определенных паттернов моторной активности.

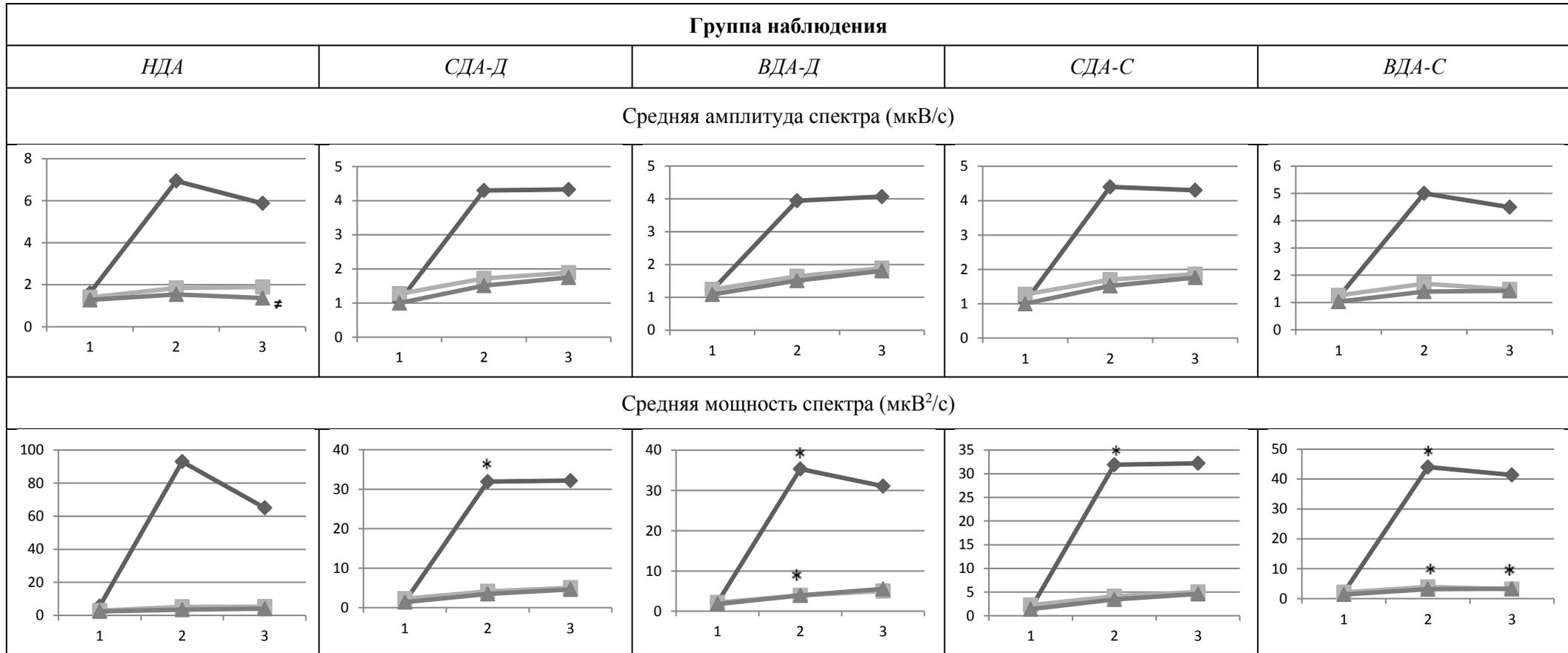


Рисунок 20 – Средние характеристики тета-диапазона на фоне физической и когнитивной нагрузки

Примечание – 1 – показатели фоновой записи, 2 – показатели при выполнении когнитивного теста до физической нагрузки, 3 – показатели при выполнении когнитивного теста после физической нагрузки, \blacklozenge – F \blacksquare – C \blacktriangle – O; # – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА ($p \leq 0,05$), \neq – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С ($p \leq 0,05$), * – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА ($p \leq 0,05$).

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

4.1 Особенности психофизиологического статуса и биоэлектрической активности головного мозга у лиц с различным уровнем двигательной активности

ДА оказывает благоприятное влияние на функционирование различных органов и систем организма. Во время занятий спортом в организме человека происходит ряд адаптивных процессов, которые помогают человеку приспособиться к условиям регулярной физической нагрузки [43, 51, 134, 135, 139, 146]. Выполнение физических упражнений непрерывно связано с поступлением в ЦНС сигналов о функциональном состоянии мышц, степени их сокращения или расслабления, положении тела и его частей в пространстве, поддержании позы. Вследствие этого изменяется функциональное состояние коры больших полушарий и подкорковых центров, активизируются и балансируются процессы возбуждения и торможения, увеличивается сила и подвижность нервных процессов [72, 82]. Это способствует повышению умственной, интеллектуальной, физической и психической работоспособности [122]. Однако, несмотря на то, что работоспособность обеспечивается одними и теми же системами организма и подвергается влиянию одних и тех же факторов роль этих систем и факторов различна, в зависимости от уровня двигательной активности, а так же от специфики спортивной специализации и мастерства [91, 105, 106]. В литературе имеются данные о том, что ежедневные продолжительные учебно-тренировочные занятия не всегда оказывают на организм спортсмена положительный эффект. Функционирование почти всех систем организма у людей-спортсменов осуществляется в зоне физиологических и психических пределов здорового человека, что нередко приводит к нарушениям когнитивных функций, адаптационных и восстановительных процессов в организме [10, 37, 57]. Таким образом, в настоящее время проблема связи

психофизиологических, когнитивных особенностей и функционального состояния коры головного мозга и подкорковых структур с особенностями уровня двигательной активности человека остается изученной недостаточно.

Нами было высказано предположение о том, что специфика спортивной специализации, а так же сформированные в ходе спортивной деятельности двигательные умения и навыки могут иметь значение в формировании психофизиологического и когнитивного состояния, а так же в формировании оптимального функционального состояния коры больших полушарий и подкорковых структур головного мозга. Показатели психофизиологических качеств лиц с различным уровнем двигательной активности и их влияние на показатели физиологической адаптации представлены на рисунке 21. Прежде всего, следует отметить, что наибольшие отличия в показателях психофизиологического и когнитивного тестирования в состоянии относительного покоя были выявлены у представителей в группе с НДА по сравнению с представителями других групп. Таким образом, полученные нами результаты свидетельствуют, что у представителей группы ВДА-Д более развита способность к концентрации внимания, также у них выше начальный темп в теппинг-тесте, что свидетельствует о более высокой лабильности нервных процессов в данной группе. Показатели у представителей группы ВДА-Д не отличаются от аналогичных показателей группы СДА, единственное отличие между этими группами выявлено в психофизиологическом показателе устойчивость внимания, в группе СДА оно недостаточно устойчивое. Выявлены различия по многим психофизиологическим и когнитивным характеристикам у представителей группы НДА со всеми исследуемыми группами. Представители группы НДА обладают высокой ситуативной тревожностью, высоким уровнем нейротизма, низким уровнем начального темпа, низким показателем работоспособности. Объем и распределение внимания в данной группе оказались так же достоверно ниже по сравнению с аналогичными показателями у представителей других групп.

Механизмы, обуславливающие различия в психофизиологических и когнитивных свойствах представителей различных специализаций, очевидно, связаны с их особенностями всей нервной организации, ведущая роль которой отводится особенностям активности коры головного мозга, формирующейся за счет регулярного повторения определенных паттернов моторной активности. Что в свою очередь связано со спецификой тренировочного процесса и отражается на адаптационных, компенсаторных, психологических и восстановительных свойствах у представителей с различным уровнем двигательной активности.

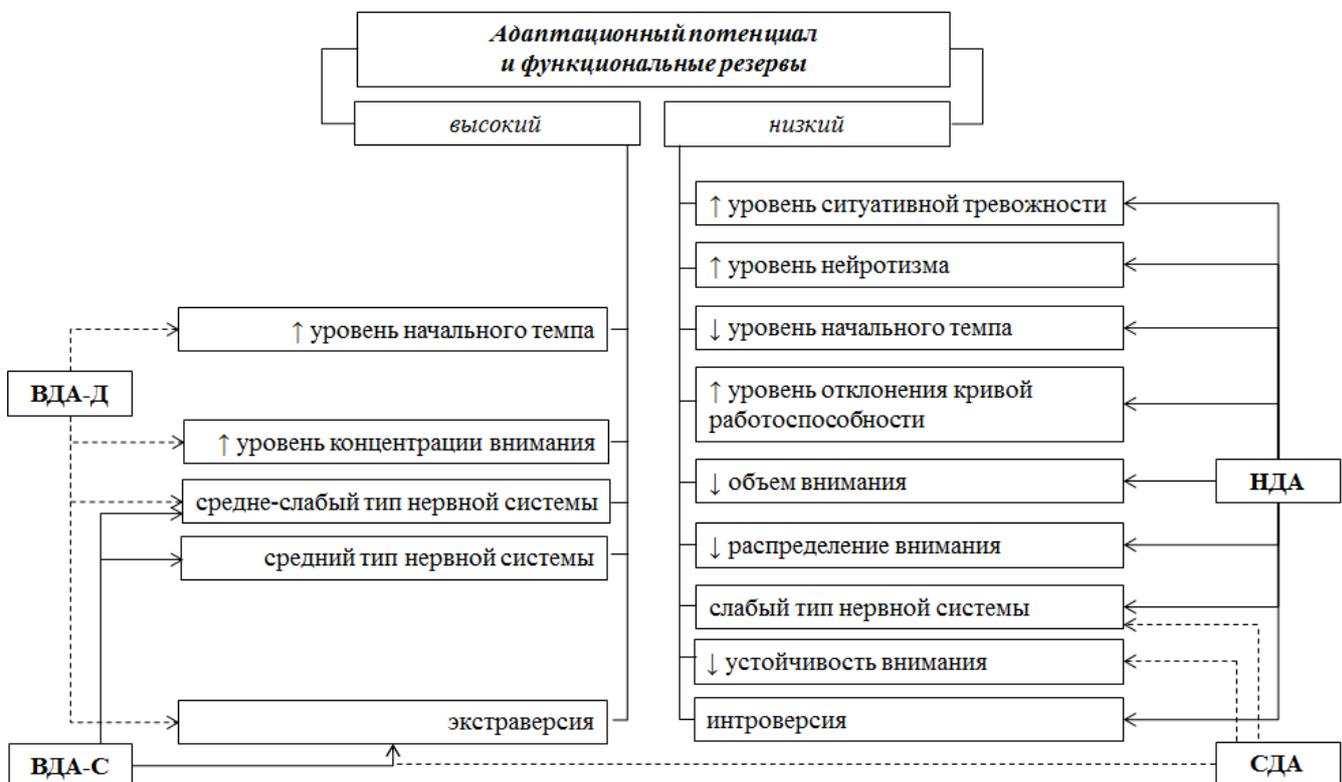


Рисунок 21 – Психофизиологические показатели у лиц с различным уровнем двигательной активности

Примечание – НДА – низкий уровень двигательной активности; СДА – средний уровень двигательной активности; ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок; ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок.

Для изучения электроэнцефалографических особенностей у лиц с различным уровнем двигательной активности мы оценивали и анализировали

показатели распределения средней амплитуды спектра и средней мощности спектра основных ритмов в лобных, центральных, височных и затылочных областях коры головного мозга в исследуемых группах.

Характеристики биоэлектрической активности головного мозга лиц с различным уровнем двигательной активности и их взаимосвязь с особенностями психофизиологического статуса представлена на рисунке 22.

Альфа-2 диапазон. В состоянии относительного покоя средняя амплитуда ритма спектра во всех группах не имела статистически значимых различий ($p > 0.05$). Зарегистрировано доминирование альфа-2 ритма в затылочных отведениях и снижение амплитуды сзади наперед ($O \rightarrow C \rightarrow FP \rightarrow T$). Наблюдается функциональная асимметрия ритма с незначительным превышением средней амплитуды в правом полушарии во всех наблюдаемых группах (СДА от 0.03 до 0.11 мкВ/с; ВДА-Д от 0.01 до 0.14 мкВ/с; ВДА-С от 0.03 до 0.08 мкВ/с) за исключением группы НДА (повышение средней амплитуды слева до 0.20 мкВ/с). В работах Егоровой И.С., Киной В.Н., Русинова В. С. авторы утверждают, что в лобных и затылочных отведениях мощность частот альфа-диапазона выше в правом полушарии, а в теменных – выше слева [25, 40, 81]. Однако существуют так же основания полагать, что по характеру доминирования альфа-колебаний можно судить о преобладании словесно-логического (левое полушарие) или конкретно-образного (правое полушарие) мышления. Davidson (2004) выдвинул гипотезу о мотивационной детерминанте фронтальной асимметрии (мотивационная модель), гласившая, что относительная активация (альфа десинхронизация) левого полушария связана с активностью системы достижения результата, а активация правого полушария с избеганием неудачи [123]. В нашем случае группы СДА и ВДА с физическими нагрузками хорошо знакомы, в том числе знакомы с соревновательной деятельностью. Физическая нагрузка у них сопряжена с мотивацией на успех, на победу, то есть на достижение результата. В итоге после нагрузки у них преобладает мотивация на результат. В группе с НДА нагрузки гораздо менее привычны, как правило, они не носят

состязательного характера и не связаны с результатом. В итоге нагрузка повышает опасение неудачи в тестировании и стремление его избежать, что и проявляется правосторонней асимметрией.

Функциональная подвижность (степень реакции на пробы с открыванием и закрыванием глаз) была существенно более выражена в группах СДА и ВДА-С, ВДА-Д. У представителей группы СДА на пробу с открыванием глаз наибольшая средняя мощность спектра концентрировалась в затылочном отделе. Особо стоит отметить выраженное усиление средней амплитуды спектра и средней мощности спектра альфа-2 диапазона в лобной области на пробу с открыванием глаз в группе ВДА-С, при этом отмечено, что на пробу с закрыванием глаз в группе ВДА-С в этой области зарегистрировано снижение альфа-2 активности, ВДА-Д – повышение.

Т.В. Поповой (2006) в исследовании биоэлектрической активности мозга спортсменов, занимающихся ациклическими видами спорта выявлено, что при открытых глазах у них отмечается более выраженная альфа-активность и более высокая амплитуда высокочастотного и низкочастотного бета-ритма в покое, тогда как у не занимающихся спортом в состоянии покоя при ОГ выявлены более выраженные тета-волны [73]. В некоторых исследованиях было установлено, что альфа-ритм подавляется при эмоциональных переживаниях, а смена его тета-ритмом отражает развитие стрессовой реакции [93]. Анализ литературных данных свидетельствует о специфичности отражения различных эмоций в мощности альфа-ритма: при «страхе» и «горе» происходит подавление альфа-ритма, а при «радости» и «гневе» – возрастание [46]. Можно предполагать, что различный характер изменения паттернов альфа-2-активности у представителей групп с разным уровнем ДА связан с различным характером психоэмоциональной оценки результатов спортивной деятельности.

Бета-диапазон. Бета-ритм является второй гармоникой альфа-ритма, т.е. зависит от альфа-активности. Волны бета-ритма могут появиться на записи ЭЭГ потому, что активность отдельных групп нейронов неокортекса

становится выше, чем в группах, генерирующих альфа-ритм, вследствие чего образуется вторая гармоника основной альфа-частоты [12, 116]. В фоновой пробе нами была обнаружена функциональная асимметрия ритма. В группе НДА – повышение средней мощности спектра низкочастотного и высокочастотного бета-диапазона слева, тогда как в группах СДА, ВДА-Д, ВДА-С – справа. В состоянии относительного покоя и при проведении функциональных проб (открывание/закрывание глаз) отмечены статистически значимые различия между показателями практически всех отведений в исследуемых группах.

Функциональная подвижность (степень реакции на пробы с открыванием и закрыванием глаз) существенно более выражена в области центральной борозды в группах ВДА-Д и ВДА-С, особенно у представителей группы ВДА-С. Особо стоит отметить выраженное повышение бета-активности на пробу с открыванием глаз в группе ВДА-С. У представителей группы ВДА-Д на пробу с открыванием глаз отмечено снижение бета-ритма. На пробу с закрыванием глаз в группе ВДА-С наоборот зарегистрировано снижение бета-активности, в группе ВДА-Д – повышение.

Бета-ритм (частота 18–30 Гц) значительно усиливается при различных видах деятельности, связанных с активацией рабочих механизмов мозга. Есть мнение, что наиболее сильное увеличение мощности бета-ритма происходит при стрессе [33]. Голубева Э.А. с соавторами в своих исследованиях пришли к выводу, для лабильных личностей характерен высокий уровень суммарной мощности частот ритмов бета-1 и бета-2 [17]. Полученные нами характеристики бета-активности могут быть связаны с различной степенью активации нервных центров при выполнении физических упражнений в разных группах и отражать уровень адаптационного потенциала, степень эмоциональной стабильности устойчивости к стрессовым ситуациям.

Тета-диапазон. Ритм доминирует в лобно-центральных отведениях. В свою очередь, функциональная подвижность более выражена в группах ВДА-Д и ВДА-С. В ходе проведения пробы с открыванием глаз в группе ВДА-Д

выявлено снижение тета-активности в затылочной и центральной областях, а результаты пробы с закрыванием глаз – повышение. В группе ВДА-С при открывании глаз отмечено повышение ритма во всех отведениях и его снижении при закрывании. При открывании глаз ритм становится выраженным в лобной области. У представителей группы НДА на пробу с открыванием глаз зарегистрирована межполушарная асимметрия градиента амплитудных изменений. Вопрос о функциональном значении тета-ритма до сегодняшнего дня остается предметом дискуссий. Однако существуют факты, позволяющие рассматривать этот ритм как показатель состояния психофизиологической направленности человека, индикатор эмоционального возбуждения, «ритм напряжения» [80]. Тета-ритм особым образом связан с процессом запоминания, так как одной из структур, генерирующих тета-ритм, является гиппокамп, участвующий в процессе формирования следов долговременной памяти. Рост активности тета-ритма у спортсменов может быть связан с преобладанием процессов активации в результате регулярных паттернов моторной активности, а также с формированием новых, достаточно сложных двигательных стереотипов в процессе совершенствования технико-тактических навыков.

На рисунке 22 показано, что особенности биоэлектрической активности головного мозга у лиц с различным уровнем двигательной активности зависят от характера, уровня и периодичности преобладающих физических нагрузок, что оказывает влияние на психофизиологическую сферу спортсмена. Так у представителей групп ВДА-Д и ВДА-С выражена функциональная асимметрия альфа-2-диапазона (повышение ритма справа) и функциональная асимметрия бета-диапазона в (повышение ритма справа) лобно-центральной области. У представителей группы ВДА-Д повышение бета-активности в центральных и затылочных областях, тогда как у представителей группы ВДА-С – снижение в лобной области. Функциональная лабильность бета-диапазона выше в группе ВДА-С. В группах ВДА-Д и ВДА-С выражена функциональная подвижность тета-

ритма в лобных отведениях, что сказывается на преобладание процессов активации и долговременной памяти в этих группах.

		НДА	СДА	ВДА-Д	ВДА-С	
Альфа-2-диапазон	ФА	левосторонняя		правосторонняя		
	РФП	слабая		выраженная		
Бета-диапазон	ФА	левосторонняя		правосторонняя		
	РФП	слабая		средняя	выраженная	
Тета-диапазон	ФА	нет асимметрии				
	РФП	слабая		средняя	выраженная	
		слабо выраженная функциональная асимметрия, низкий уровень лабильности нервных процессов	ведущее левое полушарие, средний уровень лабильности нервных процессов	ведущее левое полушарие, эмоциональная стабильность, преобладание процессов активации и долговременной памяти	ведущее левое полушарие, эмоциональная лабильность (спортивный «азарт»), устойчивость к стрессовым ситуациям, преобладание процессов активации и долговременной памяти	

Рисунок 22 – Характеристика биоэлектрической активности головного мозга лиц с различным уровнем двигательной активности и их взаимосвязь с особенностями психофизиологического статуса

Примечание –ФА – функциональная асимметрия; РФП – реакция на функциональные пробы; НДА – низкий уровень двигательной активности; СДА – средний уровень двигательной активности; ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок; ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок.

4.2. Особенности психофизиологического статуса и биоэлектрической активности головного мозга на фоне физической и когнитивной нагрузки

Задачей данного раздела было выявление различий в характере биоэлектрической активности коры головного мозга в распределении средней амплитуды спектра и средней мощности спектра ЭЭГ в лобных, центральных и затылочных областях коры головного мозга во время выполнения когнитивного теста до и после физических нагрузок у представителей групп с различным уровнем двигательной активности (таблица 14). После физической нагрузки показатель объема внимания ухудшился только у представителей группы ВДА-С, в группе СДА и ВДА-Д данный показатель не изменился, тогда как в группе НДА он стал лучше. Распределение внимания, оцениваемое в когнитивном тесте, улучшилось после физической нагрузки в группе ВДА-Д и в группе НДА. В группе ВДА-С – не изменилось, а в группе СДА – стало хуже.

При исследовании биоэлектрической активности головного мозга на фоне когнитивной и физической нагрузки у представителей исследуемых групп во всех отведениях над правым и левым полушарием был зарегистрирован преобладающий альфа-2 диапазон, а так же низкочастотный и высокочастотный бета-диапазон и тета-диапазона.

Альфа-2 диапазон. При выполнении когнитивного теста до физической нагрузки по сравнению с фоновой записью ЭЭГ у представителей группы ВДА-С и СДА произошло повышение средней амплитуды и средней мощности спектра альфа-2 диапазона в F и C и снижение в O. После физической нагрузки во время выполнения когнитивного теста выявлено, что в группе СДА показатели средней амплитуды и мощности спектра альфа-2 диапазона повысились, тогда как в группе ВДА-С – снизились. В группах ВДА-Д и НДА рассматриваемые показатели альфа-2 диапазона при выполнении когнитивного теста до физической нагрузки снизились в C и O, в

F – повысились. После физической нагрузки при выполнении когнитивного теста показатели средней амплитуды и средней мощности спектра альфа-2 диапазона у представителей группы ВДА-Д – повысились, а у представителей группы НДА – снизились. Таким образом, при выполнении когнитивного теста после физической нагрузки выявлено, что рассматриваемые показатели альфа-2 ритма во всех отведениях в группе СДА и ВДА-Д – повысились, а в группах НДА и ВДА-С – снизились (таблица 11).

В своих работах И.А. Шестова и Н.А. Фонсова (1989), изучая показатели ЭЭГ в динамике бодрствования выявили, что сдвигу функционального состояния мозга в сторону возбуждения соответствует не только амплитудные характеристики альфа-активности, но и повышение частоты доминирующих колебаний альфа-ритма [108]. Аналогичные результаты были зафиксированы и в работе Д.Б. Линдсней (1960), который доказал, что активация напрямую взаимосвязана с возрастанием частоты альфа-колебаний [60].

Существуют мнения о том, что в состоянии активного бодрствования (в условиях интеллектуальной деятельности, при выполнении корректурной пробы, зрительном слежении, в процессе решения вербальных и невербальных тестовых заданий) происходит снижение амплитуды и мощности альфа-частот [7, 26, 110, 127, 132].

Полученные нами данные об изменении альфа-2 активности при выполнении когнитивного теста до и после физической нагрузки, по всей видимости связаны с тем, что у спортсменов циклических видов спорта выше уровень эмоциональной устойчивости, так как их тренировочная и соревновательная деятельность связана с непосредственным соперничеством, тогда как у спортсменов силовых видов спорта этот фактор отсутствует.

Таблица 11 – Изменений средней амплитуды и мощности спектра альфа-диапазона на фоне выполнения когнитивного теста до и после физической нагрузки

Отведение		Группа наблюдения											
		НДА			СДА			ВДА-Д			ВДА-С		
		F	С	О	F	С	О	F	С	О	F	С	О
до ¹	амплитуда	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↑	↓
	мощность	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↑	↓
после ²	амплитуда	↓	↓	б/и	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↓
	мощность	↓	↓	б/и	↑	↑	↑	б/и	↑	↑	↓	↓	↓

Примечание ¹ – изменения относительной показателей фоновой записи; ² – изменения относительно показателей до физической нагрузки; ↑ – повышение; ↓ – снижение (дополнительно выделено серым цветом); б/и – без изменений; F – лобные отведения; С – область центральной борозды; О – затылочные отведения; НДА – низкий уровень двигательной активности; СДА – средний уровень двигательной активности; ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок; ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок; все показатели приведены в сравнении с аналогичными до физической нагрузки.

Бета-диапазон. При выполнении когнитивного теста до физической нагрузки выявлено повышение активности средней амплитуды и средней мощности спектра бета-диапазона у представителей исследуемых групп во всех рассматриваемых отделах головного мозга по сравнению с показателями фоновой записи. При этом при выполнении когнитивного теста после физической нагрузки было отмечено, что в группе НДА исследуемые показатели бета-диапазона снижаются в лобном и центральном отделах, в группе ВДА-С – снижение в лобных и затылочных областях, так же зарегистрировано снижение только средней амплитуды спектра ритма в группе ВДА-С в центральном отделе, а в группе СДА в затылочном отделе по сравнению с показателями полученными при выполнении когнитивного теста до физической нагрузки (таблица 12).

Таблица 12 – Изменений средней амплитуды и мощности спектра низкочастотного и высокочастотного бета-диапазона на фоне выполнения когнитивного теста до и после физической нагрузки

Отведение		Группа наблюдения											
		НДА			СДА			ВДА-Д			ВДА-С		
		F	C	O	F	C	O	F	C	O	F	C	O
до ¹	амплитуда	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	мощность	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
после ²	амплитуда	↓	↓	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↓	↓	↓
	мощность	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↓

Примечание ¹ – изменения относительной показателей фоновой записи; ² – изменения относительно показателей до физической нагрузки; ↑ – повышение; ↓ – снижение (дополнительно выделено серым цветом); б/и – без изменений; F – лобные отведения; C – область центральной борозды; O – затылочные отведения; НДА – низкий уровень двигательной активности; СДА – средний уровень двигательной активности; ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок; ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок; все показатели приведены в сравнении с аналогичными до физической нагрузки.

На сегодняшний день, изменение амплитудных и частотных характеристик бета-диапазона в состоянии активного бодрствования остается сложным и не до конца изученным вопросом. Так, например, в работах G. Dolce и H. Waldeier (1974) указывается на то, что повышение уровня активации мозга при решении арифметических задач, при чтении текста и просто при открывании глаз связано с ростом мощности бета-частот [127]. Мы наблюдали особую активацию бета-диапазона при выполнении когнитивного теста до и после физической нагрузки в группе ВДА-Д во всех отведениях, что может свидетельствовать о более высокой эмоциональной насыщенности спортивной деятельности в данной группе спортсменов.

Тета-диапазон. Мы обнаружили, что средняя амплитуда спектра и средняя мощность спектра тета-диапазона во всех отведениях увеличились при выполнении когнитивного теста до физической нагрузки по сравнению с этими показателями фоновой записи во всех исследуемых группах. Особо стоит отметить, что при выполнении когнитивного теста после физической нагрузки в группе ВДА-С – снизились показатели средней амплитуды спектра и средней мощности спектра в лобно-центральных областях, в группе НДА – снизились показатели средней мощности и амплитуды в лобном отделе, и показатели средней мощности в затылочном отделе (таблица 13).

Таблица 13 – Изменений средней амплитуды и мощности спектра тета-диапазона на фоне выполнения когнитивного теста до и после физической нагрузки

Отведение		Группа наблюдения											
		НДА			СДА			ВДА-Д			ВДА-С		
		Ф	С	О	Ф	С	О	Ф	С	О	Ф	С	О
до ¹	амплитуда	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	мощность	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
после ²	амплитуда	↓	↑	↓	↑	↑	↑	б/и	↑	↑	↓	↓	↑
	мощность	↓	↑	↑	↑	↑	↑	б/и	↑	↑	↓	↓	↑

Примечание ¹ – изменения относительной показателей фоновой записи; ² – изменения относительно показателей до физической нагрузки; ↑ – повышение; ↓ – снижение (дополнительно выделено серым цветом); б/и – без изменений; Ф – лобные отведения; С – область центральной борозды; О – затылочные отведения; НДА – низкий уровень двигательной активности; СДА – средний уровень двигательной активности; ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок; ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок; все показатели приведены в сравнении с аналогичными до физической нагрузки.

Вопрос о функциональном значении тета-ритма до сегодняшнего дня остается предметом дискуссий. Однако существуют факты, позволяющие рассматривать этот ритм как показатель состояния психофизиологической направленности человека, индикатор эмоционального возбуждения, «ритм напряжения» [79].

По результатам наблюдений многих авторов имеют место изменения в спектре ЭЭГ при переходе от состояния покоя к активному бодрствованию, которые приводят к увеличению мощности тета-диапазона [7, 26, 55, 83, 110, 117, 118, 127, 128]. Ряд авторов рассматривают медленную активность тета-диапазона ЭЭГ как показатель нервно-эмоционального напряжения, называя его ритмом напряжения [21, 92, 99]. Кирой В.Н. так же пришел к выводу, что при переходе от состояния спокойного бодрствования к интеллектуальной деятельности мощность тета-ритма ЭЭГ преимущественно повышается [40]. С другой стороны, С.Е. Скорикова и Е.И. Щепланова (1972) при анализе показателей ЭЭГ считали, что при развитии у человека отрицательных эмоций доля тета-частот заметно снижается [87]. М.П. Иванова (1980) в своих исследованиях связывает более выраженные дельта- и тета-волны в фоновой ритмике ЭЭГ у спортсменов высокого класса, продолжающих активно выступать на соревнованиях с постепенным накоплением утомления и перетренировкой [31].

Полученные нами результаты, соотнесенные с изложенными данными литературы, позволяют высказать предположение, что изменение показателей активности тета-ритма при переходе от состояния покоя к выполнению когнитивного теста до и после физической нагрузки в группах с различным уровнем двигательной активности отражает функциональное состояние корковых и подкорковых структур, которые непосредственно связаны с обеспечением оптимальной деятельности в созданных условиях.

Полученные результаты исследования свидетельствуют о том, что от характера, уровня и спортивного мастерства зависит влияние кратковременных физических нагрузок на показатели когнитивной

деятельности спортсмена, это влияние реализуется через механизмы формирования специфических паттернов биоэлектрической активности коры головного мозга. Нами зарегистрировано улучшение обоих показателей когнитивного теста (объем и распределение внимания) в группе НДА, что сопровождается снижением активности всех диапазонов ЭЭГ в лобно-центральной области. В группе СДА зарегистрировано снижение распределения внимания, что сопровождается усилением активности всех диапазонов ЭЭГ. При этом отмечено, что статические нагрузки способствуют снижению показателей объема внимания, что сопровождается снижением всех диапазонов ЭЭГ в лобной области, а динамические – улучшению показателей распределения внимания, что сопровождается усилением активности альфа-2-, тета-диапазонов в лобной области и особой активацией бета-ритма (таблица 14).

Таблица 14 – Влияние краткосрочной физической нагрузки на электроэнцефалографические характеристики и параметры внимания в группах лиц с различным уровнем двигательной активности

Диапазон	Группа наблюдения			
	НДА	СДА	ВДА-Д	ВДА-С
Альфа	↓F	↑F	↑F	↓F
Бета	↓F и ↓С	↑F	↑F, ↑С и ↑О	↓F и ↓О
Тета	↓F и ↓О	↑F	↑F	↓F и ↓С
Объем внимания	↑	б/и	б/и	↓
Распределение внимания	↑	↓	↑	б/и
<i>Примечание</i> – ↑ – повышение; ↓ – снижение; б/и – без изменений; F – лобные отведения; С – область центральной борозды; О – затылочные отведения; НДА – низкий уровень двигательной активности; СДА – средний уровень двигательной активности; ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок; ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок; все показатели приведены в сравнении с аналогичными до физической нагрузки.				

Полученные результаты позволяют высказать предположения о возможных путях воздействия на характеристики психофизиологической и когнитивной сферы у лиц с различным уровнем и характером двигательной активности. В частности, лицам со средним уровнем ДА можно рекомендовать увеличение объема в первую очередь циклических нагрузок, а

лицам с преобладанием циклических нагрузок – дополнить тренировочный процесс упражнениями статического характера. Однако необходимо учитывать, что данные рекомендации направлены именно на коррекцию дисбаланса в психоэмоциональной сфере, но могут негативно отразиться на результатах спортивной деятельности, особенно на уровне высшего мастерства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты позволяют говорить об определенных паттернах ритмики ЭЭГ, специфичных для различных видов спортивной деятельности и определяющих спектр психофизиологических характеристик у представителей групп с различным уровнем двигательной активности. Значительные изменения в электрической активности мозга были выявлены у представителей группы НДА и ВДА-С. В группах ВДА-Д и СДА они оказались менее выраженными, т.к. более существенное значение в этих группах приобретают подкорковые центры, связанные с двигательными функциями. Все это непосредственно связано с особенностями приспособления организма к определенному уровню ДА, а так же приобретенных и закрепленных специфичных двигательных навыков. Характер, уровень и периодичность физических нагрузок наряду с формированием двигательных стереотипов, оказывают влияние на психофизиологическую сферу спортсмена. Это влияние реализуется через механизмы формирования специфических паттернов биоэлектрической активности коры головного мозга. Влияние кратковременных физических нагрузок на показатели когнитивной деятельности в большей степени зависит от уровня и характера тренированности спортсмена и так же находит отражение в характерных для каждой группы особенностях биоэлектрической активности коры головного мозга.

По результатам диссертации можно сделать следующие выводы:

1. Интенсивность и характер двигательной активности модулируют психофизиологические и когнитивные показатели. Увеличение уровня двигательной активности сопряжено со снижением уровня тревожности, повышением уровня устойчивости внимания, преобладанием экстраверсии. Кроме этого, нагрузки циклического характера способствуют увеличению лабильности нервных процессов, росту начального темпа в теппинг-тесте и концентрации внимания.

2. Интенсивность двигательной активности влияет на закономерности формирования паттернов ритмики ЭЭГ. Увеличение уровня двигательной активности способствует формированию функциональной асимметрии альфа-2-диапазона (повышение ритма справа) и асимметрии активности бета-диапазона, которая проявляется в доминировании правой гемисферы в лобно-центральной области, росту лабильности нервных процессов. У лиц с высоким уровнем двигательной активности выражена функциональная подвижность тета-ритма в лобных отведениях, для них характерно преобладание процессов активации и долговременной памяти.

3. Особенности биоэлектрической активности головного мозга у лиц с высоким уровнем двигательной активности зависят от характера преобладающих нагрузок. Нагрузки циклического характера способствуют усилению бета-активности в центральной и затылочной областях, нагрузки статического характера – усилению альфа-активности в лобной области и снижению высокочастотной компоненты бета-ритма, при этом функциональная лабильность этого ритма в данной группе выше.

4. Влияние кратковременных физических нагрузок на объем и распределение внимания в значительной степени определяется исходным уровнем и характером двигательной активности. Улучшение обоих показателей регистрируется в группе с низким уровнем двигательной активности, что сопровождается снижением активности всех диапазонов ЭЭГ в лобно-центральной области, тогда как в группе со средним уровнем наблюдается снижение распределения внимания, что сопровождается усилением активности всех диапазонов ЭЭГ в лобной области.

5. В группе с высоким уровнем двигательной активности статические нагрузки способствуют снижению показателей объема внимания, что сопровождается снижением альфа-2-активности в лобной области и угнетением бета- и тета- активности в лобно-центральной области, а динамические - улучшению показателей распределение внимания, что в

свою очередь сопровождается усилением активности альфа-2-, и тета-диапазонов в лобной области и активацией бета-ритма во всех отведениях.

Полученные результаты могут послужить основой для физиологического контроля и корректировки учебно-тренировочного процесса лиц с различным уровнем двигательной активности. У спортсменов на этапе спортивного совершенствования полученные результаты могут использоваться для спортивной селекции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян Н.А. Адаптация, экология и восстановление здоровья / Н.А. Агаджанян, А.Т. Быков, Г.М. Коновалова. – Москва–Краснодар, 2003. – 260 с.
2. Алферова В. В. Специфика системной организации деятельности мозга 6 и 7 лет / В. В. Алферова, Е. О. Волкова // Морфофункциональное созревание основных физиологических систем организма детей дошкольного возраста. – 1983. – С. 28-44.
3. Андрианов О.С. О принципах организации интегративной деятельности мозга / О.С. Андрианов. – М.: Медицина, 1976. – 280 с.
4. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональной системы / П.К. Анохин. – М.: Наука, 1980. – 197 с.
5. Антипова О.С. Психофизиологические особенности спортсменов, занимающихся циклическими и ациклическими видами спорта / О.С. Антипова, Л.Г. Харитонова // Физкультурное образование Сибири. – 2014. – № 1. – С. 73–76.
6. Антропов А.Ю. Основы диагностики психических расстройств / Ю.А. Антропов. – Москва: «издательская группа ГЭОТАР медиа», 2010.– 85 с.
7. Багрова Н.Д. Информативность ЭЭГ - данных в прогнозировании работоспособности операторов/Н.Д. Багрова, Р.Н.Коробов, Ю.М. Громов // Физиология человека. – 1984. – №1. – С. 76–79.
8. Баевский Р.М. Адаптационные возможности организма и понятие физиологической нормы / Р.М.Баевский, А.П.Берсенева // XVIII съезд физиологического общества им. И.П. Павлова. – 2001. – С. 304.
9. Балиоз Н.В. Психофизиологические механизмы адаптации к высокой физической активности / Н.В. Балиоз, С.Г. Кривошеков // Фундаментальные аспекты компенсаторно-приспособительных процессов: материалы шестой Всероссийской научно-практической конференции с

международным участием. Новосибирск, 16-17 апреля 2013. – Новосибирск, 2013. – С. 16-17.

10. Балюк В. Г. Зависимость основных нейродинамических характеристик спортсменов от вида деятельности и квалификации / В. Г. Балюк, С. В. Колмогоров, Н. В. Тимохова // Физическая культура и спорт. Экология человека. – 2009. – № 5. – С. 209.

11. Бехтерева Н.П. Механизмы деятельности мозга человека. Часть I. Нейрофизиология человека / Н.П. Бехтерева. – Л.: Наука, 1988. – 677 с.

12. Бреже М. Электрическая активность нервной системы / М. Бреже. – М.: Мир, 1979. – 249 с.

13. Быков Е.В. Адаптация сердечно–сосудистой системы к физическим нагрузкам / Е.В. Быков, С.А. Личагина, Р.У. Гаттаров, с соавт. // Колебательная активность показателей функциональных систем организма спортсменов и детей с различной двигательной активностью. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – С. 92-207.

14. Воронцов Д.С. Что собой выражает электроэнцефалограмма / Д.С. Воронцов // Журнал высшей нервной деятельности. – 1960. – № 1. – С. 205.

15. Воскресенский С.А. Функциональные характеристики сердечно–сосудистой системы у спортсменов разного уровня адаптированности к специфической мышечной деятельности: дисс. канд. биол. наук / С.А. Воскресенский – Волгоград, 2011. – 163 с.

16. Головин М.С. Изменение ЭЭГ показателей у студентов, занимающихся спортом, после однократной и продолжительной низкочастотной аудиовизуальной стимуляции / М.С. Головин, Н.В. Балиоз, С.Г. Кривошеков, Р.И. Айзман // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета – 2016 – №1 (29) – С. 131-140

17. Голубева Э.А. Связь ритмов электроэнцефалограммы с основными свойствами нервной системы / Э.А. Голубева, С.А. Изюмова, Р.С. Трубникова. – М.: Педагогика, 1974.– 235 с.

18. Городничев Р.М. Спортивная электронейромиография / Р.М. Городничев. – Великие Луки: Великолукская акад. физ. культуры, 2005. – 230 с.
19. Городниченко Э.А. Физиологические предпосылки включения изометрических нагрузок в оздоровительную физическую культуру / Э. А. Городниченко // Физическая культура и здоровый образ жизни. – 1990. – С. 33-34.
20. Горожанин В.С. Нейрофизиологические и биохимические механизмы физической работоспособности / В.С. Горожанин // Методологические проблемы совершенствования системы спортивной подготовки квалифицированных спортсменов. – 1984. – С. 165-199.
21. Гофман С. С. Данные многоканальной радио-ЭЭГ о человеке при нервноэмоциональном напряжении / С.С. Гофман, Я.В. Фрейдин // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 1970. – №11. – С. 185-195.
22. Давыдовский И.В. Проблема причинности в медицине (этиология) / И.В. Давыдовский. – М.: Государственное издательство медицинской литературы, 1962. – 176 с.
23. Дубровский В.И. Спортивная медицина / В.И. Дубровский. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. – 512 с.
24. Думенко В.Н. Высокочастотные компоненты ЭЭГ и инструментальное обучение. / В.Н. Думенко. – М.: Наука, 2006. – 151 с.
25. Егорова И.С. Электроэнцефалография / И.С. Егорова. – М.: Медицина, 1973. – 296 с.
26. Епишкин А.К. Особенности операторской деятельности в условиях монотонии / А.К. Епишкин, А.И. Скрыпников. – М.: Наука, 1985. – 251 с.
27. Забродин Ю. И. Психофизиология и психофизика / Ю.И. Забродин, А.Н. Лебедев. – М.: Наука, 1977. – 305 с.

28. Захарова А.Н. Распределение ритмов ЭЭГ у спортсменов циклических и силовых видов спорта / А.Н. Захарова, А.В. Кабачкова, Г.С. Лалаева // Современные проблемы системной регуляции физиологических функций. – 2015. – С. 254-258.
29. Зимкин Н.В. Физиология человека / Н.В. Зимкин. – М.: Физическая культура и спорт, 1973. – 534 с.
30. Золин М. Руководство по физиологии труда / М. Золин. – М.: Медицина, 1983. – 528 с.
31. Иванова М.П. Электроэнцефалографическое исследование организации произвольных движений у человека: автореф. дисс. докт. биол. наук. / Иванова М.П.– М.,1980.– 21 с.
32. Ильин Е.П. Психология индивидуальных различий. – СПб.: Питер, 2004. –701 с.
33. Ильюченко И.Р. Различия частотных характеристик ЭЭГ при восприятии положительно-эмоциональных, отрицательно эмоциональных и нейтральных слов / И.Р. Ильюченко // Журнал ВнД. – 1996. – №3. – С. 457–468.
34. Иоффе М.Е. Пластичность двигательных структур мозга и ее роль в обучении и реализации / М.Е. Иоффе // Российский физиологический журнал И.М. Сеченова. – 2004. – №8. – С. 130.
35. Кабачкова А.В. Двигательная активность студенческой молодежи / А.В. Кабачкова, В.В. Фомченко, Ю.С. Фролова // Вестник Томского государственного университета. – 2015. – № 392. – С. 175- 178.
36. Капилевич Л.В. Физиологические механизмы координации движений в безопорном положении у спортсменов / Л.В. Капилевич // Теория и практика физической культуры – 2012. – № 7. – С. 45–48.
37. Капилевич Л. В. Зрительные и когнитивные вызванные потенциалы головного мозга у спортсменов / Л.В. Капилевич, Е.В. Замулина, В.Г. Шилько // Теория и практика физической культуры. – 2007. – № 3. – С. 59–61.

38. Каплан А.Я. Проблема сегментарного описания электроэнцефалограммы человека / А.Я. Каплан // Физиология человека. – 1999. – №1. – С. 38 – 41.
39. Карпман В.Л. Спортивная медицина: Учеб. для ин-тов физ. культ. - / Под ред. В.Л. Карпмана. – М.: Физкультура и спорт, 1980. – 349 с.
40. Кирой В.Н. Механизмы формирования функционального состояния мозга человека / В.Н. Кирой. – Ростов-на-Дону, 1990. – 165 с.
41. Кирой В. Н. Электроэнцефалограмма и функциональные состояния человека / В.Н. Кирой, П.Н. Ермаков. – Ростов-н-Д.: Изд-во Рост. ун-та, 1998. – 264 с.
42. Князев Г.Г. Электроэнцефалографические корреляты тревожности/ Г.Г. Князев, А.Н. Савостьянов, Е.А. Левин и соавт //Сибирский научный медицинский журнал – 2009 – №1 – С. 74 - 80
43. Козлова Т. В. Физкультура для всей семьи / Т.В. Козлова, Т.А. Рябухина. – М.: Физкультура и спорт, 1989. – 463 с.
44. Королев С.К. Повышение эффективности управления подготовкой спортсменов, специализирующихся в восточных боевых единоборствах с позиции оценки нейрофизиологических характеристик [Электронный ресурс] / С.К. Королев // Спорт. Исследование. Биологические науки. Режим доступа: <http://100-bal.ru/sport/7460/index.html>.
45. Косицкий Г.И. Физиология человека / Г.И. Косицкий. – М.: Медицина, 1985. – 544 с.
46. Костюнина М.Б. Частотные характеристики спектров ЭЭГ при эмоциях / М.Б. Костюнина, М.А. Куликов // Журнал ВНД. – 1995. – № 3. – С. 453–457.
47. Кошельская Е.В. Физиологические и биомеханические характеристики техники ударно-целевых действий футболистов / Е.В. Кошельская // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2012. – № 2. – С. 235–237.

48. Кривошеков, С. Г. Психофизиологические аспекты незавершенных адаптаций / С. Г. Кривошеков, В. П. Леутин, М. Г. Чухрова. – Новосибирск: СО РАМН, 1998. – 100 с.

49. Кривошеков, С. Г. Функциональные резервы и состояния организма (краткий курс лекций): учеб.пособие / С. Г. Кривошеков, М. И. Бочаров. – Ухта: УГТУ, 2010. – 79 с.

50. Кривошеков С.Г. Психофизиология спортивных аддикций (аддикция упражнений) / С.Г. Кривошеков, О.Н. Лушников // Физиология человека. – 2011. – № 4. – С. 135–140.

51. Кривошеков С.Г. Стресс, функциональные резервы и здоровье / С.Г. Кривошеков. Сибирский педагогический журнал – 2012. – №9 – С. 104 – 109.

52. Кудря О.Н. Физиологические особенности вегетативного обеспечения мышечной деятельности у спортсменов: дисс. докт. биол. наук. // О.Н. Кудря. – Томск, 2012. – 310 с.

53. Кулаичев А.П. Компьютерная электрофизиология и функциональная диагностика: учебное пособие. 4-е изд., перераб. И доп. – М.: ФОРУМ: ИНФРА – М, 2007. – 640 с.

54. Куликов М. А. Частотные характеристики спектров ЭЭГ при эмоциях / М. А. Куликов // Журнал ВНД. – 1995. – № 3.–С. 145–150.

55. Лазарев В.В. Нейродинамическая структура функциональных состояний психической деятельности в норме и при эндогенных астенических расстройствах / В.В. Лазарев. – М.: Медицина, 1991. – 167 с.

56. Лалаева Г.С.Психофизиологические особенности спортсменов циклических и силовых видов спорта / Г.С. Лалаева // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 11. – С. 73–75.

57. Лебедева И.С.Некоторые структурно-функциональные особенности мозолистого тела и процессы обработки слуховой информации в норме и на ранних этапах шизофрении / И.С. Лебедева// Функциональная межполушарная асимметрия и пластичность мозга. –2012. – С. 317–320.

58. Леутин В. П. Психофизиологические механизмы адаптации и функциональная асимметрия мозга / В.П. Леутин, Е.И Николаева. – Новосибирск: Наука, 1988. – 193 с.

59. Либин А.В. Дифференциальная психология: На пересечении европейских, российских и американских традиций / А.В. Либин. – М.: Смысл; Издательский центр «Академия», 2004. – 527 с.

60. Линдсей Д.Б. Эмоции. Экспериментальная психология / Д.Б. Линдсей; под общ.ред. С.С. Стивенса. – М.: Наука, 1960.– 218 с.

61. Мантрова И.Н. Психофизиологическая и психологическая диагностика: методическое руководство / И.Н. Мантрова. – Иваново: ООО «Нейрософт», 2007. – 215 с.

62. Меерсон Ф.З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенникова. – М.: Медицина, 1988. – 253 с.

63. Москаленко Н.В. Влияние физической культуры и спорта на психофизиологическое состояние студентов / Н.В. Москаленко, А.А. Ковтун // Физическое воспитание студентов. – 2012. – № 3. – С. 83–86.

64. Мурахов И.В. Оздоровительные эффекты физической культуры и спорта / И.В. Мурахов – Киев: Здоровья, 1989. – 272 с.

65. Нейрон-спектр (программное обеспечение): руководство пользователя. – Иваново. ООО «Нейрософт», 2011. – 332 с.

66. НС-Психотест: руководство пользователя. – Иваново: ООО «Нейрософт», 2010. – 221 с.

67. Об утверждении государственных требований к уровню физической подготовленности населения при выполнении нормативов Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» (ГТО) [Электронный ресурс]: Приказ Минспорта России от 08 июля 2014 года № 575 // Консультант Плюс: справ.правовая система. – Электрон.дан. – Москва [1997-2015]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

68. Озолин Н.Г. Настольная книга тренера / Н.Г. Озолин. – М., 2004. – 500с.
69. Павлов С.Е. Адаптация / С.Е. Павлов. – М.: «Паруса», 2000. – 282 с.
70. Пасынкова А.В. Альфа-ритм как индикатор силы нервной системы. Нейрофизиологические детерминанты процессов переработки информации /А.В.Пасынкова– М.: ИП АН СССР, 1987. – 215 с.
71. Платонов В.Н. Адаптация в спорте / Платонов В.Н. – К.: Здоровья, 1988. – 210 с.
72. Покровский В. М. Физиология человека / В.М. Покровский, Г.Ф. Коротько. – М.: Медицина, 2007. – 656 с.
73. Попова Т.В. Вариабельность биоэлектрической активности мозга при различных состояниях спортсменов / Т.В. Попова, Ю.И. Корюкалов, О.Г. Коурова // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 8. – С. 28-30
74. Практическая психология в тестах, или как научиться понимать себя и других. – М.: АСТ-ПРЕСС, 1999. – 196 с.
75. Пуни А.Ц. Роль представлений в формировании двигательных навыков / А.Ц. Пуни. – Л.: Лекции по психологии спорта, 1957. – 198 с.
76. Разумникова, О. М. Особенности активации коры у лиц с высокой и низкой вербальной креативностью: анализ альфа 1,2-ритмов / О. М. Разумникова, И. В. Тарасова, Н. В. Вольф // Журнал Высшей нервной деятельности.– 2009. – № 5. – С. 581 – 586.
77. Розенблат В.В. Проблема утомления / В.В. Розенблат. – М.: Медицина, 1975. – 145 с.
78. Рубанович В.Б. Врачебно-педагогический контроль при занятиях физической культурой / В.Б Рубанович. – Новосибирск: Соцтехсервис, 2003. – 262 с.
79. Русалова В. М. Дифференциально-психологический анализ интеллектуального поведения человека в вероятностной среде.

Психофизиологические исследования интеллектуальной саморегуляции и активности / В.М. Русалова, С.А. Кошмана. – М.: Наука, 1980. – 305 с.

80. Русалова М.Н. Отражение в межполушарном распределении частотно-амплитудных показателей ЭЭГ силы эмоционального переживания / М.Н. Русалова, М.Б. Костюнина // Физиология человека. – 2000. – № 1. – С. 32–39.

81. Русинова В.С. Биопотенциалы мозга человека. Математический анализ / В.С. Русинова. М.: – Медицина, 1987. – 340 с.

82. Свидерская Н. Е. Значение концепции пространственной синхронизации электрических процессов головного мозга для психофизиологических исследований / Н.Е. Свидерская, Т.А. Королькова // Успехи физиологических наук. – 1987. – № 3. – С. 42–48.

83. Свидерская Н. Е. Спектрально-корреляционный анализ биоэлектрической активности мозга человека при интеллектуальном напряжении. Функциональное значение электрических процессов головного мозга / Н.Е.Свидерская, С.Е.Скоринова.– М.: Наука, 1977. – 305 с.

84. Севрюкова Г.А. Характеристика функционального состояния и регуляторно-адаптивных возможностей организма студентов в процессе обучения в медицинском вузе: дисс. докт.биол.наук. / Г.А. Севрюкова. – Майкоп, 2012. – 486с.

85. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме / Г.Селье. – М.: Медгиз, 1960. – 254 с.

86. Сеченов И. М. Физиология нервной системы. Результат экспериментальных исследований / И. М. Сеченов. – М.: Медицина, 1866. – 937 с.

87. Скоринова С.Е. ЭЭГ характеристики положительных и отрицательных эмоций в зависимости от их силы. Физиологические особенности положительных и отрицательных эмоций. Эмоциональные состояния /С.Е.Скоринова – М.: Наука, 1972.–112с.

88. Смирнов, В. М. Физиология физического воспитания и спорта / В. М. Смирнов, В. И. Дубровский. – М.: Владос-пресс, 2002. – 608 с.
89. Сологуб Е.Б. Корковая регуляция движений человека / Е.Б Сологуб. – Л.: Медицина, 1981. – 506 с.
90. Сологуб Е.Б. Электрическая активность мозга человека в процессе двигательной деятельности / Е.Б Сологуб. – Л.: Медицина, 1981. – 506 с.
91. Солопов И. Н. Функциональная подготовка спортсменов / А.И. Шамардин, И.Н.Солопов–Волгоград: ВГАФК, 2003. – 263 с.
92. Сороко С. И. Возможности направленных перестроек параметров ЭЭГ у человека с помощью метода адаптивного биоуправления / С.И.Сороко, Т.Ж. Мусуралиев // Физиология человека. – 1995.– № 5. – С. 15-17.
93. Спиридонова М.Д. Особенности спектров мощности ЭЭГ при переживании чувства страха / М.Д. Спиридонова // Молодой ученый. – 2013. – № 8. – С. 130–132.
94. Стрелец В. Б. Латентность сенсорных и когнитивных составляющих Вызванного потенциала при восприятии вербальных стимулов в норме и при шизофрении / В. Б. Стрелец, А. Ю. Архипов, Ж. В. Гарах // Журнал высшей нервной деятельности. – 2015.– № 4. – С. 400–409.
95. Стрельникова Ю.Ю. Временные характеристики познавательных процессов как фактор повышения результативности обучения в высшей школе / Стрельникова Ю.Ю. // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. – 2010. – №1 – С. 228–235
96. Стреляу Я. Роль темперамента в психологическом развитии / Я. Стреляу. – М.: Прогресс, 1982. – 231 с.
97. Трушина Д. А. Пространственная картина распределения ритмов электроэнцефалограммы у студентов-правшей во время экзамена / Д.А. Трушина, О.А. Ведясова, М.А. Парамонова // Вестник Самарского государственного университета. – 2014. –№3 (114). – С. 202-212.

98. Тхоревский В. И. Физиология человека / В. И. Тхоревский– М.: Физкультура, образование и наука, 2001. – 492 с.
99. Уолтер Г. Живой мозг. / Перевод с английского А.М. Гурвича. – М.: Мир, в мире науки и техники, 1966. – 300 с.
100. Фокин В. Ф. Динамическая функциональная асимметрия как отражение функциональных состояний / В. Ф. Фокин // Научно–издательский центр медико-биологического профиля «Асимметрия» – 2007. –№ 1. – С. 4–9.
101. Ханин Ю.Л. Стресс и тревога в спорте / Ю.Л. Ханин–М.: Физкультура и спорт, 1983. – 288 с.
102. Чадова И.Н. Особенности компонентов динамики хронограммы церебральной активности женщин в возрасте от 16 до 45 лет: дисс.канд.биол. Наук / И.Н.Чадова. – Майкоп, 2014. – 156с.
103. Чарыкова И.А. Анализ особенностей сенсомоторного реагирования в условиях адаптации к физической активности разной направленности / И.А. Чарыкова // Медицинский журнал. – 2009. – № 4. – С. 119–121
104. Черепкина Л.П. Особенности биоэлектрической активности головного мозга спортсменов / Л.П. Черепкина, В.Г. Тристан // Вестник ЮУрГУ. Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2011. – № 39. – С. 27–31.
105. Шамардин А.А. Координационные способности юных футболистов как критерий прогнозирования их специфических двигательных возможностей /А.А. Шамардин // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. – 2008. – № 1 (25). – С.115–117.
106. Шамардин А.А. Общая психофункциональная подготовка юных футболистов / А.А. Шамардин– Волгоград: ВГАФК, 2008.– 49с.
107. Шаханова А.В. Образование и здоровье: физиологические аспекты / А.В. Шаханова, Т.В. Глазун. – Майкоп: АГУ, 2008. – 195 с.

108. Шестова И. А. Лабильность фонового альфа-ритма человека при некоторых функциональных нагрузках / И.А Шестова., Н.А Фонсова // Биологические науки. – 1989. – №3. – С. 37–39.

109. Шпатенко Ю.И. Значение частоты альфа-ритма для оценки индивидуальных особенностей деятельности операторов / Ю.И. Шпатенко. – М.: Наука, 1983. – 170 с.

110. Щебланова Е.И. Изменение ритмов ЭЭГ при вербальном и наглядно-образном мышлении / Е.И. Щебланова // Журнал высшей нервной деятельности. – 1988. – №4. – С. 137–139.

111. Akerstedt T. Subjective and objective sleepiness in the active individual / T. Akerstedt, M. Gillberg // Int. J. Neurosci. – 1990. – Vol.52. – P. 141.

112. Astrand P.O. Why Exercise? An Evolutionary Approach / P.O. Astrand // Acta Med. Scand. – 1986. – Vol. 220. – P. 241.

113. Babiloni C. Alpha, beta and gamma electrocorticographic rhythms in somatosensory, motor, premotor and prefrontal cortical areas differ in movement execution and observation in humans / C. Babiloni., Del Percio, F. Vecchio et al. // Clin. Neurophysiol. – 2016. – № 1. – P. 641–654.

114. Babiloni C. Resting state cortical rhythms in athletes: a high-resolution EEG study / C. Babiloni, N. Marzano, M. Iacoboni, et al // Brain. Res. Bull. – 2010. – Vol. 1. – P. 149-156.

115. Balconi M., Mazza G. Brain oscillations and BIS/BAS (behavioral inhibition/activation system) effects on processing masked emotional cues. ERS/ERD and coherence measures of alpha band // International Journal of Psychophysiology. – 2009. – Vol.74. – №2. – P.158–165.

116. Barnett, T. P. Bispectrum analysis of electroencephalogram signals during waking and sleeping / T. P. Barnett, L.C. Johnson, P. Naiton, N. Hicks, C. Nute // Science. – 1971. – Vol.172. – P. 401–402.

117. Beatty J. Similar effects of feedback signals and instructional information on EEG activity / J. T. Beatty // Physiology and Behavior. – 1972. – Vol. 9. – P.151–154.

118. Beatty J. Operant control of occipital theta rhythm affects performance in a radar monitoring task / J. Beatty, A. Greenberg, W. P. Deibler, J. F. O'Hanlon // *Science*. – 1974. – Vol.183. – P. 871–873.

119. Britton W.B. Sport psychology: Handbook of sports medicine and science / W.B. Britton. - UK.: Wiley-Blackwell, 2009. - 139 p.

120. Brokaw K. Resting state EEG correlates of Memory consolidation / K. Brokaw, W. Tishler, S. Manceor et al. // *Neurobiol. Learn. Mem.* – 2016. – Vol.130. – Vol. 1. – P.17–25.

121. Brunkner P. Clinical sports medicine McGraw Hill / P. Brunkner, K. Khan - Sydney, 2008. - 1013 p.

122. Crick F. Are we aware of neural activity in primary visual cortex? / F. Crick, C. Koch // *Nature*. – 1995. – Vol. 375. – № 11. – P. 121–123.

123. Davidson R.J. What does the prefrontal cortex “do” in affect: perspectives on frontal EEG asymmetry research // *Biological Psycholog.* – 2004. – Vol.67. – №1-2. – P. 219–233.

124. Deary I.J. Intelligence and inspection time: achievements, prospects and problems / I.J Deary, C. Stough // *American Psychologist*. – 1996. – № 51. – P. 599–608.

125. Del Percio C. Neural efficiency of athletes brain for upright standing: A high-resolution EEG study / C. Del Percio., C. Babiloni. // *Brain Research Bulletin*. – 2009. – Vol. 79. – P. 193-200.

126. Del Percio C., Marzano N. et al. Reactivity of alpha rhythms to eyes opening is lower in athletes then non- athletes: a high-resolution EEG study / C. Del Percio, F.Infarinato, N. Marzano et al. // *Int. J. Psycho physiol.* – 2011. – Vol. 82. – № 3. – P.240–247.

127. Dolce G.Spectral and multivariate analysis of EEG changes during mental activity in man/G.Dolce, H.Waldeier // *EEG and Clin. Neurophysiol.* – 1974. – Vol.36. – P.577–560.

128. Eteveron P. Voluntary Control of the Electrical Activity of the Brain / P .Eteveron// *Brain*. – 1985. – P 268–324.

129. Everhart D.E. Low alpha power (7.5–9.5 Hz) changes during positive and negative affective learning / D.E. Everhart, H.A. Demareel // *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. – 2003. – V.3. – №1. – P.39-45.
130. Freeman, W. J. The electrical activity of a primary sensory cortex: the analysis of EEG waves / W. J Freeman // *Intern. Rev. Neurobiol.* – 1963. – Vol. 5. – P. 53-119.
131. Gandevia SC. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue / S. C. Gandevia // *Physiol Rev.* – 2001. – Vol. 81. – P. 1725–1789.
132. Glass A. Power spectral density changes in the EEG during mental arithmetic and eye-opening / A. Glass, A.W. Kwiatkowski // *Psychol. Forsch.* – 1970. – Vol. 33. – P. 85–99.
133. Hall E.E. Regional brain activity and strenuous exercise: predicting affective responses using EEG asymmetry / E.E.Hall, P. Ekekekies, S.J. Petruzzello // *Biol. Psychol.* – 2007. – Vol. 75. – № 2. – P.194–200.
134. Hamilton G.F., Rhodes J. S. Exercise Regulation of Cognitive Function and Neuroplasticity in the Healthy and Diseased Brain/ G.F Hamilton, J. S. Rhodes // *ProgMolBiolTransl Sci.* – 2015 – P.381-406.
135. Kimura K, Correlation between moderate daily physical activity and neurocognitive variability in healthy elderly people / K. Kimura, A .Yasunaga, LQ Wang // *Arch GerontolGeriatr.*, 2013
136. Kolev V., Yordanova J., Basar-Eroglu C., Basar E. Age effects on visual EEG responses reveal distinct frontal alpha networks // *Clinical Neurophysiology.* – 2002. – V.113. – №6. – P. 901–910.
137. Kornfeld C. M. EEG spectra during a long-term compensatory tracking task. Bull/C. M.Kornfeld, J.Beatty. *Psychonom.Soc.* – 1977. – Vol.10. – № 1. – P.46–48.
138. MacDonald D.B. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences.* – Elsevier, 2015.

139. Michelle W. Fitness, but not physical activity, is related to functional integrity of brain networks associated with aging / W. Michelle, B. Timothy, Z. Agnieszka et.al // *NeuroImage*– 2016. – P. 113-125.

140. Millett D., Coutin – Churchman P., Sterh J.M. *Brain Mapping*. – Elsevier, 2015.

141. Miraglia F.Rossini P.M. EEG characteristics in eyes-open versus eyes-closed conditions: Small – world network architecture in healthy aging and age-related brain degeneration/F.Miraglia, F Vecchio., P.Bramanti, P.M.Rossini // *Clin. Neurophysiol.* – 2015. – Vol. 127. – № 2. – P.1261–1268.

142. Moratti S., Keil A., Stolarova M. Motivated attention in emotional picture processing is reflected by activity modulation in cortical attention networks. // *Neuroimage*. – 2004. – Vol.21. – №3. – P. 954-964.

143. Petsche H. The significance of the rabbit's septum as a relay station between the midbrain and the hippocampus. I. The control of hippocampus arousal activity by the septum cells / H. Petsche, C. Stumpf, G. Gogolak // *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. – 1962. – № 14. – P.202–211.

144. Pineda J.A. Are neurotransmitter systems of subcortical origin relevant to the electrogenesis of cortical ERPs? / J.A. Pineda // *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. Suppl.* – 1995. – Vol. 44. – P. 143–150.

145. Ray W.J. EEG alpha activity reflects attentional demands, and beta activity reflects emotional and cognitive processes / W.J. Ray, H.W. Cole // *Science*. – 1985. – Vol.228. – № 4700. – P. 750-752.

146. Ruscheweyh R. Physical activity and memory functions: An interventional study/ R. Ruscheweyh, C. Willemer, K. Krügeb // *NeuroImage*. – 2016. – Vol. 131. – P. 91–101

147. Schneider S. Changes in brain cortical activity measured by EEG are related to individual exercise preferences / S. Schneider// *Physiol. Behav.* – 2009. – Vol. 98. – № 4. – P.447–452.

148. Varraine E., 2002 Interaction between different sensory cues in the control of human gait / E. Varraine, M. Bonnard , J. Pailhous // Exp Brain Res. – 2002 – V 142(3) – P.374-384.

149. Vecchio F. Cortical connectivity and memory performance in cognitive decline: a study via graph theory from EEG data / F.Vecchio// Neuroscience. – 2015. – Vol. 316. – P. 143–150.

150. Walter V.J. The central effects of rhythmic sensory stimulation / V.J. Walter// Electroencephalogr. Clin.Neurophysiol. – 1949. – № 1. – P.57–86.

151. Weisz N. Alpha rhythms in audition: cognitive and clinical perspectives. / N. Weisz., T. Hartmann, N. Muller, et. al. // Front. Psychol. – 2011. – Vol. 2. – P. 73

Приложение А

Анкета общего и спортивного анамнеза.

Протокол оценки морфофункциональных показателей

Общий анамнез

1. Ф.И.О., дата рождения, тел., семейное положение
2. Факультет и курс, на котором обучаетесь
3. Место работы (если есть), стаж работы (если есть)
4. Где проживаете на данный момент: а) с родителями б) в общежитие в) снимаю квартиру
5. Жилищные условия: а) отличные б) хорошие в) удовл. г) неудовл.
6. Сколько раз в день принимаете горячую пищу: а) 1 б) 2 в) 3 г) 4 д) 5 е) более 5
7. Каковы промежутки между приемами пищи: а) 3-4 часа б) 5-6 часов в) более 6 часов
8. Какая пища преобладает в вашем рационе: а) мясная б) молочная в) растительная
9. В каких условиях принимаете пищу чаще всего: а) домашний стол б) столовая в) всухомятку
10. Сколько времени в сутки уходит на сон: а) 7-8 ч. б) 9-10 ч. в) менее 7 ч. г) более 10 ч.
11. В какое время суток вы более активны: а) 7-10 б) 10-13 в) 13-16 г) 16-19 д) 19-22 е) 22-24
12. Занимаетесь ли Вы спортом на данный момент(если да, то сколько раз в неделю)а) да 2-3 раза в неделюб) да 4-5 раз в неделюв) да 5-6 раз в неделю г) нет, не занимаюсь
13. Каким видом спорта Вы занимаетесь? Имеете ли Вы спортивный разряд (если да, то какой)а) да 1, 2 или 3 юношеский разрядб) III взрослый разрядв) II взрослый разряд г) I взрослый разряд д) не имею спортивного разряда
14. Занимались ли Вы спортом раньше (если да, то каким)а) да (каким) б) нет
15. Вредные привычки
16. Перенесенные заболевания, травмы и операции
17. Заболевания в семье, какие. Были ли в семье ранние смерти (до 40–50 лет), их причина
18. Жалобы а) головная боль б) боль в области лица в) боль в области шеиг) боль в области спины д) боль конечностей
19. Расстройства сознанияа) эпизоды утраты сознания б) обмороки в) припадки г) нарушения сна
20. Когнитивные и аффективные расстройстваа) память б) речь в) депрессия г) раздражительность
21. Нарушение функции черепных нервова) потеря зрения б) двоение или расплывчатое видениев) слух, обоняние, вкус г) головокружение д) нарушение равновесия

Спортивный анамнез

1. С какого возраста начал заниматься спортом? Какими видами?
2. С какого возраста начал заниматься основным видом спорта? Каким?
3. Спортивный Разряд основного вида спорта на данный момент а) III взрослый разряд б) II взрослый разряд в) I взрослый разряд г) КМС д) МС
4. Динамика спортивных результатов а) улучшаются б) ухудшаются в) стабильные
5. Явления физического перенапряжения в этом спортивном сезоне (если есть, то указать когда, причины, признаки)
6. Заболевания, спортивные травмы в этом спортивном сезоне
7. Жалобы (характер, связь с физическими нагрузками)
8. Когда и с какими результатами закончил последний сезон в 2014-2015 году
9. В какое время суток чаще всего проходят тренировки а) 7 – 10 б) 10 – 13 в) 13 – 16 г) 16 – 19 д) 19 – 22

Протокол оценки морфофункциональных показателей

Дата исследования «__» _____ 20__ г.

Ф.И.О. _____ Пол _____

Дата рождения «__» _____ г. Полных лет _____

№ п/п	Антропометрические показатели	Полученные данные
1	Масса тела (МТ)	
2	Длина тела (ДТ)	
Функциональные показатели		
1	ЧСС	
2	ДАД	
3	САД	

Приложение Б

Тест Спилбергера-Ханина

Инструкция. Прочитайте внимательно каждое из приведенных ниже предложений и зачеркните цифру в соответствующей графе справа в зависимости от того, как вы себя чувствуете в данный момент. Над вопросами долго не задумывайтесь, поскольку правильных и неправильных ответов нет.

№	Суждение	Никогда	Почти никогда	Часто	Почти всегда
<i>Шкала ситуативной тревожности</i>					
1	Я спокоен	1	2	3	4
2	Мне ничто не угрожает	1	2	3	4
3	Я нахожусь в напряжении	1	2	3	4
4	Я внутренне скован	1	2	3	4
5	Я чувствую себя свободно	1	2	3	4
6	Я расстроен	1	2	3	4
7	Меня волнуют возможные неудачи	1	2	3	4
8	Я ощущаю душевный покой	1	2	3	4
9	Я встревожен	1	2	3	4
10	Я испытываю чувство внутреннего удовлетворения	1	2	3	4
11	Я уверен в себе	1	2	3	4
12	Я нервничаю	1	2	3	4
13	Я не нахожу себе места	1	2	3	4
14	Я взвинчен	1	2	3	4
15	Я не чувствую скованности, напряжения	1	2	3	4
16	Я доволен	1	2	3	4
17	Я озабочен	1	2	3	4
18	Я слишком возбужден и мне не по себе	1	2	3	4
19	Мне радостно	1	2	3	4
20	Мне приятно	1	2	3	4
<i>Шкала личностной тревожности</i>					
21	У меня бывает приподнятое настроение	1	2	3	4
22	Я бываю раздражительным	1	2	3	4
23	Я легко расстраиваюсь	1	2	3	4
24	Я хотел бы быть таким же удачливым, как и другие	1	2	3	4
25	Я сильно переживаю неприятности и долго не могу о них забыть	1	2	3	4
26	Я чувствую прилив сил и желание работать	1	2	3	4
27	Я спокоен, хладнокровен и собран	1	2	3	4
28	Меня тревожат возможные трудности	1	2	3	4
29	Я слишком переживаю из-за пустяков	1	2	3	4
30	Я бываю вполне счастлив	1	2	3	4
31	Я все принимаю близко к сердцу	1	2	3	4
32	Мне не хватает уверенности в себе	1	2	3	4
33	Я чувствую себя незащищенным	1	2	3	4
34	Я стараюсь избегать критических ситуаций и трудностей	1	2	3	4
35	У меня бывает хандра	1	2	3	4
36	Я бываю доволен	1	2	3	4
37	Всякие пустяки отвлекают и волнуют меня	1	2	3	4
38	Бывает, что я чувствую себя неудачником	1	2	3	4
39	Я уравновешенный человек	1	2	3	4
40	Меня охватывает беспокойство, когда я думаю о своих делах и заботах	1	2	3	4

Приложение В

Личностный опросник Айзенка

Инструкция. Если вы согласны с утверждением, поставьте рядом с его номером знак «+» (да), если нет – знак «-» (нет).

1. Нравится ли вам оживление и суета вокруг вас?
2. Часто ли у вас бывает беспокойное чувство, что вам что-нибудь хочется, а вы не знаете что?
3. Вы из тех людей, которые не лезут за словом в карман?
4. Чувствуете ли вы себя иногда счастливым, а иногда печальным без какой-либо причины?
5. Держитесь ли вы обычно в тени на вечеринках или в компании?
6. Всегда ли в детстве вы делали немедленно и безропотно то, что вам приказывали?
7. Бывает ли у вас иногда дурное настроение?
8. Когда вас втягивают в ссору, предпочитаете ли вы отмолчаться, надеясь, что все обойдется?
9. Легко ли вы поддаетесь переменам настроения?
10. Нравится ли вам находиться среди людей?
11. Часто ли вы теряли сон из-за своих тревог?
12. Упрямитесь ли вы иногда?
13. Могли бы вы назвать себя бесчестным?
14. Часто ли вам приходят хорошие мысли слишком поздно?
15. Предпочитаете ли вы работать в одиночестве?
16. Часто ли вы чувствуете себя апатичным и усталым без серьезной причины?
17. Вы по натуре живой человек?
18. Смеетесь ли вы иногда над неприличными шутками?
19. Часто ли вам что-то так надоедает, что вы чувствуете себя «сытым по горло»?
20. Чувствуете ли вы себя неловко в какой-либо одежде, кроме повседневной?
21. Часто ли ваши мысли отвлекаются, когда вы пытаетесь сосредоточиться на чем-то?
22. Можете ли вы быстро выразить ваши мысли словами?
23. Часто ли вы бываете погружены в свои мысли?
24. Полностью ли вы свободны от всяких предрассудков?
25. Нравятся ли вам первоапрельские шутки?
26. Часто ли вы думаете о своей работе?
27. Очень ли вы любите вкусно поесть?
28. Нуждаетесь ли вы в дружески расположенном человеке, чтобы выговориться, когда вы раздражены?
29. Очень ли вам неприятно брать займы или продавать что-нибудь, когда вы нуждаетесь в деньгах?
30. Хвастаетесь ли вы иногда?
31. Очень ли вы чувствительны к некоторым вещам?
32. Предпочли бы вы остаться в одиночестве дома, чем пойти на скучную вечеринку?
33. Бываете ли вы иногда беспокойными настолько, что не можете долго усидеть на месте?
34. Склонны ли вы планировать свои дела тщательно и раньше чем следовало бы?
35. Бывают ли у вас головокружения?
36. Всегда ли вы отвечаете на письма сразу после прочтения?
37. Справляетесь ли вы с делом лучше, обдумав его самостоятельно, а не обсуждая с другими?
38. Бывает ли у вас когда-либо одышка, даже если вы не делали никакой тяжелой работы?
39. Можно ли сказать, что вы человек, которого не волнует, чтобы все было именно так, как нужно?
40. Беспокоят ли вас ваши нервы?
41. Предпочитаете ли вы больше строить планы, чем действовать?
42. Откладываете ли вы иногда на завтра то, что должны сделать сегодня?
43. Нервничаете ли вы в местах, подобных лифту, метро, туннелю?
44. При знакомстве вы обычно первыми проявляете инициативу?
45. Бывают ли у вас сильные головные боли?
46. Считаете ли вы обычно, что все само собой уладится и придет в норму?
47. Трудно ли вам заснуть ночью?
48. Лгали ли вы когда-нибудь в своей жизни?
49. Говорите ли вы иногда первое, что придет в голову?
50. Долго ли вы переживаете после случившегося конфуза?
51. Замкнуты ли вы обычно со всеми, кроме близких друзей?
52. Часто ли с вами случаются неприятности?
53. Любите ли вы рассказывать истории друзьям?
54. Предпочитаете ли вы больше выигрывать, чем проигрывать?
55. Часто ли вы чувствуете себя неловко в обществе людей выше вас по положению?
56. Когда обстоятельства против вас, обычно вы думаете тем не менее, что стоит еще что-либо предпринять?
57. Часто ли у вас сосет под ложечкой перед важным делом?

Приложение Г. Дозирование нагрузки теста PWC170

Таблица Г.1 – Первая нагрузка теста PWC₁₇₀

Вес, кг	Нагрузка	
	кгм	Вт
более 59	300	50
60-64	400	65
65-69	500	85
70-74	600	100
75-79	700	115
более 80	800	130

Таблица Г.2 – Вторая нагрузка теста PWC₁₇₀, кгм/Вт

Первая нагрузка		Частота сердечных сокращений после выполнения первой нагрузки, уд/мин						
		кгм	Вт	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129
300	50	1000/165	900/145	800/130	700/115	600/100	500/100	500/800
400	65	1100/180	1000/165	900/145	800/130	700/115	600/100	500/80
500	85	1200/195	1100/180	1000/165	900/145	800/130	700/115	600/100
600	100	1300/215	1200/195	1100/180	1000/165	900/145	800/130	700/115
700	115	1400/230	1300/215	1200/195	1100/180	1000/165	900/145	800/130
800	130	1500/245	1400/230	1300/215	1200/195	1100/180	1000/165	900/145

Приложение Д

Показатели средней амплитуды спектра и средней мощности спектра диапазонов ЭЭГ в наблюдаемых группах в состоянии покоя и при проведении функциональных проб (открытие / закрытие глаз)

Таблица Д.1 – Показатели средней амплитуды спектра альфа-2 диапазона в наблюдаемых группах, мкВ/с

Отведение		Группа наблюдения				Проба
		СДА	ВДА-Д	ВДА-С	НДА	
FP	лев.	0,87 (0,74; 0,94)	1,03 (0,78; 1,30)	0,85 (0,70; 1,08)	1,09 (0,85; 1,35)	фон
		0,88(0,66; 1,09)	0,99 (0,67; 1,21)	1,34 (1,12; 1,61)¹	0,99 (0,60; 1,20)	открытие глаз
		0,88(0,66; 1,09)	1,02 (0,79; 1,21)	0,91(0,75; 1,10)	1,03 (0,91; 1,20)	закрывание глаз
	пр.	0,90(0,81; 1,06)	1,06 (0,80; 1,36)	0,92 (0,86; 1,11)	1,09 (0,90; 1,34)	фон
		0,83(0,66; 0,95)	0,93 (0,71; 1,22)	1,28 (1,10; 1,62)	0,97 (0,62; 1,16)	открытие глаз
		0,98(0,74; 1,20)	1,04 (0,82; 1,21)	0,95(0,85; 0,22)	1,03 (0,86; 1,19)	закрывание глаз
С	лев.	1,11(0,92; 1,14)	1,22 (0,82; 1,58)	1,12 (0,84; 1,41)	1,37 (1,10; 1,88)	фон
		0,84(0,72; 0,98)	0,82 (0,70; 0,95)	0,96 (0,84; 1,05)	0,89 (0,74; 1,00)	открытие глаз
		1,15(0,90; 1,33)	1,18 (0,75; 1,45)	1,13(0,90; 1,44)	1,32 (1,04; 1,59)	закрывание глаз
	пр.	1,13(0,98; 1,18)	1,23 (0,89; 1,69)	1,18 (1,04; 1,50)	1,30 (1,05; 1,76)	фон
		0,78(0,72; 0,85)	0,79 (0,67; 0,88)	0,94 (0,85; 1,00)¹	0,88 (0,72; 1,14)	открытие глаз
		1,15(0,95; 1,33)	1,19 (0,82; 1,51)	1,14(0,99; 1,46)	1,30 (1,10; 1,58)	закрывание глаз
О	лев.	1,75(1,14; 2,03)	1,62 (1,24; 1,94)	1,53 (0,96; 2,32)	1,87 (1,48; 2,15)	фон
		0,86(0,75; 0,96)	0,81 (0,63; 0,89)	0,85 (0,74; 0,94)	0,88 (0,72; 1,05)	открытие глаз
		1,76(1,43; 2,12)	1,79 (1,35; 2,23)	1,53(0,97; 1,11)	2,14 (1,55; 2,5)	закрывание глаз
	пр.	1,82(1,39; 2,13)	1,76 (1,19; 2,29)	1,56 (1,27; 2,07)	1,76 (1,28; 2,25)	фон
		0,82(0,74; 0,86)	0,87 (0,71; 1,11)	0,92 (0,75; 1,02)	0,85 (0,60; 1,06)	открытие глаз
		1,88(1,65; 2,07)	1,92 (1,35; 2,40)	1,50(1,33; 1,88)	1,94 (1,65; 2,28)	закрывание глаз
Т	лев.	0,80(0,67; 0,89)	0,93 (0,67; 1,26)	0,84 (0,57; 1,01)	0,94 (0,65; 1,25)	фон
		0,68(0,60; 0,70)	0,66 (0,54; 0,84)	0,82 (0,64; ,97)	0,96 (0,55; 0,77)	открытие глаз
		0,85(0,72; 0,99)	0,93 (0,63; 1,27)	0,84(0,61; 1,14)	0,79 (0,66; 1,07)	закрывание глаз
	пр.	0,91(0,83; 0,94)	1,00 (0,64; 1,36)	0,92 (0,91; 1,03)	0,74 (0,62; 0,91)	фон
		0,71(0,60; 0,71)³	0,66 (0,53; 0,76)	0,75 (0,66; 0,87)³	0,52 (0,45; 0,62)	открытие глаз
		0,93(0,80; 1,08)	0,98 (0,63; 1,33)	0,77(0,81; 1,10)	0,72 (0,63; 0,92)	закрывание глаз

Примечание – запись выборочных данных представлена в форме Me (Q₂₅; Q₇₅);

FP – лобные отведения, С – отведения области центральной борозды, О – затылочные отведения, Т – височные отведения; СДА – средний уровень двигательной активности, ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок, ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок, НДА – низкий уровень двигательной активности.

¹ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА (p≤0.05),

² – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С (p≤0.05),

³ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА (p≤0.05).

Таблица Д.2 – Показатели средней мощности спектра альфа-2 диапазона в наблюдаемых группах, мкВ²/с

Отведение		Группа наблюдения				Проба
		СДА	ВДА-Д	ВДА-С	НДА	
FP	лев.	1,10 (0,73; 1,25)	1,88 (0,93; 2,48)	1,14 (0,65; 1,74)	2,10 (1,00; 3,32)	фон
		0,96 (0,56; 1,06)	1,54 (0,66; 2,14)	2,76 (1,74; 4,04)¹	1,58 (0,54; 1,98)	открытие глаз
	пр.	1,15 (0,72; 1,62)	1,86 (0,74; 2,08)	1,31 (0,75; 1,75)	1,69 (1,21; 2,01)	закрывание глаз
		1,19 (0,85; 1,55)	1,97 (1,00; 2,84)	1,30 (0,94; 1,91)	2,07 (1,08; 3,05)	фон
		0,73 (0,47; 0,94)	1,42 (0,90; 1,90)¹	2,56 (1,65; 4,14)¹	1,51 (0,60; 1,80)	открытие глаз
	1,10 (0,65; 1,40)	1,95 (0,88; 2,25)	1,38 (0,92; 1,75)	1,63 (1,03; 2,19)	закрывание глаз	
С	лев.	1,79 (1,11; 1,78)	2,63 (1,01; 3,53)	1,97 (0,95; 3,22)	3,27 (1,55; 5,52)	фон
		0,99 (0,57; 1,39)	0,99 (0,65; 1,21)	1,36 (1,01; 1,54)	1,22 (0,75; 1,38)	открытие глаз
		1,81 (1,05; 2,85)	2,56 (1,04; 3,05)	2,12 (1,11; 3,43)	2,78 (1,55; 3,73)	закрывание глаз
	пр.	1,84 (1,31; 1,82)	2,79 (1,20; 4,46)	2,23 (1,34; 3,52)	2,86 (1,44; 5,04)	фон
		0,77 (0,54; 0,97)	0,87 (0,65; 1,03)	1,23 (0,99; 1,43)¹	1,17 (0,72; 1,81)	открытие глаз
		1,79 (1,01; 2,77)	2,49 (1,18; 2,85)	2,14 (1,28; 3,30)	2,59 (1,81; 3,59)	закрывание глаз
О	лев.	5,16 (3,84; 7,53)	5,57 (2,20; 7,53)	5,03 (1,30; 9,65)	6,69 (4,15; 7,55)	фон
		1,13 (0,84; 1,27)	0,95 (0,58; 1,07)	1,06 (0,73; 1,27)	1,22 (0,68; 1,59)	открытие глаз
		5,23 (2,40; 7,55)	7,32 (2,79; 10,31)	5,16 (1,36; 8,80)	8,62 (4,39; 10,94)	закрывание глаз
	пр.	6,01 (3,28; 7,73)	6,52 (2,07; 9,77)	4,61 (2,19; 6,96)	5,93 (3,20; 7,88)	фон
		0,99 (0,79; 1,08)	1,08 (0,64; 1,50)	1,21 (0,76; 1,48)	1,12 (0,53; 1,65)	открытие глаз
		5,79 (2,44; 7,31)	8,68 (3,99; 13,25)	4,59 (2,45; 6,62)	6,72 (4,92; 8,52)	закрывание глаз
Т	лев.	0,91 (0,61; 1,07)	1,49 (0,64; 2,33)	1,11 (0,43; 1,53)	1,73 (0,61; 2,45)	фон
		0,72 (0,33; 1,00)	0,60 (0,41; 0,83)	1,07 (0,64; 1,43)	4,20 (0,40; 0,79)	открытие глаз
		1,05 (0,57; 1,52)	1,50 (0,65; 2,13)	1,18 (0,51; 2,03)	1,04 (0,53; 1,73)	закрывание глаз
	пр.	1,22 (0,92; 1,17)	1,77 (0,60; 2,90)	1,29 (1,00; 1,82)	0,99 (0,51; 1,30)	фон
		0,73 (0,43; 0,63)	0,62 (0,43; 0,76)³	0,80 (0,63; 0,96)³	0,42 (0,26; 0,52)	открытие глаз
		1,23 (0,75; 1,61)	1,74 (0,67; 2,21)	1,29 (0,87; 2,05)	0,82 (0,57; 1,25)	закрывание глаз

Примечание – запись выборочных данных представлена в форме Me (Q₂₅; Q₇₅);
 FP – лобные отведения, С – отведения области центральной борозды, О – затылочные отведения, Т – височные отведения; СДА – средний уровень двигательной активности, ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок, ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок, НДА – низкий уровень двигательной активности.
¹ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА (p≤0.05),
² – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С (p≤0.05),
³ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА (p≤0.05).

Таблица Д.3 – Показатели средней амплитуды спектра низкочастотной компоненты бета-диапазона в наблюдаемых группах, мкВ/с

Отведение		Группа наблюдения				Проба
		СДА	ВДА-Д	ВДА-С	НДА	
FP	лев.	0,47 (0,42; 0,49)	0,49 (0,41; 0,55)	0,46 (0,46; 0,49)	0,49 (0,41; 0,55)	фон
		0,51(0,43; 0,54)	0,47 (0,41; 0,55)²	0,66 (0,56; 0,72)	0,50 (0,40; 0,62)	открывание глаз
		0,49(0,42; 0,57)	0,49 (0,45; 0,56)	0,50(0,49; 0,51)	0,46 (0,41; 0,48)	закрывание глаз
	пр.	0,48(0,39; 0,51)	0,50 (0,42; 0,56)	0,47 (0,43; 0,52)	0,47 (0,41; 0,54)	фон
		0,49(0,44; 0,53)	0,47 (0,41; 0,56)²	0,64 (0,54; 0,70)¹	0,52 (0,38; 0,58)	открывание глаз
		0,50(0,45; 0,54)	0,50 (0,46; 0,54)	0,50(0,46; 0,56)	0,44 (0,39; 0,48)	закрывание глаз
С	лев.	0,56(0,51; 0,58)	0,61 (0,51; 0,70)	0,55 (0,53; 0,59)	0,57 (0,44; 0,64)	фон
		0,52(0,46; 0,52)	0,48 (0,43; 0,51)²	0,65 (0,53; 0,63)¹	0,46 (0,37; 0,59)	открывание глаз
		0,59(0,49; 0,59)	0,61 (0,51; 0,67)	0,59(0,59; 0,60)	0,53 (0,52; 0,56)	закрывание глаз
	пр.	0,56(0,46; 0,61)	0,62 (0,51; 0,70)	0,58 (0,56; 0,62)	0,55 (0,52; 0,60)	фон
		0,49(0,45; 0,50)	0,49 (0,44; 0,52)²	0,64 (0,54; 0,59)¹	0,46 (0,36; 0,55)	открывание глаз
		0,61(0,54; 0,63)	0,61 (0,53; 0,68)	0,60(0,58; 0,65)	0,52 (0,48; 0,55)	закрывание глаз
О	лев.	0,66(0,59; 0,73)	0,60 (0,50; 0,64)	0,64 (0,55; 0,77)	0,63 (0,58; 0,65)	фон
		0,58(0,49; 0,61)	0,47 (0,42; 0,56)	0,53 (0,45; 0,59)	0,46 (0,38; 0,54)	открывание глаз
		0,68(0,63; 0,71)	0,63 (0,52; 0,72)	0,64(0,58; 0,66)	0,65 (0,61; 0,70)	закрывание глаз
	пр.	0,65(0,58; 0,72)	0,65 (0,51; 0,75)	0,65 (0,53; 0,71)	0,63 (0,59; 0,70)	фон
		0,51(0,44; 0,54)	0,49 (0,43; 0,55)	0,60 (0,50; 0,72)	0,50 (0,40; 0,53)	открывание глаз
		0,69(0,61; 0,77)	0,68 (0,53; 0,81)	0,64(0,58; 0,61)	0,64 (0,56; 0,76)	закрывание глаз
Т	лев.	0,42(0,37; 0,45)	0,50 (0,43; 0,61)	0,45 (0,45; 0,48)	0,46 (0,35; 0,47)	фон
		0,43(0,37; 0,40)	0,41 (0,34; 0,45)²	0,72 (0,48; 0,74)^{1,3}	0,59 (0,32; 0,43)	открывание глаз
		0,44(0,39; 0,51)	0,49 (0,40; 0,60)³	0,50(0,48; 0,51)³	0,38 (0,37; 0,44)	закрывание глаз
	пр.	0,48(0,40; 0,55)	0,53 (0,43; 0,66)³	0,46 (0,44; 0,51)	0,38 (0,36; 0,42)	фон
		0,42(0,37; 0,46)	0,42 (0,32; 0,46)	0,55 (0,44; 0,51)	0,35 (0,28; 0,46)	открывание глаз
		0,51(0,45; 0,57)³	0,52 (0,44; 0,61)³	0,49(0,46; 0,54)³	0,36 (0,34; 0,40)	закрывание глаз

Примечание – запись выборочных данных представлена в форме Me (Q₂₅; Q₇₅);
 FP – лобные отведения, С – отведения области центральной борозды, О – затылочные отведения, Т – височные отведения; СДА – средний уровень двигательной активности, ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок, ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок, НДА – низкий уровень двигательной активности.
¹ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА (p≤0.05),
² – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С (p≤0.05),
³ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА (p≤0.05).

Таблица Д.4 – Показатели средней мощности спектра низкочастотного бета-диапазона в наблюдаемых группах, мкВ²/с

Отведение		Группа наблюдения				Проба
		СДА	ВДА-Д	ВДА-С	НДА	
ФР	лев.	0,29 (0,22; 0,30)	0,31 (0,22; 0,39)	0,27 (0,27; 0,31)	0,32 (0,21; 0,39)	фон
		0,44(0,22; 0,32)	0,33 (0,25; 0,40)	0,60 (0,41; 0,72)²	0,35 (0,21; 0,47)	открывание глаз
		0,32 (0,22; 0,43)	0,32 (0,29; 0,39)	0,32 (0,31; 0,35)	0,28 (0,22; 0,31)	закрывание глаз
	пр.	0,29 (0,20; 0,32)	0,33 (0,23; 0,41)	0,29 (0,24; 0,34)	0,30 (0,22; 0,41)	фон
		0,27 (0,24; 0,28)	0,33 (0,26; 0,41)	0,59 (0,38; 0,65)¹	0,36 (0,20; 0,46)	открывание глаз
		0,30 (0,24; 0,38)	0,34 (0,29; 0,44)	0,32 (0,26; 0,39)	0,27 (0,21; 0,31)	закрывание глаз
С	лев.	0,41 (0,32; 0,43)	0,51 (0,34; 0,68)	0,40 (0,35; 0,43)	0,43 (0,27; 0,53)	фон
		0,47 (0,27; 0,41)	0,31 (0,25; 0,34)	0,67 (0,35; 0,57)²	0,29 (0,18; 0,44)	открывание глаз
		0,42 (0,29; 0,53)	0,51 (0,38; 0,55)	0,45 (0,44; 0,48)	0,37 (0,33; 0,41)	закрывание глаз
	пр.	0,42 (0,27; 0,47)	0,51 (0,34; 0,63)	0,44 (0,40; 0,55)	0,40 (0,35; 0,45)	фон
		0,30 (0,25; 0,33)	0,32 (0,25; 0,34)	0,72 (0,37; 0,46)^{1,2,3}	0,28 (0,16; 0,40)	открывание глаз
		0,43 (0,31; 0,52)	0,49 (0,37; 0,57)	0,48 (0,47; 0,56)	0,35 (0,30; 0,39)	закрывание глаз
О	лев.	0,56 (0,49; 0,68)	0,49 (0,31; 0,54)	0,54 (0,38; 0,78)	0,52 (0,44; 0,56)	фон
		0,58 (0,31; 0,67)	0,30 (0,24; 0,35)	0,40 (0,26; 0,44)	0,29 (0,19; 0,38)	открывание глаз
		0,57 (0,52; 0,65)	0,53 (0,38; 0,62)	0,54 (0,42; 0,55)	0,56 (0,48; 0,65)	закрывание глаз
	пр.	0,58 (0,46; 0,71)	0,56 (0,35; 0,71)	0,58 (0,36; 0,66)	0,53 (0,46; 0,62)	фон
		0,34 (0,25; 0,38)	0,31 (0,27; 0,38)	0,54 (0,31; 0,69)	0,35 (0,21; 0,38)	открывание глаз
		0,57 (0,44; 0,75)	0,56 (0,39; 0,70)	0,54 (0,42; 0,47)	0,55 (0,40; 0,72)	закрывание глаз
Т	лев.	0,23 (0,18; 0,27)	0,34 (0,24; 0,48)	0,27 (0,27; 0,30)	0,43 (0,18; 0,28)	фон
		0,39 (0,18; 0,26)	0,22 (0,15; 0,28)	0,95 (0,29; 1,06)^{1,2,3}	1,83 (0,13; 0,25)	открывание глаз
		0,26 (0,19; 0,38)	0,33 (0,22; 0,47)³	0,33 (0,31; 0,35)³	0,19 (0,18; 0,25)	закрывание глаз
	пр.	0,30 (0,20; 0,39)	0,37 (0,23; 0,57)³	0,29 (0,24; 0,35)	0,21 (0,16; 0,22)	фон
		0,22 (0,16; 0,28)	0,25 (0,17; 0,27)	0,49 (0,24; 0,33)	0,18 (0,11; 0,27)	открывание глаз
		0,32 (0,24; 0,42)	0,37 (0,27; 0,50)³	0,32 (0,28; 0,37)³	0,19 (0,15; 0,21)	закрывание глаз
<p><i>Примечание</i> – запись выборочных данных представлена в форме Me (Q₂₅; Q₇₅); ФР – лобные отведения, С – отведения области центральной борозды, О – затылочные отведения, Т – височные отведения; СДА – средний уровень двигательной активности, ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок, ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок, НДА – низкий уровень двигательной активности. ¹ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА (p≤0.05), ² – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С (p≤0.05), ³ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА (p≤0.05).</p>						

Таблица Д.5 – Показатели средней амплитуды спектра высокочастотной компоненты бета-диапазона в наблюдаемых группах, мкВ/с

Отведение	Группа наблюдения				Проба	
	СДА	ВДА-Д	ВДА-С	НДА		
FP	лев.	0,27 (0,25; 0,29)	0,27 (0,23; 0,31)	0,30 (0,25; 0,32)	0,29 (0,26; 0,33)	фон
		0,30(0,26; 0,32)	0,29 (0,27; 0,33)	0,43 (0,31; 0,43)	0,33 (0,23; 0,40)	открытие глаз
		0,30(0,27; 0,31)	0,29 (0,25;0,31)	0,32(0,26; 0,31)	0,29 (0,28; 0,35)	закрывание глаз
	пр.	0,28(0,26; 0,32)	0,29 (0,25; 0,35)	0,28 (0,26; 0,30)	0,28 (0,24; 0,31)	фон
		0,30(0,27; 0,31)	0,30 (0,27; 0,35)	0,45 (0,30; 0,43)	0,36 (0,30; 0,42)	открытие глаз
		0,30(0,26; 0,33)	0,30 (0,26; 0,33)	0,29(0,27; 0,32)	0,29 (0,24; 0,32)	закрывание глаз
C	лев.	0,30(0,27; 0,30)	0,32 (0,26; 0,40)	0,29 (0,30; 0,32)	0,32 (0,29; 0,38)	фон
		0,31(0,27; 0,31)	0,31 (0,26; 0,36)	0,49 (0,32; 0,38)	0,29 (0,25; 0,35)	открытие глаз
		0,33(0,30; 0,35)	0,34 (0,27; 0,40)	0,32(0,31; 0,34)	0,32 (0,30; 0,38)	закрывание глаз
	пр.	0,31(0,29; 0,34)	0,33 (0,27; 0,41)	0,30 (0,28; 0,29)	0,31 (0,29; 0,36)	фон
		0,29(0,26; 0,32)	0,31 (0,27; 0,37)	0,55 (0,32; 0,38) ^{1,3}	0,28 (0,26; 0,31)	открытие глаз
		0,33(0,32; 0,35)	0,35 (0,28; 0,46)	0,34(0,31; 0,39)	0,32 (0,29; 0,37)	закрывание глаз
O	лев.	0,39(0,34; 0,39)	0,33 (0,26; 0,41)	0,30 (0,27; 0,32) ³	0,36 (0,33; 0,41)	фон
		0,37(0,30; 0,37)	0,28 (0,24; 0,33)	0,35 (0,27; 0,39)	0,31 (0,27; 0,34)	открытие глаз
		0,33(0,32; 0,35)	0,35 (0,28; 0,46)	0,34(0,31; 0,39)	0,32 (0,29; 0,37)	закрывание глаз
	пр.	0,37(0,31; 0,40)	0,34 (0,28; 0,41)	0,33 (0,29; 0,38)	0,34 (0,28; 0,43)	фон
		0,32(0,25; 0,34)	0,29 (0,26; 0,32)	0,43 (0,35; 0,42)	0,32 (0,24; 0,39)	открытие глаз
		0,39(0,35; 0,43)	0,36 (0,28; 0,41)	0,37(0,33; 0,40)	0,37 (0,31; 0,42)	закрывание глаз
T	лев.	0,24(0,23; 0,25)	0,29 (0,22; 0,33)	0,28 (0,25; 0,33)	0,29 (0,23; 0,34)	фон
		0,27(0,23; 0,25)	0,28 (0,25; 0,33)	0,63 (0,31; 0,52) ^{1,2}	0,41 (0,21; 0,39)	открытие глаз
		0,27(0,24; 0,28)	0,30 (0,24; 0,35)	0,35(0,26; 0,38)	0,28 (0,21; 0,32)	закрывание глаз
	пр.	0,27(0,23; 0,30)	0,31 (0,23; 0,37)	0,25 (0,22; 0,25)	0,26 (0,19; 0,29)	фон
		0,27(0,23; 0,28)	0,30 (0,24; 0,32)	0,51 (0,30; 0,33)	0,28 (0,19; 0,39)	открытие глаз
		0,28(0,26; 0,31)	0,32 (0,23; 0,38)	0,32(0,36; 0,78)	0,26 (0,21; 0,36)	закрывание глаз
<p><i>Примечание</i> – запись выборочных данных представлена в форме Me (Q₂₅; Q₇₅); FP – лобные отведения, C – отведения области центральной борозды, O – затылочные отведения, T – височные отведения; СДА – средний уровень двигательной активности, ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок, ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок, НДА – низкий уровень двигательной активности. ¹ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА (p≤0.05), ² – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С (p≤0.05), ³ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА (p≤0.05).</p>						

Таблица Д.6 – Показатели средней мощности спектра высокочастотной компоненты бета-диапазона в наблюдаемых группах, мкВ²/с

Отведение		Группа наблюдения				Проба
		СДА	ВДА-Д	ВДА-С	НДА	
ФР	лев.	0,11 (0,09; 0,13)	0,10 (0,08; 0,14)	0,12 (0,09; 0,13)	0,13 (0,09; 0,16)	фон
		0,14 (0,08; 0,12)	0,13 (0,10; 0,17)	0,33 (0,14; 0,26)	0,17 (0,08; 0,22)	открывание глаз
		0,13 (0,09; 0,17)	0,13 (0,09; 0,16)	0,14 (0,10; 0,13)	0,13 (0,11; 0,16)	закрывание глаз
	пр.	0,11 (0,09; 0,16)	0,12 (0,09; 0,18)	0,11 (0,10; 0,11)	0,12 (0,08; 0,13)	фон
		0,11 (0,10; 0,13)	0,14 (0,11; 0,18)	0,45 (0,13; 0,25)	0,20 (0,12; 0,25)	открывание глаз
		0,12 (0,09; 0,17)	0,15 (0,10; 0,20)	0,12 (0,11; 0,14)	0,13 (0,08; 0,14)	закрывание глаз
С	лев.	0,14 (0,10; 0,14)	0,15 (0,09; 0,23)	0,12 (0,13; 0,14)	0,16 (0,12; 0,23)	фон
		0,16 (0,10; 0,16)	0,16 (0,11; 0,20)	0,58 (0,16; 0,24)	0,13 (0,09; 0,17)	открывание глаз
		0,15 (0,11; 0,19)	0,20 (0,13; 0,27)	0,16 (0,14; 0,20)	0,16 (0,13; 0,21)	закрывание глаз
	пр.	0,14 (0,12; 0,18)	0,17 (0,11; 0,23)	0,13 (0,11; 0,13)	0,15 (0,13; 0,17)	фон
		0,12 (0,10; 0,15)	0,16 (0,10; 0,21)	1,01 (0,16; 0,21)^{1,3}	0,12 (0,10; 0,15)	открывание глаз
		0,15 (0,11; 0,19)	0,22 (0,12; 0,32)	0,17 (0,13; 0,22)	0,17 (0,13; 0,22)	закрывание глаз
О	лев.	0,23 (0,16; 0,25)	0,17 (0,10; 0,25)	0,12 (0,11; 0,15)^{1,3}	0,20 (0,17; 0,24)	фон
		0,23 (0,11; 0,44)	0,12 (0,09; 0,16)	0,20 (0,09; 0,21)	0,13 (0,10; 0,16)	открывание глаз
		0,26 (0,16; 0,30)	0,25 (0,15; 0,29)	0,18 (0,13; 0,19)	0,23 (0,17; 0,30)	закрывание глаз
	пр.	0,20 (0,15; 0,25)	0,18 (0,11; 0,23)	0,15 (0,11; 0,20)	0,18 (0,12; 0,27)	фон
		0,16 (0,09; 0,15)	0,12 (0,10; 0,15)	0,35 (0,17; 0,24)	0,16 (0,08; 0,21)	открывание глаз
		0,22 (0,15; 0,28)	0,25 (0,13; 0,27)	0,19 (0,15; 0,24)	0,21 (0,15; 0,23)	закрывание глаз
Т	лев.	0,23 (0,18; 0,27)	0,34 (0,24; 0,48)	0,27 (0,27; 0,30)	0,43 (0,18; 0,28)	фон
		0,14 (0,80; 0,10)	0,12 (0,09; 0,16)	1,00 (0,15; 0,56)^{1,2}	0,73 (0,07; 0,22)	открывание глаз
		0,11 (0,09; 0,12)	0,14 (0,08; 0,21)	0,19 (0,10; 0,20)	0,13 (0,06; 0,16)	закрывание глаз
	пр.	0,11 (0,08; 0,14)	0,15 (0,07; 0,18)	0,09 (0,07; 0,09)	0,09 (0,05; 0,11)	фон
		0,11 (0,07; 0,12)	0,14 (0,08; 0,20)	0,91 (0,13; 0,15)	0,13 (0,05; 0,21)	открывание глаз
		0,11 (0,08; 0,15)	0,19 (0,07; 0,27)	0,15 (0,10; 0,18)	0,10 (0,06; 0,17)	закрывание глаз

Примечание – запись выборочных данных представлена в форме Me (Q₂₅; Q₇₅);
 ФР – лобные отведения, С – отведения области центральной борозды, О – затылочные отведения, Т – височные отведения; СДА – средний уровень двигательной активности, ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок, ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок, НДА – низкий уровень двигательной активности.
¹ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА (p≤0.05),
² – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С (p≤0.05),
³ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА (p≤0.05).

Таблица Д.7 – Показатели средней амплитуды спектра тета-диапазона в наблюдаемых группах, мкВ/с

Отведение		Группа наблюдения				Проба
		СДА	ВДА-Д	ВДА-С	НДА	
FP	лев.	1,05 (0,86; 1,17)	1,22 (0,92; 1,55)	1,20 (1,04; 1,20)	1,61 (0,93; 1,86)	фон
		2,14(1,57; 2,60)	2,49 (1,81; ,3,07)	3,86 (3,16; 5,19)^{1,2}	2,8 (1,64; 3,79)	открывание глаз
		1,15(0,97; 1,34)	1,35 (1,09; 1,65)	1,30(1,21; 1,30)	1,20 (1,02; 1,32)	закрывание глаз
	пр.	1,06(1,00; 1,14)	1,25 (1,00; 1,54)	1,24 (0,99; 1,36)	1,58 (1,02; 1,62)	фон
		2,00(1,30; 2,29)	2,42 (1,62; 3,26)	3,69 (2,98; 4,67)^{1,2}	2,72 (1,52; 3,56)	открывание глаз
		1,15(0,99; 1,39)	1,32 (1,10; 1,45)	1,38(1,30; 1,44)	1,23 (1,13; 1,38)	закрывание глаз
С	лев.	1,27(1,03; 1,39)	1,24 (0,98; 1,46)	1,26 (1,13;1,50)	1,4 (1,1; 1,65)	фон
		1,41(1,17; 1,56)	1,26 (0,97; 1,53)	1,57 (1,36; 1,77)	1,26 (0,99; 1,48)	открывание глаз
		1,34(1,15; 1,62)	1,33 (1,08; 1,54)	1,23(1,06; 1,38)	1,17(1,03; 1,27)	закрывание глаз
	пр.	1,26(1,12; 1,42)	1,30 (1,02; 1,45)	1,27 (1,20; 1,44)	1,26 (1,08; 1,54)	фон
		1,31(1,13; 1,42)	1,28 (1,05; 1,46)	1,55 (1,35; 1,90)	1,28 (0,84; 1,41)	открывание глаз
		1,35(1,12; 1,43)	1,32 (1,13; 1,58)	1,26(1,10; 1,37)	1,19 (1,02; 1,25)	закрывание глаз
О	лев.	1,00(0,92; 1,04)	1,09 (0,84; 1,40)	1,03 (1,01; 1,10)	1,28 (0,93; 1,56)	фон
		1,02(0,76; 1,21)	0,98 (0,70; 1,14)	1,14 (0,94; 1,26)	1,00 (0,79; 1,15)	открывание глаз
		1,00(0,84; 1,16)	1,15 (0,85; 1,51)	1,02(0,96; 1,19)	1,05 (0,78; 1,23)	закрывание глаз
	пр.	1,08(1,02; 1,24)	1,15 (0,80; 1,70)	0,99 (0,97; 1,06)	1,19 (0,89; 1,51)	фон
		1,03(0,81; 1,26)	1,04 (0,84; 1,27)	1,14 (0,92; 1,09)	1,03 (0,63;1,25)	открывание глаз
		1,06(0,83; 1,38)	1,28 (0,88; 1,61)	1,01(0,88; 0,29)	1,07 (0,93; 1,29)	закрывание глаз
Т	лев.	0,96(0,77; 1,08)	0,95 (0,73; 1,23)	0,86 (0,77; 0,96)	1,24 (0,81; 1,22)	фон
		1,16(0,94; 1,50)	1,04 (0,79; 1,31)	1,25 (0,98; 1,28)	1,72 (0,81; 1,37)	открывание глаз
		1,00(0,81; 1,11)	1,01 (0,83; 1,34)	0,83(0,80; 0,92)	0,86 (0,66; 0,91)	закрывание глаз
	пр.	1,03(0,94; 1,12)	1,07 (0,85; 1,20)	0,98 (0,89; 1,15)	0,91 (0,64; 1,15)	фон
		1,06(0,84; 1,18)	1,05 (0,92; 1,25)	1,25 (1,10; 1,51)	0,98 (0,60; 1,22)	открывание глаз
		1,07(0,84; 1,25)	1,06 (0,85; 1,36)	0,94(0,89; 0,98)	0,82 (0,67; 1,02)	закрывание глаз

Примечание – запись выборочных данных представлена в форме Me (Q₂₅; Q₇₅);
 FP – лобные отведения, С – отведения области центральной борозды, О – затылочные отведения, Т – височные отведения; СДА – средний уровень двигательной активности, ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок, ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок, НДА – низкий уровень двигательной активности.
¹ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА (p≤0.05),
² – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С (p≤0.05),
³ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА (p≤0.05).

Таблица Д.8 – Показатели средней мощности спектра тета-диапазона в наблюдаемых группах, мкВ²/с

Отведение		Группа наблюдения				Проба
		СДА	ВДА-Д	ВДА-С	НДА	
FP	лев.	1,49 (0,98; 1,71)	2,15 (1,12; 3,23)	2,08 (1,62; 1,90)	5,59 (1,13; 5,28)	фон
		5,00 (2,51; 7,24)	11,35 (4,66; 13,92)	23,45(14,21; 38,37)¹	12,54 (4,36; 20,00)	открывание глаз
		1,74 (1,19; 2,37)	2,91 (1,87; 4,15)	2,60 (1,85; 2,53)	2,14 (1,51; 2,46)	закрывание глаз
	пр.	1,48 (1,30; 1,75)	2,24 (1,34; 3,21)	2,18 (1,39; 2,48)	5,41 (1,35; 3,71)	фон
		4,13 (2,06; 5,63)	9,90 (5,11; 13,19)¹	21,42 (11,9; 30,96)¹	13,35 (2,97; 18,17)	открывание глаз
		1,72 (0,97; 2,56)	2,77 (1,84; 4,07)	2,86 (2,46; 3,63)	2,26 (1,74; 2,70)	закрывание глаз
C	лев.	2,24 (1,45; 2,49)	2,14 (1,22; 3,00)	2,10 (1,58; 2,78)	2,89 (1,51; 3,91)	фон
		2,7 (1,44; 4,47)	2,28 (1,55; 2,92)	3,58 (2,52; 4,12)	2,34 (1,26; 2,88)	открывание глаз
		2,42 (1,37; 3,39)	2,67 (1,60; 3,02)	1,97 (1,38; 2,52)	1,92 (1,37; 2,07)	закрывание глаз
	пр.	2,13 (1,65; 2,56)	2,37 (1,38; 2,96)	2,18 (1,91; 2,67)	2,30 (1,63; 3,24)	фон
		2,07 (1,43; 2,60)	2,31 (1,68; 2,89)	3,41 (2,44; 5,07)	2,85 (0,95; 2,96)	открывание глаз
		2,38 (1,52; 2,76)	2,67 (1,66; 2,72)	2,14 (1,47; 2,41)	2,30 (1,39; 2,62)	закрывание глаз
O	лев.	1,39 (1,04; 1,41)	1,77 (0,89; 2,80)	1,37 (1,33; 1,57)	2,43 (1,11; 3,51)	фон
		1,79 (0,58; 2,88)	1,42 (0,72; 1,64)	1,85 (1,11; 2,06)	1,53 (0,82; 1,81)	открывание глаз
		1,39 (0,89; 2,05)	2,11 (0,98; 3,33)	1,39 (1,20; 1,86)	1,55 (0,81; 1,91)	закрывание глаз
	пр.	1,60 (1,32; 2,01)	2,00 (0,82; 3,78)	1,36 (1,27; 1,46)	2,04 (1,00; 3,15)	фон
		1,39 (0,74; 2,08)	1,57 (0,80; 2,15)	1,88 (1,04; 1,51)	1,87 (0,48; 2,31)	открывание глаз
		1,55 (0,82; 2,77)	2,58 (0,92; 2,74)	1,43 (1,01; 1,46)	1,68 (1,15; 2,30)	закрывание глаз
T	лев.	1,29 (0,81; 1,51)	1,27 (0,70; 2,03)	0,97 (0,72; 1,21)	3,27 (0,93; 4,58)	фон
		2,08 (0,84; 3,87)	1,60 (1,07; 2,01)	2,96 (1,25; 2,57)	14,6 (0,91; 2,79)	открывание глаз
		1,57 (0,68; 2,44)	1,49 (0,88; 2,11)	0,88 (0,80; 1,06)	1,14 (0,70; 1,10)	закрывание глаз
	пр.	1,46 (1,15; 1,60)	1,66 (0,89; 1,98)	1,32 (0,99; 1,81)	1,29 (0,58; 1,83)	фон
		1,45 (0,85; 1,80)	1,57 (1,18; 2,02)	2,36 (1,64; 2,90)	2,18 (0,49; 2,27)	открывание глаз
		1,47 (0,85; 2,55)	1,73 (1,00; 2,06)	1,18 (0,99; 1,27)	1,06 (0,57; 1,49)	закрывание глаз
<p><i>Примечание</i> – запись выборочных данных представлена в форме Me (Q₂₅; Q₇₅); FP – лобные отведения, С – отведения области центральной борозды, О – затылочные отведения, Т – височные отведения; СДА – средний уровень двигательной активности, ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок, ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок, НДА – низкий уровень двигательной активности. ¹ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА (p≤0.05), ² – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С (p≤0.05), ³ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА (p≤0.05).</p>						

Приложение Е

Показатели средней амплитуды спектра и средней мощности спектра диапазонов ЭЭГ на фоне когнитивной и физической нагрузки в наблюдаемых группах

Таблица Е.1 – Показатели средней амплитуды спектра альфа-2 диапазона на фоне когнитивной и физической нагрузки в наблюдаемых группах, мкВ/с

Отведение		Группа наблюдения					Проба
		СДА-Д	СДА-С	ВДА-Д	ВДА-С	НДА	
FP	лев.	1,56 (1,41; 1,75)	1,55 (1,41; 1,75)	1,56 (1,07; 1,71)	1,85 (1,55; 2,18)	2,41 (1,68; 3,02)	до физической нагрузки
		1,81 (1,68; 2,19)	1,82 (1,68; 2,19)	1,61 (1,30; 1,81)	1,54 (1,07; 1,73)	2,02 (1,54; 2,35)	после физической нагрузки
	пр.	1,48 (1,30; 1,72)	1,47 (1,30; 1,72)	1,55 (1,09; 1,75)	1,76 (1,41; 2,05)	2,41 (1,67; 3,26)	до физической нагрузки
		1,87 (1,32; 2,24)	1,88 (1,32; 2,24)	1,61 (1,25; 1,90)	1,70 (1,07; 2,29)	1,95 (1,53; 2,34)	после физической нагрузки
С	лев.	1,17 (0,99; 1,29)	1,15 (0,99; 1,29)	1,14 (0,88; 1,40)	1,10 (0,96; 1,12)	1,30 (1,00; 1,61)	до физической нагрузки
		1,26 (0,95; 1,47)	1,24 (0,95; 1,47)	1,28 (1,23; 1,43)	0,97 (0,80; 0,93)	1,22 (1,00; 1,37)	после физической нагрузки
	пр.	1,25 (1,09; 1,49)	1,25 (1,09; 1,49)	1,13 (0,95; 1,19)	1,27 (1,03; 1,53)	1,25 (1,08; 1,38)	до физической нагрузки
		1,41 (1,16; 1,57)	1,40 (1,16; 1,57)	1,12 (0,93; 1,32)	1,04 (0,82; 1,11)	1,16 (0,94; 1,34)	после физической нагрузки
О	лев.	1,15 (0,87; 1,60)	1,15 (0,87; 1,60)	1,11 (0,82; 1,24)	1,16 (1,09; 1,24)	1,29 (1,06; 1,61)	до физической нагрузки
		1,37 (0,88; 1,63)	1,35 (0,88; 1,63)	1,40 (1,06; 1,78)	1,06 (0,91; 1,23)	1,29 (0,87; 1,93)	после физической нагрузки
	пр.	1,25 (0,96; 1,48)	1,25 (0,96; 1,48)	1,10 (0,88; 1,32)	1,35 (1,05; 1,53)	1,37 (0,93; 1,66)	до физической нагрузки
		1,50 (1,49; 1,71)	1,50 (1,49; 1,71)	1,30 (0,99; 1,58)	1,24 (1,16; 1,27)	1,38 (0,89; 1,88)	после физической нагрузки
Т	лев.	0,77 (0,62; 1,07)	0,73 (0,62; 1,07)	0,96 (0,58; 1,19)	0,73 (0,53; 0,86)	0,92 (0,72; 1,18)	до физической нагрузки
		1,11 (0,64; 1,50)	1,10 (0,64; 1,50)	1,03 (0,87; 1,29)	0,70 (0,49; 0,71)	0,91 (0,65; 1,19)	после физической нагрузки
	пр.	1,02 (0,98; 1,09)	1,00 (0,98; 1,09)	1,68 (0,87; 1,64)	1,38 (0,92; 1,77)	1,21 (1,01; 1,34)	до физической нагрузки
		1,14 (0,84; 1,55)	1,15 (0,84; 1,55)	1,07 (0,87; 1,45)	0,76 (0,47; 1,06)	0,98 (0,71; 1,32)	после физической нагрузки

Примечание – запись выборочных данных представлена в форме Me (Q₂₅; Q₇₅);

FP – лобные отведения, С – отведения области центральной борозды, О – затылочные отведения, Т – височные отведения; СДА – средний уровень двигательной активности, ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок, ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок, НДА – низкий уровень двигательной активности.

¹ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА (p≤0.05),

² – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С (p≤0.05),

³ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА (p≤0.05).

Таблица Е.2 – Показатели средней мощности спектра альфа-2 диапазона на фоне когнитивной и физической нагрузки в наблюдаемых группах, мкВ²/с

Отведение		Группа наблюдения					Проба
		СДА-Д	СДА-С	ВДА-Д	ВДА-С	НДА	
FP	лев.	3,80 (2,93; 4,60) ³	3,83 (2,93; 4,60) ³	4,56 (1,74; 4,39) ³	5,86 (3,34; 8,04) ³	10,96 (6,01; 17,43)	до физической нагрузки
		5,15 (4,57; 6,97)	5,16 (4,57; 6,97)	4,27 (2,38; 5,13)	4,38 (2,10; 4,91)	7,35 (4,13; 8,46)	после физической нагрузки
	пр.	3,27 (2,66; 4,28) ³	3,25 (2,66; 4,28) ³	4,47 (1,92; 4,69) ³	4,99 (3,21; 6,09) ³	10,75 (5,80; 16,18) ³	до физической нагрузки
		5,48 (2,86; 6,63)	5,50 (2,86; 6,63)	4,47 (2,00; 5,86)	5,12 (1,88; 7,12)	6,65 (4,12; 8,66)	после физической нагрузки
С	лев.	2,39 (1,33; 2,50)	2,41 (1,33; 2,50)	2,00 (1,13; 2,75) ³	1,70 (1,34; 1,86) ³	2,95 (1,41; 3,30)	до физической нагрузки
		2,44 (1,23; 3,15)	2,44 (1,23; 3,15)	2,34 (1,99; 2,85)	1,35 (0,83; 1,07)	2,20 (1,34; 2,83)	после физической нагрузки
	пр.	2,38 (1,58; 3,28)	2,34 (1,58; 3,28)	2,25 (1,27; 2,01)	1,91 (1,54; 3,21) ³	2,88 (1,58; 3,20)	до физической нагрузки
		3,01 (1,80; 3,48)	3,00 (1,80; 3,48)	1,98 (1,26; 2,61)	1,52 (0,84; 1,67)	1,90 (1,22; 2,45)	после физической нагрузки
О	лев.	2,21 (1,03; 3,73)	2,22 (1,03; 3,73)	2,20 (0,90; 2,05)	1,90 (1,75; 2,07) ³	2,97 (1,88; 3,67)	до физической нагрузки
		2,81 (1,01; 4,17)	2,83 (1,01; 4,17)	3,43 (1,50; 6,04)	1,89 (1,45; 1,90)	2,75 (1,51; 3,46)	после физической нагрузки
	пр.	2,26 (1,22; 3,11)	2,24 (1,22; 3,11)	1,74 (1,06; 2,37)	2,48 (1,47; 2,91)	2,81 (1,14; 4,30)	до физической нагрузки
		3,21 (3,46; 3,73)	3,20 (3,46; 3,73)	2,88 (1,45; 4,02)	2,05 (1,68; 2,12)	3,01 (1,03; 4,99)	после физической нагрузки
Т	лев.	0,92 (0,51; 1,59)	0,90 (0,51; 1,59)	1,19 (0,45; 2,05)	0,78 (0,36; 1,02) ³	1,99 (0,76; 2,58)	до физической нагрузки
		1,97 (0,51; 3,00)	1,96 (0,51; 3,00)	1,18 (1,29; 2,73)	0,77 (0,33; 0,62)	1,28 (0,56; 1,97)	после физической нагрузки
	пр.	0,77 (0,58; 0,91)	0,73 (0,58; 0,91)	2,93 (0,44; 2,01)	0,96 (0,43; 1,34)	0,97 (0,61; 1,11)	до физической нагрузки
		2,02 (0,93; 3,18)	2,02 (0,93; 3,18)	2,40 (1,06; 3,68)	1,97 (0,28; 1,54)	1,61 (0,69; 2,47)	после физической нагрузки

Примечание – запись выборочных данных представлена в форме Me (Q₂₅; Q₇₅);

FP – лобные отведения, С – отведения области центральной борозды, О – затылочные отведения, Т – височные отведения; СДА – средний уровень двигательной активности, ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок, ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок, НДА – низкий уровень двигательной активности.

¹ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА (p≤0.05),

² – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С (p≤0.05),

³ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА (p≤0.05).

Таблица Е.3 – Показатели средней амплитуды спектра низкочастотного бета-диапазона на фоне когнитивной и физической нагрузки в наблюдаемых группах, мкВ/с

Отведение		Группа наблюдения					Проба
		СДА-Д	СДА-С	ВДА-Д	ВДА-С	НДА	
FP	лев.	0,87 (0,75; 1,04)	0,88 (0,75; 1,04)	0,84 (0,58; 0,92)	1,01 (0,82; 1,12)	1,11 (0,90; 1,33)	до физической нагрузки
		1,01 (0,85; 1,13)	1,02 (0,85; 1,13)	0,92 (0,83; 1,03)	0,86 (0,64; 0,90)	1,05 (0,81; 1,27)	после физической нагрузки
	пр.	0,81 (0,74; 0,80)	0,80 (0,74; 0,80)	0,84 (0,59; 0,93)	1,01 (0,81; 1,28)	1,19 (0,86; 1,42)	до физической нагрузки
		1,02 (0,82; 1,22)	1,00 (0,82; 1,22)	0,95 (0,71; 1,16)	0,96 (0,71; 1,00)	0,97 (0,81; 1,16)	после физической нагрузки
С	лев.	0,68 (0,58; 0,77)	0,66 (0,58; 0,77)	0,71 (0,55; 0,87)	0,66 (0,64; 0,69)	0,90 (0,67; 0,96)	до физической нагрузки
		0,84 (0,66; 0,98)	0,83 (0,66; 0,98)	0,76 (0,63; 0,87)	0,63 (0,61; 0,70)	0,78 (0,69; 0,82)	после физической нагрузки
	пр.	0,67 (0,58; 0,67)	0,65 (0,58; 0,67)	0,71 (0,59; 0,85)	0,79 (0,59; 0,88)	0,78 (0,65; 0,96)	до физической нагрузки
		0,85 (0,75; 0,98)	0,86 (0,75; 0,98)	0,72 (0,61; 0,85)	0,67 (0,58; 0,75)	0,74 (0,66; 0,81)	после физической нагрузки
О	лев.	1,79 (0,72; 0,80)	1,77 (0,72; 0,80)	0,79 (0,57; 0,96)	0,92 (0,86; 0,97)	0,79 (0,69; 0,98)	до физической нагрузки
		0,90 (0,77; 0,92)	0,89 (0,77; 0,92)	0,94 (0,74; 1,09)	0,87 (0,68; 1,04)	0,96 (0,71; 1,36)	после физической нагрузки
	пр.	0,87 (0,72; 1,08)	0,90 (0,72; 1,08)	0,78 (0,65; 0,93)	0,94 (0,72; 1,17)	0,96 (0,77; 1,18)	до физической нагрузки
		1,09 (0,93; 1,15)	1,07 (0,93; 1,15)	0,89 (0,67; 1,05)	0,93 (0,84; 1,03)	1,03 (0,75; 1,37)	после физической нагрузки
Т	лев.	0,65 (0,42; 0,91)	0,67 (0,42; 0,91)	0,76 (0,44; 0,82)	0,64 (0,54; 0,76)	0,85 (0,62; 1,27)	до физической нагрузки
		0,82 (0,63; 0,94)	0,83 (0,63; 0,94)	0,77 (0,64; 0,94)	0,58 (0,50; 0,65)	0,88 (0,56; 1,20)	после физической нагрузки
	пр.	0,74 (0,49; 1,11)	0,75 (0,49; 1,11)	1,17 (0,57; 1,80)	0,66 (0,48; 0,83)	0,81 (0,45; 0,92)	до физической нагрузки
		0,84 (0,54; 1,03)	0,85 (0,54; 1,03)	0,85 (0,62; 1,14)	0,56 (0,41; 0,68)	0,76 (0,62; 0,92)	после физической нагрузки

Примечание – запись выборочных данных представлена в форме Me (Q₂₅; Q₇₅);

FP – лобные отведения, С – отведения области центральной борозды, О – затылочные отведения, Т – височные отведения; СДА – средний уровень двигательной активности, ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок, ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок, НДА – низкий уровень двигательной активности.

¹ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА (p≤0.05),

² – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С (p≤0.05),

³ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА (p≤0.05).

Таблица Е.4 – Показатели средней мощности спектра низкочастотного бета-диапазона на фоне когнитивной и физической нагрузки в наблюдаемых группах, мкВ²/с

Отведение		Группа наблюдения					Проба
		СДА-Д	СДА-С	ВДА-Д	ВДА-С	НДА	
FP	лев.	1,06 (0,81; 1,47) ³	1,03 (0,81; 1,47) ³	1,17 (0,47; 1,18) ³	1,30 (0,87; 1,71) ³	1,95 (1,20; 2,59)	до физической нагрузки
		1,47 (1,08; 1,79)	1,48 (1,08; 1,79)	1,24 (1,10; 1,53)	1,25 (0,54; 1,08)	1,59 (0,96; 2,10)	после физической нагрузки
	пр.	0,90 (0,73; 0,88) ³	0,90 (0,73; 0,88) ³	1,14 (0,47; 1,21) ³	1,46 (0,91; 2,23) ³	2,17 (1,20; 2,88)	до физической нагрузки
		1,50 (0,93; 1,96)	1,53 (0,93; 1,96)	1,33 (0,66; 1,76)	1,52 (0,65; 1,40)	1,30 (0,96; 1,75)	после физической нагрузки
С	лев.	0,53 (0,45; 0,75) ³	0,53 (0,45; 0,75) ³	0,75 (0,37; 1,04)	0,58 (0,54; 0,65) ³	1,40 (0,59; 1,50)	до физической нагрузки
		1,00 (0,57; 1,24) ³	1,01 (0,57; 1,24) ³	0,83 (0,52; 0,97)	0,82 (0,46; 0,60)	0,57 (0,62; 0,85)	после физической нагрузки
	пр.	0,63 (0,44; 0,57) ³	0,64 (0,44; 0,57) ³	0,68 (0,45; 0,94) ³	0,65 (0,42; 1,02) ³	0,86 (0,56; 1,23)	до физической нагрузки
		1,03 (0,72; 1,27) ³	1,02 (0,72; 1,27) ³	0,73 (0,58; 0,81)	0,88 (0,42; 0,71)	0,55 (0,56; 0,90)	после физической нагрузки
О	лев.	0,91 (0,67; 0,88) ³	0,92 (0,67; 0,88) ³	0,89 (0,42; 1,18) ³	0,98 (0,92; 1,13) ³	1,24 (0,67; 1,49)	до физической нагрузки
		1,10 (0,74; 1,14)	1,12 (0,74; 1,14)	1,43 (0,79; 1,64)	1,00 (0,91; 1,09)	1,47 (0,85; 2,30)	после физической нагрузки
	пр.	0,82 (0,68; 1,51) ³	0,80 (0,68; 1,51) ³	0,85 (0,54; 1,15) ³	1,21 (0,71; 1,72)	1,29 (0,75; 1,92)	до физической нагрузки
		1,64 (1,11; 1,80)	1,64 (1,11; 1,80)	1,22 (0,61; 1,53)	1,16 (0,87; 1,42)	1,56 (0,80; 2,53)	после физической нагрузки
Т	лев.	0,75 (0,23; 1,07)	0,74 (0,23; 1,07)	1,19 (0,30; 0,94)	0,68 (0,38; 0,78)	1,15 (0,50; 2,09)	до физической нагрузки
		0,98 (0,50; 1,13)	0,96 (0,50; 1,13)	1,02 (0,57; 1,62)	0,81 (0,36; 0,51)	1,13 (0,30; 1,94)	после физической нагрузки
	пр.	0,83 (0,31; 1,54)	0,84 (0,31; 1,54)	2,58 (0,46; 4,32)	0,69 (0,30; 0,91)	1,00 (0,27; 1,06)	до физической нагрузки
		1,05 (0,38; 1,48)	1,07 (0,38; 1,48)	1,16 (0,70; 1,99)	0,87 (0,23; 0,58)	0,87 (0,47; 1,11)	после физической нагрузки

Примечание – запись выборочных данных представлена в форме Me (Q₂₅; Q₇₅);
 FP – лобные отведения, С – отведения области центральной борозды, О – затылочные отведения, Т – височные отведения; СДА – средний уровень двигательной активности, ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок, ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок, НДА – низкий уровень двигательной активности.
¹ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА (p<0.05),
² – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С (p<0.05),
³ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА (p<0.05).

Таблица Е.5 – Показатели средней амплитуды спектра высокочастотного бета-диапазона на фоне когнитивной и физической нагрузки в наблюдаемых группах, мкВ/с

Отведение		Группа наблюдения					Проба
		СДА-Д	СДА-С	ВДА-Д	ВДА-С	НДА	
FP	лев.	0,58 (0,53; 0,66)	0,57 (0,53; 0,66)	0,58 (0,41; 0,64)	0,64 (0,51; 0,71)	0,74 (0,57; 0,83)	до физической нагрузки
		0,70 (0,63; 0,77)	0,71 (0,63; 0,77)	0,63 (0,56; 0,67)	0,58 (0,44; 0,58)	0,73 (0,52; 0,92)	после физической нагрузки
	пр.	0,59 (0,50; 0,58)	0,60 (0,50; 0,58)	0,56 (0,43; 0,65)	0,65 (0,53; 0,81)	0,85 (0,81; 0,92)	до физической нагрузки
		0,75 (0,62; 0,96)	0,76 (0,62; 0,96)	0,65 (0,50; 0,79)	0,62 (0,49; 0,58)	0,63 (0,51; 0,74)	после физической нагрузки
С	лев.	0,55 (0,43; 0,66)	0,55 (0,43; 0,66)	0,55 (0,40; 0,71)	0,47 (0,41; 0,52)	0,78 (0,44; 0,80)	до физической нагрузки
		0,70 (0,57; 0,99)	0,69 (0,57; 0,99)	0,61 (0,47; 0,72)	0,39 (0,38; 0,43)	0,61 (0,45; 0,63)¹	после физической нагрузки
	пр.	0,51 (0,39; 0,59)	0,50 (0,39; 0,59)	0,52 (0,43; 0,63)	0,50 (0,36; 0,56)	0,59 (0,44; 0,66)	до физической нагрузки
		0,64 (0,48; 0,67)	0,64 (0,48; 0,67)	0,49 (0,45; 0,55)	0,43 (0,37; 0,46)	0,52 (0,41; 0,54)	после физической нагрузки
О	лев.	0,53 (0,45; 0,59)	0,55 (0,45; 0,59)	0,62 (0,44; 0,81)	0,71 (0,48; 0,88)	0,59 (0,37; 0,79)	до физической нагрузки
		0,63 (0,62; 0,67)	0,64 (0,62; 0,67)	0,71 (0,52; 0,77)	0,67 (0,49; 0,99)	0,66 (0,41; 0,89)	после физической нагрузки
	пр.	0,61 (0,45; 0,73)	0,60 (0,45; 0,73)	0,62 (0,49; 0,70)	0,66 (0,48; 0,78)	0,63 (0,41; 0,84)	до физической нагрузки
		0,69 (0,59; 0,80)	0,69 (0,59; 0,80)	0,66 (0,51; 0,79)	0,62 (0,47; 0,80)	0,78 (0,53; 1,00)	после физической нагрузки
Т	лев.	0,61 (0,35; 0,69)	0,62 (0,35; 0,69)	0,83 (0,39; 1,13)	0,58 (0,39; 0,88)	0,81 (0,60; 1,07)	до физической нагрузки
		0,66 (0,58; 0,92)	0,67 (0,58; 0,92)	0,61 (0,48; 0,69)	0,52 (0,37; 0,71)	0,83 (0,48; 1,00)	после физической нагрузки
	пр.	0,73 (0,38; 1,25)	0,72 (0,38; 1,25)	1,03 (0,45; 1,66)	0,49 (0,38; 0,52)	0,70 (0,45; 0,74)	до физической нагрузки
		0,67 (0,36; 0,87)	0,66 (0,36; 0,87)	0,65 (0,42; 0,73)	0,39 (0,25; 0,46)	0,63 (0,48; 0,74)¹	после физической нагрузки

Примечание – запись выборочных данных представлена в форме Me (Q₂₅; Q₇₅);
 FP – лобные отведения, С – отведения области центральной борозды, О – затылочные отведения, Т – височные отведения; СДА – средний уровень двигательной активности, ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок, ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок, НДА – низкий уровень двигательной активности.
¹ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА (p≤0.05),
² – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С (p≤0.05),
³ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА (p≤0.05).

Таблица Е.6 – Показатели средней мощности спектра высокочастотного бета-диапазона на фоне когнитивной и физической нагрузки в наблюдаемых группах, мкВ²/с

Отведение		Группа наблюдения					Проба
		СДА-Д	СДА-С	ВДА-Д	ВДА-С	НДА	
FP	лев.	0,50 (0,38; 0,60)	0,50 (0,38; 0,60)	0,57 (0,24; 0,59)	0,65 (0,36; 0,76)	0,84 (0,53; 1,00)	до физической нагрузки
		0,71 (0,57; 0,88)	0,70 (0,57; 0,88)	0,70 (0,39; 0,77)	0,58 (0,27; 0,44)	0,81 (0,37; 1,14)	после физической нагрузки
	пр.	0,54 (0,35; 0,55)³	0,55 (0,35; 0,55)³	0,38 (0,25; 0,58)^{2,3}	0,63 (0,39; 1,00)^{2,3}	1,25 (0,86; 1,23)	до физической нагрузки
		0,85 (0,52; 1,29)³	0,85 (0,52; 1,29)³	0,60 (0,36; 0,92)	0,67 (0,32; 0,45)	0,36 (0,36; 0,73)	после физической нагрузки
C	лев.	0,44 (0,27; 0,58) ³	0,43 (0,27; 0,58) ³	0,49 (0,25; 0,76) ³	0,31 (0,24; 0,39) ³	1,35 (0,26; 1,89)	до физической нагрузки
		0,83 (0,44; 1,48)	0,80 (0,44; 1,48)	1,29 (0,31; 0,71)	0,21 (0,20; 0,25)	0,68 (0,28; 0,54)	после физической нагрузки
	пр.	0,40 (0,23; 0,49)³	0,41 (0,23; 0,49)³	0,43 (0,26; 0,63)³	0,38 (1,18; 0,45)³	1,27 (0,26; 0,83)	до физической нагрузки
		0,74 (0,32; 0,64)	0,73 (0,32; 0,64)	0,35 (0,29; 0,43)	0,26 (0,19; 0,28)	0,46 (0,25; 0,41)	после физической нагрузки
O	лев.	0,41 (0,28; 0,46)	0,41 (0,28; 0,46)	0,58 (0,28; 0,92)	0,55 (0,33; 0,84)	0,73 (0,48; 0,99)	до физической нагрузки
		0,53 (0,52; 0,59)	0,52 (0,52; 0,59)	0,93 (0,40; 1,10)	0,54 (0,31; 0,73)	0,90 (0,45; 1,38)	после физической нагрузки
	пр.	0,56 (0,29; 0,73)	0,57 (0,29; 0,73)	0,58 (0,32; 0,67)	0,69 (0,31; 0,81)	0,61 (0,24; 0,99)	до физической нагрузки
		0,67 (0,48; 0,88)	0,66 (0,48; 0,88)	0,67 (0,41; 0,87)	0,57 (0,30; 0,89)	1,04 (0,38; 1,44)	после физической нагрузки
T	лев.	0,60 (0,17; 0,62)	0,60 (0,17; 0,62)	1,65 (0,23; 2,19)	0,56 (0,21; 1,02)	1,02 (0,76; 1,54)	до физической нагрузки
		0,67 (0,43; 1,14)	0,65 (0,43; 1,14)	0,70 (0,31; 0,84)	0,49 (0,17; 0,73)	1,05 (0,30; 1,36)	после физической нагрузки
	пр.	0,96 (0,19; 2,10)	0,97 (0,19; 2,10)	2,19 (0,31; 3,73)	0,40 (0,21; 0,37)	0,81 (0,28; 0,72)	до физической нагрузки
		0,74 (0,19; 1,07)	0,73 (0,19; 1,07)	0,91 (0,28; 0,81)	0,23 (0,09; 0,30)	0,58 (0,32; 0,75)	после физической нагрузки

Примечание – запись выборочных данных представлена в форме Me (Q₂₅; Q₇₅);
 FP – лобные отведения, C – отведения области центральной борозды, O – затылочные отведения, T – височные отведения; СДА – средний уровень двигательной активности, ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок, ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок, НДА – низкий уровень двигательной активности.
¹ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА (p≤0.05),
² – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С (p≤0.05),
³ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА (p≤0.05).

Таблица Е.7 – Показатели средней амплитуды спектра тета-диапазона на фоне когнитивной и физической нагрузки в наблюдаемых группах, мкВ/с

Отведение		Группа наблюдения					Проба
		СДА-Д	СДА-С	ВДА-Д	ВДА-С	НДА	
FR	лев.	4,3 (3,7; 4,92)	4,4 (3,7; 4,92)	3,94 (2,45; 4,77)	5,00 (3,39; 6,42)	6,94 (4,44; 9,42)	до физической нагрузки
		4,33 (3,72; 4,85)	4,30 (3,72; 4,85)	4,07 (2,77; 4,77)	4,49 (3,50; 6,14)	5,88 (3,92; 8,32)	после физической нагрузки
	пр.	4,05 (3,28; 4,68)	4,04 (3,28; 4,68)	3,93 (2,55; 4,62)	5,03 (3,29; 7,38)	6,88 (4,29; 9,04)	до физической нагрузки
		4,66 (3,53; 5,06)	4,67 (3,53; 5,06)	4,06 (2,73; 5,15)	4,72 (2,99; 6,66)	5,88 (3,90; 8,75)	после физической нагрузки
С	лев.	1,72 (1,49; 2,01)	1,70 (1,49; 2,01)	1,64 (1,39; 1,76)	1,69 (1,38; 1,83)	1,85 (1,55; 2,24)	до физической нагрузки
		1,89 (1,56; 2,10)	1,86 (1,56; 2,10)	1,89 (1,60; 2,14)	1,48 (1,39; 1,59)	1,89 (1,46; 2,36)	после физической нагрузки
	пр.	1,59 (1,53; 1,58)	1,58 (1,53; 1,58)	1,68 (1,45; 1,84)	1,89 (1,65; 2,04)	1,76 (1,42; 2,08)	до физической нагрузки
		2,16 (2,09; 2,32)	2,15 (2,09; 2,32)	1,69 (1,39; 2,00)	1,70 (1,45; 1,88)	1,87 (1,42; 2,50)	после физической нагрузки
О	лев.	1,51 (1,26; 1,91)	1,52 (1,26; 1,91)	1,51 (1,18; 1,49)	1,40 (1,20; 1,64)	1,54 (1,36; 1,74)	до физической нагрузки
		1,75 (1,41; 1,99)	1,76 (1,41; 1,99)	1,81 (1,46; 2,17)	1,43 (1,10; 1,78)	1,37 (1,18; 1,49)²	после физической нагрузки
	пр.	1,56 (1,41; 1,85)	1,55 (1,41; 1,85)	1,47 (1,13; 1,82)	1,68 (1,40; 1,82)	1,68 (1,38; 2,09)	до физической нагрузки
		2,14 (2,12; 2,28)	2,13 (2,12; 2,28)	1,69 (1,47; 1,81)	1,70 (1,49; 1,87)	1,63 (1,29; 2,17)	после физической нагрузки
Т	лев.	1,29 (1,01; 1,80)	1,30 (1,01; 1,80)	1,44 (0,81; 1,34)	1,22 (0,86; 1,83)	1,44 (0,96; 1,72)	до физической нагрузки
		1,91 (0,99; 2,53)	1,92 (0,99; 2,53)	1,78 (1,47; 2,27)	1,20 (0,93; 1,20)	1,49 (0,93; 2,13)	после физической нагрузки
	пр.	1,02 (0,98; 1,09)	1,03 (0,98; 1,09)	1,68 (0,87; 1,64)	1,38 (0,92; 1,77)	1,21 (1,01; 1,34)	до физической нагрузки
		2,09 (1,67; 2,65)	2,10 (1,67; 2,65)	1,89 (1,33; 2,57)	1,35 (0,88; 1,96)	1,74 (1,07; 2,54)	после физической нагрузки
<p><i>Примечание</i> – запись выборочных данных представлена в форме Me (Q₂₅; Q₇₅); FR – лобные отведения, С – отведения области центральной борозды, О – затылочные отведения, Т – височные отведения; СДА – средний уровень двигательной активности, ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок, ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок, НДА – низкий уровень двигательной активности. ¹ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА (p≤0.05), ² – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С (p≤0.05), ³ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА (p≤0.05).</p>							

Таблица Е.8 – Показатели средней мощности спектра тета-диапазона на фоне когнитивной и физической нагрузки в наблюдаемых группах, мкВ/с

Отведения		Группа наблюдения					Проба
		СДА-Д	СДА-С	ВДА-Д	ВДА-С	НДА	
FP	лев.	31,94 (21,99; 38,63) ³	31,92 (21,99; 38,63) ³	35,33 (10,56; 40,42) ³	44,03 (17,68; 58,17) ³	93,00 (57,79; 127,07)	до физической нагрузки
		32,18 (19,73; 38,92)	32,20 (19,73; 38,92)	31,09 (9,35; 35,46)	41,40 (27,18; 57,89)	64,98 (23,18; 116,67)	после физической нагрузки
	пр.	27,95 (21,24; 33,63) ³	27,97 (21,24; 33,63) ³	33,17 (14,71; 38,60) ³	45,85 (21,38; 77,32) ³	89,65 (51,56; 120,13)	до физической нагрузки
		36,73 (23,04; 40,28)	36,73 (23,04; 40,28)	29,44 (8,65; 43,51)	41,89 (18,08; 68,46)	64,72 (23,05; 130,82)	после физической нагрузки
С	лев.	4,14 (2,92; 5,45)	4,10 (2,92; 5,45)	3,91 (2,80; 4,16) ³	3,91 (2,44; 4,02) ³	5,24 (3,43; 7,65)	до физической нагрузки
		5,01 (3,22; 6,31)	5,01 (3,22; 6,31)	5,00 (3,68; 6,84)	3,12 (2,66; 3,59) ³	5,28 (2,84; 7,78)	после физической нагрузки
	пр.	3,48 (3,08; 3,71)	3,46 (3,08; 3,71)	4,64 (3,02; 5,13)	5,38 (3,27; 6,07)	4,67 (3,38; 6,77)	до физической нагрузки
		7,25 (5,52; 7,07)	7,27 (5,52; 7,07)	4,71 (2,84; 7,16)	4,39 (2,85; 5,61)	5,28 (2,46; 8,27)	после физической нагрузки
О	лев.	3,47 (2,19; 5,67)	3,44 (2,19; 5,67)	3,94 (1,85; 3,01)	3,17 (2,41; 3,47)	3,50 (2,54; 4,12)	до физической нагрузки
		4,62 (2,48; 5,70)	4,61 (2,48; 5,70)	5,55 (4,35; 6,72)	3,32 (2,46; 4,19)	4,08 (2,77; 5,96)	после физической нагрузки
	пр.	3,34 (2,48; 4,51)	3,34 (2,48; 4,51)	3,73 (1,82; 5,66)	4,61 (2,52; 5,60)	4,01 (2,40; 6,08)	до физической нагрузки
		7,31 (5,85; 7,21)	7,30 (5,85; 7,21)	4,64 (2,96; 5,57)	4,28 (2,94; 5,16)	6,19 (2,14; 6,85)	после физической нагрузки
Т	лев.	4,76 (1,39; 4,60)	4,76 (1,39; 4,60)	4,53 (0,92; 2,75)	2,49 (0,99; 5,18) ³	5,36 (1,25; 6,30)	до физической нагрузки
		6,71 (1,31; 9,07)	6,73 (1,31; 9,07)	6,57 (3,79; 9,41)	2,39 (1,36; 1,97)	4,07 (1,27; 6,23)	после физической нагрузки
	пр.	1,55 (1,20; 2,08)	1,53 (1,20; 2,08)	9,87 (1,03; 6,34)	3,52 (1,13; 4,83)	2,40 (1,39; 2,82)	до физической нагрузки
		7,91 (4,26; 13,25)	7,92 (4,26; 13,25)	8,19 (3,10; 13,85)	3,33 (1,10; 5,66)	5,68 (1,57; 9,66)	после физической нагрузки

Примечание – запись выборочных данных представлена в форме Me (Q₂₅; Q₇₅);

FP – лобные отведения, С – отведения области центральной борозды, О – затылочные отведения, Т – височные отведения; СДА – средний уровень двигательной активности, ВДА-Д – высокий уровень двигательной активности с преобладанием динамических нагрузок, ВДА-С – высокий уровень двигательной активности с преобладанием статических нагрузок, НДА – низкий уровень двигательной активности.

¹ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой СДА (p≤0.05),

² – статистически значимые различия между показателями групп ВДА-Д и ВДА-С (p≤0.05),

³ – статистически значимые различия между показателями при сравнении с группой НДА (p≤0.05).