

**МАЗИКИН ИВАН МИХАЙЛОВИЧ**

**СООТНОШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ  
РАБОТОСПОСОБНОСТИ, ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЛАТЕРАЛИЗАЦИИ,  
ПСИХОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И МОТИВАЦИИ  
У ИСПЫТУЕМЫХ С РАЗЛИЧНЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ КАЧЕСТВАМИ**

1.5.5 – Физиология человека и животных

**Автореферат**

на соискание учёной степени  
кандидата биологических наук

Рязань, 2023

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**Научный руководитель:** Заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующий кафедрой нормальной физиологии с курсом психофизиологии, доктор медицинских наук, профессор  
**Лапкин Михаил Михайлович**

**Официальные оппоненты:** доктор биологических наук, профессор кафедры медико-биологических дисциплин ФГБОУ ВО «Волгоградская государственная академия физической культуры»

**Сентябрев Николай Николаевич**

доктор биологических наук, профессор кафедры нормальной физиологии имени А.В. Завьялова ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»

**Привалова Ирина Леонидовна**

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «31» августа 2023 года в 12 часов на заседании Диссертационного совета 24.1.179.01 при ФГБНУ «НИИНФ им. П.К. Анохина» по адресу: 125009, г. Москва, ул. Моховая, д. 11, стр. 4.

С диссертацией можно ознакомиться в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии имени П.К. Анохина» или на сайте института: <http://nphys.ru/>. Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просьба направлять по адресу: 125315, г. Москва, ул. Балтийская, д. 8. Автореферат разослан «\_\_»\_\_\_\_2023 года.

Ученый секретарь

Диссертационного совета 24.1.179.01,

доктор медицинских наук



Абрамова А.Ю.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### *Актуальность исследования*

Исследование причин неодинаковой результативности целенаправленной деятельности человека на различных поведенческих моделях является актуальным направлением в физиологии труда, физиологии спорта, физиологии ВНД, дифференциальной психофизиологии (Ильин Е.П., 2004; Малер М.В., 2009; Карасев Р.П., Лапкин М.М., Трутнева Е.А., 2009; Судаков К.В. и др., 2010; Фудин Н.А. и др., 2016, 2020, 2022; Меркулова М.А. и др., 2018; Клименко А.В. с соавт., 2019; Селиверстова В.В. с соавт., 2022, и др.).

В настоящее время в значительной степени возрос интерес к проблеме возможного влияния физиологических и психофизиологических особенностей человека на результативность его целенаправленной физической активности. На сегодняшний день известно, что организация целенаправленного поведения человека во многом обуславливается его формальными психодинамическими характеристиками (Русалов В.М., 1979, 1985, 2004, 2012; Перцов С.С., Яковенко И.Ю., 2019(б)) и показателями функциональной латерализации (Хомская Е.Д., 2005, 2009, 2011; Фокин В.Ф., Пономарева Н.В., 2001; Косякова А.В. с соавт., 2022, и др.), мотивационной основой его поведения (Судаков К.В., 2004; Котов А.В., 1999, 2006, 2022; Ильзитинов Б.А., 2022; Харитонов А.С., 2022, и др.).

Однако в научной литературе появляются публикации, свидетельствующие о том, что результативность целенаправленной деятельности человека зависит не столько от выраженности его отдельных физиологических и психофизиологических характеристик, сколько от определенной комбинации целого ряда индивидуальных особенностей (Карасев Р.П., 2009; Меркулова М.А., Лапкин М.М., Зорин Р.А., 2018; Извеков В.В., 2020; Аюбов Э.Н., 2022, и др.). Согласно системному подходу, это предопределяется оптимальной их системной организацией целенаправленной деятельности для достижения полезного приспособительного результата (Анохин П.К., 1998; Судаков К.В., 1976, 2006, 2007, 2010, 2011, 2013; Ананьев В.Н., 2021). В данный момент остается неясным вопрос о характере взаимосвязей показателей функциональной латерализации головного мозга, психодинамических

свойств и мотивационной основы поведения в реализации успешной целенаправленной физической активности человека.

В соответствии с положениями системного подхода (Анохин П.К., 1968, 1973; Судаков К.В., 2007, 2013), пространственно-временная организация целенаправленного поведения человека формируется на основе взаимодействия всех его составляющих для достижения полезных приспособительных результатов, лежащих в основе формирования новых форм адаптивного поведения человека (Журавлев В.Б., 1998, 2010; Котов А.В., 2006, 2022; Вашанов Г.А. с соавт., 2017; Ланская О.В. с соавт., 2020). Поэтому, исходя из вышеизложенного, мы считаем оправданным при изучении системной организации целенаправленной деятельности человека с различной результативностью рассмотреть взаимоотношения между физиологическими, формальными психодинамическими свойствами человека, показателями функциональной латерализации и мотивации, используя поведенческую модель по сдаче студентами контрольных нормативов по физической культуре. При этом одной из важнейших методических задач указанного направления является формирование однородных групп испытуемых по различным выбранным критериям, прогнозирование результативности их деятельности на основе значимых физиологических характеристик, показателей целенаправленного поведения, индивидуальных свойств нервной системы исследуемых и сформированной с их участием мотивационной основы поведения (Карасев Р.П., 2009; Мазикин И.М., Лапкин М.М., Зорин Р.А., Акулина М.В., 2022, и др.). Литературные данные последних лет позволяют утверждать, что достижение указанной цели возможно при математическом моделировании и обработке экспериментальных данных методами многомерной статистики (Халафян А.А., 2007; Карасев Р.П. и др., 2009; Меркулова М.А. и др., 2018, и др.).

### ***Цель исследования***

Установить характер взаимосвязей между показателями общей физической работоспособности, показателями функциональной латерализации, психодинамическими характеристиками и мотивационной основой поведения у студентов медицинского вуза с различными физическими качествами, выявленными при сдаче ими контрольных нормативов по физической культуре с различной результативностью.

### ***Задачи исследования***

1. Используя кластерный анализ, сформировать однородные группы (кластеры) испытуемых из исследуемой выборки студентов медицинского вуза по показателям результативности сдачи ими контрольных нормативов по физической культуре.

2. Провести сравнительный анализ общей физической работоспособности (нагрузочный тест PWC<sub>170</sub>) у испытуемых в выявленных кластерах.

3. Оценить профиль функциональной латеральной организации у испытуемых с неодинаковой результативностью сдачи контрольных нормативов по физической культуре с помощью метода нейроэнергокартирования и традиционных поведенческих и анкетных методов.

4. Оценить индивидуальные психодинамические характеристики испытуемых с неодинаковой результативностью сдачи контрольных нормативов по физической культуре.

5. Установить характер мотивационной основы поведения у испытуемых выявленных кластеров при сдаче ими контрольных нормативов по физической культуре.

6. Установить характер корреляционных взаимосвязей между показателями сдачи контрольных нормативов, общей физической работоспособности, функциональной латеральной организации, психодинамических характеристик и мотивации у испытуемых выявленных кластеров.

7. Разработать алгоритм прогнозирования результативности деятельности испытуемых при сдаче ими контрольных нормативов по физической культуре на основе технологии искусственных нейронных сетей и многофакторного регрессионного анализа.

### ***Методология и методы исследования***

Диссертационное исследование базировалось на основе методологии системного подхода, в частности на основе положений теории функциональных систем П.К. Анохина о ведущей роли результата в системной организации физиологических функций.

Исследование проводилось на базе кафедры физического воспитания и здоровья, кафедры нормальной физиологии с курсом психофизиологии ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России с 2016 по 2023 гг. В диссертационном исследовании принимало

участие 120 испытуемых мужского пола, обучающихся на 1-3 курсах ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России. При формировании массивов данных использовали показатели испытуемых, прошедших все исследования в соответствии с утвержденным протоколом. Возраст, принявших участие в исследованиях составлял от 18 до 20 лет. К критериям исключения относились испытуемые с отклонениями в состоянии здоровья, т. е. студенты, имеющие подготовительную, специальную «А» и специальную «Б» группы здоровья.

Каждым испытуемым был подписан договор информированного согласия (протокол исследования одобрен Локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России).

В ходе исследований были использованы следующие методы:

- оценка физической подготовленности при сдаче испытуемыми контрольных нормативов по выявлению силовой подготовленности (подтягивание на перекладине), скоростно-силовой подготовленности (прыжок в длину с места), скорости (бег на 100 м), скоростной выносливости (бег на 1000 м) и гибкости (наклон вперед из положения стоя);
- определение общей физической работоспособности (тест PWC<sub>170</sub>) велоэргометрическим методом (велоэргометр «Соривал», фирма Lode, Нидерланды);
- определение уровня постоянного потенциала головного мозга методом нейрэннергокартирования с использованием программно-аппаратного комплекса «5-НЭК» (Научно-медицинская фирма «СТАТОКИН», Россия);
- методы для определения моторной и сенсорной асимметрии (стандартные поведенческие моторные и сенсорные пробы, опросник М. Аннетт);
- психодиагностические методы: опросник структуры темперамента (ОСТ) по В.М. Русалову; шкала тревожности Дж. Тейлор (в адаптации Т.А. Немчина); уровень личностной и ситуационной тревожности по Спилбергеру – Ханину, тип поведения по С. Дженкинсу (тест JAS); определение мотивационной основы поведения (тест «Уровень притязаний» В.К. Гербачевского) (программно-аппаратный комплекс «НС-Психотест», фирма «Нейрософт», Россия);
- статистический анализ полученных данных проводился при помощи пакета программ Microsoft Office Excel 2010, Statistica Basic Academic 13.0 Ru. Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальности распределения данных с помощью критерия Шапиро – Уилка. В связи с отсутствием

признаков нормальности распределения достоверность межгрупповых различий оценивали при помощи критерия Манна – Уитни (U). Кластерный анализ выполнялся по методу k-средних; корреляционный анализ проводился с использованием рангового коэффициента корреляции Спирмена (Rs). Создание тестирования и обучение искусственной нейронной сети (ИНС) выполнялось на основе всех индивидуальных характеристик испытуемых. Для прогнозирования результативности в конкретном физическом качестве применялся многофакторный регрессионный анализ. За критический уровень значимости принимали  $p < 0,05$ .

### ***Научная новизна исследования***

1. В результате исследования были получены новые сведения о роли общей физической работоспособности, функциональной латерализации, психодинамических характеристик и мотивационной основы поведения при формировании у студентов различных уровней физической подготовленности на занятиях по физической культуре.

2. Выявлена корреляционная связь между психодинамическими характеристиками и показателями мотивационных шкал у испытуемых, выполнивших контрольные нормативы по физической культуре с различной результативностью.

3. Разработан алгоритм для прогнозирования результативности сдачи студентами контрольных нормативов по физической культуре на основе технологии искусственных нейронных сетей и многофакторного регрессионного анализа.

### ***Теоретическая значимость работы***

1. Полученные результаты дополняют данные о физиологических и психофизиологических показателях, которые определяют результативность моделируемой физической активности у студентов, обучающихся в вузе.

2. В исследовании показана специфика внутрисистемных взаимоотношений физиологических и психофизиологических показателей у студентов в ходе выполнения ими контрольных нормативов на занятиях по физической культуре.

3. Установлены ранги физиологических и психофизиологических показателей, влияющих на результат целенаправленной физической активности испытуемых, что может стать основой для дальнейшей разработки экспертной системы прогнозирования формирования результативности физической подготовленности студентов и результативности их целенаправленной деятельности в конкретных физических качествах.

### ***Практическая значимость работы***

В работе получены новые данные по изучению взаимоотношений между физиологическими, индивидуальными психодинамическими характеристиками, показателями функциональной латерализации и мотивационной основы поведения при сдаче контрольных нормативов с различной степенью успешности, а также новый формат корректного прогнозирования результативности целенаправленной физической активности с применением современных методов многомерной статистики (корреляционного и кластерного анализа, технологии искусственных нейронных сетей). Предложенная модель ИНС позволяет прогнозировать результативность целенаправленной физической активности студентов при сдаче ими контрольных нормативов по физической культуре, а также с помощью многофакторного регрессионного анализа выявлять факторы, влияющие на результативность целенаправленной деятельности в рамках конкретного физического качества.

### ***Внедрение результатов в практику***

Результаты диссертационного исследования используются в учебном процессе на кафедре нормальной физиологии с курсом психофизиологии, кафедре физического воспитания и здоровья и кафедре математики, физики и медицинской информатики (ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России), а также внедрены в практическую деятельность и в учебный процесс ФГБОУ ВО МГАФК «Московская государственная академия физической культуры».

### ***Положения, выносимые на защиту***

1. По результатам кластерного анализа получены данные, позволившие классифицировать испытуемых на основе показателей базового уровня физической подготовленности, оцененных при сдаче контрольных нормативов по физической культуре.

2. Проводимые исследования позволили выявить роль парциальных индивидуальных особенностей (показателей общей физической работоспособности, мотивационной основы поведения, профиля функциональной латерализации мозга и формальных психодинамических характеристик) на основе статистического анализа групповых показателей в формировании неодинаковой результативности сдачи контрольных нормативов по физической культуре.



3. На основе проводимых исследований получены новые данные о характере взаимосвязей формальных психодинамических характеристик, общей физической работоспособности и показателей мотивационной основы поведения испытуемых с различными особенностями динамической функциональной латерализации при формировании неодинакового уровня физической подготовленности испытуемых.

4. В результате применения технологии искусственных нейронных сетей и многофакторного регрессионного анализа разработан алгоритм для формирования экспертной системы прогнозирования результативности сдачи студентами вуза контрольных нормативов по физической культуре.

#### ***Степень достоверности и апробация работы***

Достоверность результатов исследования определяется достаточным объёмом выполненных исследований (120 испытуемых мужского пола), применением современных методов физиологического, психофизиологического и психологического исследования, соответствующих поставленной цели и задачам исследования, комплексным использованием методов статистической обработки полученных результатов на основе современного пакета статистических программ Statistica 13.0 Ru. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в ходе диссертационного исследования, основываются на убедительных фактических данных, которые представлены в приведённых таблицах и рисунках. Основные научные положения, выводы и практические рекомендации диссертационного исследования представлены на V Всероссийской междисциплинарной научной конференции «Мотивационные аспекты физической активности» (Великий Новгород, 2021), III научно-практической конференции студентов факультета магистерской подготовки «Актуальные вопросы физической культуры и спорта» (Малаховка, 2021), III Всероссийской конференции студентов и молодых учёных с международным участием «Естественно-научные основы медико-биологических знаний» (Рязань, 2021), международной научно-практической конференции молодых учёных «Физиологическое сопровождение организации тренировочного процесса и занятий физической культурой» (Челябинск, 2021), ежегодной научной конференции Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова (Рязань, 2021, 2022), VI междисциплинарной научной конференции с международным участием «Современные проблемы системной регуляции

физиологических функций», посвящённой 90-летию со дня рождения К.В. Судакова (Москва, 2022), Всероссийской научно-практической конференции «XV Павловские беседы» (Рязань, 2022), научной конференции с международным участием «Медицинская физика, физиология и смежные дисциплины в академической и вузовской науке», посвящённой 100-летию МГМСУ имени А.И. Евдокимова (Москва, 2022), IV Всероссийской конференции студентов и молодых учёных с международным участием, посвящённой 80-летию РязГМУ (Рязань, 2023), Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, посвящённой 125-летию со дня рождения академика П.К. Анохина (Волгоград, 2023), межкафедральном совещании кафедр нормальной физиологии с курсом психофизиологии, физического воспитания и здоровья, патофизиологии, нервных болезней и нейрохирургии Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова (Рязань, 2023).

### ***Публикации***

Результаты диссертационной работы отражены в 21 публикации, из них 7 – в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертации на соискание учёной степени кандидата наук, в том числе 5 статей в журналах, индексируемых в МБД Scopus.

### ***Личный вклад автора***

Автор диссертации непосредственно участвовал в замысле, организации и проведении исследований, получении исходных данных и в их анализе, участвовал в разработке методического обеспечения работы, лично и совместно с соавторами обрабатывал и интерпретировал экспериментальные данные, лично и с соавторами подготовил публикации по выполненной работе, лично представлял материалы диссертации на различных этапах апробации результатов работы.

### ***Объём и структура диссертации***

Диссертация изложена на 170 страницах и состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Библиографический указатель содержит 218 источников, в том числе 174 отечественных и 44 иностранных. Текст диссертации иллюстрирован 22 таблицами и 38 рисунками.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Согласно цели исследования, практическая часть работы заключалась в изучении особенностей системной организации целенаправленной физической активности испытуемых в процессе сдачи контрольных нормативов по физической культуре. В качестве методологической основы исследований была выбрана схема архитектоники поведенческого акта функциональной системы целенаправленной деятельности человека, разработанная в школе П.К. Анохина и К.В. Судакова (Анохин П.К., 1968, 1973; Судаков К.В., 2006, 2007, 2013). Системообразующим фактором целенаправленного поведения испытуемых являлось получение зачёта по дисциплине «Физическая культура». В качестве параметров достигаемого результата служили показатели сдачи испытуемыми контрольных нормативов по физической культуре. Оценка сдачи результатов контрольных нормативов по пяти физическим качествам производилась в рамках учебной программы по физической культуре и методическим рекомендациям, разработанным на базе ФГБОУ ВО РязГМУ (Прошляков В.Д. с соавт., 2014, 2021).

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

На основе показателей результативности сдачи контрольных нормативов при оценке пяти основных физических качеств, определявшихся на занятиях по физической культуре, с помощью кластерного анализа испытуемые были разделены на две относительно однородные группы (кластеры). К первому кластеру – 70 человек ( $n = 70$ ) – были отнесены испытуемые, показавшие наилучшие результаты в беге на 100 м, беге на 1000 м и в гибкости. Ко второму кластеру – 50 человек ( $n = 50$ ) – показавшие наилучшие результаты в подтягивании на перекладине и в прыжке в длину с места (рис. 1).

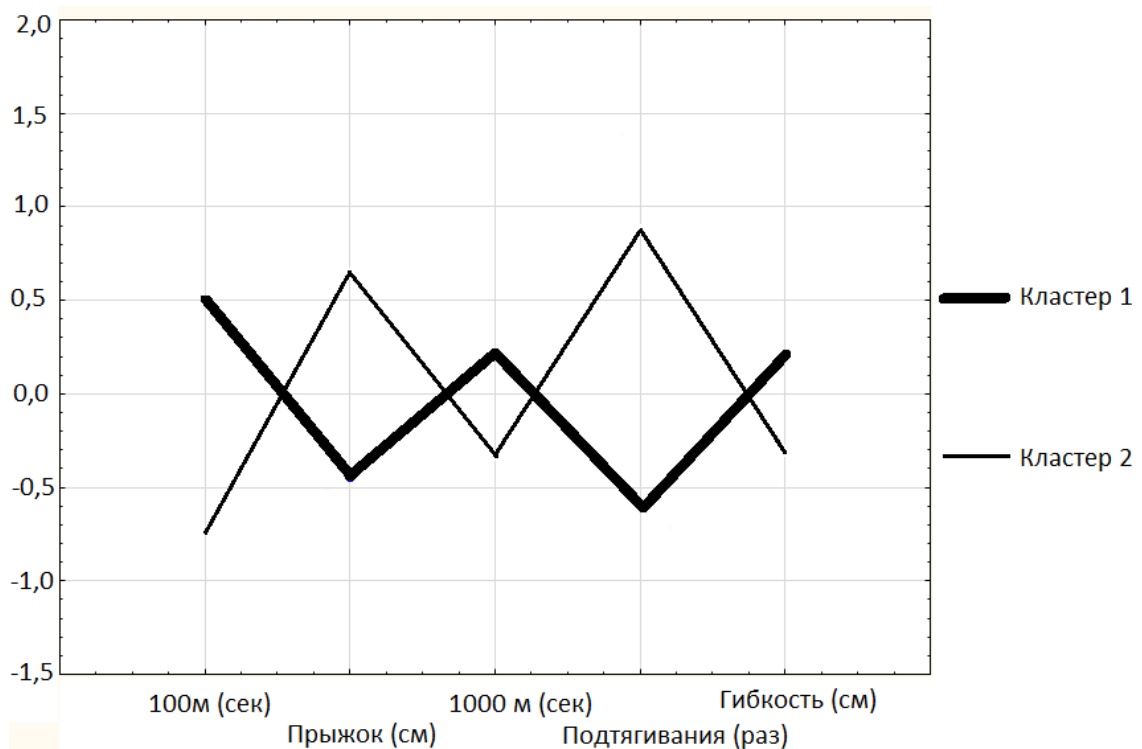


Рисунок 1 – Результаты кластерного анализа методом k-средних для выявления однородных групп испытуемых по критерию результативности выполнения контрольных нормативов по физической культуре

Оценка общей физической работоспособности и характер распределения полученных данных выявили, что уровень физической работоспособности у испытуемых первого и второго кластера неодинаков (рис. 2). Тестирование общей физической работоспособности (Вт/кг) выявило, что у испытуемых первого кластера, успешных в беговых видах, уровень общей физической работоспособности достоверно выше ( $Me = 3,1$ ;  $UQ = 5,9$ ;  $LQ = 2,3$ ;  $Min = 1,4$ ;  $Max = 8,3$ ), чем у испытуемых второго кластера, успешных в силовых видах ( $Me = 2,6$ ;  $UQ = 3,2$ ;  $LQ = 2,2$ ;  $Min = 1,4$ ;  $Max = 4,0$ ) ( $p \leq 0,009$ ).

### **Показатели функциональной латеральной организации испытуемых в выявленных кластерах и их взаимосвязь с показателями функциональной подготовленности**

Показатели функциональной латеральной организации были оценены общепринятыми методами (опросник Аннет, оценка моторной и сенсорной асимметрий), а в качестве физиологической объективизации оценки асимметрии проводилась оценка динамической ФМА при помощи электрофизиологического метода нейроэнергокартирования.

На рисунке 2 представлены результаты характера распределения профиля ФМА в первом кластере (успешные в беговых дисциплинах). Преобладающими профилями являются правосторонний (57,8 %) и левосторонний (36,4 %), у небольшого количества испытуемых (5,8 %) был выявлен амбидекстральный тип.

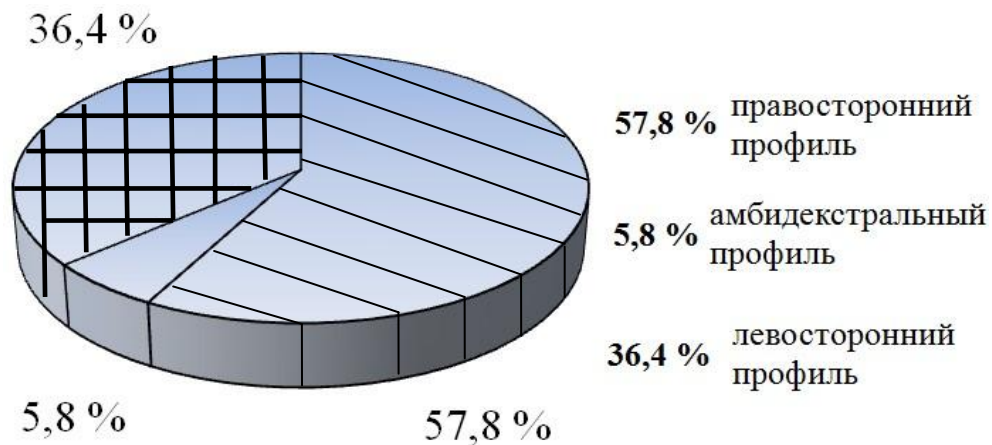


Рисунок 2 – Распределение испытуемых по типам латерализации в первом кластере

На рисунке 3 представлены результаты характера распределения профиля ФМА во втором кластере (успешные в скоростно-силовых дисциплинах). Преобладающими профилями являются также правосторонний (37,2 %) и левосторонний (55,3 %). Амбидекстральный тип составляет 7,5 % от всех испытуемых.

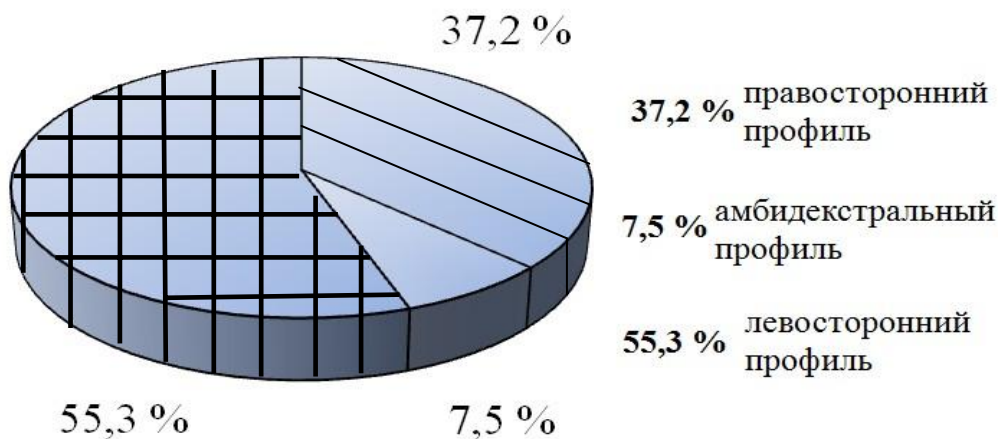


Рисунок 3 – Распределение испытуемых по типам латерализации во втором кластере

Комплексное исследование функциональной латерализации испытуемых общепринятыми методами показало, что степень выраженности интегрального показателя  $K_{\text{пл}}^{\text{ло}}$  у представителей первого кластера ( $Me = 50,0$ ;  $UQ = 56,0$ ;  $LQ = 13,8$ ;  $Min = -77,7$ ;  $Max = 89,0$ ) достоверно выше ( $p \leq 0,01$ ), чем у представителей второго кластера ( $Me = -10,0$ ;  $UQ = 50,0$ ;  $LQ = -40,0$ ;  $Min = -70,0$ ;  $Max = 79,3$ ) (рис. 4).

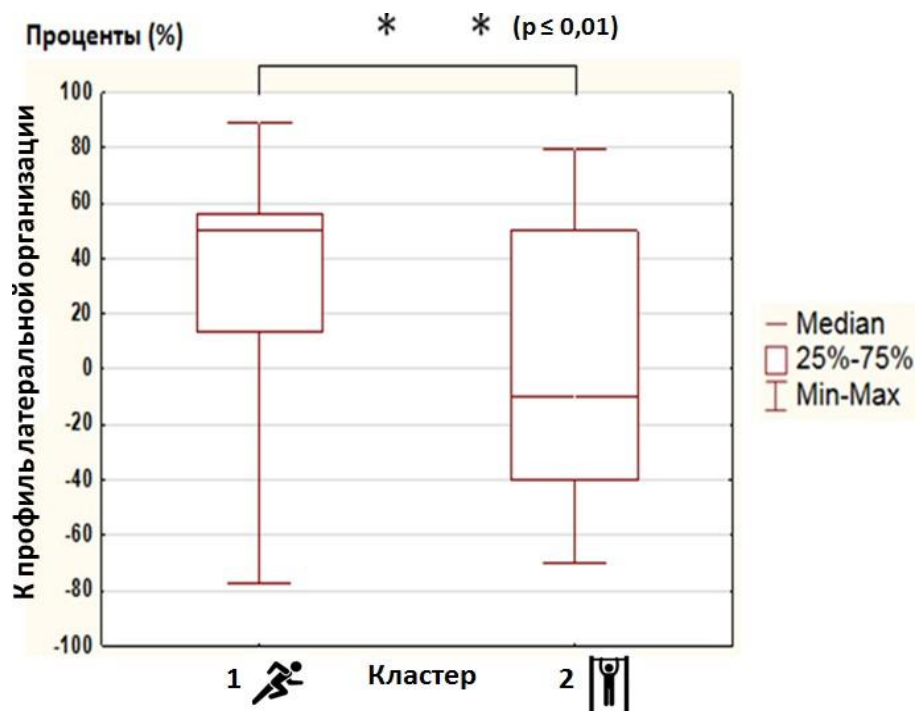


Рисунок 4 – Различия показателей К<sub>ПЛО</sub> у испытуемых в первом и втором кластерах

Проведенный нами анализ показал, что при сравнение данных испытуемых в выявленных кластерах по критерию изменения уровней УПП, выявленного методом нейроэнергокартирования при проведении функциональной гипервентиляционной пробы, были выявлены достоверные различия по показателю степени полушарного доминирования (разности УПП между правым и левым полушариями головного мозга (Td-Ts) (рис. 5).

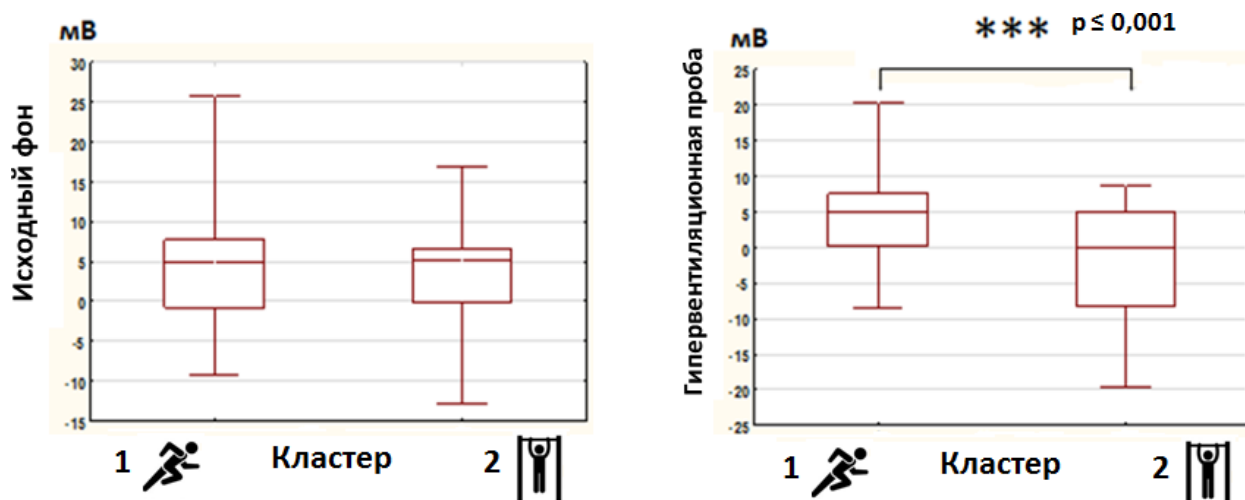


Рисунок 5 – Различия показателей динамики функциональной латерализации по данным УПП (Td-Ts) у испытуемых в первом и втором кластерах при проведении гипервентиляционной пробы

Значение УПП (Td-Ts) в наибольшей степени отражает функциональную асимметрию мозга. Выраженность данного показателя отражает степень асимметрии мозга. Полученные данные свидетельствуют о том, что степень выраженности показателей УПП (Td-Ts) у представителей первого кластера в исходном фоне (Me = 5,0; UQ = 7,5; LQ = -2,0; Min = -9,0; Max = 26,0) достоверно не отличается ( $p < 0,689$ ) от значений, зарегистрированных у представителей второго кластера (Me = 5,0; UQ = 6,0; LQ = -1,0; Min = -13,0; Max = 16). При проведении же гипервентиляционной пробы степень выраженности показателей УПП (Td-Ts) у представителей первого кластера (Me = 5,0; UQ = 7,0; LQ = 0,0; Min = -8,0; Max = 21,0) достоверно выше ( $p \leq 0,001$ ), чем у представителей второго кластера (Me = 0,0; UQ = 5,6; LQ = -7,0; Min = -20,0; Max = 9,0). Вероятно, проведение данной функциональной пробы усиливает проявление функциональной асимметрии мозга у представителей первого кластера в большей степени, чем у представителей второго кластера.

На следующем этапе исследования был проведен корреляционный анализ между показателями функциональной латерализации, выявленными с помощью традиционных поведенческих и тестовых методов, и показателями динамической функциональной латерализации, выявленными методом НЭЖ (рис. 6).

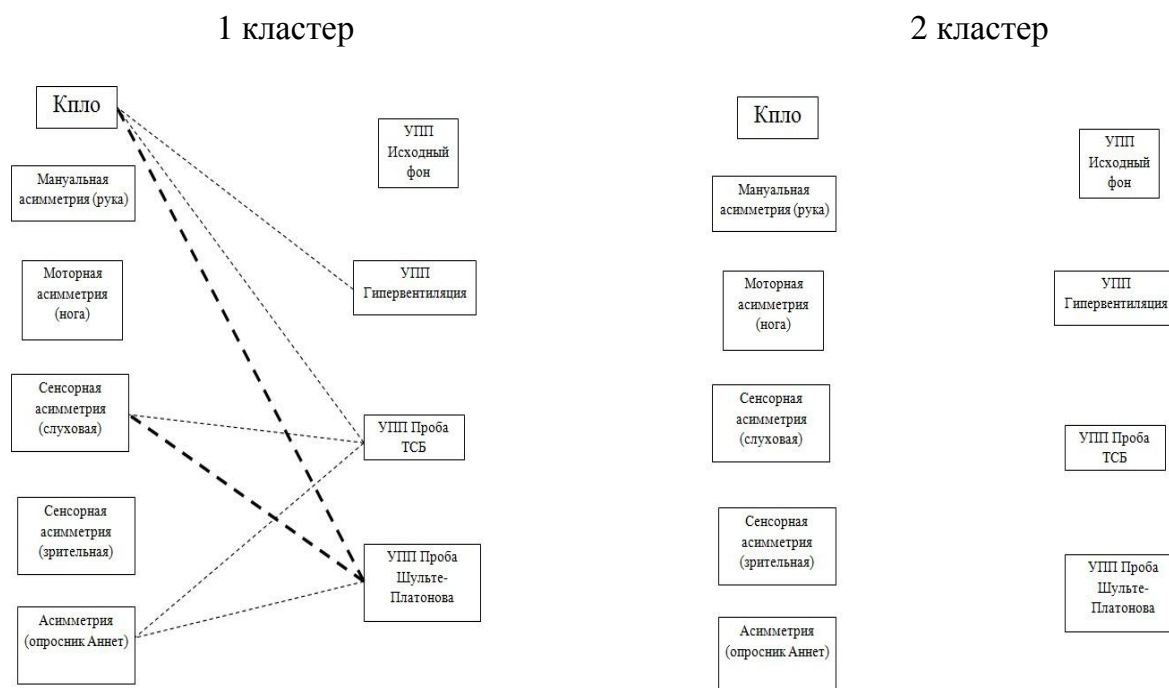


Рисунок 6 – Характер корреляционных связей между уровнями УПП при гипервентиляционной пробе в отведении Td-Ts и показателями функциональной латерализации, выявленными общепринятыми методами

Примечание: **курсив** – слабая отрицательная связь; **полужирный курсив** – умеренная отрицательная связь.

В первом кластере были выявлены статистически значимые слабые отрицательные ( $-0,01 > R_s \geq -0,29$ ) и умеренные отрицательные ( $-0,30 > R_s \geq -0,69$ ) связи между показателями функциональной латерализации, которые были выявлены с помощью поведенческих тестов, и изменениями УПП левого и правого полушарий головного мозга (отведение Td-Ts) в ходе нагрузочного тестирования при выполнении когнитивных проб и имитированной физической нагрузки (гипервентиляционная проба). У испытуемых второго кластера подобных взаимосвязей не было.

Результаты корреляционного анализа позволили выявить определенный характер связей между показателями функциональной латерализацией, определяемой общепринятыми поведенческими и тестовыми методами, и показателями скоростных и скоростно-силовых показателей (рис. 7).

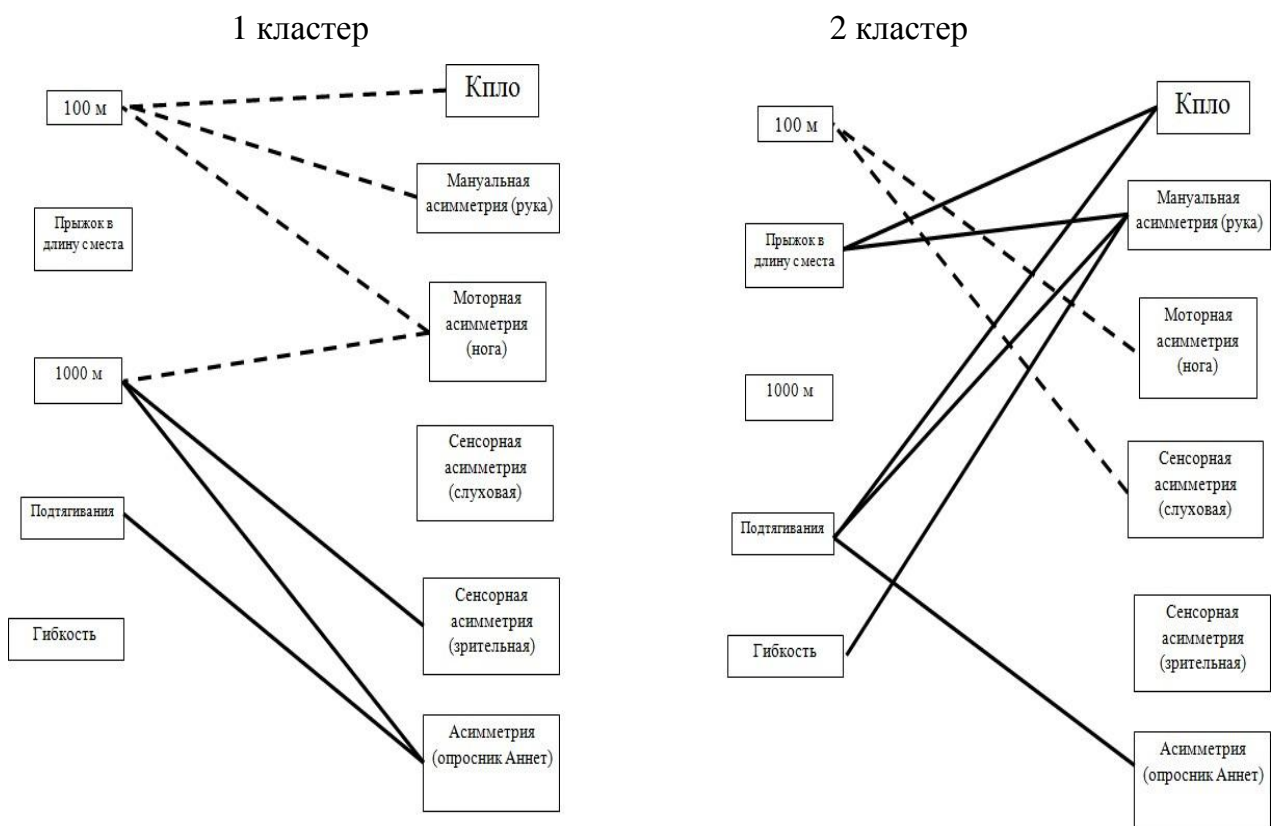


Рисунок 7 – Характер корреляционных связей между показателями латерализации, выявленными общепринятыми методами, и показателями базового уровня физической подготовленности испытуемых

*Примечание: полужирный пунктир – умеренная отрицательная связь; полужирная прямая – умеренная положительная связь.*

Результаты корреляционного анализа позволили выявить определенный характер, виды и тип связей между функциональной динамической латерализацией, изменениями УПП левого и правого полушарий головного мозга (отведение Td-Ts)



при выполнении когнитивных проб и гипервентиляционной пробой и показателями скоростных, скоростно-силовых и показателей. Критерий надежности корреляционного анализа ( $p < 0,005$ ) (рис. 8).

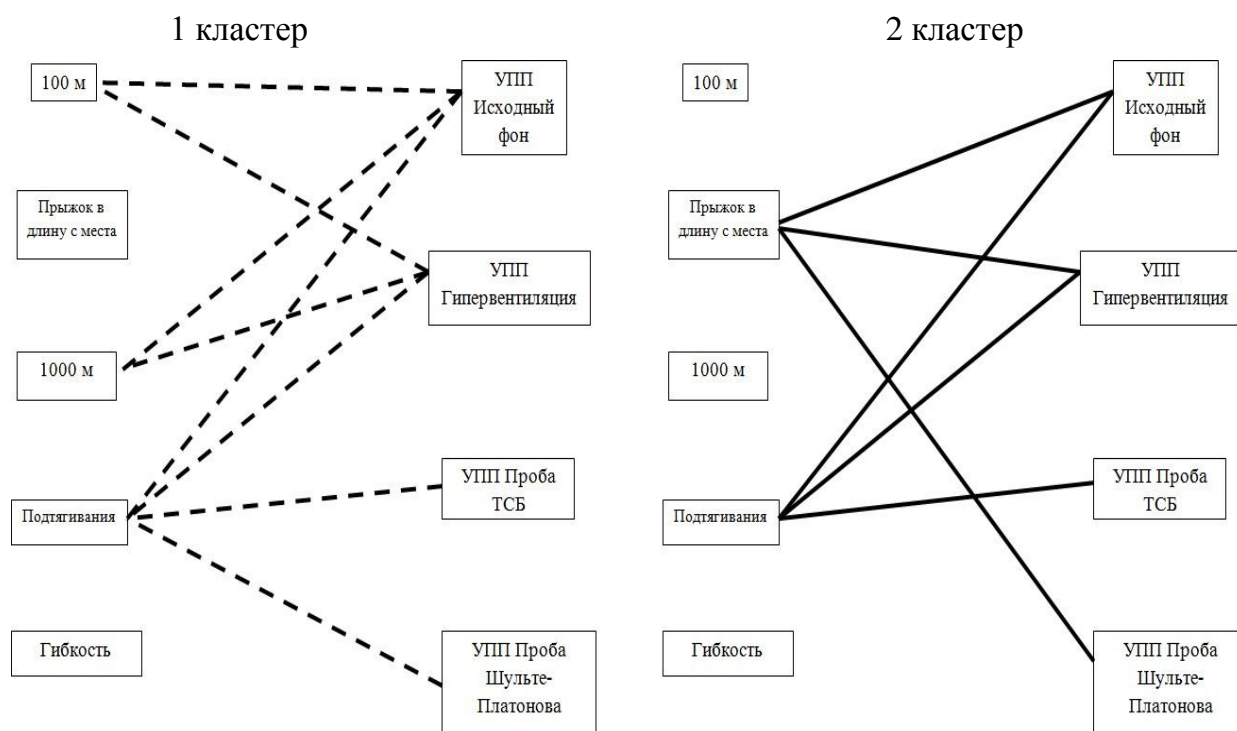


Рисунок 8 – Характер корреляционных связей между показателями динамической функциональной латерализации, выявленными с помощью метода нейроэнергокартирования, и показателями базового уровня физической подготовленности испытуемых  
*Примечание: полужирный пунктир – умеренная отрицательная связь; полужирная прямая – умеренная положительная связь.*

Полученные результаты свидетельствуют о том, что испытуемые первого кластера, успешные в беговых дисциплинах, характеризуются низким уровнем функциональной латерализации, выявленных традиционными тестовыми методами. Представители второго кластера с относительно высоким уровнем силовой подготовленности характеризовались высоким уровнем функциональной латерализации, отражающейся в интегральных, и парциальных показателях, выявленных традиционными тестовыми методами.

### **Взаимосвязь показателей психодинамических характеристик испытуемых с базовым уровнем физической подготовленности и общей физической работоспособностью**

Оценка уровня личностной тревожности по Спилбергеру – Ханнину показала, что у испытуемых первого кластера ( $Me = 40,0$ ;  $UQ = 50,0$ ;  $LQ = 36,0$ ;  $Min = 28,0$ ;  $Max$

= 75,0) достоверно выше, чем у испытуемых второго кластера (Me = 32,0; UQ = 40,0; LQ = 28,0; Min = 22,0; Max = 57,0) ( $p \leq 0,001$ ). При сравнении показателей шкалы Дженкинса (тип поведения) установлено, что у представителей второго кластера нацеленность на результат «любой ценой» по этому критерию достоверно выше ( $p \leq 0,05$ ), чем у представителей первого кластера. Показатели у представителей первого кластера (Me = 70,0; UQ = 93,0; LQ = 60,0; Min = 50,0; Max = 117,0) отличаются от показателей во втором кластере (Me = 93,0; UQ = 120,0; LQ = 80,0; Min = 11,0; Max = 159,0) ( $p \leq 0,05$ ). Поскольку между показателем шкалы теста Дженкинса и нацеленностью на достижение результата обратная зависимость, это свидетельствует о том, что нацеленность на достижение результата при реализации физической активности значительно выше у представителей первого кластера. При оценке личностных свойств испытуемых по тесту ОСТ (Русалов В.М., 2004) было выявлено, что показатель эмоциональности достоверно выше в первом кластере (Me = 6,0; UQ = 9,0; LQ = 2,0; Min = 0,0; Max = 12,0) по сравнению со вторым кластером (Me = 4,0; UQ = 7,0; LQ = 1,0; Min = 0,0; Max = 11,0) ( $p \leq 0,05$ ). Показатели пластичности также преобладают в первом кластере (Me = 8,5; UQ = 12,00; LQ = 8,0; Min = 4,0; Max = 12,0) и достоверно отличаются от второго кластера (Me = 6,5; UQ = 10,0; LQ = 5,0; Min = 0,0; Max = 12,0) ( $p \leq 0,01$ ). Предметная эргичность также будет достоверно выше в первом кластере (Me = 8,0; UQ = 12,0; LQ = 7,0; Min = 3,0; Max = 12,0) по сравнению со вторым кластером (Me = 7,5; UQ = 10,5; LQ = 6,0; Min = 0,0; Max = 12,0) ( $p \leq 0,01$ ). Однако скоростно-темповые характеристики достоверно выше ( $p \leq 0,05$ ) во втором кластере (Me = 9,0; UQ = 12,0; LQ = 7,0; Min = 1,0; Max = 12,0), чем у представителей первого кластера (Me = 7,0; UQ = 11,0; LQ = 4,0; Min = 0,0; Max = 12,0).

Для выявления особенностей внутрисистемных отношений между исследуемыми показателями был проведен корреляционный анализ, который выявил в первом кластере слабые положительные корреляционные связи между показателем скорости (бег на 100 м), личностной тревожностью (по Спилбергеру – Ханину,  $R_s = 0,335$ ) и эмоциональностью (тест ОСТ,  $R_s = 0,309$ ). Также была выявлена слабая отрицательная корреляционная связь между показателем скорости (бег на 100 м) и личностной характеристикой, отражающей способность быстро реализовывать программу действий – темп ( $R_s = -0,297$ ). При проведении корреляционного анализа

во втором кластере была выявлена единственная статистически значимая средняя положительная связь ( $R_s = 0,380$ ) между силовым показателем (подтягивание) и типом поведения (рис. 9).



Рисунок 9 – Характер корреляционных связей между показателями физической подготовленности и психодинамическими характеристиками в первом и втором кластерах

Примечание: *полужирный пунктир* – умеренная отрицательная связь; *полужирная прямая* – умеренная положительная связь.

### Характеристика мотивации испытуемых выявленных кластеров и ее связь с показателями сдачи контрольных нормативов по физической культуре

Анализ компонентов мотивационной основы поведения у представителей обоих кластеров показал, что у испытуемых первого кластера внутренний мотив достоверно выше ( $Me = 17,0$ ;  $UQ = 19,0$ ;  $LQ = 16,0$ ;  $Min = 10,0$ ;  $Max = 21,0$ ), чем у испытуемых второго кластера ( $Me = 9,0$ ;  $UQ = 12,0$ ;  $LQ = 8,0$ ;  $Min = 6,0$ ;  $Max = 14,0$ ). Познавательный мотив испытуемых первого кластера также достоверно выше ( $Me = 18,0$ ;  $UQ = 20,0$ ;  $LQ = 15,0$ ;  $Min = 9,0$ ;  $Max = 21,0$ ), чем у испытуемых второго кластера ( $Me = 11,0$ ;  $UQ = 12,0$ ;  $LQ = 9,0$ ;  $Min = 4,0$ ;  $Max = 16,0$ ). Состязательный мотив у испытуемых первого кластера также достоверно выше ( $Me = 17,0$ ;  $UQ = 17,0$ ;  $LQ = 13,0$ ;  $Min = 10,0$ ;  $Max = 20,0$ ), чем у испытуемых второго кластера ( $Me = 13,0$ ;  $UQ = 14,0$ ;  $LQ = 10,0$ ;  $Min = 9,0$ ;  $Max = 18,0$ ). Мотив самоуважения у испытуемых первого кластера тоже достоверно выше ( $Me = 19,0$ ;  $UQ = 21,0$ ;  $LQ = 15,0$ ;  $Min = 12,0$ ;  $Max =$

21,0), чем у испытуемых второго кластера (Me = 16,0; UQ = 18,0; LQ = 14,0; Min = 5,0; Max = 19,0). У испытуемых первого кластера мотив избегания достоверно выше (Me = 13,0; UQ = 13,0; LQ = 10,0; Min = 10,0; Max = 20,0), чем у испытуемых второго кластера (Me = 11,0; UQ = 13,0; LQ = 9,0; Min = 7,0; Max = 13,0). Также у испытуемых первого кластера оценка своего потенциала достоверно выше (Me = 18,0; UQ = 19,0; LQ = 13,0; Min = 10,0; Max = 21,0), чем у испытуемых второго кластера (Me = 13,0; UQ = 15,0; LQ = 12,0; Min = 9,0; Max = 19,0). И компонент «закономерность результатов» у испытуемых первого кластера достоверно выше (Me = 18,0; UQ = 20,0; LQ = 15,0; Min = 12,0; Max = 21,0), чем у испытуемых второго кластера (Me = 16,0; UQ = 16,0; LQ = 15,0; Min = 9,0; Max = 18,0). Только компонент «значимость результатов» достоверно выше у испытуемых второго кластера (Me = 12,0; UQ = 13,0; LQ = 11,0; Min = 7,0; Max = 21,0), чем у испытуемых первого кластера (Me = 7,0; UQ = 10,0; LQ = 6,0; Min = 6,0; Max = 17,0). Во всех описанных выше случаях критерий надежности  $p \leq 0,001$ . По семи компонентам статистически значимых отличий выявлено не было (рис. 10).

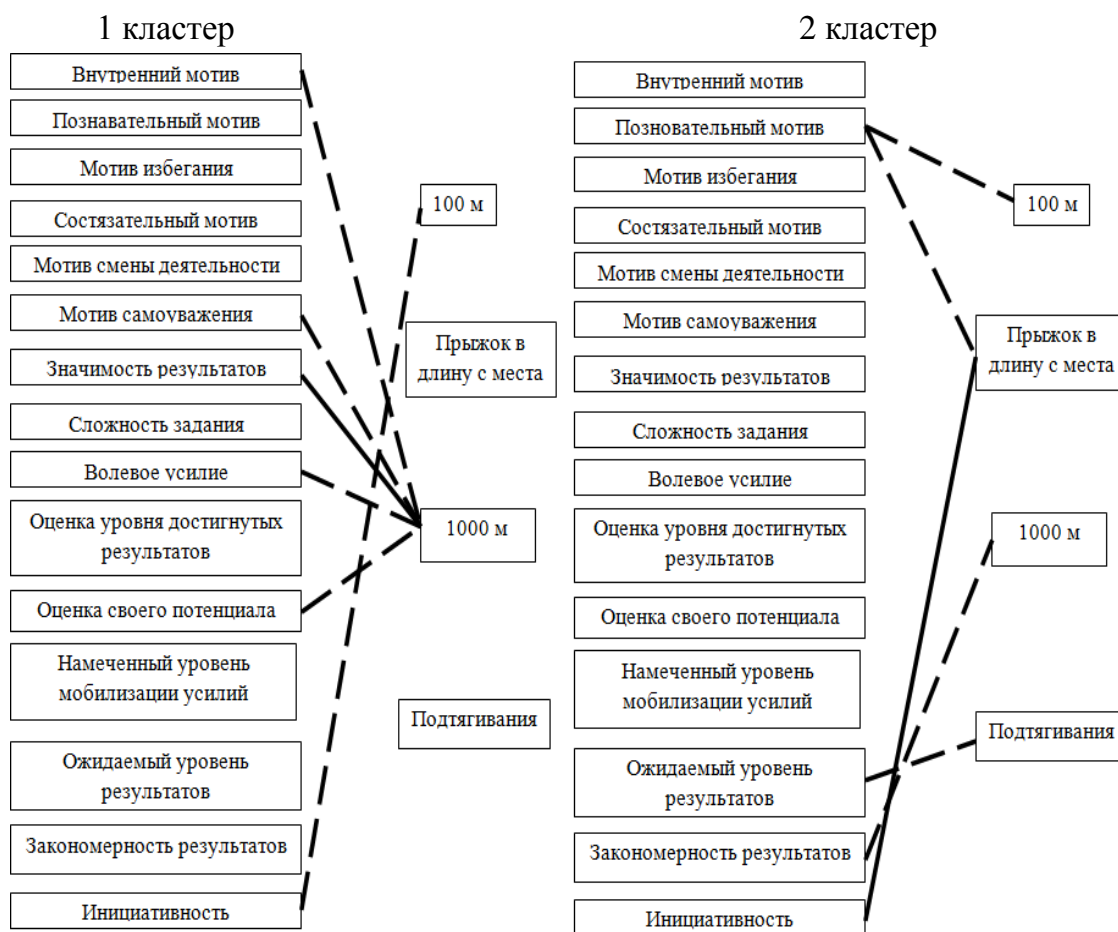


Рисунок 10 – Характер корреляционных связей между показателями мотивационной структуры и показателями базового уровня физической подготовленности испытуемых в выделенных кластерах  
*Примечание: полужирный пунктир – умеренная отрицательная связь; полужирная прямая – умеренная положительная связь.*

## Прогнозирование целенаправленной деятельности испытуемых при сдаче контрольных нормативов по физической культуре с помощью технологии искусственных нейронных сетей и многофакторного регрессионного анализа

Создание, обучение и тестирование искусственных нейронных сетей проводилось при помощи пакета программ Statistica Basic Academic 13.0 (Ru), раздел «Neural Nets», и осуществлялось в автоматическом режиме (режиме конструктора). Реализация способа прогнозирования включала в себя три основных этапа: исследование показателей индивидуальных свойств ЦНС, общей физической работоспособности, мотивационной основы поведения, создание, обучение и тестирование искусственной нейронной сети, определение направления результативности сдачи контрольных нормативов по физической культуре.

Сформированная искусственная нейронная сеть (ИНС) по своей архитектуре являлась многослойным персептроном ИНС включала 58 входных нейронов, 16 нейронов промежуточного слоя и 2 выходных нейрона. Чувствительность данной ИНС в определении направления результативности групп «результативные в беговых дисциплинах» или «результативные в силовых дисциплинах» составила 93 %, специфичность – 88 % (рис. 11).

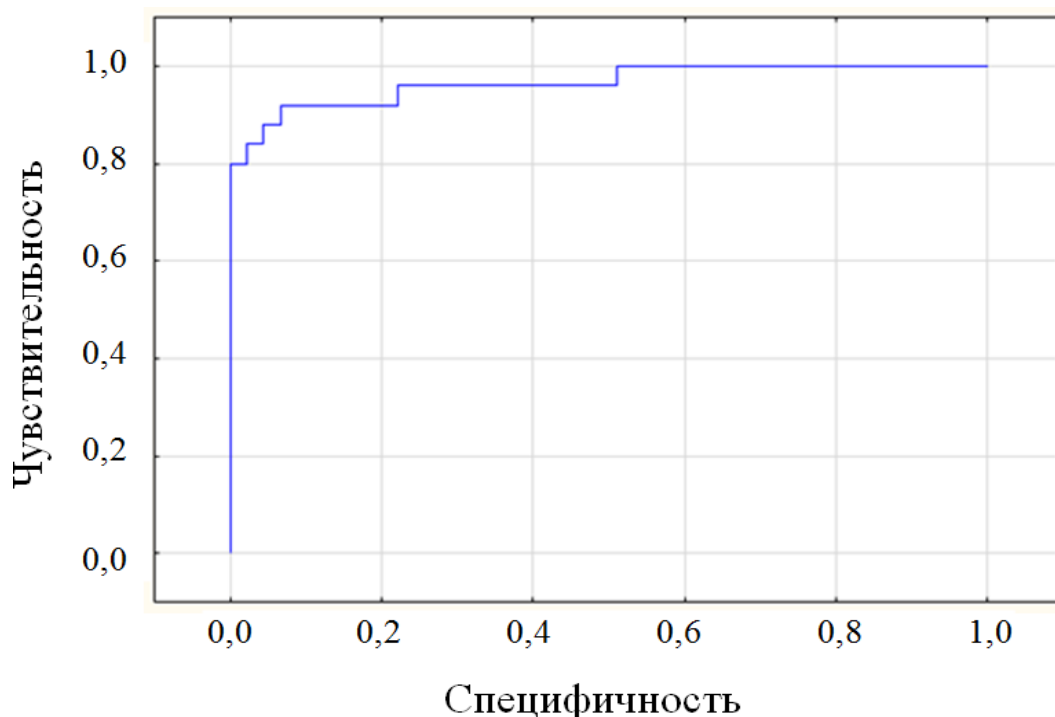


Рисунок 11 – ROC кривая для ИНС (MLP 58-16-2); площадь под кривой – 0,965

Таким образом, показатели индивидуальных особенностей ЦНС испытуемых, общей физической работоспособности, мотивации их поведения можно использовать

в качестве предикторов, что позволило создать оптимальную модель для прогнозирования результативности целенаправленной физической активности при сдаче контрольных нормативов по физической культуре.

Для прогнозирования результативности физической активности при формировании определенного физического качества, например, скоростной выносливости при беге на 100 м, использовалась математическая модель многофакторной регрессии. Создание модели многофакторной регрессии осуществлялось при помощи пакета программ Statistica Basic Academic 13.0 (Ru), раздел «multiple regression». В качестве примера формирования прогноза результативности целенаправленного поведения приводим данные, полученные при анализе результатов бега на 100 м. Для определения успешности испытуемых студентов в беге на 100 м (первый кластер) были выявлены отдельные факторы, влияющие на результат в скоростном качестве испытуемого (табл.).

Таблица – Показатели модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности деятельности в группе 1 (n=70)

(Первый кластер) N=70	Сводка регрессии для зависимой переменной: 100 м (сек.)				
	$\beta$	Std.Err. $\beta$	<b>b</b>	Std.Err. <b>b</b>	<b>p</b>
<b>Ведущие факторы</b>			11,442	1,144	0,001
Внутренний мотив (тест по В.К. Гербачевскому), $x_1$	0,380	0,102	0,246	0,066	0,001
PWC <sub>170</sub> (вТ/кг), $x_2$	-0,456	0,102	-0,363	0,081	0,001

*Примечание:  $\beta$  – стандартизированный коэффициент регрессии; Std.Err.  $\beta$  – среднеквадратическое отклонение стандартизированного коэффициента регрессии  $\beta$ ; **b** – коэффициенты регрессии; Std.Err. **b** – среднеквадратическое отклонение коэффициента регрессии **b**; **P** – уровень значимости.*

В результате проведения множественной регрессии, зависимая переменная «Результат» представима как  $y = 11,442 + 0,246 \cdot x_1 - 0,363 \cdot x_2$ .

Вероятность и нормальность распределения результатов, а также разброс точек плоскости регрессии совсем небольшие, поэтому данная модель является полезной, а выбранные факторы позволяют спрогнозировать результат в беге на 100 м. Установленный характер распределения переменных, а также разброс точек плоскости регрессии совсем незначительны, поэтому данная модель является

полезной, а выбранные факторы позволяют спрогнозировать результат в беге на 100 м (коэффициент R-квадрат (R Square) составляет 0,879, или 87,9 %).

## **ВЫВОДЫ**

1. Исследуемая выборка испытуемых неоднородна по показателям результативности при сдаче контрольных нормативов по физической культуре: в результате кластерного анализа выявлена группа студентов (первый кластер), относительно высокорезультативных в беговых дисциплинах, и группа студентов (второй кластер), относительно высокорезультативных в силовых дисциплинах.

2. Сравнительный анализ общей физической работоспособности (нагрузочный тест  $PWC_{170}$ ) у испытуемых в выявленных кластерах показал, что у представителей первого кластера данный показатель значимо выше, чем у испытуемых второго кластера.

3. При оценке функциональной латерализации с помощью комплекса физиологических и психофизиологических методов у испытуемых, относительно более результативных в беговых дисциплинах выявлена в большей степени правосторонняя латеральная организация, тогда как у испытуемых, более результативных в силовых дисциплинах, превалировала левосторонняя функциональная латерализация.

4. Оценка индивидуальных психодинамических характеристик выявила различия у испытуемых в обозначенных кластерах. У испытуемых первого кластера отмечался относительно высокий уровень личностной тревожности, эргичности, пластичности и эмоциональности. Испытуемые второго кластера отмечались низким уровнем тревожности, эргичности, пластичности, эмоциональности при одновременно высоком уровне личностной диспозиции, нацеленности на высокий результат деятельности.

5. Выявленные особенности мотивационной основы поведения свидетельствуют о том, что испытуемые, успешные в беговых дисциплинах, характеризуются преобладанием внутреннего, познавательного и состязательного мотивов; напротив, у испытуемых, результативных в силовых дисциплинах, доминировал мотив значимости результатов.

6. Характер корреляционных взаимосвязей между исследуемыми показателями у испытуемых выявленных кластеров показал, что наибольшее значение

в достижении высокого результата в беговых дисциплинах у испытуемых первого кластера имеют механизмы, связанные с доминированием уровня базовой физической работоспособности, мотивационной основы поведения, моторных и сенсорных асимметрий. У испытуемых второго кластера доминирующее значение имеют показатели функциональной латеральной организации и личностной диспозиции нацеленности на достижение результата деятельности.

7. Алгоритм с применением технологии искусственных нейронных сетей на основе используемого набора показателей позволяет прогнозировать с высокой степенью надежности результативность целенаправленной физической активности, распределяя испытуемых на группы, характеризующиеся различными физическими качествами (различным направлением физической подготовленности), тогда как многофакторный регрессионный анализ позволяет прогнозировать успешность целенаправленной деятельности в конкретном физическом качестве.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **В журналах, входящих в базу данных Scopus**

1. Влияние межполушарной асимметрии на результативность физической активности / И.М. Мазикин, М.М. Лапкин, М.В. Акулина, Е.Н. Чингина // Теория и практика физической культуры. – 2021. – № 8. – С. 90.

2. Роль межполушарной асимметрии в формировании спортивной результативности / И.М. Мазикин, М.М. Лапкин, М.В. Акулина [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 2021. – № 10. – С. 27-29.

3. Взаимосвязь показателей психодинамических характеристик и общей физической работоспособности студентов медицинского университета / И.М. Мазикин, М.М. Лапкин, М.В. Акулина [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 2022. – № 8. – С. 26-29.

4. Показатели функциональной латеральной организации у студентов-юношей медицинского вуза с различным уровнем физической подготовленности / И.М. Мазикин, М.М. Лапкин, М.В. Акулина, П.А. Кулагин // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2022. – Т. 30. – № 3. – С. 367-374.

5. Физиологические механизмы, определяющие результативность сдачи контрольных нормативов по физической культуре / И.М. Мазикин, М.М. Лапкин, Р.А. Зорин, А.Л. Похачевский, М.В. Акулина // Теория и практика физической культуры. – 2023. – № 4. – С. 49-51.

### **В журналах списка ВАК**

#### **по направлению 1.5.5 – Физиология человека и животных**

1. Влияние профиля латеральной организации головного мозга на результативность спортивной деятельности человека и методы его выявления (обзор) / И.М. Мазикин, М.М. Лапкин, Н.А. Воцинина, В.Д. Прошляков // Российский медико-



биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2016. – Т. 24. – № 2. – С. 117-126.

2. Влияние мотивационной основы поведения на результативность сдачи контрольных нормативов по физической культуре студентами медицинского университета / И.М. Мазикин, М.М. Лапкин, Р.А. Зорин, М.В. Акулина, Г.В. Пономарева // Физическое воспитание и спортивная тренировка. – 2023. – № 1 (43). – С. 94-100 (ВАК, РИНЦ).

#### **Свидетельство**

1. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023620364 «База данных показателей профиля латеральной организации, формальных психодинамических характеристик, нейроэнергокартирования, показателей физической подготовленности и работоспособности в системной организации спортивной деятельности студентов ФГБОУ ВО РязГМУ». Правообладатель: ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России

Авторы: Мазикин И.М., Лапкин М.М., Зорин Р.А., Акулина М.В.; заявка № 2023620001; дата поступления: 10.01.2023; дата государственной регистрации в Реестре баз данных: 24.01.2023.

Другие публикации по теме диссертационной работы

#### **В рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК**

1. Толстова Т.И. Взаимосвязь профиля латеральной организации головного мозга студентов и результативности занятий по физической культуре и сдачи норм ГТО / Т.И. Толстова, И.М. Мазикин, П.И. Самотаев // Образование. Наука. Научные кадры. – 2018. – № 2. – С. 206-208.

#### **Материалы конференций**

1. Современные подходы к оценке профиля латеральной организации головного мозга / И.М. Мазикин, М.М. Лапкин, М.В. Акулина, Н.С. Истомина // Материалы ежегод. науч. конф. Ряз. гос. мед. ун-та им. акад. И.П. Павлова, Рязань, 16 дек. 2016 г. – Рязань: Ряз. гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова, 2016. – С. 495-497.

2. Лапкин М.М. Влияние межполушарной асимметрии на адаптацию к физическим нагрузкам / М.М. Лапкин, М.В. Акулина, И.М. Мазикин // Эколого-физиологические проблемы адаптации: Материалы XVII Всерос. симпозиума, Рязань, 23-26 мая 2017 г. – Рязань: Рос. ун-т дружбы нар. (РУДН), 2017. – С. 132-133.

3. Взаимосвязи показателей функциональной латерализации и психодинамических свойств в системной организации спортивной деятельности человека / И.М. Мазикин, М.М. Лапкин, М.В. Акулина [и др.] // Материалы ежегод. науч. конф. Ряз. гос. мед. ун-та им. акад. И.П. Павлова, посвящ. 70-летию основания вуза на Рязанской земле, Рязань, 18 дек. 2020 г. – Рязань: Ряз. гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова, 2020. – С. 100-101.

4. Мазикин И.М. Роль профиля латеральной организации и формальных психодинамических характеристик студентов вуза при оценке их физической подготовленности / И.М. Мазикин, М.М. Лапкин, М.В. Акулина // Физиологическое сопровождение организации тренировочного процесса и занятий физической культурой: материалы Междунар. науч.-практ. (online) конф. молодых учёных, Челябинск, 15 дек. 2021 г. – Челябинск: Уральский гос. ун-т физ. культуры, 2021. – С. 70-71.

5. Взаимосвязи показателей психофизиологических особенностей в системной организации спортивной деятельности человека / И.М. Мазикин, М.М. Лапкин,

Н.А. Куликова, Н.С. Бирченко // Актуальные вопросы физической культуры и спорта: материалы Межрегион. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Рязань, 30 нояб. 2021 г. – Рязань: Рязанский гос. ун-т им. С.А. Есенина, 2021. – С. 63-68.

6. Взаимосвязи показателей функциональной латерализации и психодинамических характеристик в системной организации спортивной деятельности человека / И.М. Мазикин, М.М. Лапкин, М.В. Акулина [и др.] // Мотивационные аспекты физической активности: материалы V Всерос. междисципл. конф., В. Новгород, 26 февр. 2021 г. / отв. ред. Р.Я. Власенко. – В. Новгород: Новгородский гос. ун-т им. Ярослава Мудрого, 2021. – С. 59-63.

7. Роль профиля латеральной организации и формальных психодинамических характеристик студентов медицинского университета в процессе контроля физической подготовленности / И.М. Мазикин, М.М. Лапкин, М.В. Акулина [и др.] // Материалы ежегод. науч. конф. Рязанского гос. мед. ун-та им. акад. И.П. Павлова, посвящ. году науки и технологий в Российской Федерации: материалы конф., Рязань, 17 дек. 2021 г. – Рязань: Рязанский гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова, 2021. – С. 47-48.

8. Сравнение электрофизиологических показателей и стандартных методов для оценки профиля латеральной организации головного мозга человека / И.М. Мазикин, М.М. Лапкин, М.В. Акулина, Н.А. Куликова // Естественно-научные основы медико-биологических знаний: Материалы III Всерос. конф. студентов и молодых ученых с междунар. участием, Рязань, 29 апр. 2021 г. / редкол.: Т.Г. Авачева [и др.]. – Рязань: Рязанский гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова, 2021. – С. 18-20.

9. Мазикин И.М. Взаимосвязь функциональной латерализации и некоторых психодинамических характеристик у студентов медицинского вуза с различным уровнем физической подготовленности / И.М. Мазикин, М.В. Акулина // Проблемы и перспективы организации физиологического сопровождения занятий спортом и физической культурой: сб. науч. тр. молодых ученых. – Челябинск: Уральский гос. ун-т физ. культуры, 2021. – С. 115-123.

10. Взаимосвязь индивидуальных психофизиологических особенностей студентов медицинского университета и показателей их физической подготовленности / И.М. Мазикин, М.М. Лапкин, Р.А. Зорин, М.В. Акулина // Медицинская физика, физиология и смежные дисциплины в академической и вузовской науке: сб. тез. конф. с междунар. участием, посвящ. 100-летию МГМСУ им. А.И. Евдокимова, Москва, 17-18 нояб. 2022 г. – Москва: Московский гос. мед.-стоматологич. ун-т им. А.И. Евдокимова, 2022. – С. 261-263.

11. Мазикин И.М. Формирование надежного прогноза результативности целенаправленной физической активности человека на основе физиологических и психофизиологических предикторов / И.М. Мазикин, М.М. Лапкин, Р.А. Зорин // Физиология – актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : материалы Всерос. с междунар. участием науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию со дня рождения акад. П.К. Анохина, Волгоград, 16-17 мая 2023 года / Волгоградский гос. мед. ун-т. – Волгоград: Волгоградский гос. мед. ун-т, 2023. – С. 222-228. – EDN VYLAVC.