

*На правах рукописи*

Белоусова Надежда Игоревна

**ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ  
СЕНСОМОТОРНОЙ СФЕРЫ У ЛИЦ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ  
БИМАНУАЛЬНЫХ НАВЫКОВ В УСЛОВИЯХ НАПРЯЖЕНИЯ  
ЗРИТЕЛЬНОГО ВНИМАНИЯ**

1.5.5. Физиология человека и животных

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

КУРСК – 2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук, доцент

**Ткаченко Павел Владимирович**

**Официальные оппоненты:**

**ЛЫТАЕВ Сергей Александрович**, доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий кафедрой нормальной физиологии

**СОРОКИНА Наталия Дмитриевна**, доктор биологических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, профессор кафедры нормальной физиологии и медицинской физики

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

Защита диссертации состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г. в \_\_\_\_\_ на заседании диссертационного совета 21.2.060.02, созданного на базе ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, по адресу: 390026, г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России (390026, г. Рязань, ул. Шевченко, 34, корп. 2) и на сайте [www.rzgmu.ru](http://www.rzgmu.ru).

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат медицинских наук, доцент

**Короткова Н.В.**

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Актуальность темы исследования**

Главной задачей физиологии двигательной активности является обоснование системной организации пространственных движений, характеризующих единый и слитный акт выполнения действия, т.е. координации. Подобный феномен достаточно труден для исследования в силу отсутствия способов регистрации, обеспечивающих качественное и количественное описание данных явлений. В литературе описаны корреляционные взаимосвязи показателей сенсорных и эффекторных функций, и накоплено достаточное количество научных фактов, позволяющих установить интермодальные взаимоотношения зрительно-моторных функций человека [Завьялов А.В., 1990; Дорохов В.Б., 2011; Джебраилова Т.Д., 2012; Курганский А.В., 2014; Ткаченко П.В., 2014, Коробейникова И.И., 2019; Каратыгин Н.А., 2020]. Таким образом, выполнение двигательной активности осуществляется одновременно с предсказуемой последовательностью сенсорных событий, а именно сенсомоторной синхронизацией, которая также является характерной чертой многих видов деятельности.

### **Степень разработанности проблемы**

Координацию выполняемых движений обеспечивает тесная взаимосвязь сенсорных и моторных функций человека. В литературе описано достаточно фактов, характеризующих основные интермодальные взаимоотношения сенсорных, моторных и вегетативных функций [Завьялов А.В., Зайцева Г.Н., 1980; Thaut M.N., 1998; Завьялов А.В., 1990; Torres E.V.; 2010, Ткаченко П.В., 2014; Курганский А.В., 2014]. В этих исследованиях выявлена функциональная сопряженность уровней активности анализаторов и нейромоторных структур.

Полученные результаты научных исследований обеспечили интерес к более углубленному изучению сенсомоторного взаимодействия и соотношению сенсорных и моторных функций человека во времени [Аслаян Е.В., Киной В.Н., 2002; Ткаченко П.В. Бобынцев И.И., 2009, 2010]. Таким образом, изучение

сенсомоторной интеграции является важной частью динамического анализа взаимодействия сенсорных систем при различных видах деятельности и исследования динамики координационного процесса во времени. В настоящее время в научной литературе встречаются многочисленные работы по изучению двигательного акта, но, несмотря на это, изучение сенсорно-моторной интеграции остается недостаточным. Однозначно, такие исследования необходимы в таких областях знаний, как реабилитационная медицина, ортопедия, экспертиза трудоспособности, профессиональной патологии и т.д.

**Цель исследования:** изучить закономерности организации бимануальных целенаправленных движений с позиций зрительного сенсорного обеспечения координационного процесса и некоторых когнитивных особенностей для установления базовых механизмов обеспечения координации.

#### **Задачи исследования**

1) разработать специализированный программный комплекс для диагностики уровня бимануальной координации и определения типа когнитивного стиля полезависимость-полenezависимость;

2) выявить особенности уровней бимануальной координации движений рук и внутрисистемных корреляционных взаимоотношений показателей у мужчин и женщин, относящихся к разным полярным типам когнитивного стиля;

3) исследовать амплитудно-временные характеристики зрительных вызванных потенциалов на обрабатываемый шахматный паттерн и особенности их внутрисистемных корреляционных взаимоотношений у мужчин и женщин с учетом их принадлежности к полярным типам когнитивного стиля;

4) выявить половые и когнитивно-стилевые особенности зрительно-моторных корреляционных взаимоотношений у мужчин и женщин.

#### **Научная новизна работы**

Разработано авторский программный психофизиологический комплекс, обеспечивающий исследование уровней бимануальной координации при

последовательной реализации заданий различной степени сложности и определение принадлежности испытуемого к типу когнитивного стиля. Впервые использована последовательность из шести двигательных заданий (контуров), описаны внутрисистемные корреляционные взаимоотношения в различных гендерно-стилевых группах с ранжированием уровней бимануальных движений. Впервые описаны особенности внутрисистемных корреляционных взаимоотношений амплитудно-временных характеристик зрительных вызванных потенциалов на шахматный паттерн в группах мужчин и женщин, относящихся к различным типам когнитивного стиля. Впервые установлены закономерности устойчивых корреляционных взаимоотношений амплитудно-временных характеристик зрительных вызванных потенциалов на шахматный паттерн с показателями бимануальной координации, отражающие половые и когнитивно-стилевые различия зрительного сенсорного обеспечения произвольных движений рук.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Представленные в работе закономерности зрительного сенсорного обеспечения произвольной двигательной активности и когнитивно-стилевые особенности бимануальной координации могут служить основными методами для профессионального отбора на производства, требующие тонкой координации движений рук, оценки динамики освоения сложных двигательных навыков и прогнозирования успешности производственной деятельности, профессионального отбора спортсменов в различные виды спорта и прогнозирования успешности спортивной деятельности и т.д.

### **Методология и методы исследования**

Для достижения поставленной цели и решения сформулированных задач использовались следующие методы исследования: суппортметрия, регистрация зрительных вызванных потенциалов на шахматный паттерн, тест Готшильда.

Все проведенные эксперименты были рассмотрены и одобрены региональным этическим комитетом ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России, протокол №8 от 10.11.2014 г.

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

1. Разработанный программный комплекс позволяет объективно оценивать уровень произвольных бимануальных движений и определять тип когнитивного стиля полезависимость-полenezависимость.

2. Уровни пространственной бимануальной координации имеют половые особенности и определяются принадлежностью к исследованному типу когнитивного стиля.

3. Зрительное сенсорное обеспечение произвольных бимануальных движений имеет половые и когнитивно-стилевые особенности, проявляющиеся в закономерностях внутрисенсорных и сенсорно-эффекторных корреляционных взаимоотношений, определяющих уровень пространственной координации у мужчин и женщин и стратегию ее эффективной реализации.

### **Степень достоверности и апробация результатов**

Достоверность результатов диссертационного исследования определяется использованием современного оборудования и программного обеспечения, применением корректных методов статистической обработки данных, репрезентативностью выборок испытуемых, включённых в исследование, достаточным для обоснования выводов объёмом наблюдений, публикациями по теме работы в рецензируемых научных журналах (в том числе и в зарубежных, индексируемых базами данных Scopus). Основные материалы работы доложены на Всероссийской научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием (Курск, 2015, 2016, 2017), Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Молодежная наука и современность» (Курск, 2019, 2020), Всероссийской научно-практической конференции «Павловские чтения» (Курск, 2018, 2019), Международной научной конференции «Университетская наука: взгляд в будущее» (Курск,

2018, 2019), Региональной научной конференции «Студенческая научно-исследовательская лаборатория: итоги и перспективы» (Курск, 2018, 2019), Региональном форуме молодежных инноваций (Курск, 2016), международном медицинском форуме «Молодежь. Наука. Инновации» (Курск, 2016, 2017), Международном медицинском форуме «Вузовская наука. Инновации» (Москва, 2019,2020).

По материалам диссертации опубликовано 9 работ, из них 4 – в изданиях перечня ВАК при Минобрнауки России, в том числе 1 – в журнале, входящем в международную цитатно-аналитическую базу Scopus, получены 3 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

### **Личный вклад автора**

Автором составлен план и разработан дизайн исследования, проведен анализ отечественных и зарубежных источников литературы по теме диссертации, разработан программно-аппаратный комплекс для психофизиологической оценки тонких бимануальных движений, лично проведены эксперименты по исследованию сложнокоординированных движений рук, произведена регистрация зрительных вызванных потенциалов на шахматный паттерн, проведено исследование у испытуемых психологического тестирования на определение когнитивного стиля. Диссертантом выполнены анализ и обобщение результатов, составление таблиц и графиков, написание статей и диссертации.

### **Практическая реализация и внедрение результатов работы**

Основные положения работы используются в учебном процессе при обучении студентов на кафедре нормальной физиологии (акт № 21), патофизиологии (акт № 22) ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России. Материалы диссертации внедрены в учебную программу лекций и практических занятий, проводимых кафедрой нормальной физиологии ФГБОУ ВО ВГМУ им. Бурденко Минздрава России (акт №19). Разработанный в ходе диссертационного исследования комплекс для определения уровня бимануальной координации у лиц с разными особенностями детекции

используется для получения фундаментальных данных в НИИ физиологии ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России (акт № 20).

### **Структура и объем работы**

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, трех глав собственных исследований, обсуждения результатов, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, включающего 183 источника, в том числе 107 отечественных и 76 зарубежных, изложена на 215 страницах машинописного текста, содержит 52 рисунка и 26 таблиц.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Материалы и методы исследования.** Объектом исследования явились практически здоровые студенты добровольцы мужского и женского пола в возрасте от 18 до 20 лет. Для достижения поставленной цели и решения сформированных задач использовались следующие методы исследования:

1. Суппортметрия – объективный, апробированный метод исследования уровня пространственной координации движений рук. Данный метод базируется на использовании специализированной установки, посредством специальной микросхемы соединенной с компьютером, на котором установлено специально разработанное авторское программное обеспечение. Общий вид установки представлен на рисунке 1.

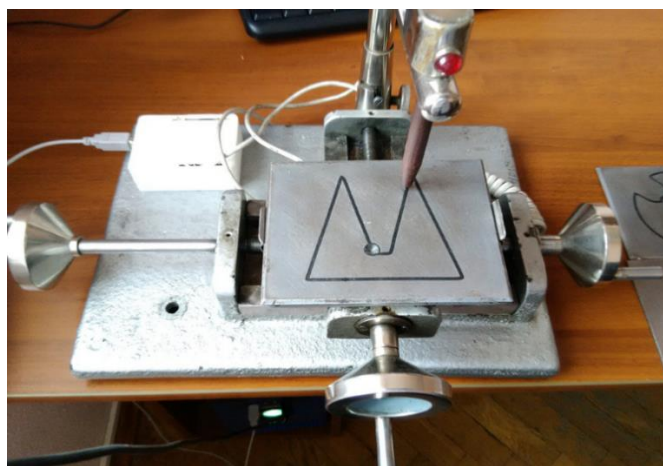


Рисунок 1 – Общий вид установки для исследования уровня бимануальной координации



Всего для испытуемых было подготовлено 6 заданий, порядок которых представлен на рисунке 2.

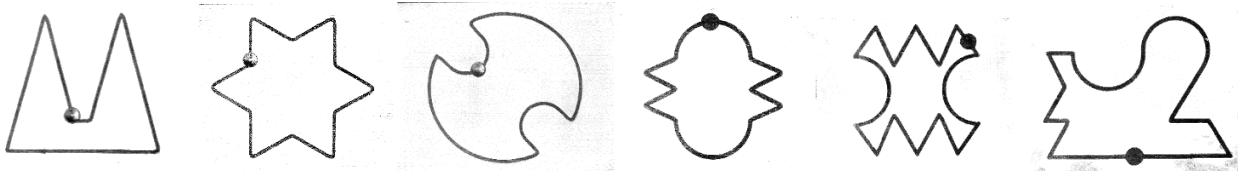


Рисунок 2 – Задания-треки для исследования бимануальной координации и порядок их представления

Регистрация характеристик и расчет показателей осуществлялись посредством программы «Суппорт 1.0» (номер регистрации 2017615661 27.03.2017), а также программой «Суппорт 2.0» (номер регистрации 2020613919 03.04.2020).

2. Регистрацию зрительных вызванных потенциалов на шахматный паттерн (ЗВПШП) проводили с помощью нейромиоанализатора НМА-4-01 «Нейромиан» (Таганрог, Россия) с соответствующим программным обеспечением в отведениях O1-FZ, O2-FZ чашечковыми хлорсеребряными электродами, которые были зафиксированы в соответствующих проекциях по международной системе «10-20%». Оценивались латентно-амплитудные характеристики ЗВПШП компонентов N75, P100, N145, P200, а также различия данных характеристик в зависимости от стороны стимуляции и применяемых отведений.

3. Тест Готшильда – тест включенных фигур, с помощью которого оценивается принадлежность к полюсу когнитивного стиля полезависимость-полenezависимость (ПЗ-ПНЗ). Данный тест используется для определения индивидуальных различий при детекции объектов. Регистрация характеристик и расчет показателя осуществляется с помощью авторской программы «Готшильд-1.0» (номер регистрации 2017615838 27.03.2017).

При статистической обработке результатов рассчитывали средние арифметические величины (M) рассматриваемых характеристик с их ошибками

(m). Достоверность различий средних арифметических вычислялся по общепринятой формуле и оценивался по таблице критериев Стьюдента для заданного порога вероятности (0,95; 0,99; 0,999). При выполнении корреляционного анализа рассчитывали коэффициенты прямолинейной корреляции ( $r$ ) с ошибкой (m), корреляционного отношения ( $\eta$ ) с ошибкой (m). Оценка степени криволинейности корреляционной зависимости производится при помощи критериев криволинейности ( $F\xi$ ). Для оценки значимости взаимосвязей коррелирующей характеристики, рассчитывали коэффициент суммарной многосторонней корреляции как  $\sum r + \eta$  без учета знака.

### Результаты исследования

Анализ полученных результатов показал, что достоверно различается в группе полнезависимых испытуемых показатель ВВК: во втором задании у женщин на 18,7% больше, чем у мужчин ( $p < 0,05$ ); а также при реализации этого же задания КО у женщин больше на 49,3% ( $p < 0,05$ ). При анализе расчетных характеристик бимануальной координации было выявлено, что у мужчин ИПК во втором и третьем заданиях: на 42,7% и на 24,59% ( $p < 0,05$ ) соответственно больше, чем у женщин.

При проведении сравнительного анализа в группе полнезависимых мужчин и женщин были выявлены следующие достоверно различные величины при реализации первого задания: ОВ у женщин на 15,15% ( $p < 0,05$ ) больше, как и ВНК на 19,02% ( $p < 0,01$ ) больше, чем у мужчин. При сравнении расчетных показателей первого задания получено, что СК у полнезависимых мужчин выше на 20,1% ( $p < 0,01$ ), в то время как СР ниже на 20,86% ( $p < 0,01$ ), чем у полнезависимых женщин. Характеристики второго задания в группах полнезависимых мужчин и женщин различаются следующим образом: ОВ на 19,2% ( $p < 0,01$ ) у мужчин меньше, чем у женщин. Основные расчетные показатели, такие как СК и ИПК, на 18,89% ( $p < 0,05$ ) и на 19% ( $p < 0,05$ ) соответственно выше у мужчин по сравнению с результатами выполнения данной пробы у полнезависимых женщин. При реализации третьего и пятого

заданий достоверно различных величин не выявлено. При выполнении четвертого задания выявлена аналогичная картина, как и при реализации второго: ОВ на 12,13% ( $p < 0,05$ ) меньше у мужчин, а СК на 12% ( $p < 0,05$ ) выше у мужчин, чем у женщин, ИПК, как и СК, на 12% ( $p < 0,05$ ) выше у мужчин.

Наибольшее количество достоверно отличных значений показателей выявлено при реализации шестого задания. При выполнении задания достоверно различаются следующие временные характеристики: ОВ на 20% ( $p < 0,01$ ), ВНК на 19,1% ( $p < 0,05$ ), ВВК на 48,3% ( $p < 0,001$ ) больше у полезависимых женщин, чем у мужчин. При сравнительной характеристике расчетных показателей данного задания СК и ИПК, как и в предыдущих заданиях, достоверно ниже у женщин на 14,55% ( $p < 0,05$ ) и на 15,83% ( $p < 0,05$ ) соответственно. При сравнительной характеристике в группах полезависимых и полнезависимых мужчин установлено, что достоверно различных показателей у мужчин при выполнении шести заданий не выявлено.

В группе женщин, относящихся к разным типам полярности, выявлены достоверно различные показатели в первом и шестом заданиях. В первом задании СР у полнезависимых женщин на 35,52% ( $p < 0,05$ ) ниже, чем у полезависимых женщин. При реализации шестого задания в данных группах испытуемых отличаются в основном временные характеристики: ОВ и ВНК на 16,16% ( $p < 0,05$ ) и на 16,72% ( $p < 0,05$ ) соответственно меньше в группе полнезависимых женщин. СК при реализации шестого задания достоверно выше также в группе полнезависимых женщин на 15,1% ( $p < 0,05$ ).

Выявленные половые различия характеристик бимануальной координации у полезависимых испытуемых подтверждают данные, полученные ранее. Уровень пространственной координации у мужчин выше, как и скорость реализации заданий. Отмечено, что у мужчин, независимо от вида полярности, уровень бимануальной координации не зависит от индивидуальных особенностей детекции сложных фигур. Это подтверждает сравнительный анализ данных в группах мужчин – как полезависимых, так и полнезависимых.

Достоверно значимых различий в этих группах не выявлено. У женщин, относящихся к полнезависимому типу, как и у мужчин, наибольшую сложность вызвало второе задание, с превалированием временных характеристик дефекта выполнения задания у женщин.

При сравнительном анализе средних величин в группе полезависимых и полнезависимых женщин основное значение имеет тип двигательного задания. Кроме того, можно сделать заключение о сложности представленных заданий. Первое задание является «запальным», пробным и характеризуется наименьшими показателями в каждой из групп. Несмотря на новые двигательные задания, предложенные испытуемым, самым сложным для реализации оказывается второе задание. Вероятной причиной является отсутствие возможности выработать стереотип прохождения данного трека, за счет постоянной смены направления движения маркера. Следующим по сложности оказывается шестое задание, что связано с большим количеством изгибов в фигуре и наличием большого числа включенных геометрических фигур (рис. 2). Это также подтверждают полученные показатели разнообразия признаков при сравнительной характеристике групп, принадлежащих к разным типам детекции сложных фигур. Наиболее простыми оказываются третье и четвертое задания. Это объясняется тем, что фигуры симметричны, что позволяет испытуемым выработать стереотип выполнения действий правой и левой рукой.

Проведен анализ межсистемных взаимоотношений показателя когнитивного стиля и характеристик пространственной координации (табл. 1).

У **полнезависимых мужчин** наблюдается рост числа корреляционных связей при выполнении задания от простой фигуры до самой сложной при пространственном восприятии. В сложных фигурах детекция зрительного образа целиком позволяет выполнять двигательные задания более быстро, но с большим числом ошибок и более медленной скоростью исправления ошибок. У **полезависимых мужчин** при реализации двигательных треков скорость

выполнения задания находится в обратной зависимости от показателя когнитивного стиля, что обеспечивает рассредоточенность внимания и концентрацию на мельчайших деталях объекта при отсутствии детекции целостности фигуры. Это способствует развитию большей скорости выполнения заданий.

Таблица 1 – Суммарная многосторонняя скоррелированность  $\sum r$  показателей бимануальной координации в группе мужчин и женщин в зависимости от показателя когнитивного стиля

Мужчины							
Полезависимые							
Показатель	ОВ	ВНК	ВВК	КО	СК	СР	ИПК
$\sum r$	16,28	15,09	7,54	7,03	16,07	0	16,18
Ранг	1	4	5	6	3	7	2
Полезависимые							
Показатель	ОВ	ВНК	ВВК	КО	СК	СР	ИПК
$\sum r$	17,58	17,7	6,01	5,38	15,89	4,35	17,62
Ранг	3	1	5	6	4	7	2
Женщины							
Полезависимые							
Показатель	ОВ	ВНК	ВВК	КО	СК	СР	ИПК
$\sum r$	15,5	13,52	9,64	7,67	16,89	2,85	20,38
Ранг	3	4	5	6	2	7	1
Полезависимые							
Показатель	ОВ	ВНК	ВВК	КО	СК	СР	ИПК
$\sum r$	20,67	17,18	14,46	11,89	17,66	3,3	21,39
Ранг	2	4	5	6	3	7	1

Примечание: ОВ – общее время, ВНК – время на контуре, ВВК – время вне контура, КО – количество ошибок, СК – скорость выполнения задания, СР – скорость реакции при исправлении ошибки, ИПК – интегральный показатель координации.

**У полезависимых женщин** наблюдается сонстройка перцептивного процесса и двигательного акта. Высокий уровень взаимосвязи с временными характеристиками свидетельствует о том, что фигура, воспринимаемая целиком, облегчает пространственное восприятие объекта и оказывает влияние на создаваемую программу движения. **У полезависимых женщин** в высокой зависимости находится от показателя ПЗ-ПНЗ скорость реализации трека в заданиях, причем, зависимость носит прямолинейный характер. Это

подтверждает, что полнезависимым женщинам требуется больше времени на выполнение пространственной задачи, что объясняется объемом кратковременной памяти и медленной переключаемостью внимания.

### Зрительное обеспечение бимануальной координации

Проанализированы межсистемные взаимосвязи временно-амплитудных характеристик компонентов ЗВПШП с показателями бимануальной координации шести двигательных заданий у лиц разных полярных стилей. Приведены отведения с наибольшим числом интермодальных взаимоотношений амплитудно-временных характеристик и показателей бимануальной координации при выполнении шести двигательных заданий.

1. Со стороны зрительного анализатора у **полнезависимых мужчин** в системе интермодальных взаимоотношений с показателями бимануальной координации в отведении О1-FZ при стимуляции правого глаза наиболее скоррелированной является латентность компонента N75, где наибольшее число двусторонних криволинейных связей данный компонент имеет с временными характеристиками пространственной координации при реализации первого, второго и четвертого заданий. Сумма всех интермодальных связей в рассмотренных системах составила: первое задание – 10,57, второе задание – 9,71, третье – 19,69, четвертое – 0,67, пятое – 4 и шестое – 12,68 (рис. 3).

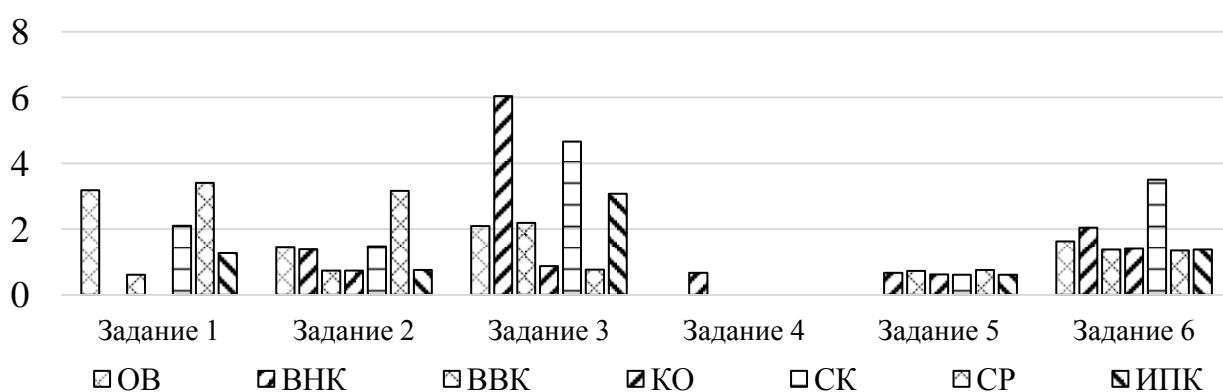


Рисунок 3 – Скоррелированность показателей бимануальной координации и латентностей ЗВПШП в отведении О1-FZ у полнезависимых мужчин при стимуляции справа

Эффективность распространения возбуждения в центральном отделе зрительной сенсорной системы у полнезависимых мужчин оказывает влияние на длительность выполнения двигательных проб скорости выполнения двигательных заданий, особенно для первых трех. Выявленные закономерности интер-модальных взаимоотношений свидетельствуют о зависимости скорости распространения возбуждения по быстропроводящим волокнам зрительного тракта в стриарную кору, специфические реле и ассоциативные зоны коры, что позволяет прогнозировать длительность выполнения задания, корректируя скорость выполнения заданий.

2. Проведен сравнительный анализ у полнезависимых мужчин межсистемных корреляционных взаимоотношений латентностей ЗВПШП, зарегистрированных в отведении О1-FZ у полнезависимых мужчин и характеристик пространственной координации наибольшим числом связей обладает латентность компонента Р100 в первом, третьем и пятом заданиях. При этом латентность имеет наибольшее число двусторонних криволинейных взаимосвязей с дефектами выполнения задания (ВВК, КО). Суммарная скоррелированность заданий составила: первого – 11,42, второго – 9,36, третьего – 6,8, четвертого – 12,57, пятого – 3,88, шестого – 10,14 (рис. 4).

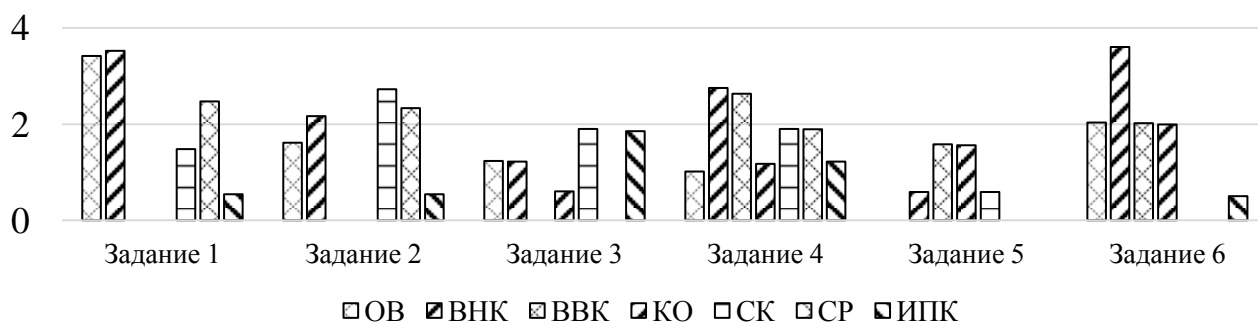


Рисунок 4 – Скоррелированность показателей бимануальной координации и латентностей ЗВПШП в отведении О1-FZ у полнезависимых мужчин при левосторонней стимуляции

Таким образом, у полнезависимых мужчин характерна плавная сонастройка зрительной и двигательной систем, что проявляется в виде множественных двусторонних криволинейных связей.

3. Анализируя межсистемную скоррелированность латентностей компонентов в отведении O1-FZ при стимуляции правого входа сенсорной системы у **полнезависимых женщин** с показателями бимануальной координации, установлено, что латентность компонента N145 имеет наибольшее число взаимосвязей с показателями бимануальной координации. При реализации заданий обнаружены двусторонние криволинейные связи латентности компонента N145 с показателями дефекта (ВВК, КО, СР) и ВНК. Сумма всех интермодальных связей с позиции бимануальной координации соответствует для первого – 13,98, второго – 9,82, третьего - 8,05, четвертого – 7,59, пятого – 8,34, шестого – 9,74 (рис. 5). При правосторонней стимуляции в системе латентностей ЗВПШП с показателями бимануальной координации обнаружено наибольшее число взаимосвязей, что свидетельствует о функциональной асимметрии при детекции движущегося объекта. Важно отметить, что число взаимосвязей снижается к пятому заданию, что может свидетельствовать о снижении зрительного контроля и, возможно, о развитии монотонии.

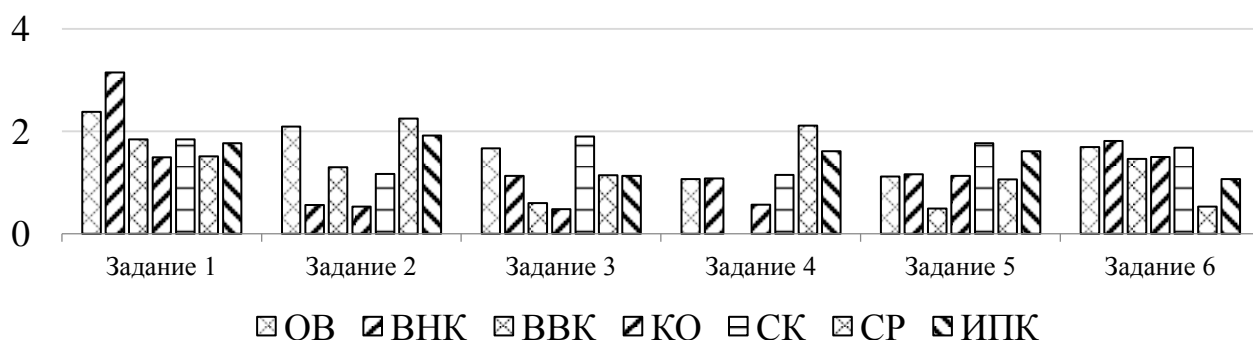


Рисунок 5 – Скоррелированность показателей бимануальной координации и латентности ЗВПШП в отведении O1-FZ у полнезависимых женщин при стимуляции справа

4. Наибольшее число интермодальных взаимосвязей в отведении O2-FZ при стимуляции левого входа сенсорной системы с характеристиками бимануальной координации установлено для латентности компонента P200 при



реализации первой, третьей, четвертой и шестой двигательных проб, где связи компонента в основном представлены криволинейным отношением. Сумма связей с позиции бимануальной координации первого задания составила -9,06, второго – 8,11, третьего – 12,28, четвертого – 10,38, пятого -6,86, шестого – 8,86 (рис. 6). Отмечено, что внимание зрительной сенсорной системы направлено на дефекты выполнения, при этом основная роль принадлежит распространению возбуждения в ассоциативные зоны коры, с вовлечением в процесс распространения возбуждения теменных отделов, что свидетельствует о научении.

5. Анализ межсистемных взаимоотношений амплитуд компонентов отведения O2-FZ при левосторонней стимуляции у **полнезависимых мужчин** выявил, что амплитуда компонента N75 наиболее скоррелирована при выполнении второго, третьего, четвертого и шестого заданий, уставлено высокое число прямолинейных связей. Суммарная скоррелированность заданий бимануальной координации выглядит следующим образом: первого задания – 8,26, второго задания – 8,02, третьего – 8,18, четвертого – 2,61, пятого – 17,27 и шестого – 13,76 (рис. 7).

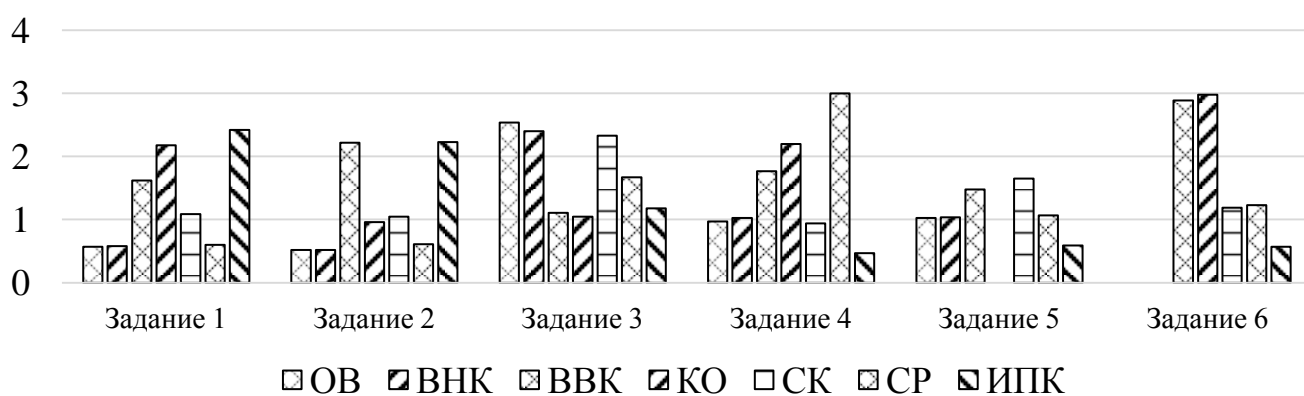


Рисунок 6 – Скоррелированность показателей бимануальной координации и латентностей ЗВПШП в отведении O2-FZ у полнезависимых женщин при стимуляции слева

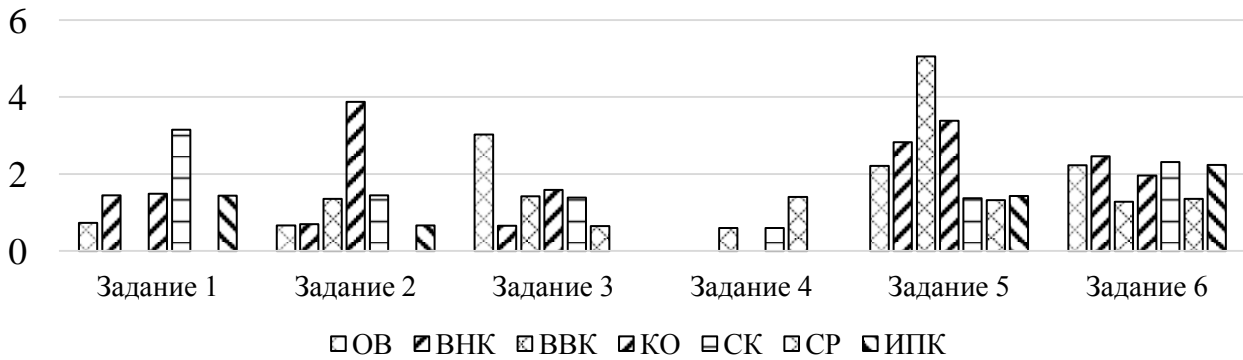


Рисунок 7 – Скоррелированность показателей бимануальной координации и амплитуд ЗВПШП в отведении O2-FZ у полнезависимых мужчин при стимуляции слева

6. При анализе амплитуд компонентов ЗВПШП, зарегистрированных при левосторонней стимуляции в отведении O1-FZ у **полезависимых мужчин** наибольшей суммарной многосторонней скоррелированностью с показателями бимануальной координации обладает амплитуда компонента P200 в отведении O1-FZ у полезависимых мужчин при левосторонней стимуляции при реализации первого, второго, пятого и шестого заданий, при этом криволинейно коррелирует с OB, ВВК, КО, СК и СР. Суммарная скоррелированность заданий составила: первого – 7,92, второго – 8,57, третьего – 8,25, четвертого – 10,98, пятого – 12,84, шестого – 6,69 (рис. 8). У полезависимых мужчин отмечена зависимость от вида стимулируемого входа зрительной сенсорной системы при выполнении шести двигательных проб. При левосторонней стимуляции ассоциативные области зрительной коры и теменные отделы находятся в зависимости от времени выполнения двигательных проб, что и приводит к формированию эффективной двигательной программы.

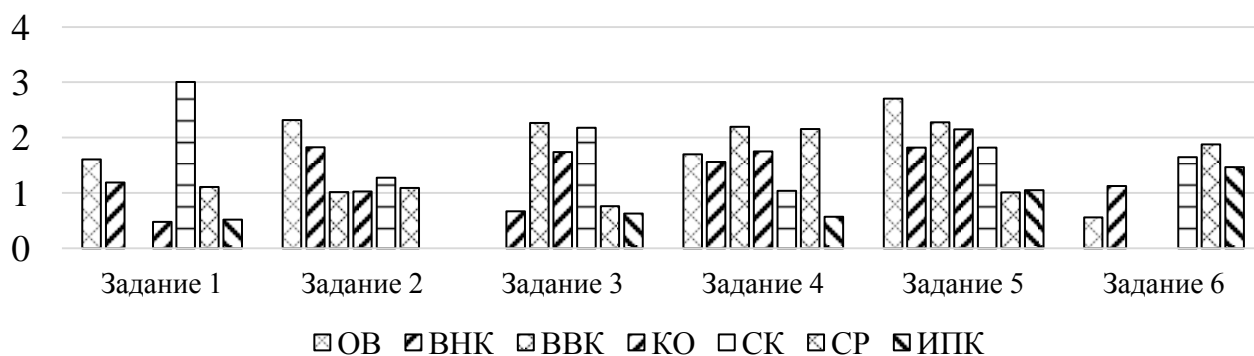


Рисунок 8 – Скоррелированность показателей бимануальной координации и амплитуд ЗВПШП в отведении O1-FZ у полезависимых мужчин при левосторонней стимуляции

7. Анализируя отведение O2-FZ у **полнезависимых женщин** при стимуляции слева, установлено, что кроме выполнения первого двигательного задания, во всех последующих пробах выше уровень скоррелированности для амплитуды компонента P200, криволинейно связанному практически со всеми показателями бимануальной координации. Скоррелированность показателей бимануальной координации с амплитудами ЗВПШП в отведении O2-FZ у полнезависимых женщин при стимуляции слева можно представить в виде ранжированного ряда: для первого – 9,95, второго – 4,63, третьего – 5,7, четвертого – 7,5, пятого – 9,21, шестого – 4,5 (рис. 9).

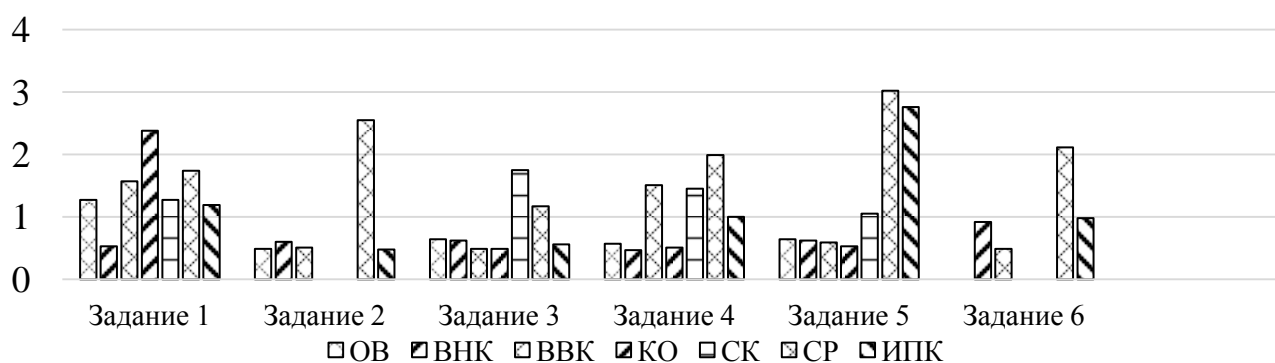


Рисунок 9 – Скоррелированность показателей бимануальной координации и амплитуд ЗВПШП в отведении O2-FZ у полнезависимых женщин при стимуляции слева

Отмечено, что корреляционные взаимосвязи свидетельствует о функциональной активности стриарной коры, ассоциативных зон коры.

8. В отведении О1-FZ при правосторонней стимуляции у **полезависимых женщин** выявлено, что наиболее скоррелированным показателем с характеристиками бимануальной координации является амплитуда компонента P200, которая криволинейно скоррелирована с показателями ОВ, ВНК, ВВК и СР, а с показателями КО и ИПК связь имеет вид двусторонней криволинейной. Сумма всех сенсорно-эффекторных связей в отведении составила: для первого задания – 4,11, второго – 8,33, третьего – 9,57, четвертого – 11,86, пятого – 9,26, шестого – 3,55 (рис. 10).

Наибольшее число связей для полезависимых женщин характерно для амплитуды компонента P200, отражающего высокий уровень функциональной активности ассоциативных зон и теменных отделов коры, что свидетельствует о формировании навыка за счет увеличения уровня функциональной активности теменных отделов коры, ответственных за память.

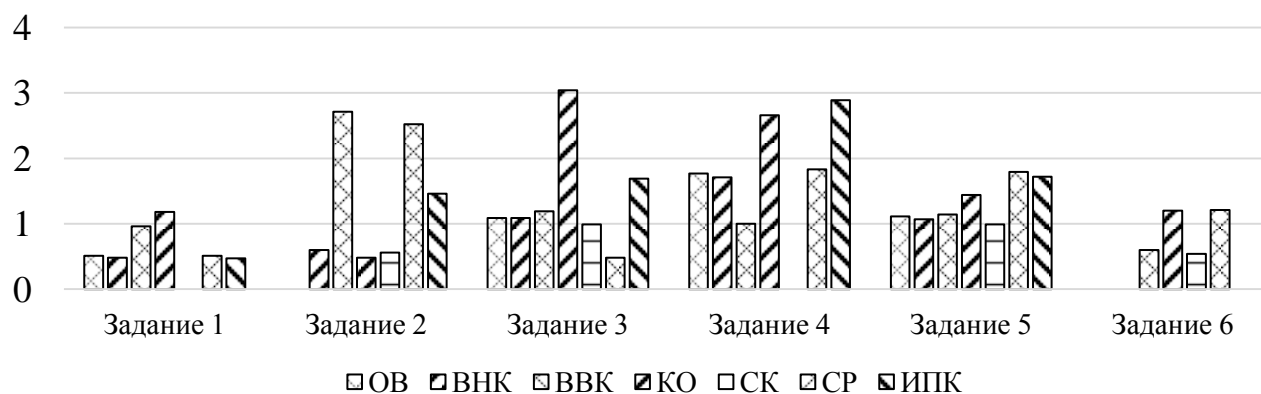


Рисунок 10 – Скоррелированность показателей бимануальной координации и амплитуд ЗВПШП в отведении О1-FZ у полезависимых женщин при стимуляции справа

## ВЫВОДЫ

1. Разработанный специализированный программный комплекс позволяет объективно определять уровень произвольной пространственной координации

движений рук на основе суппортметрии и диагностировать принадлежность к полюсу когнитивного стиля полезависимость-полenezависимость.

2. Высокий уровень бимануальной координации зависит от пространственной сложности выполняемого двигательного задания, принадлежности к полюсу полenezависимости когнитивного стиля и выше у мужчин за счет скорости реализации трека, по сравнению с женщинами, стратегия которых направлена на снижение количества ошибок.

3. Исходная настройка зрительной сенсорной системы определяется, в том числе, индивидуальными особенностями когнитивной сферы. Лица, относящиеся к полenezависимому типу, характеризуются более высоким уровнем функциональной активности центральных структур зрительного анализатора по сравнению с полезависимыми, что свидетельствует о целостном уровне детекции у первых и сосредоточении на мелких деталях у вторых.

4. У полenezависимых лиц сенсорно-эффektorные взаимоотношения характеризуют распространение зрительного возбуждения по широкому спектру структур специфической и неспецифической систем. У полезависимых людей возбуждение распространяется преимущественно по специфическим путям в соответствующие зоны стриарной коры.

5. Мужчины полenezависимого типа характеризуются преимущественно прогностической стратегией эффективной реализации бимануальных движений, а женщины реагируют по факту сбоя. У полезависимых лиц выражены процессы научения, связанные с особенностями функциональной активности структур зрительной сенсорной системы и распространением возбуждения по стриарной и ассоциативной областям, что и определяет их устойчивость к монотонии.

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

1. Взаимоотношения характеристик компонента P100 зрительных вызванных потенциалов на шахматный паттерн с показателями когнитивного

стиля полезависимость-полenezависимость / Н.И. Соколова, П.В. Ткаченко. – Текст (визуальный) : непосредственный // Молодежная наука и современность: материалы 80-й Всероссийской научной конференции студентов и молодых с международным участием, посвященной 80-летию КГМУ (15-16 апреля 2015г.) – Курск: Изд-во КГМУ, 2014. – сборник в 3 частях. Часть 1 – С.12

2. Особенности выполнения бимануальной двигательных проб при одновременном решении когнитивной задачи/ Е.В. Петрова, Ю.А. Васютина, Н.И. Соколова, П.В. Ткаченко. – Текст (визуальный) : непосредственный // Университетская наука: взгляд в будущее: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 81-летию Курского государственного медицинского факультета и 50-летию фармацевтического факультета (4-5 февраля 2016 года)/ Под ред. В.А. Лазаренко, П.В. Ткаченко, П.В. Калущкого, О.О. Куриловой. В 3-х томах – Том I. – Курск: ГБОУ ВПО КГМУ Минздрава России, 2016. – С. 36-38

**3. Соколова, Н.И. Особенности уровней двигательной активности и корреляционных взаимоотношений характеристик бимануальной координации у лиц с разными типами когнитивного стиля полезависимость-полenezависимость / Н.И. Соколова, П.В. Ткаченко, Е.В. Петрова. – Текст (визуальный) : непосредственный // Курский научно – практический вестник «Человек и его здоровье». – 2017. – №1. – С. 107-114**

4. Соколова, Н.И. Особенности внутрисистемных взаимосвязей характеристик бимануальной координации в зависимости от сложности выполнения задания в группах разных полярных типов/ Н.И. Соколова, П.В. Ткаченко, Е.В. Петрова. – Текст (визуальный) : непосредственный // Павловские чтения: Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедр фармакологии и патофизиологии КГМУ. Под редакцией П.В. Ткаченко. – 2017. – С. 46-49

5. Соколова, Н.И. Роль компонента P100 в восприятии зрительной информации в зависимости от индивидуальных психофизиологических

особенностей/ Н.И. Соколова, П.В. Ткаченко, Е.В. Петрова // Инновации в медицине: Сборник материалов восьмой международной дистанционной научной конференции, посвященной 82-летию Курского государственного медицинского университета. Под редакцией В.А. Лазаренко, П.В. Ткаченко. – 2017. – С. 126-130.

6. Петрова, Е.В. Особенности взаимоотношений характеристик произвольных целенаправленных бимануальных движений и когнитивных функций у испытуемых/ Е.В. Петрова, Н.И. Соколова, П.В. Ткаченко. – Текст (визуальный) : непосредственный // Павловские чтения: Сборник научных трудов всероссийской научно-практической конференции. Курский государственный медицинский университет. – 2018. – С. 39-42.

7. Соколова, Н.И. Проявление состояния монотонии при выполнении произвольных целенаправленных бимануальных движений/ Н.И. Соколова, П.В. Ткаченко. – Текст (визуальный) : непосредственный // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2020. – № 4 (76). – С. 146-151.

8. Features of information dissemination in the visual sensory system depending on the processes of visual perception / E. A. Kravtsova, N. I. Belousova, P. V. Tkachenko [et al.] . – Text : visual // European Journal of Molecular and Clinical Medicine. – 2020. – Vol. 7, No 2. – P. 3411-3416.

9. Белоусова, Н.И. Особенности распространения информации в зрительной сенсорной системе в зависимости от процессов зрительного восприятия / Н.И. Белоусова, П.В. Ткаченко. – Текст (визуальный) : непосредственный // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2021. – № 1. – С. 21-27.

10. Белоусова, Н. И. Закономерности межсистемных корреляционных взаимоотношений характеристик ЗВПШП и показателей бимануальной координации / Н. И. Белоусова. – Текст (визуальный) : непосредственный // Региональный вестник. – 2021. – № 3(59). – С. 17-19.

Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ:

1. Свидетельство 2017615661 Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ. Информационная система для обработки результатов эксперимента «Суппорт 1.0» / В.В. Шванов, П.В. Ткаченко, Е.В. Петрова и др.; правообладатель ФГБОУ ВО КГМУ (RU). - №2017615661; заявл.27.03.2017; опубл.19.05.2017, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.

2. Свидетельство 2017615838 Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ. Информационная система сбора и обработки результатов эксперимента на выявление полнезависимости-полезависимости «Тест Готшильда 1.0» / В.В. Шванов, П.В. Ткаченко, Н.И. Соколова, С.В. Криволапов; правообладатель ФГБОУ ВО КГМУ (RU). - №2017615838; заявл.27.03.2017; опубл.25.05.2017, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.

3. Свидетельство 2020615226 Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ. Информационная система для обработки результатов эксперимента «Суппорт 2.0» / П.В. Ткаченко, Н.И. Соколова, Е.В. Петрова, С.В. Криволапов; правообладатель ФГБОУ ВО КГМУ (RU). - №2020615226; заявл.03.04.2020; опубл.19.05.2020, Реестр программ для ЭВМ. – 910 Мб.