

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Рязанский государственный медицинский университет
имени академика И.П. Павлова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России)

На правах рукописи

КУЛАГИН Павел Андреевич

**Взаимосвязь показателей реоэнцефалографии,
ритмокардиографии, индивидуальных особенностей ЦНС и мотивации
у испытуемых разного пола при выполнении когнитивной деятельности
с неодинаковой результативностью**

1.5.5. Физиология человека и животных

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
заслуженный деятель науки РФ,
доктор медицинских наук, профессор
ЛАПКИН Михаил Михайлович

Рязань – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	14
1.1. Теория функциональных систем П.К. Анохина как методологическая основа изучения результативности целенаправленной когнитивной деятельности человека.....	14
1.2. Физиологическая стоимость целенаправленного поведения как важная характеристика целенаправленной деятельности человека. Показатели математического анализа ритма сердца – информативная характеристика физиологической стоимости достижения приспособительных результатов	16
1.3. Гемодинамика головного мозга как фактор результативности целенаправленной когнитивной деятельности	18
1.3.1. Механизмы поддержания оптимального церебрального кровотока для удовлетворения метаболических потребностей тканей головного мозга.....	19
1.3.2. Особенности церебральной гемодинамики во время целенаправленной когнитивной деятельности	22
1.4. Реоэнцефалография как метод оценки гемодинамического обеспечения головного мозга.....	24
1.4.1. Критика и обоснование реоэнцефалографии как метода оценки мозговой гемодинамики	25
1.4.2. Особенности методики проведения реоэнцефалографических исследований	27
1.4.3. Сравнение реоэнцефалографии с другими методами оценки мозгового кровообращения	29
1.5. Личностные психодинамические характеристики как факторы результативности целенаправленной когнитивной деятельности человека	31

1.6. Роль функциональной латеральной организации в формировании неодинаковой результативности целенаправленной когнитивной деятельности	33
1.7. Мотивационный фактор в формировании неодинаковой результативности целенаправленной когнитивной деятельности человека	34
1.8. Прогнозирование результативности целенаправленной когнитивной деятельности человека	35
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	37
2.1. Организация исследования	37
2.2. Методы исследования.....	40
2.2.1. Оценка показателей асимметрии и определение профиля функциональной латерализации.....	40
2.2.2. Оценка индивидуальных психодинамических свойств испытуемых	43
2.2.3. Оценка уровня мотивации испытуемых	45
2.2.4. Моделирование целенаправленной когнитивной деятельности.....	46
2.2.5. Исследование регионарного мозгового кровообращения	47
2.2.6. Запись кардиоритмограммы и оценка вариабельности сердечного ритма	49
2.2.7. Оценка индивидуальных психофизиологических характеристик испытуемых	50
2.2.8. Статистическая обработка данных.....	52
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	55
3.1. Характеристика результативности целенаправленной когнитивной деятельности испытуемых	55
3.2. Характеристика реоэнцефалографических показателей испытуемых с различной результативностью целенаправленной когнитивной деятельности ..	58
3.3. Характеристика показателей ритмокардиографии у испытуемых с различной результативностью целенаправленной когнитивной деятельности ..	74

3.4. Характеристика индивидуальных свойств центральной нервной системы испытуемых разного пола	79
3.4.1. Характеристика функциональной латерализации испытуемых с различной результативностью целенаправленной когнитивной деятельности	79
3.4.2. Характеристика индивидуальных психодинамических особенностей испытуемых с различной результативностью целенаправленной когнитивной деятельности	83
3.5. Характеристика мотивационной структуры поведения испытуемых разного пола	86
3.6. Прогнозирование результативности целенаправленной когнитивной деятельности испытуемых при помощи многофакторного регрессионного анализа.....	88
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	117
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	127
ВЫВОДЫ	128
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	131
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	132
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	134

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

За последние десятилетия исследование причин неодинаковой результативности целенаправленной деятельности человека вызывает у многих специалистов большой интерес [22, 31, 34, 35, 36 43]. В связи со значительным возрастанием объема информации, необходимой человеку для его быденной и профессиональной деятельности, и стремительным научно-техническим прогрессом, происходит увеличение интенсивности когнитивной деятельности человека в различных областях.

Не вызывает сомнений, что целенаправленная когнитивная деятельность человека напрямую связана с функционированием клеток коры больших полушарий головного мозга, для оптимальной работы которых требуется постоянное, бесперебойное и адекватное кровоснабжение [98, 104, 106, 135, 155]. Одним из методов оценки мозгового кровообращения является реоэнцефалография – простой, неинвазивный, динамический и относительно недорогой метод оценки церебрального кровотока, основанный на записи колебаний электрического импеданса тканей головного мозга, при прохождении через них низкоамплитудного высокочастотного электрического тока [86, 92, 109, 110, 141].

Хорошо известно, что организация целенаправленного поведения человека во многом обуславливается его индивидуальными психофизиологическими характеристиками [54, 64, 67, 81, 89, 90]. Такие индивидуальные свойства, как личностная тревожность, устойчивость к стрессу, мотивация, безусловно, определяют то, как человек будет справляться с той или иной задачей [31, 39, 40, 79]. Большое значение в последнее время придается показателям латерализации физиологических функций [42, 88]

Особую роль в физиологическом обеспечении когнитивной деятельности играют неспецифические адаптационные механизмы, состояние которых можно

оценить, используя различные методы математического анализа ритма сердца [9, 10, 11].

Вместе с тем, известно, что результат целенаправленной деятельности во многом зависит не столько от отдельных индивидуальных характеристик человека, сколько от оптимальной их системной организации для достижение нужного результата [4, 6, 74, 76, 77, 78].

Исследования системной организации когнитивной целенаправленной деятельности человека на сегодняшний день является важной научной задачей [35, 43, 76, 77].

Степень разработанности темы

В последние годы проблеме формирования неодинаковой результативности целенаправленной деятельности человека в различных поведенческих моделях уделяли внимание следующие исследователи: Т.Д. Джебраилова (2005, 2017, 2021), Р.А. Зорин (2017), А.В. Клименко (2019), М.А. Меркулова (2019), Е.В. Бирюкова (2020), Я.А. Венерина (2021) и др.

Их работы в значительной мере способствовали изучению роли индивидуальных свойств ЦНС, параметров вариабельности сердечного ритма, показателей «физиологической стоимости» и наличия обратной афферентации в формировании неодинаковой результативности целенаправленной деятельности.

Однако в трудах этих ученых не рассматриваются особенности гемодинамического обеспечения головного мозга и не в полной мере отражается роль мотивационной структуры поведения, а также функциональной латерализации полушарий головного мозга в формировании неодинаковой результативности целенаправленной когнитивной деятельности человека.

Цель исследования

Определить характер взаимосвязей между реоэнцефалографическими показателями, показателями ритмокардиографии, индивидуальными особенностями ЦНС и мотивацией у испытуемых разного пола при выполнении целенаправленной когнитивной деятельности с неодинаковой результативностью.

Задачи исследования

1) Исследовать статистические характеристики целенаправленной деятельности испытуемых, отличающихся по половому признаку, при решении когнитивных задач.

2) Исследовать показатели мозговой гемодинамики по данным реоэнцефалографии у испытуемых, отличающихся по половому признаку, при решении когнитивных задач с различной результативностью.

3) Исследовать показатели вариабельности сердечного ритма по данным ритмокардиографии у испытуемых, отличающихся по половому признаку, при решении когнитивных задач с различной результативностью.

4) Провести оценку индивидуальных особенностей ЦНС и особенностей мотивационной структуры поведения испытуемых, отличающихся по половому признаку, решающих когнитивные задачи с различной результативностью.

5) Выявить характер взаимосвязей между показателями мозговой гемодинамики, вариабельности сердечного ритма, индивидуальными особенностями ЦНС и мотивационной структуры поведения у испытуемых, отличающихся по половому признаку и различной результативностью когнитивной деятельности.

6) Применить методы кластерного анализа и регрессионного анализа для решения вопросов классификации испытуемых и формирования прогноза результативности их когнитивной деятельности.

Научная новизна исследования

Выявлены особенности гемодинамического обеспечения головного мозга в качестве фактора неодинаковой результативности целенаправленной когнитивной деятельности испытуемых различного пола, а также для оценки функциональной динамической латерализации. Получены новые данные о взаимосвязях реоэнцефалографических показателей с показателями результативности целенаправленной когнитивной деятельности испытуемых разного пола.

Выявлены различия в структуре корреляционных взаимосвязей психодинамических характеристик и показателей мотивации в формировании неодинаковой результативности целенаправленной когнитивной деятельности у испытуемых, отличающихся по половому признаку, что позволило утверждать о различиях в системной организации их целенаправленной деятельности.

Применение кластерного анализа позволило классифицировать испытуемых в группах, отличающихся по половому признаку, на два однородных кластера – низко и высоко результативных – на основе статистических показателей результативности выполнения теста «Таблицы Шульте-Горбова». С помощью многофакторного регрессионного анализа выявлены наиболее значимые реоэнцефалографические, ритмокардио-графические, психодинамические и мотивационные показатели, отражающие участие различных физиологических и психофизиологических механизмов в формировании неодинаковой результативности целенаправленной когнитивной деятельности испытуемых разного пола.

Теоретическая значимость исследования

В основе данной диссертационной работы лежат теоретические подходы и методические принципы отечественной и зарубежной физиологии человека и животных. Полученные в ходе работы данные расширяют сведения об участии мозговой гемодинамики, вариабельности сердечного ритма, индивидуальных

особенностей ЦНС и мотивации в обеспечении целенаправленной когнитивной деятельности, осуществляемой с различной результативностью лицами разного пола.

Углублены знания об особенностях гемодинамического обеспечения головного мозга во время выполнения когнитивных задач. Получены представления о внутрисистемных взаимоотношениях физиологических и психофизиологических показателей молодых людей разного пола в ходе реализации целенаправленной когнитивной деятельности.

Выявлены наиболее значимые реоэнцефалографические, ритмокардиографические, психодинамические и мотивационные показатели, оказывающие влияние на результативность целенаправленной когнитивной деятельности, что, при дальнейшем их изучении, может служить основой для разработки методов оптимизации умственной деятельности обучающихся и работников, персонализации образовательного процесса, а также создания экспертных систем прогнозирования результативности деятельности лиц, занятых интеллектуальным трудом.

Практическая значимость исследования

Данные, полученные в ходе диссертационной работы, могут быть использованы в дальнейших физиологических и психофизиологических исследованиях, в образовательных целях в курсе преподавания физиологии, психофизиологии и психологии, а также для разработки экспертной системы для прогнозирования результативности когнитивной деятельности человека.

Объект исследования

В исследовании добровольно приняли участие 120 практически здоровых испытуемых обоего пола в возрасте 18-25 лет. В окончательную выборку были включены 112 испытуемых обоего пола в возрасте 18-25 ($19,73 \pm 1,38$) лет, в т.ч.

испытуемых мужского пола – 71 ($19,76 \pm 1,58$ лет), женского пола – 41 ($19,68 \pm 1,06$ лет).

Методология и методы исследования

Данное исследование было проведено на основе методологии системного подхода в изучении физиологических функций. В основу легли положения теории функциональных систем, разработанной академиком П.К. Анохиным и развитый его последователями [4, 6, 74, 76].

В исследовании применялись следующие методы:

- реоэнцефалография;
- ритмокардиография;
- модель целенаправленной когнитивной деятельности – двухцветный тест «Таблицы Шульте-Горбова»;
- психодиагностическое тестирование и оценка мотивационной структуры личности: ОСТ В.М. Русалова, шкала проявлений личностной тревожности J. Teylor (TMAS) (в адаптации Т.А. Немчина), шкала тревожности С. Spielberger (STAI) (в адаптации Ю.Л. Ханина), личностный опросник Н.Ж. Eysenck (EPI) (в адаптации А.Г. Шмелева), тест D. Jenkins (JAS) (в адаптации Л.И. Вассермана, Н.В. Гуменюка), опросники Т.Ehlers (личностная диспозиция на достижение результата, в адаптации М.А. Котика), опросник А.А. Реана (МУН, личностная диспозиция на достижение результата), опросник В.К. Гербачевского (ситуационный многофакторный метод оценки мотивации);
- методики для оценки индивидуальных особенностей ЦНС (в т.ч. для определения моторной и сенсорной латерализации): опросник М. Annett, стандартные тесты (моторные пробы, зрительные пробы), динамометрия, теплинг-тест, дихотическое прослушивание, оценка внимания, помехоустойчивость, простая зрительно-моторная реакция, критическая частота слияния световых мельканий;

– математико-статистические методы, в т.ч. корреляционный, кластерный анализ и регрессионный анализ.

Положения, выносимые на защиту

1) Испытуемые, осуществляющие целенаправленную когнитивную деятельность с различной результативностью, отличаются по характеру корреляционных взаимосвязей показателей реоэнцефалографии, variability сердечного ритма, индивидуальных свойств ЦНС и мотивационных характеристик с параметрами результативности когнитивной деятельности, что может отражать различную системную организацию физиологических функций при ее выполнении.

2) Выявленные с помощью многофакторного регрессионного анализа наиболее значимые реоэнцефалографические, ритмокардиографические, психодинамические и мотивационные показатели оказывают существенное влияние на показатели результативности когнитивной деятельности, моделируемой с помощью теста «Таблицы Шульте-Горбова». Использование данных показателей позволяет осуществлять надежный прогноз результативности целенаправленной когнитивной деятельности у испытуемых разного пола.

Степень достоверности результатов исследования

Достоверность полученных результатов и выводов заключается в применении валидных методов регистрации и обработки физиологических данных, использовании современного, лицензированного и поверенного оборудования, объемом и репрезентативностью выборок испытуемых, а также в применении корректных и современных методов статистической обработки полученных данных. Статистический анализ проведен с использованием

современных и лицензированных статистических программ: STATISTICA 12 и GraphPad Prism 9.5.1.

Апробация результатов исследования

Основные материалы исследования были представлены на III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Агаджаньяновские чтения» (Москва, 2020); VI Всероссийской научной конференции молодых специалистов, аспирантов, ординаторов «Инновационные технологии в медицине: взгляд молодого специалиста» (Рязань, 2020); Ежегодной научной конференции Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова, посвящённой 70-летию основания вуза на Рязанской земле (Рязань, 2020); Ежегодной научной конференции Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова, Году науки и технологий в Российской Федерации (Рязань, 2021); XLVI Итоговой научной сессии ФГБНУ «НИИНФ имени П.К. Анохина» (Москва, 2022); Конференции молодых ученых и студентов, посвященной 100-летию МГМСУ им. А.И. Евдокимова «Физиология и физика в современной медицине» (Москва, 2022); IV Междисциплинарной конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения академика К.В. Судакова (Москва, 2022); конференции с международным участием «Медицинская физика, физиология и смежные дисциплины в академической и вузовской науке», посвященной 100-летию со дня образования МГМСУ им. А.И. Евдокимова (Москва, 2022); Международной научной конференции «Фундаментальные и прикладные науки – медицине» (Республика Беларусь, Минск, 2022), межкафедральной научной конференции кафедр нормальной физиологии с курсом психофизиологии, патофизиологии, неврологии и нейрохирургии, физического воспитания и здоровья, общей гигиены Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова (Рязань, 23.06.2023).

Публикации

По материалам диссертации опубликовано 12 печатных работ, полно отражающих основные положения диссертационной работы, в том числе 4 статьи в журналах перечня ВАК при Минобрнауки России, 2 из которых индексируются в международной цитатно-аналитической базе данных Scopus, получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 161 странице и состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Библиографический указатель содержит 206 источников, в том числе 92 отечественных и 114 иностранных. Текст диссертации иллюстрирован 52 таблицами и 17 рисунками.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Теория функциональных систем П.К. Анохина как методологическая основа изучения результативности целенаправленной когнитивной деятельности человека

Результативность – ключевой параметр оценки целенаправленной деятельности человека. В соответствии с принципами теории функциональных систем П.К. Анохина, результативность целенаправленной деятельности обеспечивается за счёт взаимодействия различных физиологических механизмов. Согласно данной теории, в основе целенаправленного поведения лежит определенным образом сформированная функциональная система.

Функциональные системы, по П. К. Анохину, самоорганизующиеся и саморегулирующиеся динамические центрально-периферические организации, объединенные нервными и гуморальными регуляциями, все составные компоненты которых взаимодействуют обеспечению различных полезных для самих функциональных систем и для организма в целом адаптивных результатов, удовлетворяющих его различные потребности. При этом полезный адаптивный (приспособительный) результат является системообразующим фактором, а оценка параметров достигнутых результатов непрерывно осуществляется благодаря обратной афферентации [4, 5, 6, 74, 76, 77, 78].

Первым этапом целенаправленного поведенческого акта является афферентный синтез, основой которого является мотивация, сформированная под влиянием первичных изменений во внутренней среде организма с последующей активацией подкорковых и корковых структур. Взаимодействие мотивационного возбуждения с аппаратом памяти, а также влияние обстановочных и пусковых раздражителей приводит к формированию цели и генерации вариантов её достижения. Вслед за этим наступает стадия принятия решения во время которой определяется оптимальный вариант достижения цели. Следующим этапом является эфферентный синтез, включающий в себя программу действия и

акцептор результата действия, в котором формируется идеальная модель ожидаемого результата. Благодаря обратной афферентации происходит сличение параметров промежуточных результатов и конечного достигнутого реального результата с ожидаемым идеальным результатом. В случае достижения согласования параметров реального результата с параметрами ожидаемого, возникает положительная эмоция, связанная с удовлетворением потребности. В случае рассогласования может наблюдаться два варианта эмоциональной реакции – положительная, в случае достижения результата, превосходящего параметры ожидаемого, и отрицательная, если результат не достиг ожидаемых параметров [4, 6, 73, 75].

Достижение полезных приспособительных результатов осуществляется благодаря взаимосвязи различных системных механизмов. Исходя из этого, результативность целенаправленной деятельности человека рассматривается как явление, зависящее от множества факторов [74, 76, 78].

Результативность целенаправленной деятельности человека является объектом исследования большого количества фундаментальных и прикладных научных направлений: физиологии, нейрофизиологии, физиологии спорта, психофизиологии, физиологии труда и ряда других.

На протяжении многих лет исследований целенаправленной деятельности особое внимание уделяют изучению когнитивной деятельности человека и факторов, влияющих на её результативность [3, 15, 34, 36, 38, 43, 47, 48, 103, 117, 118, 124, 133, 138, 143, 148, 159, 162, 166, 176, 178, 190, 205, 206].

Однако, несмотря на большое количество исследований по данному направлению, в доступной научной литературе содержится недостаточно данных о физиологических механизмах, оказывающих влияние на результативность целенаправленной когнитивной деятельности. Вероятно, данный аспект связан с тем, что физиологическая (в т.ч., нейрофизиологическая) структура любого поведенческого акта достаточно сложна и многогранна, и её изучение возможно проводить в определенных условиях специального моделирования. В то же время, необходимо иметь в виду, что различные модели целенаправленной когнитивной

деятельности обладают разными характеристиками и факторами, которые, в свою очередь, будут вносить свой вклад в организацию поведения.

Несмотря на широкое применение системного подхода для изучения целенаправленного поведения человека, системные механизмы организации физиологических функций при поведении, осуществляемом с различной результативностью, по-прежнему остаются не в полной мере изученными.

1.2. Физиологическая стоимость целенаправленного поведения как важная характеристика целенаправленной деятельности человека. Показатели математического анализа ритма сердца – информативная характеристика физиологической стоимости достижения приспособительных результатов

Важным критерием деятельности любой системной организации является физиологическая стоимость достижения результата [46]. Меделяновский А.Н. в своих работах сформулировал представления об эффективности деятельности функциональных систем: чем выше физиологическая стоимость единицы результата, тем ниже эффективность деятельности. В основе эффективности деятельности лежат два взаимосвязанных структурно-функциональных компонента: специфические механизмы деятельности и физиологические механизмы, обеспечивающие функционирование специфических. Однако на сегодняшний день нет единого подхода для оценки эффективности и физиологической стоимости деятельности.

Одним из наиболее распространенных методов оценки физиологической стоимости является математический анализ ритма сердца (МАРС). Целесообразность использования данного метода была обоснована Р.М. Баевским на основе постулата о том, что в организме можно выделить ряд наиболее жизненно важных физиологических систем, состояние и активность которых может служить индикатором функционального состояния всего организма [9, 10, 11, 24]. При помощи МАРС возможно оценить общую активность регуляторных механизмов, активность симпатического и парасимпатического отдела

автономной нервной системы, их соотношение, а также нейрогуморальную регуляцию деятельности сердца [9, 11].

В рамках математического анализа ритма сердца используются статистические и спектральные методы. С помощью статистических методов возможно количественно оценить зарегистрированную совокупность R-R интервалов. К числу статистических параметров относятся стандартное отклонение (SDNN) – индикатор общего влияния вегетативной регуляции на кровообращение, среднеквадратичное значение последовательных различий (RMSSD), а также коэффициент вариации (CV) – нормализованная оценка среднеквадратичного отклонения [11].

Спектральные методы дают возможность оценить частотные составляющие сердечного ритма. В рамках такого анализа, обычно выделяют три основных спектральных диапазона: высокочастотный диапазон (HF - high frequency) от 0,4 до 0,15 Гц, низкочастотный диапазон (LF - low frequency) от 0,15 до 0,04 Гц, а также очень низкочастотный компонент (VLF - very low frequency) от 0,04 до 0,003 Гц. В спектральном анализе вычисляют общую мощность во всех диапазонах (TP – total power), а также относительные значения мощности в каждом диапазоне от общей мощности в процентах. Кроме того, в спектральном анализе вычисляют и оценивают отношение средних значений низкочастотного и высокочастотного компонентов (LF/HF) [10].

Высокочастотный компонент (HF) сердечного ритма чаще всего рассматривается как индикатор парасимпатического (*n. vagus*) влияния. Низкочастотный компонент (LF) сердечного ритма обычно связывают с активностью сосудодвигательного центра в продолговатом мозге, что интерпретируется как показатель влияния симпатического отдела автономной нервной системы. Однако, новые исследования показывают, что LF может отражать, не только симпатические, но и парасимпатические влияния на сердце [93, 203].

Установлено, что высокая результативность целенаправленной деятельности связана с мобилизацией функциональных резервов организма,

активацией надсегментарных эрготропных и трофотропных механизмов [35], а также с повышением активности ассоциативных корково-подкорковых и стресс-реализующих структур. Известно также, что на результативность деятельности оказывают влияния индивидуально-типологические свойства нервной системы, мотивация и обратная афферентация [43, 47, 48, 49].

Литературные данные свидетельствуют о том, что актуальной задачей является изучение эффективности целенаправленной деятельности, а также факторов, определяющих ее вариативность.

1.3. Гемодинамика головного мозга как фактор результативности целенаправленной когнитивной деятельности

Не вызывает сомнений, что целенаправленная когнитивная деятельность человека напрямую связана с функционированием клеток коры больших полушарий головного мозга. Процессы, лежащие в основе деятельности нервной системы, такие как поддержание ионных градиентов, постсинаптические потенциалы, потенциалы действия, захват и рециркуляция нейромедиаторов, являются основными процессами, влияющими на энергетические затраты мозга [98, 104, 106, 135]. Порядка 20% кислорода и 25% глюкозы, потребляемых организмом человека, расходуются на функционирование центральной нервной системы, при условии, что головной мозг занимает лишь 2% от общей массы тела [106, 114, 135, 155, 189]. Однако при столь высоком уровне метаболизма головной мозг практически не имеет запаса энергетических субстратов [44, 59]. Исходя из этого, мозгу требуется постоянное, бесперебойное и адекватное кровоснабжение для удовлетворения его энергетических потребностей [155].

1.3.1. Механизмы поддержания оптимального церебрального кровотока для удовлетворения метаболических потребностей тканей головного мозга

Мозг обладает двумя сложными механизмами, которые удовлетворяют его непрерывные метаболические потребности: церебральной ауторегуляцией (ЦА), обеспечивающей постоянство мозгового кровотока (МК) (45-55 мл/100 г/мин) в условиях изменяющегося в широком диапазоне артериального давления (60-180 мм.рт.ст.), и функциональной гиперемией (ФГ), обеспечивающей быструю доставку кислорода и глюкозы к активным в определенный момент времени нейронам [96, 107, 140].

На сегодняшний день рассматривают четыре регуляторных контура, лежащих в основе церебральной ауторегуляции и функциональной гиперемии: миогенный, метаболический, эндотелиальный и нейрогенный [37, 102, 105, 146, 160]. Церебральная ауторегуляция осуществляется преимущественно за счет миогенного механизма, в то время как остальные вышеперечисленные механизмы участвуют в основном в развитии функциональной гиперемии. Данные регуляторные контуры находятся в сложных взаимоотношениях между собой и доминантным является тот или иной контур в зависимости от условий и текущего состояния организма.

Миогенный регуляторный контур. Классические представления о миогенном механизме ауторегуляции основаны на эффекте Остроумова-Бейлисса (А.А. Остроумов, 1876; W.M. Bayliss, 1902) – реакция со стороны гладкомышечного слоя сосудов в виде увеличения тонуса при повышении АД и в виде уменьшения тонуса при снижении АД [105, 146]. В соответствии с современными представлениями, миогенный механизм ауторегуляции основан не только на чувствительности к изменению давления, но и на чувствительности к изменению потока крови [99, 146, 157, 197]. Выделяют несколько вариаций реакции сосудов головного мозга в ответ на увеличение потока крови [146]: а) вазодилатация; б) двухфазный ответ: вазодилатация и последующая вазоконстрикция; в) вазоконстрикция. Характер ответа зависит от области мозга,

типа, размера и локализации сосудов [197], также нельзя исключать половые различия [146].

Метаболический регуляторный контур. Функциональная (рабочая) гиперемия – это интенсификация регионарного кровотока активных в определенный момент времени зон головного мозга при незначительном увеличении суммарного полушарного кровотока [16]. Нейрональная активность увеличивает энергетические потребности мозговой ткани, а также увеличивает потребность в доставке питательных веществ и удалении побочных продуктов метаболизма с током крови [140].

Традиционно, основным механизмом развития ФГ считается метаболический фактор [37, 85, 135]. Основой метаболических процессов нервной ткани является аэробное окисление, этим и определяется высокая потребность в кислороде. Конечными продуктами аэробного окисления веществ являются двуокись углерода (CO_2) и вода (H_2O). Углекислый газ способствует повышению концентрации ионов H^+ (и снижению pH, соответственно) за счёт диссоциации слабой угольной кислоты (H_2CO_3), образующейся при взаимодействии CO_2 с H_2O , и оказывает значительное вазодилатирующее действие на сосуды. В связи с этим предполагалось значимое участие CO_2 в регионарных церебральных гемодинамических изменениях [37]. В качестве других метаболических сигнальных путей регуляции кровотока рассматривали недостаток O_2 и глюкозы. В то же время известно, что нарушение оксигенации тканей способствует образованию аденозина, который оказывает вазодилатирующий эффект.

Однако ряд исследований частично опровергли эти представления. Данные о том, что недостаток O_2 и глюкозы являются метаболическими сигналами для увеличения кровотока не были подтверждены [108, 132, 164]. В том числе, было обнаружено, что во время нейрональной активности локальный внеклеточный pH изначально становится щелочным [151], а не кислым, как можно было бы ожидать, если бы расширение сосудов было вызвано накоплением углекислого газа. Результаты этих исследований не подтверждают локальное повышение CO_2 как причину увеличения кровотока несмотря на то, что экзогенный CO_2 оказывает

данный эффект. Что касается аденозина, то он действительно способствует развитию функциональной гиперемии, поскольку установлено, что блокирование аденозиновых рецепторов замедляет увеличение кровотока, вызванное активностью нейронов [145]. Кроме того, другой метаболический посредник, лактат, также приводит к увеличению кровотока [161]. Помимо вышеперечисленных веществ, к метаболическим факторам регуляции церебрального кровотока относят: оксид азота, ионы кальция и калия, вазоактивные пептиды, простагландины, метаболиты арахидоновой кислоты [37, 180, 191].

Эндотелиальный регуляторный контур. Роли эндотелия в регуляции мозгового кровотока придается большое значение. На сегодняшний день эндотелий сосудов рассматривается как активная метаболическая система поддержания сосудистого гомеостаза. Это осуществляется путем реализации ряда функций: модулирования сосудистого тонуса, регуляции транспорта веществ и роста клеток сосудистой стенки; формирования экстрацеллюлярного матрикса; защиты сосудов от неблагоприятного воздействия циркулирующих веществ; регуляции воспалительных и регенеративных процессов при локальном повреждении [62]. Известно, что эндотелий секретирует как сосудорасширяющие вещества, такие как оксид азота, простациклин и эндотелиальный релаксирующий фактор (endothelium-derived relaxing factor (EDRF)), так и сосудосуживающие – тромбоксан A₂, эндотелин-1 и серотонин [51, 62, 174]. Имеются данные о том, что увеличение тонуса гладкомышечной стенки базилярных артерий в ответ на растяжение, осуществляется только при условии целостности эндотелия [144]. Таким образом, эндотелий принимает активное участие как в церебральной ауторегуляции, так и в развитии функциональной гиперемии.

Нейрогенный регуляторный контур. Кровеносные сосуды головного мозга, как поверхностные, так и глубокие, окружены нервными волокнами, которые берут свое начало от периферических нервных ганглиев и от собственных нейронов мозга соответственно. Хотя эти «периваскулярные нервы» имеют различное происхождение и иннервируют разные сосудистые русла, они

выполняют схожие роли, связанные с цереброваскулярными функциями, основной из которых является регуляция сосудистого тонуса и перфузии головного мозга [137].

Поверхностные (экстракорткальные) сосуды мозга иннервируются нервными волокнами, в состав которых входят симпатические, парасимпатические и сенсорные (берут свое начало от ганглия тройничного нерва) волокна. В церебральной ауторегуляции участвуют преимущественно симпатические волокна, оказывающие защитное активирующее влияние на гладкомышечную стенку сосудов, опосредованное нейропептидом Y [57], на фоне повышения артериального давления [136, 137].

Более поздние исследования в данной области описывают прямое влияние локальных интернейронов и подкорковых нейронов мозга на тонус внутренних (интракорткальных) сосудов, а также опосредованное влияние нейронов через активацию астроцитов [106, 107, 130, 135, 139, 140, 199]. Оба варианта нейронального влияния связаны с высвобождением в периваскулярное пространство нейромедиаторов, в основном – глутамата и ГАМК [137]. Церебральные сосуды и окружающие их астроциты и интернейроны образуют, так называемые, «нейроваскулярные единицы (neurovascular unit)», которые играют решающую роль в возникновении функциональной гиперемии активных зон мозга.

1.3.2. Особенности церебральной гемодинамики во время целенаправленной когнитивной деятельности

Несмотря на сложную организацию и эффективность механизмов регуляции гемодинамики головного мозга, их компенсаторные возможности у разных людей существенным образом различаются [37]. По данным исследований в этой области установлено, что у различных испытуемых во время когнитивной деятельности церебральное кровообращение изменяется неодинаково, однако характер изменений в разных исследованиях варьируется и в некоторых аспектах противоречив [181]. Вариация результатов, по-видимому, связана с половыми,

возрастными, этническими и индивидуальными физиологическими особенностями испытуемых, применяемыми методами оценки гемодинамики мозга, а также с особенностями моделей когнитивной нагрузки, используемых в различных экспериментах.

Большая часть исследований, посвященных изучению церебральной гемодинамики во время когнитивной деятельности, описывает изменения мозгового кровотока у испытуемых в целом, не учитывая различную результативность выполнения когнитивной задачи [14, 26, 27, 32, 33, 134, 153, 158, 162, 169, 185, 202]. К общей закономерности гемодинамических изменений, выявленной в данных исследованиях, можно отнести увеличение кровотока в области лобных долей, что связывают с активацией префронтальной коры больших полушарий.

В ряде других исследований обнаружено, что у лиц, успешно справляющихся с когнитивными задачами, увеличивается суммарное пульсовое кровенаполнение мозга, снижается тонус регионарных артерий среднего калибра, артериол и венул, увеличивается регионарный кровоток в лобных долях, а также наблюдается отсутствие выраженной межбассейновой и межполушарной асимметрии кровотока [59, 72, 80, 127, 129, 182]. У менее результативных лиц, как правило, наблюдаются противоположные эффекты.

В итоге рассмотрения данного вопроса необходимо отметить, что церебральная гемодинамика является доказанным объективным показателем когнитивной нагрузки [153]. Несмотря на сложную организацию механизмов регуляции, мозговое кровообращение во время целенаправленной когнитивной деятельности у различных испытуемых различается. При наличии большого количества исследований в данной области, вопрос о гемодинамическом обеспечении головного мозга при выполнении когнитивных задач с неодинаковой результативностью остается открытым.

1.4. Реоэнцефалография как метод оценки гемодинамического обеспечения головного мозга

Одним из методов оценки мозгового кровообращения является реоэнцефалография.

Реоэнцефалография (РЭГ) – простой, неинвазивный, динамический и относительно недорогой метод оценки церебрального кровотока, основанный на записи колебаний электрического импеданса тканей головного мозга, при прохождении через них низкоамплитудного (1-10 мА) высокочастотного (30-175 кГц) электрического тока [86, 92, 109, 110, 141].

Физическая сущность реоэнцефалографии основана на том факте, что кровь и спинномозговая жидкость лучше проводят электрический ток, чем мозговая ткань и другие «сухие» ткани [110, 150, 167, 170]. Следовательно, РЭГ-сигнал отражает изменения импеданса мозговой ткани при кровенаполнении: во время притока крови электрическая проводимость увеличивается, а сопротивление уменьшается, о чем свидетельствует увеличение амплитуды пульсовой реографической волны. Пульсовая волна РЭГ составляет небольшой процент от общего электрического сопротивления тканей и является результатом сложения нескольких факторов: объема артериального притока на входе и комбинации венозного оттока и оттока спинномозговой жидкости на выходе [110].

Первые исследования мозгового кровообращения на основе измерения колебаний биоимпеданса тканей были опубликованы в 1950-х годах [175]. В начале своего развития метод носил названия «электроплетизмография», «импедансная цефалография». Название «реоэнцефалография» впервые использовал в своих работах F.L. Jenkner, обобщив и опубликовав в 1957 и 1962 годах результаты исследований на основе многочисленных (более 10000) клинических записей реограмм головного мозга.

1.4.1. Критика и обоснование реоэнцефалографии как метода оценки мозговой гемодинамики

С самого начала своего развития реоэнцефалография была спорным методом исследования. В настоящее время также остается противоречивое мнение по поводу возможности использования РЭГ в научных и клинических целях для оценки мозгового кровообращения. Споры о происхождении РЭГ-сигнала и сомнения в его клинической значимости привели к тому, что во многих странах практически отказались от использования данного метода.

Основной причиной разногласий является тот факт, что электрическая проводимость костей черепа значительно ниже, чем скальпа и тканей мозга, проводимость которых практически одинакова [131]. По устаревшим данным, отношение проводимости кожно-мышечного покрова головы к костям черепа считали равным 80 к 1, однако по современным данным этот коэффициент варьируется от 5 до 30 к 1 [195]. С этой точки зрения электрический ток, инжектируемый накожными электродами, протекает преимущественно через скальп и практически не проникает через череп, соответственно, не достигая головного мозга (возникает экранирующий эффект) [171, 173]. Следовательно, в соответствии с данным утверждением, вклад внутричерепного кровообращения в РЭГ-сигнал будет крайне низким, и сама реоэнцефалограмма будет отражать, преимущественно, перфузию кожи головы.

Не способность реоэнцефалографии отражать внутричерепное кровообращение была продемонстрирована в ряде клинических исследований. Так, например, в работе С. Perez-Vorja & J.S. Meyer (1964) не было обнаружено значимых отличий в записях реоэнцефалограмм у здоровых людей и у пациентов с подтвержденными цереброваскулярными заболеваниями. L.V. Laitinen (1968) в своем исследовании сравнил форму и амплитуду реоэнцефалограмм с записями внутримозгового импеданса, зарегистрированными с помощью имплантированных в головной мозг электродов, сделал вывод, что РЭГ не отражает ни мозгового кровообращения, ни изменения импеданса мозга.

Напротив, ряд других клинических исследований предполагают достоверную возможность использования РЭГ для оценки церебрального кровотока. Так, например, в нескольких работах проводили анализ синхронной записи реоэнцефалограммы и реограммы кожно-мышечного покрова головы при последовательном селективном пережатии общей, наружной и внутренней сонных артерий во время хирургического вмешательства [92, 165]. Было обнаружено, что пережатие наружной сонной артерии, кровоснабжающей наружные части шеи и головы, не оказывает существенного влияния на РЭГ-сигнал. В работах по сравнению реоэнцефалографии с изотопными методами оценки мозгового кровообращения были обнаружены тесные корреляционные связи между временными параметрами РЭГ и параметрами мозгового кровотока, полученными при измерении клиренса ксенона-133 [114, 142].

Подобные противоречивые данные связывают с использованием различных точек наложения электродов при записи РЭГ, а также с использованием различных техник записи и анализа реоэнцефалограмм. В серии работ по изучению реоэнцефалографии на различных моделях головы было установлено, что вклад внутричерепного компонента в РЭГ-сигнал зависит от расположения электродов, толщины скальпа и от применяемого метода регистрации [170, 171, 172]. Выявлено, что при любом методе регистрации РЭГ-сигнал имеет экстракраниальный компонент, однако наиболее информативной техникой является тетраполярная реоэнцефалография, в сигнале которой данный компонент содержится в меньшей степени. В другой работе проводили синхронную запись биполярной реоэнцефалограммы и фотоплетизмограммы кожи головы до, во время и после надувания резиновой манжеты, расположенной на максимальной окружности головы с целью пережатия сосудов, обеспечивающих перфузию кожно-мышечного покрова [173]. Обнаружено, что при остановке внечерепного кровообращения сигнал РЭГ продолжал регистрироваться и у некоторых испытуемых достигал до 68% от исходного состояния (до надувания манжеты). Таким образом, биполярная реоэнцефалография, которая, как считалось ранее, полностью обусловлена экстракраниальной перфузией, также имеет

значительный внутричерепной компонент и способна отражать состояние мозгового кровотока.

Также стоит отметить, что по некоторым данным при использовании переменного тока с частотой 100 кГц кость не является помехой для его прохождения [50], следовательно, реоэнцефалограмма будет в большей степени включать в себя интракраниальный компонент.

М. Vodo с соавторами в 2000-2020 годах провели большое количество *in vitro* и инвазивных и неинвазивных *in vivo* исследований на животных и человеке с целью валидации метода реоэнцефалографии [109, 110, 116, 119, 122, 123, 128, 154, 155]. Результаты данных исследований убедительно продемонстрировали, что форма РЭГ-волны чувствительна к изменениям мозгового кровотока и тонуса церебральных артерий и артериол, и, следовательно, может отражать церебральную ауторегуляцию. Также были проведены исследования по сравнению реоэнцефалографии с другими методами оценки мозгового кровообращения. Так, например, в одной из работ по сравнению РЭГ с доплерографией было установлено, что РЭГ является наиболее чувствительным методом для диагностики ранних признаков атеросклероза мозговых артерий [110].

1.4.2. Особенности методики проведения реоэнцефалографических исследований

Существует несколько техник проведения РЭГ-исследований: биполярная (REG I), тетраполярная (REG II), монополярная (monopolar REG) и инвазивная (REGi) [50, 92, 171]. При биполярной РЭГ измерение импеданса проводится с помощью двух электродов, расположенных на исследуемом участке, где оба электрода являются одновременно и зондирующими, и измерительными. В тетраполярной РЭГ используются отдельно зондирующие электроды и отдельно измерительные, тем самым обеспечивается разделение подачи тока и измерения импеданса. В монополярной РЭГ используются два зондирующих электрода, но

импеданс измеряется между одним из них и третьим, референтным электродом. Инвазивная РЭГ проводится с помощью электродов, введенных под кожно-мышечный покров головы, либо в кору больших полушарий головного мозга. Наиболее распространенными техниками являются биполярная и тетраполярная реоэнцефалография.

Для регистрации реоэнцефалограммы используются металлические электроды величиной от 2 до 10 см². Перед наложением электродов кожные покровы обезжириваются с помощью спирта или специальных абразивных гелей. Для создания контактной среды и снижения сопротивления между электродом и кожей помещается марлевая прокладка, смоченная физиологическим раствором, либо используются специальные электродные гели или пасты.

Оптимальным частотным диапазоном переменного тока для регистрации реоэнцефалограммы является 50-150 кГц. Сила тока должна быть достаточной для обеспечения точности измерений, но в то же время не достигать порогового раздражающего действия. Оптимальным диапазоном силы, удовлетворяющим данные условия, является 1,5-3 мА [50, 92].

Для регистрации РЭГ используют следующие электродные отведения [50, 92]:

- Фронтально-мастоидальное (FM) – используется для анализа гемодинамики в бассейне внутренней сонной артерии, а также для оценки суммарного кровенаполнения больших полушарий;
- Бифронтальное (FF₁), лобно-центрального (FC), лобно-височное (FT) – для оценки кровообращения в области передней мозговой артерии;
- Битемпоральное (TT₁), теменно-центрального (PC), теменно-височное (PT) – для оценки кровообращения в области средней мозговой артерии;
- Окципито-мастоидальное (OM), окципито-париетальное (OP) – для анализа гемодинамики в бассейне позвоночной артерии.

1.4.3. Сравнение реоэнцефалографии с другими методами оценки мозгового кровообращения

Помимо реоэнцефалографии существует ряд других методов, позволяющих оценить параметры гемодинамики головного мозга. К таким методам относятся: ультразвуковая доплерография (УЗДГ), функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ), магнитно-резонансная ангиография (МРА), функциональная спектроскопия в ближней инфракрасной области (fNIRS), изотопные методы [37, 50].

Ультразвуковая доплерография (УЗДГ). На сегодняшний день наибольшее распространение получил метод УЗДГ в основе которого лежит эффект Доплера, который возникает при отражении ультразвуковых волн от движущихся эритроцитов. Данный метод позволяет с достаточно высокой точностью оценивать скоростные характеристики гемодинамики головного мозга, а также визуально оценивать состояние сосудов. Однако он имеет ряд технических недостатков, один из которых тесно связан с физической природой ультразвука. Ультразвук имеет свойство отражаться от поверхностей с высокой плотностью, в связи с этим оценка церебрального кровообращения возможна только через участки черепа с наименьшей толщиной (т.н., «окна визуализации»). В этом наблюдается сходство с РЭГ – общим препятствием являются кости черепа, создающие экранирующий эффект для электрического тока и ультразвука, что влияет на технические и диагностические возможности данных методов.

Основное отличие УЗДГ и РЭГ заключается в том, что УЗДГ позволяет визуализировать состояние сосудов и оценивать, преимущественно, скоростные характеристики кровообращения, в то время как РЭГ позволяет оценивать, преимущественно, сосудистый тонус и объемные характеристики кровообращения. Ещё одно различие данных методов заключается в том факте, что при УЗДГ производится оценка кровотока на определенном участке исследуемого сосуда, при этом нет возможности одновременно оценить кровотоки на концевых разветвлениях данного сосуда и в нескольких других сосудах.

Реоэнцефалография, в свою очередь, позволяет оценить весь сосудистый бассейн одной или нескольких артерий, включая микроциркуляторное русло [50].

Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ). В настоящее время является наиболее активно развивающимся неинвазивным методом нейровизуализации. Метод основан на парамагнитных свойствах оксигенированного и дезоксигенированного гемоглобина и используется для оценки гемодинамических реакций, вызванных активностью нейронов головного мозга [163].

Преимущества РЭГ относительно фМРТ связаны со значительно меньшей стоимостью как оборудования, так и проведения исследования, а также с простотой и меньшей длительностью исследования.

Магнитно-резонансная ангиография (МРА). Неинвазивный метод исследования церебральных сосудов, позволяющий визуализировать сосуды как артериального, так и венозного русла, а также оценить направление и скорость кровотока [91].

К недостаткам метода, в отличие от РЭГ, можно отнести более высокую стоимость оборудования, а также ограничения на проведение исследования у лиц, имеющих металлические имплантаты или осколки (например, полученные в результате боевых ранений) [110].

Функциональная спектроскопия в ближней инфракрасной области (спектроскопия в околоинфракрасном диапазоне, functional near-infrared spectroscopy (fNIRS)). Относительно новый неинвазивный метод функциональной нейровизуализации, который используется для оценки нейрональной активности на основе функциональной гиперемии мозга. Принцип метода заключается в оптическом измерении концентраций окси- и дезоксигемоглобина с помощью характеристик спектров поглощения гемоглобином света в ближнем инфракрасном диапазоне (780-2500 нм) [186, 196]. Данный метод имеет ряд преимуществ: портативность, относительно низкая стоимость оборудования, простая настройка и подготовка к исследованию,

незначительная чувствительность к движениям (что позволяет использовать носимые комплексы).

По сравнению с РЭГ, fNIRS имеет ряд существенных недостатков: восприимчивость к окружающему свету и помехи из-за волосяного покрова, что связано с особенностями использования оптических датчиков; малая глубина проникновения (1,5-2 см), что позволяет оценивать кровообращение только на уровне коры больших полушарий мозга [94, 196].

Изотопные методы. Данная группа методов обладает высокой точностью оценки кровенаполнения различных церебральных сосудистых зон [37]. Однако данные методы не безопасны для здоровья, инвазивны и имеют относительно высокую стоимость.

Таким образом, реоэнцефалография является одним из наиболее оптимальных методов оценки церебральной гемодинамики. РЭГ обладает рядом преимуществ – это неинвазивная, простая, относительно не дорогая методика, позволяющая динамически проводить комплексную автоматизированную оценку мозгового кровообращения.

В настоящее время реоэнцефалография используется многими исследователями для оценки гемодинамики головного мозга при выполнении человеком целенаправленной деятельности, в том числе, когнитивной [14, 26, 52, 56, 58, 59, 60, 71, 72, 80, 112].

1.5. Личностные психодинамические характеристики как факторы результативности целенаправленной когнитивной деятельности человека

Согласно представлениям И.П. Павлова (1927), поведение млекопитающих и, в том числе, человека во многом зависит от врожденных свойств центральной нервной системы, которые определяют силу, уравновешенность и подвижность нервных процессов возбуждения и торможения.

В школе Б.М. Теплова – В.Д. Небылицина были сформулированы первые представления об индивидуальных формальных психодинамических свойствах

нервной системы. Эти свойства, с точки зрения Б.М. Теплова (1961), определяют в основном динамические характеристики поведения, но не оказывают существенного влияния на мотивы и цели поведения [81]. Представления об общих психодинамических свойствах сформулировал в своих работах В.Д. Небылицин (1976). Данные свойства – общая активность и эмоциональность – лежат в основе темперамента человека. При этом В.Д. Небылицин выделил три фундаментальные особенности общей активности: моторную, интеллектуальную и социальную [54].

Н.Ж. Eysenck (1953) также предложил двумерную систему оценки темперамента, основанную на следующих параметрах: экстраинтровертированность и нейротизм. Вертированность отражает активность индивида в социальной среде, нейротизм отражает степень эмоциональной стабильности. Предложенная Н.Ж. Eysenck система имеет некоторое сходство с представлениями школы Б.М. Теплова – В.Д. Небылицина.

Дальнейшее развитие представлений об индивидуально-типологических свойствах человека связано с работами В.М. Русалова (1979), который ввел такие характеристики как: эргичность, пластичность, темп и эмоциональность. Данные характеристики основаны на определенных этапах целенаправленного поведенческого акта и влияют на его результативность.

Существенное влияние на результативность целенаправленного поведения оказывает и тревожность [31, 55, 79, 82, 101, 121]. Тревожность определяется как склонность индивида воспринимать различные условия окружающей среды как угрожающие и реагировать на них усилением состояния тревоги [7, 8].

Современные исследования, проведенные как в России, так и за рубежом, подтверждают, что люди с разными индивидуальными особенностями, в том числе с различными их комбинациями, достигают разного уровня результатов целенаправленной деятельности [3, 12, 21, 23, 43, 83, 84, 162, 205]. Из предоставленных данных можно сделать вывод о необходимости проведения комплексной оценки различных параметров нервных процессов для изучения системной организации целенаправленного поведения.

1.6. Роль функциональной латеральной организации в формировании неодинаковой результативности целенаправленной когнитивной деятельности

Латерализацию головного мозга можно определить, как характеристику и/или свойство, которое различает между собой полушария либо на структурном, либо на функциональном уровнях. Функциональная специализация полушарий была впервые описана в XIX веке и произвела революцию в представлениях о расположении центра речи [152]. С тех пор было проведено много научных исследований, касающихся латерализации тела и мозга, а также их когнитивных коррелятов [25, 68, 69, 88, 111, 120, 177, 179, 201]. Длительная история изучения функциональной латерализации установила ее высокую подвижность и изменчивость при различных условиях [38].

Активация областей мозга чаще всего происходит асимметрично. Это можно оценить как в состоянии покоя, так и во время выполнения задач, и эти показатели связаны с когнитивными и поведенческими характеристиками [201].

В многочисленных научных исследованиях отражена взаимосвязь индивидуальных психических особенностей человека с его функциональной латеральной организацией [30, 68, 69, 100].

Известно, что полушария головного мозга обеспечивают неодинаковый вклад в процессы распознавания и запоминания зрительных образов [68].

Имеются данные о половых различиях в структурной и функциональной латерализации головного мозга. Так, например, у мужчин наблюдается более сильная латерализация в верхней височной коре справа, чем у женщин [198], что проявляется в более выраженном доминировании правого уха у мужчин при дихотическом прослушивании [204].

На данный момент не существует общепризнанного унифицированного подхода к исследованию функциональной латерализации. Существует множество методов, которые используются для изучения профиля функциональной латерализации (ПФЛ), варьирующихся в зависимости от объекта исследования и

модели целенаправленного поведения. Часто при оценке ПФЛ дополнительно используются другие методы, такие как антропометрические измерения, психофизиологические тесты и нейрофизиологические обследования.

1.7. Мотивационный фактор в формировании неодинаковой результативности целенаправленной когнитивной деятельности человека

Согласно К.В. Судакову, мотивация – это эмоционально окрашенное состояние организма, которое возникает на основе определенной потребности и характеризуется активирующими воздействиями специальных подкорковых аппаратов на кору головного мозга и другие его отделы, направляя поведение на удовлетворение исходной потребности [73, 74].

Мотивированность человека на выполнение какого-либо вида деятельности отражает уровень его притязаний на достижение конкретного результата данной деятельности. Уровень притязаний, согласно В.К. Гербачевского (1970), это такой уровень трудности задачи, которую человек устанавливает для себя, основываясь на своем опыте выполнения предыдущих задач.

В ряде научных работ по изучению целенаправленной деятельности на различных поведенческих моделях были продемонстрированы взаимосвязи мотивации с эмоциональными состояниями, а также результативностью деятельности [38, 43, 70, 149]. Однако, на сегодняшний день роль мотивации в формировании неодинаковой результативности целенаправленной когнитивной деятельности изучена не в полной мере, также возникает вопрос о возможной взаимосвязи мотивации с устойчивыми психодинамическими характеристиками нервной системы.

1.8. Прогнозирование результативности целенаправленной когнитивной деятельности человека

Одним из важнейших прикладных аспектов исследований целенаправленной деятельности человека является разработка способов прогнозирования ее результативности. Анализ литературных данных показал, что это возможно осуществить при использовании методов многомерной статистики (кластерного и регрессионного видов анализа), а также с помощью технологии искусственных нейронных сетей [38, 48, 53, 87, 168].

Кластерный анализ нашел широкое применение в биологических, физиологических и медицинских исследованиях, в частности, для разделения пациентов, больных эпилепсией, на группы с различной эффективностью целенаправленной деятельности [34], для решения вопросов классификации испытуемых, воспроизводящих зрительные образы с различной результативностью [48], для выделения однородных групп пациентов с различной неврологической симптоматикой в течение острого периода нетравматических внутримозговых кровоизлияний [63], а также для классификации испытуемых с разной результативностью сдачи контрольных нормативов по физической культуре [23].

Многофакторный регрессионный анализ позволяет оценивать воздействие большого количества факторов на изучаемый параметр, а также способствует выбору наиболее значимых факторов, которые оказывают существенное влияние на изучаемое явление. Данный метод многомерной статистики успешно применяется в различных отраслях науки. Например, в биомедицинских исследованиях мультипараметрический регрессионный анализ использовался для прогнозирования клинических и психолого-социальных характеристик течения эпилепсии [34], для оценки связи между скоростью кровотока в сонных артериях, артериальным давлением и когнитивными функциями [113], для формирования прогноза результативности целенаправленной физической активности человека на основе физиологических и психофизиологических характеристик [45].

Заключение по главе 1

Таким образом, представленные в литературном обзоре данные, свидетельствуют о том, что исследование причин неодинаковой результативности целенаправленного поведения человека, в т.ч. его когнитивной деятельности является актуальной задачей. При этом методологической основой такого исследования должен быть системный подход, учитывающий взаимосодействие различных элементов системной организации физиологических функций в достижении необходимых результатов целенаправленной деятельности. Важными элементами системной организации целенаправленного поведения, по литературным данным, являются особенности гемодинамика головного мозга, показатели неспецифических адаптационных механизмов, оцениваемые на основе математического анализа ритма сердца, личностные психодинамические свойства, особенности функциональной латерализации и показатели мотивационной основы поведения. Важным прикладным аспектом такого рода исследований должна быть разработка экспертных оценок для прогнозирования результативности целенаправленной деятельности человека, в т.ч. его когнитивной деятельности.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Практическая часть диссертационной работы проводилась на базе кафедры нормальной физиологии с курсом психофизиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации в период с 2020-2023 гг.

Всего в исследовании приняли участие 120 практически здоровых испытуемых обоего пола в возрасте 18-25 лет. Критериями невключения в исследования являлось наличие в анамнезе любых неврологических заболеваний, заболеваний зрительной сенсорной системы и опорно-двигательного аппарата, возраст меньше 18 и больше 25 лет.

Окончательная выборка была сформирована на основании показателей испытуемых, прошедших этап выполнения моделируемой когнитивной деятельности, и составила 112 испытуемых обоего пола в возрасте 18-25 ($19,73 \pm 1,38$) лет, в т.ч. испытуемых мужского пола – 71 ($19,76 \pm 1,58$ лет), женского пола – 41 ($19,68 \pm 1,06$ лет).

Исследование проведено в соответствии с Хельсинской декларацией. Все участники исследования дали добровольное письменное информированное согласие на участие до момента включения в работу. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России (протокол № 2 от 07.10.2020 года).

2.1. Организация исследования

На начальной стадии исследования (54 испытуемых обоего пола, в т.ч. испытуемых мужского пола - 28, женского пола – 26) проводили оценку моторной асимметрии рук, оценку личностной тревожности, диагностику мотивационной

структуры личности, изучение мозговой гемодинамики и вариабельности сердечного ритма в условиях моделируемой когнитивной деятельности.

В основной стадии исследовании приняли участие 58 испытуемых обоего пола, в т.ч. испытуемых мужского пола - 43, женского пола - 15. Для каждого испытуемого исследование проводилось в несколько этапов, согласно протоколу:

I этап – Исследование профиля функциональной латерализации функций и оценка формальных индивидуальных психодинамических свойств;

II этап – Изучение мозгового кровообращения и вариабельности сердечного ритма в условиях моделируемой когнитивной деятельности;

III этап – Изучение психофизиологических параметров и оценка слухоречевой асимметрии.

В начале каждого этапа проводилась оценка функционального состояния испытуемых с использованием опросника «САН» (самочувствие, активность, настроение). При неблагоприятном состоянии по шкалам данного опросника испытуемый не допускался к дальнейшему прохождению этапа исследования, визит испытуемого переносили на другую дату.

Испытуемые женского пола допускались к исследованию вне зависимости от фазы овариально-менструального цикла, так как по данным современных исследований не обнаружено существенного влияния фазы цикла на когнитивные функции [147], без учета дополнительных модулирующих факторов [193].

Сведения о структуре исследования, используемых методах и количестве испытуемых, участвовавших на различных этапах исследования представлены в Таблица 1.

Таблица 1 – Структура исследования и количество проведенных наблюдений

Исследуемые параметры	Методы исследования	Количество испытуемых
Статистические характеристики результативности целенаправленной когнитивной деятельности	Моделирование целенаправленной когнитивной деятельности с помощью теста «Таблицы Шульте-Горбова»	112 (М – 71, Ж – 41)
Показатели гемодинамического обеспечения головного мозга	Реоэнцефалография	108 (М – 67, Ж – 41)
Статистические характеристики динамического ряда кардиоинтервалов, показатели спектрального анализа кривой, огибающей динамический ряд кардиоинтервалов	Ритмокардиография и математический анализ динамического ряда кардиоинтервалов	94 (М – 60, Ж – 34)
Показатели самооценки функционального состояния	Опросник «САН»	112 (М – 71, Ж – 41)
Показатели асимметрии и профиль функциональной латерализации	Опросник М. Annett	112 (М – 71, Ж – 41)
	Комплекс тестов, направленных на оценку моторной и зрительной асимметрии	54 (М – 34, Ж – 20)
	Динамометрия	54 (М – 34, Ж – 20)
	Теппинг-тест	54 (М – 34, Ж – 20)
	Дихотическое слушание	35 (М – 20, Ж – 15)
Индивидуальные психофизиологические свойства	Оценка внимания	54 (М – 34, Ж – 20)
	Помехоустойчивость	54 (М – 34, Ж – 20)
	Простая зрительно-моторная реакция	54 (М – 34, Ж – 20)
Индивидуальные психодинамические свойства	ОСТ В.М. Русалова	60 (М – 40, Ж – 20)
	Шкала тревожности J. Teylor (ТМАС)	96 (М – 63, Ж – 33)
	Шкала тревожности С. Spielberger (STAI)	60 (М – 40, Ж – 20)
	Личностный опросник Н.Н. Eysenck (EPI)	60 (М – 40, Ж – 20)
	Тест D. Jenkins (JAS)	60 (М – 40, Ж – 20)
	Опросники Т.Ehlers	96 (М – 63, Ж – 33)
	Опросник А.А. Реана	60 (М – 40, Ж – 20)
Мотивационная структура поведения	Опросник В.К. Гербачевского	56 (М – 36, Ж – 20)

2.2. Методы исследования

2.2.1. Оценка показателей асимметрии и определение профиля функциональной латерализации

Определение профиля функциональной латерализации (ПФЛ) проводилось с каждым испытуемым индивидуально и включало комплекс тестов, направленных на оценку моторной и сенсорной асимметрии.

Оценка моторной асимметрии

1. Опросник М. Annett – предназначен для самооценки испытуемых и выявления степени доминирования правой или левой руки [100, 125].

2. Моторные пробы:

– «Замóк» - испытуемому необходимо быстро переплести пальцы рук (сцепить в «замок»), ведущей считается та рука, большой палец которой оказывается сверху.

– «Хлопок» - испытуемому предлагается несколько раз похлопать ладонями, ведущей считается более подвижная рука, совершающая ударные движения о ладонь другой (не ведущей) руки.

– «Поза Наполеона» - испытуемый скрещивает руки на уровне груди, ведущей считается та рука, кисть которой оказывается сверху на предплечье другой руки, а кисть другой руки располагается под предплечьем ведущей руки.

– «Шаг» - испытуемый делает шаг вперед, ведущей считается нога, которая первой осуществила движение.

– «Прыжок» - испытуемому предлагается сделать прыжок вперед с места на одной ноге, ведущей считается та нога, на которой производится прыжок.

– «Нога на ногу» - испытуемый садится на стул и закидывает одну ногу на другую, ведущей считается та нога, которая оказывается сверху.

На основе результатов моторных проб рассчитывали коэффициент моторной асимметрии – $K(m)$. Для этого использовали следующую формулу (1):

$$K(m) = \frac{П-Л}{П+Л+А} * 100\%, \quad (1)$$

где П – количество проб с преобладанием правой руки или ноги, Л – количество проб с преобладанием левой руки или ноги, А – количество проб без выраженного преобладания. Испытуемые, имеющие положительные значения $K(m)$, определялись как праворукие (с преобладанием правой ноги). Испытуемые, имеющие отрицательные значения $K(m)$ – как леворукие (с преобладанием левой ноги). При нулевом значении коэффициента $K(m)$ испытуемые определялись как амбидекстры.

3. Кистевая динамометрия – методика используется для измерения силы и выносливости кистей рук. Проводилась с помощью аппаратно-программного комплекса «НС-Психотест» (ООО «Нейрософт», Россия, г. Иваново).

Для определения максимальной мышечной силы (ММС) кистей рук испытуемый в положении стоя сдавливал динамометр на выпрямленной руке на 1-2 секунды с максимально возможным усилием. Измерение производилось трижды каждой рукой.

После определения максимальной мышечной силы определяли мышечную выносливость. Для этого испытуемый должен был в течение максимально длительного времени удерживать усилие, составляющее не менее 50% от значения ММС.

Определяли следующие показатели: максимальная мышечная сила (ММС, даН), порог удержания (даН), продолжительность удержания (ПУ, с), коэффициент выносливости (КВ, %), время удержания максимального усилия (ВУМУ, с).

4. Теппинг-тест – в данном исследовании методика использовалась для оценки скоростных показателей кистей рук и проводилась с помощью датчика теппинг-теста аппаратно-программного комплекса «НС-Психотест».

Испытуемому необходимо было в течение заданного времени (30 секунд) стучать контактной указкой по резиновой токопроводящей платформе с максимально возможной частотой.

Измеряли следующие показатели: общее число ударов, средняя частота ударов (Гц), усреднённый междударный интервал (мс), показатель мануальной асимметрии (мс).

Оценка сенсорной асимметрии

1. Зрительные пробы

– «Подмигивание» - испытуемому предлагается «подмигнуть» исследователю, ведущим считается то глаз, который оказался закрыт.

– «Карта с дыркой» - испытуемый на выпрямленных вперед руках держит лист бумаги формата А4 с отверстием в центре 2*2 см через которое он фокусирует взгляд на произвольном объекте, затем по очереди закрывает и открывает глаза. Ведущим считают тот глаз, при котором объект остается в поле зрения и не происходит смещения рук.

– «Память» - испытуемому предлагается вспомнить случайную предпочитаемую книгу либо фильм. Ведущей считается та сторона, в которую отводится взгляд при воспоминании.

На основе результатов зрительных проб рассчитывали коэффициент зрительной асимметрии – $K(z)$. Для этого использовали следующую формулу (2):

$$K(z) = \frac{П-Л}{П+Л+А} * 100\%, \quad (2)$$

где П – количество проб с преобладанием правого глаза, Л – количество проб с преобладанием левого глаза, А – количество проб без выраженного преобладания. Положительные значения $K(z)$ указывали на преобладание правого глаза, отрицательные – левого.

2. Дихотическое слушание – методика, используемая для изучения слухоречевой асимметрии, то есть для выявления полушария, доминантного по восприятию словесной речи.

Методика осуществлялась с помощью персонального компьютера со стереовоспроизводящей звуковой картой и стереофонических наушников. Испытуемому в течение 23 минут через наушники одновременно в оба уха по отдельным каналам предъявлялись разные наборы односложных слов (4-5 слов с

интервалом 0,5 секунд). После каждого цикла предъявления слов испытуемый в течение 40 секунд должен был записать в бланк ответа как можно больше из услышанных слов. Всего испытуемому предъявлялось 30 серий слов, после прослушивания 15 серий наушники менялись местами.

По результатам теста проводили расчёт слухоречевого коэффициента – $K(y)$ – по следующей формуле (3):

$$K(y) = \frac{\Sigma_n - \Sigma_l}{\Sigma_n + \Sigma_l} * 100\%, \quad (3)$$

где Σ_n – общее число правильно воспроизведенных слов, которые были поданы в правое ухо, Σ_l – общее число правильно воспроизведенных слов, которые были поданы в левое ухо. Положительные значения $K(y)$ свидетельствуют о преобладании правого уха, отрицательные – левого уха.

2.2.2. Оценка индивидуальных психодинамических свойств испытуемых

Индивидуальные психодинамические свойства личности во многом определяют экспрессивность поведения в ходе целенаправленной когнитивной деятельности. В рамках исследования определяли следующие психодинамические свойства: темперамент, интро-экстравертированность, нейротизм, личностную и ситуативную тревожность, тип поведения, мотивацию достижения успеха и избегания неудач. Оценка данных свойств проводили с помощью программного обеспечения «НС-Психотест.NET» (версия 2.0.0.3 от 15.11.2019) компьютерного комплекса для психофизиологического тестирования «НС-Психотест» (ООО «Нейрософт», Россия, г. Иваново) с использованием следующих методик:

1. Опросник структуры темперамента (ОСТ) В.М. Русалова – предназначен для изучения процессуальных характеристик предметно-деятельного и социального-коммуникативного аспектов темперамента. Опросник содержит следующие шкалы:

- предметная эргичность (вопросы об уровне потребности в освоении предметного мира),
- социальная эргичность (вопросы об уровне потребности в социальных контактах),
- пластичность (вопросы о степени легкости переключения с одного предмета на другой),
- социальная пластичность (вопросы, направленные на выявление склонности к разнообразию коммуникативных программ),
- темп (вопросы о скорости моторно-двигательных актов),
- социальный темп (вопросы, направленные на выявление скоростных характеристик речедвигательных актов в процессе общения),
- эмоциональность (вопросы, оценивающие эмоциональность, чувствительность к неудачам),
- социальная эмоциональность (вопросы, касающиеся эмоциональной чувствительности в коммуникативной сфере),
- контрольная шкала (вопросы на откровенность и искренность высказываний).

2. Личностный опросник Н.Л. Eysenck (EPI) (в адаптации А.Г. Шмелева)

– предназначен для диагностики типа темперамента на основе определения интра-, экстравертированности и уровня нейротизма. В исследовании были использованы две формы данного опросника – А и В. Форму А испытуемому предъявляли на первом этапе исследования во время комплексной оценки индивидуальных психодинамических свойств, форму В – на втором этапе перед моделированием целенаправленной когнитивной деятельности.

3. Шкала проявлений тревожности J. Teylor (TMAS) (в адаптации Т.А. Немчина) – опросник, предназначенный для выявления уровня личностной тревожности.

4. Шкала тревожности С. Spielberger (STAI) (в адаптации Ю.Л. Ханина) – опросник, включающий вопросы для выявления личностной тревожности, как

устойчивой психодинамической характеристики, и вопросы для оценки ситуативной тревожности, как текущего психического состояния. Данный опросник был включен во второй этап исследования и проводился перед моделированием целенаправленной когнитивной деятельности.

5. Тест D. Jenkins (JAS) (в адаптации Л.И. Вассермана, Н.В. Гуменюка) – личностный опросник, направленный на выявление поведения типа А, характеризующееся высоким эмоциональным напряжением.

6. Опросник А.А. Реана (МУН) – предназначен для диагностики мотивации успеха и боязни неудач.

7. Опросники Т. Ehlers (в адаптации М.А. Котика): опросник мотивации к достижению цели (к успеху), опросник мотивации к избеганию неудач (к самозащите).

2.2.3. Оценка уровня мотивации испытуемых

Мотивационная основа поведения испытуемых изучалась с помощью опросника В.К. Гербачевского. Данная методика проводилась непосредственно перед началом выполнения испытуемыми моделируемой когнитивной деятельности. По результатам опросника определяли мотивационную структуру по 15 компонентам:

- внутренний мотив (ВМ, выражает увлеченность заданием),
- познавательный мотив (ПМ, характеризует интерес субъекта к результатам своей деятельности),
- мотив избегания (МИ, свидетельствует о боязни показать низкий результат),
- состязательный мотив (СМ, отражает насколько субъект придает значение такой характеристике результата, как превышение уровня результатов других субъектов),
- мотив смены деятельности (МСД, показывает тенденцию субъекта к прекращению текущей деятельности),

- мотив самоуважения (МС, выражает стремление субъекта ставить перед собой все более трудные цели),
- значимость результатов (ЗНР, отражает важность полученных результатов в ходе выполнения задания),
- сложность задания (СЗ, отражает отношение субъекта к степени сложности достижения поставленной в ходе деятельности цели),
- волевое усилие (ВУ, отражает оценку степени выраженности волевого усилия в ходе работы над заданием),
- оценка уровня достигнутых результатов (ОУДР, оценка возможностей субъекта в определенном виде деятельности),
- оценка своего потенциала (ОСП, отражает готовность испытуемого к выполнению задания и достижению определенных результатов),
- намеченный уровень мобилизации усилий (НУМУ, характеризует уровень затрат ресурсов организма для достижения результата деятельности),
- ожидаемый уровень результатов (ОУР, выражает понимание испытуемым собственных возможностей в достижении результата деятельности),
- закономерность результатов (ЗаР, характеризует понимание субъектом того соотношения, в котором находится зависимость результата от случая и от его собственных возможностей),
- инициативность (И, выражает проявление испытуемым инициативы при решении поставленных в ходе исследования задач).

2.2.4. Моделирование целенаправленной когнитивной деятельности

Моделирование целенаправленной когнитивной деятельности проводилось в первой половине дня (09:00-14:00) в положении испытуемого сидя. Для осуществления методики была использована компьютерная программа для проведения психофизиологических исследований «Физиотест» (Россия, г. Рязань). В качестве модели когнитивной деятельности выбран тест «Таблицы

Шульте» в двухцветной модификации Шульте-Горбова, который используется во многих физиологических [20, 31, 35] и психофизиологических исследованиях [194]. Тест представлял собой таблицу 7*7 клеток в которых случайным образом расположены числа черного и красного цвета на белом фоне. Расстояние от глаз испытуемого до экрана монитора (диагональ экрана 22") составляло не менее 55 см.

Тестирование проводилось последовательно в двух режимах: «реверсивный выбор» и «перекрестный выбор». «Реверсивный выбор» предполагает последовательный выбор сначала всех представленных чисел черного цвета в порядке возрастания (от 1 до 25), затем выбор всех чисел красного цвета в порядке убывания (от 24 до 1). «Перекрестный выбор» предполагает попеременный выбор черных [ч] и красных [к] чисел (пример последовательности выбора: 1ч, 24к, 2ч, 23к, 3ч, 22к и т.д.). При неверном выборе числа окно программы подсвечивалось красным цветом, сигнализируя испытуемому об ошибке.

Для оценки и анализа показателей когнитивной деятельности использовали следующие параметры: общее время выполнения (ОВВ, мс); среднее время выбора числа (СВВ, мс); коэффициент полезного действия (КПД, %) (рассчитывается по формуле (4)):

$$\text{КПД} = \frac{\text{[всего предъявленных чисел - количество ошибок]}}{\text{всего предъявленных чисел}} \quad (4).$$

2.2.5. Исследование регионарного мозгового кровообращения

Исследование регионарного мозгового кровообращения проводили путем регистрации 4-канальной биполярной реоэнцефалограммы с использованием многофункционального компьютерного реографического комплекса «Рео-Спектр-2» (ООО «Нейрософт», Россия, г. Иваново). Реоэнцефалограмму регистрировали в исходном состоянии относительного покоя и во время моделирования целенаправленной когнитивной деятельности в следующих отведениях: правое

фронтально-мастоидальное отведение (Fmd), левое фронтально-мастоидальное отведение (Fms), правое окципито-мастоидальное отведение (Omd) и левое окципито-мастоидальное отведение (Oms). Фронтально-мастоидальные отведения позволяют оценить состояние кровотока в бассейне внутренних сонных артерий, а окципито-мастоидальные – в бассейне позвоночных артерий.

Продолжительность регистрации РЭГ в исходном состоянии относительного покоя составляла 5 минут; во время моделирования целенаправленной когнитивной деятельности – ограничивалась индивидуальной скоростью выполнения когнитивной задачи испытуемым и составляла в среднем $2,3 \pm 0,9$ минуты. Частота зондирующего тока составляла 100 кГц, частота дискретизации составляла 500 Гц.

Запись, обработку и анализ полученных реоэнцефалограмм проводили с помощью программы «Рео-Спектр.NET» (версия 4.8.5.7 от 30.04.2019), входящей в состав реографического комплекса. Для анализа были выбраны следующие показатели:

- время распространения реографической волны (Q_x , с) – позволяет оценить общее состояние тонуса экстракраниальных сосудов;
- время быстрого кровенаполнения (α_1 , с) – обусловлено тонусом и упругостью стенок крупных церебральных артерий;
- время медленного кровенаполнения (α_2 , с) – обусловлено тонусом и упругостью сосудов среднего и малого калибра;
- реографический индекс (РИ, у.е.) – отношение амплитуды РЭГ-волны к величине калибровочного сигнала, зависит от интенсивности кровенаполнения;
- коэффициент асимметрии реографического индекса (КаРИ, %);
- максимальная скорость быстрого наполнения ($V_{\text{макс}}$, Ом/с) – характеризует тонус крупных артерий;
- средняя скорость медленного наполнения ($V_{\text{ср}}$, Ом/с) – характеризует тонус средних и мелких артерий;

- дикротический индекс (ДИК, %) – дает дополнительную информацию о тоне артерий;
- диастолический индекс (ДИА, %) – преимущественно отражает состояние оттока крови из артерий в вены;
- отношение амплитуды максимального систолического значения венозной компоненты к максимальной амплитуде волны (АА, %);
- показатель венозного оттока (ПВО, %) – отражает состояние оттока крови из краниальной полости в сердце.

С целью оценки асимметрии мозгового кровообращения, помимо стандартного параметра «Коэффициент асимметрии реографического индекса», нами были введены коэффициенты асимметрии для каждого исследуемого показателя РЭГ. Данные коэффициенты рассчитывали по формуле (5):

$$КА_{РЭГ} = \frac{РЭГ_d - РЭГ_s}{РЭГ_d + РЭГ_s} * 100\%, \quad (5)$$

где $КА_{РЭГ}$ – коэффициент асимметрии РЭГ-показателя, $РЭГ_d$ – значение показателя, зарегистрированного справа; $РЭГ_s$ – значение показателя, зарегистрированного слева.

2.2.6. Запись кардиоритмограммы и оценка variability сердечного ритма

Синхронно с записью реоэнцефалограммы проводили регистрацию кардиоритмограммы (КРГ) в I стандартном отведении с помощью аппаратно-программного комплекса «Варикард 2.51» (ООО «Рамена», Россия, г. Рязань). Частота квантования составляла 2000 Гц.

Обработка, анализ КРГ и оценка variability сердечного ритма проводились с помощью прилагаемого программного обеспечения «ИСКИМ 6.1» по следующим показателям: частоте сердечных сокращений (HR, 1/мин); среднему значению длительности RR интервалов (Mean, мс); среднеквадратичному значению последовательных различий (RMSSD, мс);

доле NN50, деленной на общее количество NN (pNN50, %); стандартному отклонению интервалов NN (SDNN, мс); коэффициенту вариации (CV, %); стресс-индексу (SI, у.е.); спектральным характеристикам кривой, огибающей динамический ряд кардиоинтервалов: мощность спектра в высокочастотном диапазоне (pHF, %), мощность спектра в низкочастотном диапазоне (pLF, %), мощность спектра в сверхнизкочастотном диапазоне (pVLF, %), мощность спектра в ультранизкочастотном диапазоне (pULF, %); индексу вагосимпатического взаимодействия (LF/HF).

2.2.7. Оценка индивидуальных психофизиологических характеристик испытуемых

У испытуемых проводили оценку следующих психофизиологических характеристик: внимания, скорости зрительно-моторной реакции, подвижности нервных процессов в корковом отделе зрительного анализатора. Изучение данных параметров осуществляли с помощью зрительно-моторного анализатора (ЗМА) комплекса «НС-Психотест» используя следующие методики:

1. «Оценка внимания» - методика для оценки устойчивости и концентрации внимания испытуемого. На экране монитора в радиусе 5 см от центра, с периодичностью 500-1500 мс и продолжительностью 200 мс, появляется пятно красного цвета диаметром 2 см с желтой обводкой. Испытуемому, в ответ на появление пятна, необходимо как можно быстрее нажать на кнопку ЗМА. Количество предъявлений = 70. Оцениваются следующие параметры:

- среднее значение времени реакции (мс);
- концентрация внимания - представляет собой частное от деления среднего времени нескольких первых реакций на среднее время всех реакций и отражает степень сосредоточения внимания испытуемого на выполнении задания до наступления утомления;
- устойчивость внимания - представляет собой частное от деления среднего времени нескольких последних реакций на среднее время всех реакций и

отражает степень удержания испытуемым концентрации внимания к концу обследования на том же уровне, что и в среднем в течение всего обследования.

2. «Помехоустойчивость» - методика для оценки способности испытуемого без снижения эффективности удерживать в центре внимания какой-либо объект при наличии других объектов со схожими характеристиками (помехами). На экране монитора в радиусе 5 см от центра, с периодичностью 500-1500 мс и продолжительностью 200 мс, появляется пятно красного цвета диаметром 2 см с желтой обводкой. Испытуемому, в ответ на появление пятна, необходимо как можно быстрее нажать на кнопку ЗМА. Помимо основного сигнала на экране с периодичностью 5 Гц появляются пятна другого цвета и размера (помехи), на которые испытуемый реагировать не должен. Оцениваются следующие параметры:

- среднее значение времени реакции (мс);
- среднеквадратичное отклонение (СКО, мс) - средний показатель варьирования значений времени реакции на все предъявления стимула относительно среднего значения времени реакции;
- концентрация внимания;
- устойчивость внимания;
- концентрация возбуждения (%) - показатель рассчитывается путем сравнения результатов данной методики с результатами предыдущей методики «Оценка внимания».

3. «Простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР)» – методика для диагностики скорости зрительно-моторной реакции. Испытуемому с помощью выносного светостимулятора последовательно предъявляются световые сигналы красного цвета (периодичность 500-2500 мс, продолжительность 200 мс, количество стимулов = 70). При появлении сигнала испытуемому необходимо ведущей рукой как можно быстрее нажать на кнопку ЗМА, стараясь при этом не допускать ошибок (преждевременное нажатие кнопки и пропуск сигнала считаются ошибками). Оценку зрительно-моторной реакции осуществляли по следующим параметрам:

- среднее значение времени реакции (мс);
- среднеквадратичное отклонение (СКО, мс);

4. «Критическая частота слияния световых мельканий (КЧСМ)» - методика для оценки подвижности нервных процессов в корковом отделе зрительного анализатора. Испытуемому с помощью выносного светостимулятора последовательно предъявляются дискретные световые сигналы красного цвета в диапазоне 10-70 Гц со скоростью изменения частоты 2 Гц/с. Если частота предъявления сигналов возрастает, то испытуемый должен нажать соответствующую кнопку на ЗМА в тот момент, когда он перестанет воспринимать дискретность предъявляемых сигналов (сигнал начинает восприниматься как ровный, слитный). Если частота световых сигналов убывает, то испытуемому необходимо нажать на кнопку в первые мгновения, когда он начнет различать отдельные сигналы. По результатам обследования вычисляется средняя индивидуальная КЧСМ.

2.2.8. Статистическая обработка данных

Накопление, коррекцию и первичную описательную статистическую обработку исходных данных осуществляли с помощью табличного процессора Microsoft Office Excel 2019 («Microsoft», США, г. Редмонд). Для проведения статистического анализа и визуализации результатов анализа использовали программы STATISTICA 12 («StatSoft», США, г. Талса) и GraphPad Prism 9.5.1.733 («GraphPad Software Inc», США, г. Бостон).

Количественные показатели оценивали на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка.

Поскольку большая часть исследуемых массивов данных характеризовалась отсутствием признаков нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей (LQ; UQ). Критическим уровнем значимости считали $p < 0,05$.

Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполняли с помощью U-критерия Манна-Уитни.

При сравнении количественных показателей в двух связанных группах, распределение которых отличалось от нормального, использовали W-критерий Уилкоксона.

Для решения задачи классификации испытуемых применяли иерархический кластерный анализ и кластерный анализ методом k-средних, предварительно осуществив стандартизацию переменных для приведения их к единой шкале. Данными методами решалась задача разделения испытуемых по показателям результативности выполнения целенаправленной когнитивной деятельности.

С целью изучения взаимосвязи между показателями был проведен корреляционный анализ с использованием метода ранговой корреляции Спирмена (r_s). Значения коэффициента корреляции r_s интерпретировались в соответствии со шкалой Чеддока (Таблица 2):

Таблица 2 – Шкала Чеддока для качественной характеристики тесноты корреляционной связи

Значения коэффициента корреляции r_s	Характеристика тесноты корреляционной связи
менее 0,1	связь отсутствует
0,1-0,3	слабая
0,3-0,5	умеренная
0,5-0,7	заметная
0,7-0,9	высокая
0,9-0,99	весьма высокая

Визуализация результатов статистического анализа данных осуществлялась с помощью скрипичных диаграмм («violin plot»). Медиана обозначена сплошной линией, межквартильный размах показан пунктирными линиями, верхняя и нижняя граница диаграмм обозначают максимальное и минимальное значение соответственно. Форма и ширина графика представляют распределение данных среди испытуемых путем оценки функции плотности вероятности.

Для более понятной визуализации данных корреляционного анализа использовали метод корреляционных плеяд, который широко применяется в современной интегративной физиологии для описания внутрисистемных отношений [18, 47, 49].

Для определения количества факторов, влияющих на показатели результативности целенаправленной когнитивной деятельности, разрабатывали прогностические модели, характеризующие зависимость количественных переменных от факторов, также представленных количественными показателями. Модели разрабатывались с помощью метода множественной линейной регрессии, позволяющей построить уравнения следующего вида:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n, \quad (6)$$

где Y – результативный количественный признак, $x_1 \dots x_n$ – значения факторов, измеренные в номинальной, порядковой или количественной шкале, $b_1 \dots b_n$ – коэффициенты регрессии, b_0 – константа.

Для проверки значимости полученных регрессионных моделей использовался точный критерий Фишера, а также проводился анализ остатков (оценка нормальности распределения и расчет критерия Дарбина—Уотсона (DW-критерий)) и использовался метод ANOVA ($p \leq 0,001$).

Поиск и анализ факторов проводился автоматически с помощью программного обеспечения. После выявления наиболее значимых факторов программа может относительно точно спрогнозировать результат моделируемой когнитивной деятельности, который не входит в исследуемую выборку.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Характеристика результативности целенаправленной когнитивной деятельности испытуемых

Выборка испытуемых ($n = 112$) была разделена на две группы по критерию половой принадлежности (испытуемые мужского пола (М) = 71, испытуемые женского пола (Ж) = 41). При сравнении представителей данных групп по показателям результативности теста «таблицы Шульте-Горбова» значимых различий выявлено не было, что отражено в Таблица 3 и на Рисунок 1.

Таблица 3 – Показатели результативности теста Шульте-Горбова у испытуемых разного пола, Me (LQ; HQ)

Показатели результативность	Мужчины (n=71)	Женщины (n=41)	p
Общее время выполнения, мс	135555,0 (117168,5; 183709,5)	130497,0 (83390,0; 175345,0)	0,8427
Среднее время выбора числа, мс	2700,0 (2268,5; 3450,0)	2497,0 (1744,5; 3403,0)	0,7318
Коэффициент полезного действия, %	94,0 (91,0; 98,0)	94,0 (91,0; 98,0)	0,2837

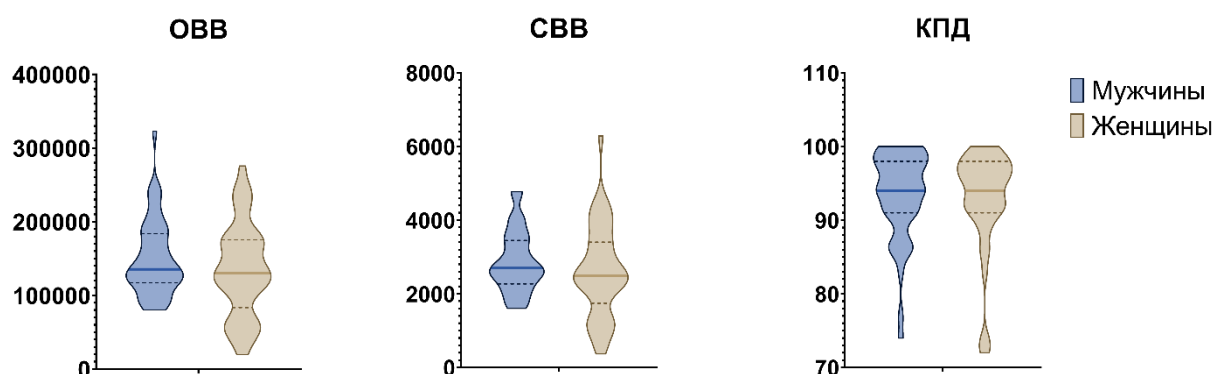


Рисунок 1 – Сравнение показателей результативности теста Шульте-Горбова испытуемых разного пола

Примечание: ОВВ – общее время выполнения, СВВ – среднее время выбора числа, КПД – коэффициент полезного действия.

Для объективной внутригрупповой классификации испытуемых по параметрам результативности выполнения теста Шульте-Горбова применяли иерархический кластерный анализ (метод Варда) и метод k-средних. При проведении кластерного анализа было выделено два кластера в группе мужчин: первый кластер включал 21 человек, второй – 50 человек. Группа женщин была также разделена на два кластера: в первый кластер вошло 19 человек, во второй – 22 человека (Рисунок 2).

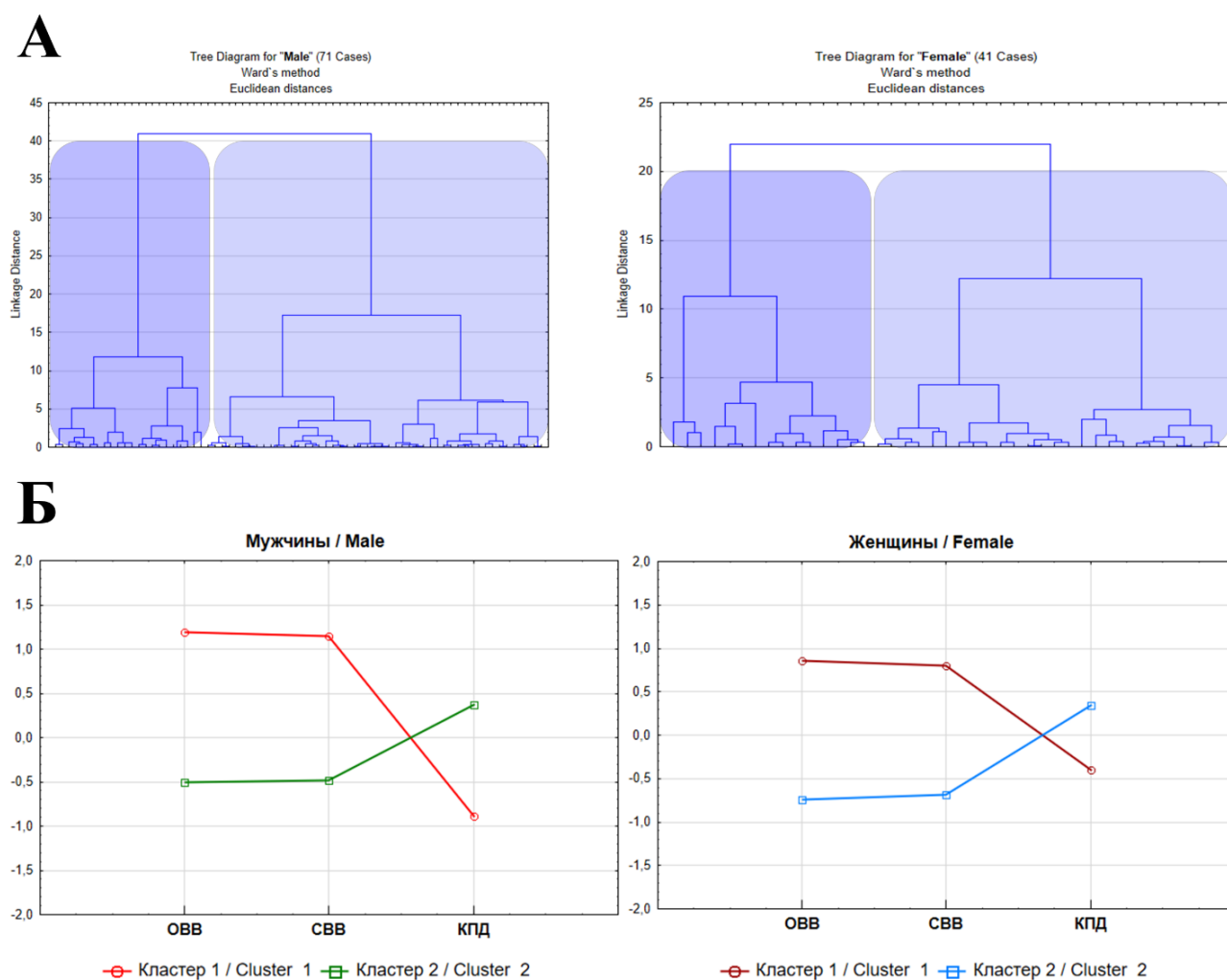


Рисунок 2 – Результаты кластерного анализа

Примечание: А – результаты иерархического кластерного анализа, Б – результаты кластерного анализа с использованием метода k-средних; ОВВ – общее время выполнения, СВВ – среднее время выбора числа, КПД – коэффициент полезного действия.

В группе мужчин и в группе женщин были подтверждены межкластерные различия по всем показателям результативности выполнения когнитивной задачи с помощью U-теста Манна-Уитни. В обеих группах, разделенных по половому

признаку, 1 кластер характеризуется значительно большим общим временем выполнения задания, средним временем выбора числа и более низким коэффициентом полезного действия, чем 2 кластер. Исходя из этого 2 кластер как у мужчин, так и у женщин был обозначен как «высоко результативный», а кластер 1 – «низко результативный».

При сравнении одноименных кластеров в группах испытуемых разного пола обнаружено, что кластер 2 в группе женщин отличается меньшим общим временем выполнения теста ($p = 0,0437$) и меньшим средним временем выбора числа ($p = 0,0068$), чем кластер 2 в группе мужчин (Рисунок 3).

В Таблица 4 представлена сравнительная характеристика полученных кластеров по показателям результативности теста Шульте-Горбова.

Таблица 4 – Показатели результативности теста Шульте-Горбова в кластерах испытуемых разного пола, Me (LQ; HQ)

Группа	Показатель результативности	Кластер 1	Кластер 2	p
Мужчины	Общее время выполнения, мс	190694 (165282; 220596)	120173 # (97787; 130562)	<0,0001
	Среднее время выбора числа, мс	3564 (3118; 4047)	2375 ## (2005; 2669)	<0,0001
	Коэффициент полезного действия, %	91 (86; 94)	97 (94; 99)	<0,0001
Женщины	Общее время выполнения, мс	176303 (159950; 222430)	103158 (55933; 121052)	<0,0001
	Среднее время выбора числа, мс	3405 (2893; 4144)	2061 (1122; 2387)	<0,0001
	Коэффициент полезного действия, %	92 (86; 96)	96 (93; 98)	0,0408

Примечание: # - $p < 0,05$, ## - $p < 0,01$ – для U-критерия Манна-Уитни при сравнении кластеров испытуемых разного пола.

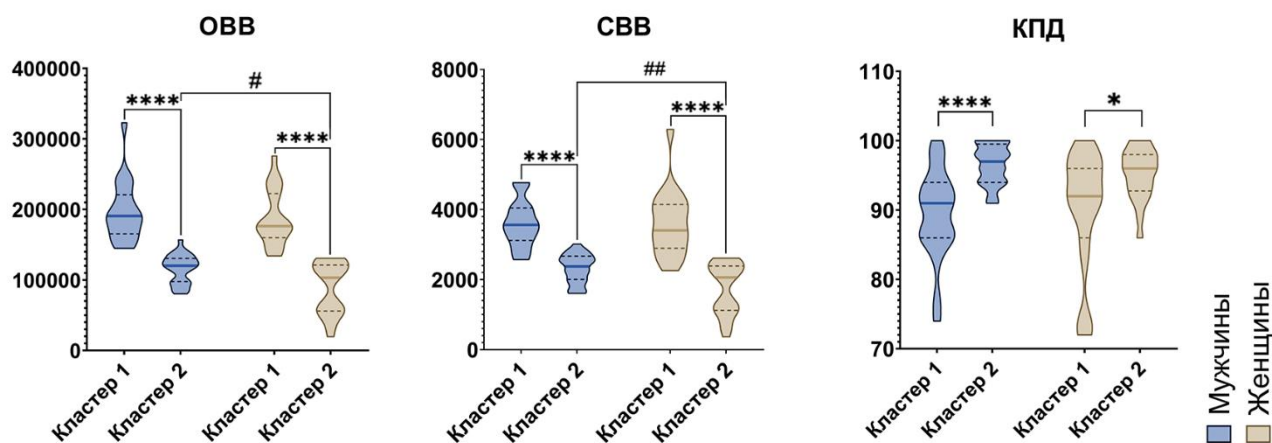


Рисунок 3 – Сравнение показателей результативности теста Шульте-Горбова представителей различных кластеров разного пола

Примечание: OVV – общее время выполнения, СВВ – среднее время выбора числа, КПД – коэффициент полезного действия; * - $p < 0,05$, **** - $p < 0,0001$ – для U-критерия Манна-Уитни при сравнении кластеров внутри группы; # - $p < 0,05$, ## - $p < 0,01$ – для U-критерия Манна-Уитни при сравнении кластеров разного пола.

3.2. Характеристика реоэнцефалографических показателей испытуемых с различной результативностью целенаправленной когнитивной деятельности

При сравнении испытуемых разного пола по реоэнцефалографическим показателям, зарегистрированным в исходном состоянии и во время выполнения теста Шульте-Горбова, был выявлен ряд значимых различий.

Представители мужского пола, по отношению к представителям женского пола, в исходном состоянии характеризовались меньшим реографическим индексом во фронто-мастоидальных отведениях (Fmd, Fms) и в левом окципито-мастоидальном отведении (Oms), меньшей максимальной скоростью быстрого наполнения во фронто-мастоидальных отведениях (Fmd, Fms), меньшей средней скоростью медленного наполнения во фронто-мастоидальных отведениях (Fmd, Fms) и в левом окципито-мастоидальном отведении (Oms), меньшим диастолическим индексом во фронто-мастоидальных (Fmd, Fms) и в окципито-мастоидальных отведениях (Omd, Oms), а также меньшим диастолическим индексом во фронто-мастоидальных отведениях (Fmd, Fms) и в окципито-мастоидальных отведениях (Omd, Oms) (Таблица 5).

Таблица 5 – Сравнение некоторых реоэнцефалографических показателей у испытуемых разного пола в исходном состоянии, Me (LQ; HQ)

Показатель РЭГ	Отведение РЭГ	М (n=67)	Ж (n=41)	p
РИ, у.е.	Fmd	1,04 (0,85; 1,63)	1,40 (1,20; 1,80)	0,0043
	Fms	1,04 (0,92; 1,33)	1,51 (1,30; 2,10)	0,0001
	Omd	0,72 (0,60; 1,09)	0,93 (0,60; 1,08)	0,4303
	Oms	0,73 (0,59; 0,97)	0,94 (0,74; 1,25)	0,0106
V _{макс} , Ом/с	Fmd	1,62 (1,31; 2,18)	2,05 (1,78; 2,95)	0,0048
	Fms	1,60 (1,28; 1,98)	2,33 (1,99; 3,13)	<0,0001
	Omd	1,22 (0,86; 1,82)	1,41 (0,82; 1,91)	0,8801
	Oms	1,08 (0,87; 1,46)	1,32 (1,02; 2,11)	0,0751
V _{ср} , Ом/с	Fmd	0,87 (0,74; 1,15)	1,18 (0,94; 1,56)	0,0104
	Fms	0,90 (0,67; 1,11)	1,29 (1,06; 1,83)	0,0002
	Omd	0,70 (0,51; 1,04)	0,82 (0,41; 1,01)	0,9040
	Oms	0,60 (0,48; 0,83)	0,80 (0,62; 1,06)	0,0214
ДИА, %	Fmd	56,00 (51,00; 63,00)	63,00 (55,00; 73,00)	0,0039
	Fms	56,00 (49,00; 62,00)	61,00 (54,00; 73,00)	0,0093
	Omd	60,00 (56,00; 68,00)	74,00 (67,00; 92,00)	<0,0001
	Oms	62,00 (55,00; 70,00)	71,00 (64,00; 83,00)	0,0004
ДИК, %	Fmd	46,00 (34,54; 57,00)	59,00 (48,00; 65,00)	0,0015
	Fms	43,08 (31,37; 55,00)	55,00 (47,85; 64,00)	0,0007
	Omd	47,95 (37,44; 60,00)	67,00 (59,00; 87,00)	<0,0001
	Oms	51,00 (33,85; 60,00)	65,00 (57,00; 76,00)	<0,0001

Примечание: ДИА – диастолический индекс, ДИК – дикротический индекс, Ж – женщины, М – мужчины, РИ – реографический индекс, V_{макс} – максимальная скорость быстрого наполнения, V_{ср} – средняя скорость медленного наполнения.

Во время выполнения теста Шульте-Горбова у испытуемых мужского пола регистрировалось более низкое время медленного кровенаполнения в окципито-мастоидальных отведениях (Omd, Oms), более низкий реографический индекс во фронтально-мастоидальных (Fmd, Fms) и в окципито-мастоидальных отведениях (Omd, Oms), более низкая максимальная скорость быстрого наполнения во фронтально-мастоидальных отведениях (Fmd, Fms) и в левом окципито-мастоидальном отведении (Oms), более низкая средняя скорость медленного наполнения во фронтально-мастоидальных отведениях (Fmd, Fms) и в левом окципито-мастоидальном отведении (Oms), а также более низкий дикротический индекс во фронтально-мастоидальных отведениях (Fmd, Fms) и в правом окципито-мастоидальном отведении (Omd), чем у представителей женского пола (Таблица 6).

Таблица 6 – Сравнение некоторых реоэнцефалографических показателей у испытуемых разного пола во время выполнения теста Шульте-Горбова, Me (LQ; HQ)

Показатель РЭГ	Отведение РЭГ	М (n=67)	Ж (n=41)	p
$\alpha 2$, с	Fmd	0,06 (0,05; 0,06)	0,06 (0,05; 0,07)	0,1927
	Fms	0,06 (0,05; 0,06)	0,06 (0,05; 0,08)	0,2888
	Omd	0,05 (0,05; 0,06)	0,06 (0,05; 0,06)	0,0094
	Oms	0,06 (0,05; 0,06)	0,06 (0,05; 0,07)	0,0466
РИ, у.е.	Fmd	1,00 (0,82; 1,26)	1,89 (1,21; 2,31)	<0,0001
	Fms	1,03 (0,84; 1,33)	1,79 (1,48; 2,31)	<0,0001
	Omd	0,64 (0,52; 1,03)	0,82 (0,67; 1,08)	0,0470
	Oms	0,67 (0,53; 0,89)	0,90 (0,69; 1,09)	0,0014
$V_{\text{макс}}$, Ом/с	Fmd	1,79 (1,30; 2,39)	2,70 (1,88; 3,27)	0,0002
	Fms	1,59 (1,34; 2,37)	2,59 (2,14; 3,05)	<0,0001
	Omd	1,20 (0,90; 1,68)	1,29 (0,95; 2,01)	0,3237
	Oms	1,06 (0,84; 1,57)	1,46 (0,98; 1,76)	0,0250
$V_{\text{ср}}$, Ом/с	Fmd	0,88 (0,73; 1,26)	1,46 (0,93; 1,82)	0,0024
	Fms	0,82 (0,63; 1,11)	1,49 (1,04; 1,85)	<0,0001
	Omd	0,61 (0,49; 0,96)	0,71 (0,49; 1,01)	0,4851
	Oms	0,60 (0,45; 0,79)	0,78 (0,56; 0,94)	0,0344
ДИК, %	Fmd	46,43 (38,05; 56,00)	56,00 (51,00; 73,00)	0,0054
	Fms	47,56 (35,00; 61,00)	54,55 (45,00; 71,00)	0,0188
	Omd	48,16 (39,00; 58,00)	58,00 (50,00; 77,00)	0,0007
	Oms	49,70 (34,61; 65,00)	59,00 (45,00; 69,00)	0,0687

Примечание: ДИК – дикротический индекс, Ж – женщины, М – мужчины, РИ – реографический индекс, $V_{\text{макс}}$ – максимальная скорость быстрого наполнения, $V_{\text{ср}}$ – средняя скорость медленного наполнения, $\alpha 2$ – время медленного кровенаполнения.

По результатам анализа реоэнцефалографических показателей у представителей разных кластеров в группе мужчин во время когнитивной деятельности по сравнению с исходным состоянием обнаружен ряд значимых изменений.

У представителей кластера 1 отмечается снижение времени медленного кровенаполнения и реографического индекса в окципито-мастоидальных отведениях (Omd, Oms).

У представителей кластера 2 наблюдается снижение времени распространения пульсовой волны во фронто-мастоидальных (Fmd, Fms) и окципито-мастоидальных (Omd, Oms) отведениях, снижение времени быстрого и медленного кровенаполнения в окципито-мастоидальном отведении слева (Oms), снижение реографического индекса в правом окципито-мастоидальном отведении

(Omd), а также увеличение максимальной скорости быстрого наполнения в правом фронто-мастоидальном отведении (Fmd) (Таблица 7).

Таблица 7 – Динамика значимых реоэнцефалографических показателей испытуемых с различной результативностью в группе мужчин во время выполнения теста Шульте-Горбова по сравнению с исходным состоянием, Me (LQ; HQ)

Кластер	Показатель РЭГ	Отведение РЭГ	Исходный фон	Тест Шульте-Горбова	p
Кластер 1 (n = 21)	α_2 , с	Fmd	0,06 (0,05; 0,07)	0,06 (0,05; 0,06)	0,1706
		Fms	0,06 (0,05; 0,07)	0,06 (0,05; 0,06)	0,4017
		Omd	0,06 (0,05; 0,07)	0,05 (0,05; 0,05)	0,0005
		Oms	0,06 (0,05; 0,07)	0,05 (0,05; 0,06)	0,0023
	РИ, у.е.	Fmd	0,95 (0,81; 1,32)	0,99 (0,68; 1,25)	0,3443
		Fms	0,96 (0,85; 1,29)	1,03 (0,82; 1,33)	0,8107
		Omd	0,70 (0,57; 1,02)	0,62 (0,49; 1,00)	0,0070
		Oms	0,69 (0,59; 0,90)	0,67 (0,53; 0,71)	0,0329
Кластер 2 (n = 46)	Q_x , с	Fmd	0,17 (0,14; 0,18)	0,15 (0,14; 0,17)	0,0087
		Fms	0,17 (0,14; 0,18)	0,16 (0,14; 0,17)	0,0297
		Omd	0,16 (0,14; 0,18)	0,14 (0,13; 0,16)	0,0002
		Oms	0,16 (0,13; 0,17)	0,15 (0,13; 0,16)	0,0267
	α_1 , с	Fmd	0,06 (0,05; 0,07)	0,06 (0,05; 0,06)	0,1068
		Fms	0,06 (0,06; 0,07)	0,06 (0,05; 0,06)	0,0856
		Omd	0,06 (0,05; 0,07)	0,06 (0,05; 0,06)	0,1747
		Oms	0,06 (0,06; 0,07)	0,06 (0,05; 0,06)	0,0111
	α_2 , с	Fmd	0,06 (0,06; 0,07)	0,06 (0,05; 0,07)	0,8192
		Fms	0,06 (0,06; 0,07)	0,06 (0,05; 0,07)	0,2943
		Omd	0,06 (0,05; 0,06)	0,05 (0,05; 0,06)	0,1094
		Oms	0,06 (0,06; 0,07)	0,06 (0,05; 0,06)	0,0056
	РИ, у.е.	Fmd	1,10 (0,91; 1,46)	1,01 (0,89; 1,43)	0,6006
		Fms	1,12 (0,95; 1,42)	1,06 (0,85; 1,37)	0,2244
		Omd	0,73 (0,62; 1,14)	0,67 (0,54; 1,11)	0,0094
		Oms	0,73 (0,59; 0,98)	0,67 (0,52; 0,93)	0,0565
V_{\max} , Ом/с	Fmd	1,64 (1,34; 2,05)	1,80 (1,36; 2,41)	0,0406	
	Fms	1,65 (1,34; 1,96)	1,74 (1,34; 1,96)	0,3498	
	Omd	1,24 (0,89; 1,78)	1,21 (0,95; 1,66)	0,4489	
	Oms	1,07 (0,85; 1,51)	1,14 (0,82; 1,74)	0,4054	

Примечание: РИ – реографический индекс, Q_x – время распространения реографической волны, V_{\max} – максимальная скорость быстрого наполнения, α_1 – время быстрого кровенаполнения, α_2 – время медленного кровенаполнения.

При сравнении кластеров в группе мужчин по показателям РЭГ, зарегистрированным в исходном состоянии, значимых различий обнаружено не было. Были выявлены различия по некоторым РЭГ-показателям,

зарегистрированным во время выполнения теста Шульте-Горбова. У представителей второго кластера отмечается больший коэффициент асимметрии реографического индекса в правом окципито-мастоидальном отведении (Omd) и более высокий диастолический индекс в правом фронто-мастоидальном отведении (Fmd) (Таблица 8).

Таблица 8 – Сравнение значимых реоэнцефалографических показателей у испытуемых с различной результативностью выполнения теста «Шульте-Горбова» в группе мужчин, Me (LQ; HQ)

Условие регистрации	Показатель РЭГ	Отведение РЭГ	Кластер 1 (n = 21)	Кластер 2 (n = 46)	P
Тест Шульте-Горбова	КаРИ, %	Fmd	9 (-6; 14)	8 (-5; 27)	0,1962
		Fms	10 (-1; 15)	10 (1; 27)	0,3903
		Omd	2 (-14; 14)	12 (1; 31)	0,0404
		Oms	7 (-1; 17)	18 (-4; 38)	0,0542
	ДИА, %	Fmd	51 (42; 63)	60 (53; 66)	0,0310
		Fms	56 (49; 65)	59 (47; 67)	0,8639
		Omd	63 (53; 80)	64 (58; 70)	0,7446
		Oms	67 (54; 77)	59 (53; 67)	0,2214

Примечание: ДИА – диастолический индекс, КаРИ – коэффициент асимметрии реографического индекса.

Результаты анализа реоэнцефалографических показателей у представителей разных кластеров в группе женщин во время когнитивной деятельности по сравнению с исходным состоянием позволили выявить ряд значимых изменений.

У представителей первого кластера отмечается уменьшение времени распространения реографической волны во фронто-мастоидальных (Fmd, Fms) и в правом окципито-мастоидальном отведении (Omd), увеличение реографического индекса в правом фронто-мастоидальном отведении (Fmd) и увеличение максимальной скорости быстрого наполнения во фронто-мастоидальном отведении справа (Fmd).

У представителей второго кластера наблюдается уменьшение времени распространения реографической волны в левом фронто-мастоидальном отведении (Fms) и в окципито-мастоидальных отведениях (Omd, Oms), увеличение реографического индекса во фронто-мастоидальных отведениях (Fmd,

Fms), а также уменьшение времени медленного кровенаполнения в окципито-мастоидальном отведении справа (Omd) (Таблица 9).

Таблица 9 – Динамика значимых реоэнцефалографических показателей испытуемых с различной результативностью в группе женщин во время выполнения теста Шульте-Горбова по сравнению с исходным состоянием, Me (LQ; HQ)

Кластер	Показатель РЭГ	Отведение РЭГ	Исходный фон	Тест Шульте-Горбова	p
Кластер 1 (n = 19)	Q _x , с	Fmd	0,16 (0,15; 0,18)	0,16 (0,13; 0,17)	0,0299
		Fms	0,16 (0,14; 0,18)	0,15 (0,13; 0,18)	0,0362
		Omd	0,16 (0,13; 0,18)	0,13 (0,13; 0,17)	0,0465
		Oms	0,16 (0,13; 0,17)	0,15 (0,12; 0,17)	0,2227
	РИ, у.е.	Fmd	1,42 (0,98; 2,01)	1,89 (1,24; 2,16)	0,0230
		Fms	1,51 (1,19; 1,89)	1,67 (1,46; 2,04)	0,0534
		Omd	0,79 (0,59; 1,10)	0,78 (0,58; 0,98)	0,3547
		Oms	0,81 (0,68; 1,01)	0,86 (0,68; 1,01)	0,5870
	V _{макс} , Ом/с	Fmd	2,31 (1,60; 2,78)	2,60 (2,03; 3,10)	0,0242
		Fms	2,29 (2,00; 2,76)	2,56 (2,16; 2,99)	0,0949
		Omd	1,27 (0,72; 1,69)	1,13 (0,82; 1,83)	0,6165
		Oms	1,25 (0,97; 1,65)	1,40 (0,96; 1,55)	0,6726
Кластер 2 (n = 22)	Q _x , с	Fmd	0,16 (0,14; 0,17)	0,15 (0,13; 0,16)	0,0980
		Fms	0,16 (0,14; 0,17)	0,15 (0,11; 0,16)	0,0442
		Omd	0,15 (0,15; 0,16)	0,14 (0,12; 0,15)	0,0006
		Oms	0,16 (0,15; 0,16)	0,14 (0,10; 0,16)	0,0166
	РИ, у.е.	Fmd	1,35 (1,22; 1,61)	1,81 (1,14; 2,45)	0,0142
		Fms	1,54 (1,32; 2,13)	1,90 (1,50; 2,54)	0,0262
		Omd	0,97 (0,69; 1,22)	0,87 (0,75; 1,20)	0,1997
		Oms	1,18 (0,81; 1,72)	0,93 (0,75; 1,65)	0,3392
	α2, с	Fmd	0,06 (0,05; 0,06)	0,06 (0,05; 0,08)	0,1182
		Fms	0,06 (0,06; 0,06)	0,06 (0,05; 0,11)	0,0733
		Omd	0,06 (0,06; 0,08)	0,06 (0,05; 0,06)	0,0392
		Oms	0,06 (0,06; 0,07)	0,06 (0,05; 0,07)	0,0591

Примечание: РИ – реографический индекс, Q_x – время распространения реографической волны, V_{макс} – максимальная скорость быстрого наполнения, α2 – время медленного кровенаполнения.

При сравнении кластеров в группе женщин по показателям РЭГ, зарегистрированным в исходном состоянии были выявлены различия по некоторым РЭГ-показателям. У представителей второго кластера отмечается больший коэффициент асимметрии реографического индекса в правом окципито-мастоидальном отведении (Omd) и более высокий диастолический индекс в правом фронтально-мастоидальном отведении (Fmd) (Таблица 10).

Значимых межкластерных различий показателей РЭГ, регистрируемых во время выполнения теста Шульте-Горбова у женщин не обнаружено.

Провели межгрупповое сравнение РЭГ-показателей у представителей кластера 1. Выявлены достоверные различия по ряду показателей как в исходном состоянии, так и во время выполнения целенаправленной когнитивной деятельности.

Таблица 10 – Сравнение значимых реоэнцефалографических показателей у испытуемых с различной результативностью выполнения теста «Шульте-Горбова» в группе женщин, Me (LQ; HQ)

Условие регистрации	Показатель РЭГ	Отведение РЭГ	Кластер 1 (n = 19)	Кластер 2 (n = 22)	p
Исходный фон	α_2 , с	Fmd	0,06 (0,05; 0,07)	0,06 (0,05; 0,06)	0,3826
		Fms	0,06 (0,06; 0,07)	0,06 (0,06; 0,07)	0,0364
		Omd	0,06 (0,05; 0,10)	0,06 (0,06; 0,08)	0,7179
		Oms	0,06 (0,05; 0,06)	0,06 (0,06; 0,08)	0,5122
	ДИК, %	Fmd	61,00 (57,00; 75,00)	54,00 (37,00; 61,00)	0,0237
		Fms	58,00 (53,00; 70,00)	50,00 (42,00; 58,00)	0,0134
		Omd	68,00 (60,00; 90,00)	65,00 (48,00; 72,00)	0,1503
		Oms	69,00 (58,00; 80,00)	63,00 (57,00; 71,00)	0,1998
	ДИА, %	Fmd	69,00 (56,00; 75,00)	61,00 (55,00; 67,00)	0,1359
		Fms	70,00 (59,00; 74,00)	58,00 (51,00; 68,00)	0,0079
		Omd	83,00 (68,00; 96,00)	70,00 (66,00; 82,00)	0,2189
		Oms	78,00 (67,00; 84,00)	71,00 (64,00; 77,00)	0,3265

Примечание: ДИА – диастолический индекс, ДИК – дикротический индекс, α_2 – время медленного кровенаполнения.

Испытуемые кластера 1 мужского пола в исходном состоянии характеризуются меньшим реографическим индексом во фронто-мастоидальных отведениях (Fmd, Fms), низкой максимальной скоростью быстрого наполнения во фронто-мастоидальных отведениях (Fmd, Fms), низкой средней скоростью медленного наполнения в левом фронто-мастоидальном отведении (Fms), а также меньшими диастолическим и дикротическим индексами во всех отведениях (Fmd, Fms, Omd, Oms), по сравнению с испытуемыми кластера 1 женского пола (Таблица 11, Рисунок 4).

Таблица 11 – Сравнение значимых реоэнцефалографических показателей, зарегистрированных в исходном состоянии у испытуемых кластера 1 разного пола, Me (LQ; HQ)

Показатель РЭГ	Отведение РЭГ	М (n=21)	Ж (n=19)	р
РИ, у.е.	Fmd	0,95 (0,81; 1,32)	1,42 (0,98; 2,01)	0,0122
	Fms	0,96 (0,85; 1,29)	1,51 (1,19; 1,89)	0,0035
	Omd	0,70 (0,57; 1,02)	0,79 (0,59; 1,10)	0,5516
	Oms	0,69 (0,59; 0,90)	0,81 (0,68; 1,01)	0,3302
V _{макс} , Ом/с	Fmd	1,55 (1,24; 2,23)	2,31 (1,60; 2,78)	0,0212
	Fms	1,54 (1,09; 2,13)	2,29 (2,00; 2,76)	0,0060
	Omd	1,13 (0,86; 1,88)	1,27 (0,72; 1,69)	0,6386
	Oms	1,24 (0,89; 1,44)	1,25 (0,97; 1,65)	0,6840
V _{ср} , Ом/с	Fmd	0,81 (0,73; 1,17)	1,17 (0,78; 1,46)	0,0933
	Fms	0,87 (0,63; 1,00)	1,29 (0,99; 1,39)	0,0067
	Omd	0,56 (0,50; 0,99)	0,67 (0,31; 0,90)	0,4147
	Oms	0,60 (0,49; 0,78)	0,65 (0,53; 0,89)	0,2711
ДИА, %	Fmd	55,00 (49,00; 61,00)	69,00 (56,00; 75,00)	0,0074
	Fms	55,00 (47,72; 59,00)	70,00 (59,00; 74,00)	0,0015
	Omd	57,00 (54,00; 79,00)	83,00 (68,00; 96,00)	0,0035
	Oms	63,00 (50,00; 74,00)	78,00 (67,00; 84,00)	0,0134
ДИК, %	Fmd	44,00 (33,00; 58,00)	61,00 (57,00; 75,00)	0,0003
	Fms	41,00 (31,00; 55,00)	58,00 (53,00; 70,00)	0,0008
	Omd	47,95 (27,05; 65,00)	68,00 (60,00; 90,00)	0,0003
	Oms	50,00 (26,61; 69,00)	69,00 (58,00; 80,00)	0,0134

Примечание: ДИА – диастолический индекс, ДИК – дикротический индекс, РИ – реографический индекс, V_{макс} – максимальная скорость быстрого наполнения, V_{ср} – средняя скорость медленного наполнения; Ж – женщины, М – мужчины.

Представители кластера 1 мужского пола во время выполнения теста Шульте-Горбова отличаются от представителей кластера 1 женского пола меньшим реографическим индексом во фронто-мастоидальных отведениях (Fmd, Fms) и в окципито-мастоидальном отведении слева (Oms), низкой максимальной скоростью быстрого наполнения и низкой средней скоростью медленного наполнения во фронто-мастоидальных отведениях (Fmd, Fms), меньшим диастолическим индексом в правом фронто-мастоидальном отведении (Fmd) и меньшим дикротическим индексом в правых фронто-мастоидальном и окципито-мастоидальном отведениях (Fmd, Omd) (Таблица 12, Рисунок 5).

Таблица 12 – Сравнение значимых реоэнцефалографических показателей, зарегистрированных во время выполнения теста Шульте-Горбова у испытуемых кластера 1 разного пола, Me (LQ; HQ)

Показатель РЭГ	Отведение РЭГ	М (n=21)	Ж (n=19)	р
РИ, у.е.	Fmd	0,99 (0,68; 1,25)	1,89 (1,24; 2,16)	0,0009
	Fms	1,03 (0,82; 1,33)	1,67 (1,46; 2,04)	0,0019
	Omd	0,62 (0,49; 1,00)	0,78 (0,58; 0,98)	0,2317
	Oms	0,67 (0,53; 0,71)	0,86 (0,68; 1,01)	0,0253
V _{макс} , Ом/с	Fmd	1,74 (1,19; 2,27)	2,60 (2,03; 3,10)	0,0028
	Fms	1,52 (1,14; 2,44)	2,56 (2,16; 2,99)	0,0010
	Omd	1,14 (0,86; 1,73)	1,13 (0,82; 1,83)	0,9004
	Oms	1,00 (0,90; 1,49)	1,40 (0,96; 1,55)	0,1652
V _{ср} , Ом/с	Fmd	1,01 (0,69; 1,28)	1,40 (0,97; 1,67)	0,0177
	Fms	0,79 (0,53; 1,43)	1,26 (1,09; 1,59)	0,0231
	Omd	0,61 (0,47; 1,01)	0,58 (0,38; 0,99)	0,7306
	Oms	0,57 (0,49; 0,78)	0,73 (0,55; 0,82)	0,2575
ДИА, %	Fmd	51,00 (42,00; 63,00)	62,00 (55,00; 87,50)	0,0383
	Fms	56,00 (49,00; 65,00)	59,00 (48,50; 80,50)	0,2711
	Omd	63,00 (53,00; 80,00)	76,00 (60,00; 88,50)	0,2997
	Oms	67,00 (54,00; 77,00)	61,00 (50,00; 72,50)	0,3969
ДИК, %	Fmd	46,43 (30,29; 53,00)	56,00 (52,00; 73,00)	0,0060
	Fms	42,71 (27,03; 61,00)	54,00 (46,50; 68,00)	0,0758
	Omd	47,00 (30,68; 58,00)	58,00 (46,07; 82,50)	0,0299
	Oms	52,00 (30,94; 69,00)	57,00 (45,12; 66,00)	0,5308

Примечание: ДИА – диастолический индекс, ДИК – дикротический индекс, РИ – реографический индекс, V_{макс} – максимальная скорость быстрого наполнения, V_{ср} – средняя скорость медленного наполнения; Ж – женщины, М – мужчины.

Также было проведено межгрупповое сравнение РЭГ-показателей у представителей кластера 2, позволившее обнаружить достоверные различия по некоторым из них.

Испытуемые кластера 2 мужского пола в исходном состоянии характеризуются меньшим реографическим индексом в левых фронто-мастоидальном и окципито-мастоидальном отведениях (Fms, Oms), низкой максимальной скоростью быстрого наполнения во фронто-мастоидальном отведении слева (Fms), низкой средней скоростью медленного наполнения во фронто-мастоидальных отведениях (Fmd, Fms) и в левом окципито-мастоидальном отведении (Oms), а также меньшими диастолическим и дикротическим индексами в окципито-мастоидальных отведениях (Omd, Oms), по сравнению с испытуемыми кластера 2 женского пола (Таблица 13, Рисунок 4).

Таблица 13 – Сравнение значимых реоэнцефалографических показателей, зарегистрированных в исходном состоянии у испытуемых кластера 2 разного пола, Me (LQ; HQ)

Показатель РЭГ	Отведение РЭГ	М (n=46)	Ж (n=22)	р
РИ, у.е.	Fmd	1,10 (0,91; 1,46)	1,35 (1,22; 1,61)	0,0812
	Fms	1,12 (0,95; 1,42)	1,54 (1,32; 2,13)	0,0054
	Omd	0,73 (0,62; 1,14)	0,97 (0,69; 1,22)	0,4568
	Oms	0,73 (0,59; 0,98)	1,18 (0,81; 1,72)	0,0107
$V_{\text{макс}}$, Ом/с	Fmd	1,64 (1,34; 2,05)	2,05 (1,74; 3,17)	0,0713
	Fms	1,65 (1,34; 1,96)	2,66 (1,91; 3,42)	0,0051
	Omd	1,24 (0,89; 1,78)	1,58 (1,11; 1,95)	0,4568
	Oms	1,07 (0,85; 1,51)	1,62 (0,96; 2,76)	0,0745
$V_{\text{ср}}$, Ом/с	Fmd	0,92 (0,75; 1,14)	1,33 (0,99; 1,70)	0,0354
	Fms	0,92 (0,72; 1,12)	1,36 (1,11; 1,96)	0,0054
	Omd	0,72 (0,51; 1,06)	0,93 (0,72; 1,13)	0,2257
	Oms	0,59 (0,47; 0,86)	0,97 (0,64; 1,51)	0,0304
ДИА, %	Fmd	56,00 (52,25; 63,00)	61,00 (55,00; 67,00)	0,2825
	Fms	57,00 (49,93; 63,50)	58,00 (51,00; 68,00)	0,1592
	Omd	60,50 (56,50; 64,75)	70,00 (66,00; 82,00)	0,0079
	Oms	61,00 (56,00; 69,25)	71,00 (64,00; 77,00)	0,0084
ДИК, %	Fmd	48,18 (34,76; 56,75)	54,00 (37,00; 61,00)	0,1592
	Fms	46,25 (33,58; 59,25)	50,00 (42,00; 58,00)	0,5954
	Omd	48,00 (39,09; 57,50)	65,00 (48,00; 72,00)	0,0003
	Oms	51,00 (36,67; 59,75)	63,00 (57,00; 71,00)	0,0247

Примечание: ДИА – диастолический индекс, ДИК – дикротический индекс, РИ – реографический индекс, $V_{\text{макс}}$ – максимальная скорость быстрого наполнения, $V_{\text{ср}}$ – средняя скорость медленного наполнения; Ж – женщины, М – мужчины.

Представители кластера 2 мужского пола во время выполнения теста Шульте-Горбова отличаются от представителей кластера 2 женского пола меньшим реографическим индексом во фронтально-мастоидальных отведениях (Fmd, Fms) и в окципитально-мастоидальном отведении слева (Oms), низкой максимальной скоростью быстрого наполнения во фронтально-мастоидальных отведениях (Fmd, Fms) и в окципитально-мастоидальном отведении слева (Oms), низкой средней скоростью медленного наполнения во фронтально-мастоидальном и окципитально-мастоидальном отведениях слева (Fms, Oms), и меньшим

дикротическим индексом в правом окципито-мастоидальном отведении (Omd) (Таблица 14, Рисунок 5).

Таблица 14 – Сравнение значимых реоэнцефалографических показателей, зарегистрированных во время выполнения теста Шульте-Горбова у испытуемых кластера 2 разного пола, Me (LQ; HQ)

Показатель РЭГ	Отведение РЭГ	М (n=46)	Ж (n=22)	p
РИ, у.е.	Fmd	1,01 (0,89; 1,43)	1,81 (1,14; 2,45)	0,0003
	Fms	1,06 (0,85; 1,37)	1,87 (1,49; 2,44)	<0,0001
	Omd	0,67 (0,54; 1,11)	0,87 (0,75; 1,20)	0,0921
	Oms	0,68 (0,52; 0,93)	0,93 (0,75; 1,65)	0,0135
V _{макс} , Ом/с	Fmd	1,80 (1,36; 2,41)	2,70 (1,67; 3,28)	0,0120
	Fms	1,74 (1,41; 2,18)	2,69 (2,08; 3,27)	0,0003
	Omd	1,21 (0,95; 1,66)	1,42 (1,09; 2,11)	0,2040
	Oms	1,14 (0,82; 1,74)	1,56 (1,15; 2,50)	0,0473
V _{ср} , Ом/с	Fmd	0,87 (0,74; 1,24)	1,48 (0,89; 2,02)	0,0596
	Fms	0,82 (0,68; 1,09)	1,59 (0,81; 1,97)	0,0045
	Omd	0,62 (0,49; 0,96)	0,75 (0,62; 1,11)	0,1712
	Oms	0,61 (0,43; 0,88)	0,82 (0,66; 1,50)	0,0430
ДИА, %	Fmd	60,00 (53,00; 66,00)	61,00 (24,50; 76,00)	0,5429
	Fms	59,00 (47,00; 67,00)	59,50 (37,25; 71,50)	0,8697
	Omd	64,00 (58,00; 70,00)	72,50 (63,75; 80,75)	0,1175
	Oms	59,00 (53,00; 67,00)	67,00 (51,50; 78,25)	0,2257
ДИК, %	Fmd	46,22 (38,93; 58,00)	55,81 (19,00; 73,25)	0,4686
	Fms	47,76 (37,11; 61,50)	57,00 (39,00; 73,25)	0,3789
	Omd	49,41 (39,03; 58,75)	58,00 (51,50; 73,00)	0,0179
	Oms	47,25 (40,32; 62,50)	62,50 (45,00; 71,00)	0,0520

Примечание: ДИА – диастолический индекс, ДИК – дикротический индекс, РИ – реографический индекс, V_{макс} – максимальная скорость быстрого наполнения, V_{ср} – средняя скорость медленного наполнения; Ж – женщины, М – мужчины.

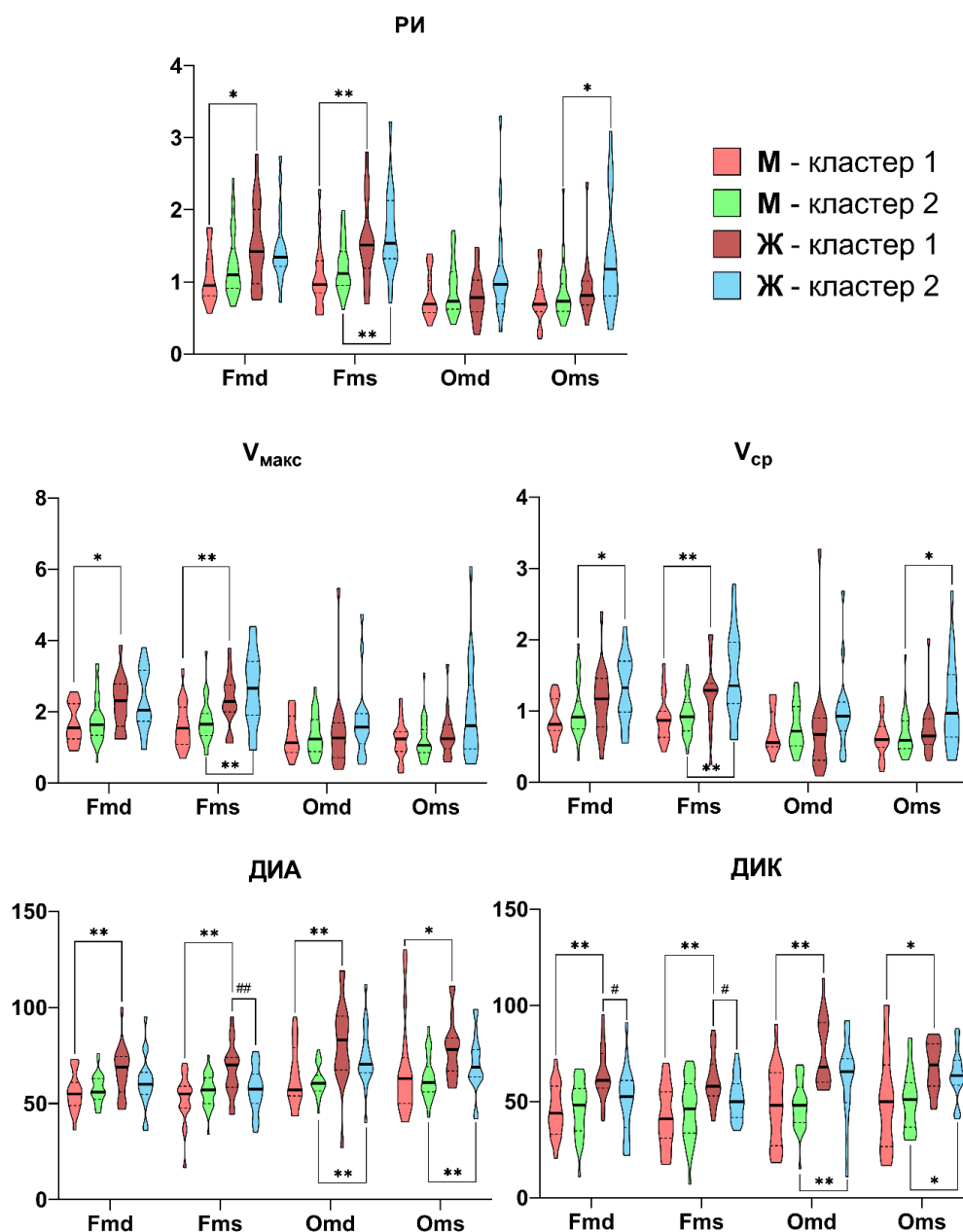


Рисунок 4 – Сравнение некоторых реоэнцефалографических показателей, зарегистрированных в исходном состоянии у испытуемых с различной результативностью целенаправленной когнитивной деятельности

Примечание: ДИА – диастолический индекс, ДИК – дикротический индекс, РИ – реографический индекс, $V_{\text{макс}}$ – максимальная скорость быстрого наполнения, $V_{\text{ср}}$ – средняя скорость медленного наполнения; Ж – женщины, М – мужчины; * - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$ – для U-критерия Манна-Уитни при сравнении кластеров разных половых групп; # - $p < 0.05$, ## - $p < 0.01$ – для U-критерия Манна-Уитни при сравнении кластеров внутри группы.

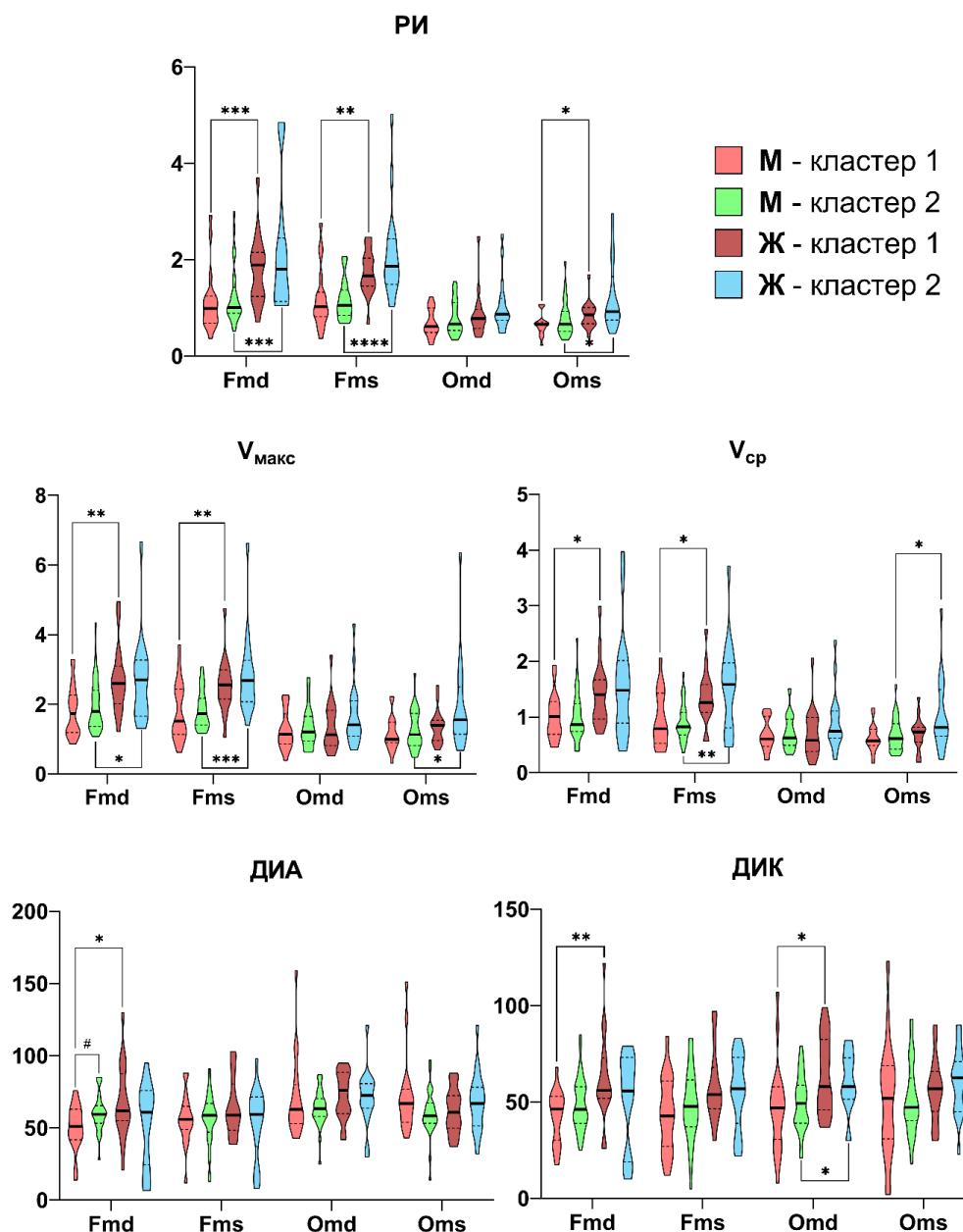


Рисунок 5 – Сравнение некоторых реоэнцефалографических показателей, зарегистрированных во время выполнения теста Шульте-Горбова у испытуемых с различной результативностью целенаправленной когнитивной деятельности

Примечание: ДИА – диастолический индекс, ДИК – дикротический индекс, РИ – реографический индекс, $V_{\text{макс}}$ – максимальная скорость быстрого наполнения, $V_{\text{ср}}$ – средняя скорость медленного наполнения; Ж – женщины, М – мужчины; * - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$, *** - $p < 0.001$, **** - $p < 0.0001$ – для U-критерия Манна-Уитни при сравнении кластеров разных половых групп; # - $p < 0.05$ – для U-критерия Манна-Уитни при сравнении кластеров внутри группы.

Провели корреляционный анализ реоэнцефалографических показателей, зарегистрированных во время выполнения теста Шульте-Горбова, с показателями результативности данного теста у испытуемых разного пола обоих кластеров (Рисунок 6).

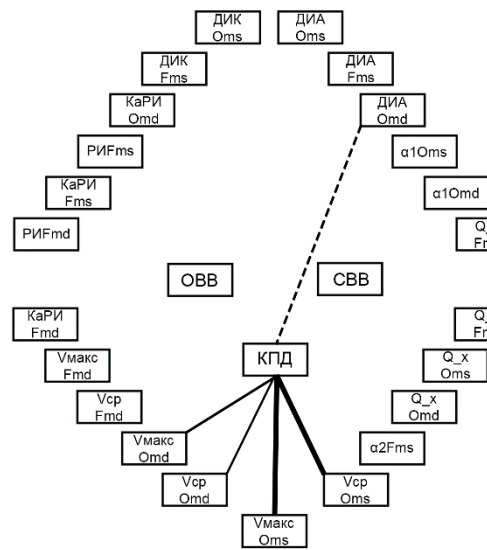
В первом кластере в группе мужчин были выявлены корреляционные взаимосвязи между следующими показателями: $V_{\max}O_{md}$ – КПД ($r_s = 0,466$, $p = 0,044$), $V_{\max}O_{ms}$ – КПД ($r_s = 0,566$, $p = 0,012$), $V_{cp}O_{md}$ – КПД ($r_s = 0,470$, $p = 0,042$), $V_{cp}O_{ms}$ – КПД ($r_s = 0,519$, $p = 0,023$), $ДИАO_{md}$ – КПД ($r_s = -0,491$, $p = 0,033$).

У женщин, относящихся к первому кластеру, выявлены следующие корреляционные взаимосвязи: $Q_{x}F_{md}$ – ОВВ ($r_s = 0,546$, $p = 0,024$), $Q_{x}F_{md}$ – КПД ($r_s = -0,545$, $p = 0,024$), $Q_{x}F_{ms}$ – ОВВ ($r_s = 0,549$, $p = 0,022$), $Q_{x}F_{ms}$ – КПД ($r_s = -0,572$, $p = 0,016$), $Q_{x}O_{md}$ – КПД ($r_s = -0,665$, $p = 0,004$), $Q_{x}O_{ms}$ – ОВВ ($r_s = 0,552$, $p = 0,022$), $Q_{x}O_{ms}$ – КПД ($r_s = -0,544$, $p = 0,024$), $РИF_{md}$ – ОВВ ($r_s = -0,650$, $p = 0,005$), $РИF_{md}$ – СВВ ($r_s = -0,507$, $p = 0,038$), $КаРИF_{md}$ – ОВВ ($r_s = -0,506$, $p = 0,038$), $КаРИF_{ms}$ – КПД ($r_s = 0,515$, $p = 0,034$), $V_{\max}F_{md}$ – ОВВ ($r_s = -0,603$, $p = 0,010$), $V_{\max}F_{md}$ – СВВ ($r_s = -0,596$, $p = 0,012$), $V_{cp}F_{md}$ – ОВВ ($r_s = -0,651$, $p = 0,005$), $V_{cp}F_{md}$ – СВВ ($r_s = -0,665$, $p = 0,004$), $ДИКF_{ms}$ – СВВ ($r_s = 0,658$, $p = 0,004$), $ДИКО_{ms}$ – ОВВ ($r_s = 0,513$, $p = 0,035$), $ДИКО_{ms}$ – СВВ ($r_s = 0,544$, $p = 0,024$), $ДИАF_{ms}$ – СВВ ($r_s = 0,578$, $p = 0,015$), $ДИАO_{ms}$ – ОВВ ($r_s = 0,551$, $p = 0,022$), $ДИАO_{ms}$ – СВВ ($r_s = 0,561$, $p = 0,019$), $\alpha 1O_{md}$ – СВВ ($r_s = 0,495$, $p = 0,043$).

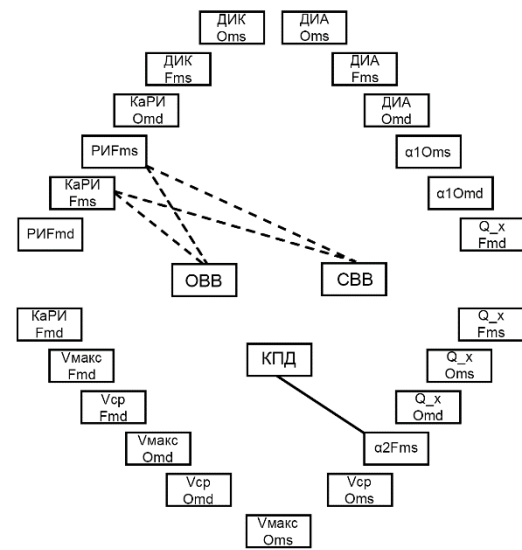
У мужчин во втором кластере обнаружены следующие корреляционные связи: $\alpha 2F_{ms}$ – КПД ($r_s = 0,375$, $p = 0,035$), $РИF_{ms}$ – ОВВ ($r_s = -0,407$, $p = 0,021$), $РИF_{ms}$ – СВВ ($r_s = -0,387$, $p = 0,029$), $КаРИF_{ms}$ – ОВВ ($r_s = -0,406$, $p = 0,021$), $КаРИF_{ms}$ – СВВ ($r_s = -0,369$, $p = 0,038$).

А также выявлены корреляционные взаимосвязи у женщин, входящих во второй кластер: $Q_{x}F_{md}$ – ОВВ ($r_s = -0,560$, $p = 0,012$), $Q_{x}F_{md}$ – СВВ ($r_s = -0,480$, $p = 0,034$), $Q_{x}F_{ms}$ – ОВВ ($r_s = -0,580$, $p = 0,008$), $Q_{x}F_{ms}$ – СВВ ($r_s = -0,491$, $p = 0,030$), $\alpha 1O_{md}$ – ОВВ ($r_s = -0,468$, $p = 0,050$), $\alpha 1O_{md}$ – СВВ ($r_s = -0,514$, $p = 0,029$), $\alpha 1O_{ms}$ – ОВВ ($r_s = -0,501$, $p = 0,018$), $\alpha 1O_{ms}$ – СВВ ($r_s = -0,524$, $p = 0,015$), $КаРИO_{md}$ – ОВВ ($r_s = -0,477$, $p = 0,040$), $КаРИO_{md}$ – СВВ ($r_s = -0,521$, $p = 0,023$).

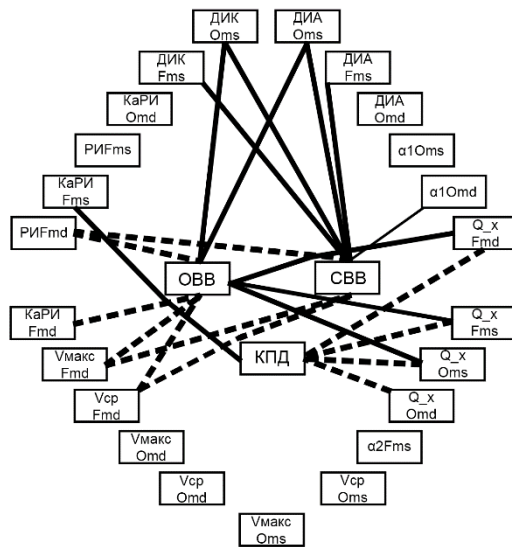
М - кластер 1



М - кластер 2



Ж - кластер 1



Ж - кластер 2

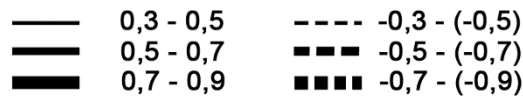
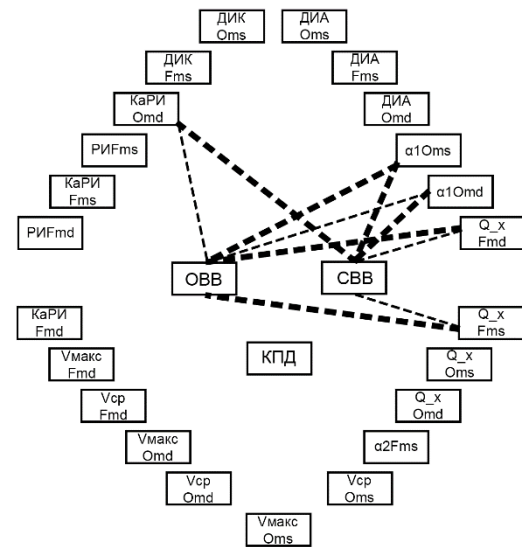


Рисунок 6 – Корреляционные плеяды, отражающие взаимосвязи реоэнцефалографических показателей с показателями результативности когнитивной деятельности испытуемых сравнимых кластеров

Примечание: ОБВ – общее время выполнения, СВВ – среднее время выбора числа, КПД – коэффициент полезного действия, Q_x – время распространения реографической волны, $\alpha 1$ – время быстрого кровенаполнения, $\alpha 2$ – время медленного кровенаполнения, RI – реографический индекс, KaRI – коэффициент асимметрии реографического индекса, V_{\max} – максимальная скорость быстрого наполнения, V_{cp} – средняя скорость медленного наполнения, ДИК – дикротический индекс, ДИА – диастолический индекс. Fms – левое фронто-мастоидальное отведение; Fmd – правое фронто-мастоидальное отведение; Oms – левое окципито-мастоидальное отведение; Omd - правое окципито-мастоидальное отведение. Ж – женщины, М – мужчины.

С целью оценки асимметрии гемодинамики головного мозга провели сравнительный анализ реоэнцефалографических показателей, зарегистрированных с противоположных сторон головы. Результаты данного анализа отражены в таблицах 15-18.

Таблица 15 – Сравнение значимых реоэнцефалографических показателей, зарегистрированных с противоположных сторон головы, у испытуемых мужского пола кластера 1, Me (LQ; HQ)

Условие регистрации	Показатель РЭГ	Справа	Слева	р
Исходный фон	Q _x O _m	0,16 (0,15; 0,17)	0,16 (0,14; 0,16)	0,0309
	V _{ср} O _m	0,56 (0,50; 0,99)	0,60 (0,49; 0,78)	0,0486
Тест Шульте-Горбова	Q _x O _m	0,15 (0,14; 0,16)	0,15 (0,14; 0,16)	0,0047
	α1O _m	0,05 (0,05; 0,06)	0,06 (0,05; 0,07)	0,0052
	α2O _m	0,05 (0,05; 0,05)	0,05 (0,05; 0,06)	0,0355

Примечание: Q_x – время распространения реографической волны, α1 – время быстрого кровенаполнения, α2 – время медленного кровенаполнения, V_{ср} – средняя скорость медленного наполнения; O_m – окципито-мастоидальные отведения.

Таблица 16 – Сравнение значимых реоэнцефалографических показателей, зарегистрированных с противоположных сторон головы, у испытуемых мужского пола кластера 2, Me (LQ; HQ)

Условие регистрации	Показатель РЭГ	Справа	Слева	р
Исходный фон	Q _x O _m	0,16 (0,14; 0,17)	0,16 (0,13; 0,17)	0,0012
	V _{ср} O _m	0,72 (0,51; 1,06)	0,59 (0,48; 0,86)	0,0137
	V _{макс} O _m	1,24 (0,92; 1,75)	1,07 (0,86; 1,49)	0,0301
	α1O _m	0,06 (0,05; 0,07)	0,06 (0,06; 0,07)	0,0254
	α2O _m	0,06 (0,05; 0,06)	0,06 (0,06; 0,07)	0,0119

Примечание: Q_x – время распространения реографической волны, α1 – время быстрого кровенаполнения, α2 – время медленного кровенаполнения, V_{макс} – максимальная скорость быстрого наполнения, V_{ср} – средняя скорость медленного наполнения; O_m – окципито-мастоидальные отведения.

Таблица 17 – Сравнение значимых реоэнцефалографических показателей, зарегистрированных с противоположных сторон головы, у испытуемых женского пола кластера 1, Me (LQ; HQ)

Условие регистрации	Показатель РЭГ	Справа	Слева	р
Исходный фон	α1O _m	0,05 (0,05; 0,06)	0,06 (0,05; 0,06)	0,0356
Тест Шульте-Горбова	ДИАO _m	76,00 (61,00; 88,00)	61,00 (52,00; 71,00)	0,0442

Примечание: α1 – время быстрого кровенаполнения, ДИА – диастолический индекс; O_m – окципито-мастоидальные отведения.

Таблица 18 – Сравнение значимых реоэнцефалографических показателей, зарегистрированных с противоположных сторон головы, у испытуемых женского пола кластера 2, Me (LQ; HQ)

Условие регистрации	Показатель РЭГ	Справа	Слева	p
Исходный фон	V _{ср} O _m	0,90 (0,61; 1,12)	0,93 (0,56; 1,49)	0,0486
	V _{макс} O _m	1,56 (0,82; 1,93)	1,54 (0,78; 2,56)	0,0049
	РИF _m	1,33 (1,20; 1,55)	1,41 (1,30; 2,10)	0,0049
	РИO _m	0,96 (0,68; 1,17)	1,11 (0,79; 1,54)	0,0486

Примечание: РИ – реографический индекс, V_{макс} – максимальная скорость быстрого наполнения, V_{ср} – средняя скорость медленного наполнения; F_m – фронто-мастоидальные отведения, O_m – окципито-мастоидальные отведения.

3.3. Характеристика показателей ритмокардиографии у испытуемых с различной результативностью целенаправленной когнитивной деятельности

При сравнении испытуемых разного пола по показателям variability сердечного ритма, зарегистрированных в исходном состоянии и во время выполнения теста Шульте-Горбова, был выявлен ряд значимых различий (Таблица 19).

У испытуемых мужского пола, по отношению к испытуемым женского пола, в исходном состоянии отмечалось большее значение мощности спектра в низкочастотном диапазоне и более высокий индекс вагосимпатического взаимодействия.

Во время выполнения теста Шульте-Горбова испытуемые мужского пола характеризовались более низкой частотой сердечных сокращений, меньшим значением мощности спектра в высокочастотном диапазоне, более высоким индексом вагосимпатического взаимодействия, чем испытуемые женского пола.

При сравнении кластеров в группе мужчин по показателям variability сердечного ритма, зарегистрированным в исходном состоянии, было обнаружено, что у испытуемых кластера 1 стресс-индекс значительно выше, чем у испытуемых кластера 2. При сравнении данных кластеров по показателям ВСР во время выполнения теста Шульте-Горбова выявили, что испытуемые первого кластера

имеют более высокий показатель мощности спектра в низкочастотном диапазоне, чем испытуемые второго кластера (Таблица 20).

Таблица 19 – Значимые показатели вариабельности сердечного ритма у испытуемых разного пола, Me (LQ; HQ)

Условие регистрации	Показатель ВСП	М (n=60)	Ж (n=34)	р
Исходный фон	pLF, %	48,50 (36,63; 60,80)	37,50 (30,00; 48,55)	0,0171
	LF/HF	1,63 (0,81; 2,67)	1,04 (0,49; 1,67)	0,0485
Тест Шульте-Горбова	HR, 1/мин	82,00 (76,00; 90,00)	89,24 (79,01; 97,26)	0,0207
	pHF, %	27,10 (19,31; 34,60)	35,82 (27,44; 45)	0,0191
	LF/HF	1,81 (1,05; 2,67)	1,22 (0,78; 2,02)	0,0255

Примечание: HR – частота сердечных сокращений, рHF – мощность спектра в высокочастотном диапазоне, pLF – мощность спектра в низкочастотном диапазоне, LF/HF – индекс вагосимпатического взаимодействия.

Таблица 20 – Сравнение значимых показателей вариабельности сердечного ритма у испытуемых с различной результативностью выполнения теста «Шульте-Горбова» в группе мужчин, Me (LQ; HQ)

Условие регистрации	Показатель ВСП	Кластер 1 (n=18)	Кластер 2 (n=42)	р
Исходный фон	SI, у.е.	130,09 (90,00; 350,00)	84,00 (48,00; 146,00)	0,0129
Тест Шульте-Горбова	pLF, %	54,40 (44,90; 62,00)	43,30 (33,80; 54,10)	0,0093

Примечание: pLF – мощность спектра в низкочастотном диапазоне, SI – стресс-индекс.

При сравнении кластеров в группе женщин по показателям вариабельности сердечного ритма, зарегистрированным в исходном состоянии, значимых различий не выявили. Были обнаружены достоверные межкластерные различия по показателям ВСП, зарегистрированным во время выполнения теста Шульте-Горбова (Таблица 21). Представители кластера 1 характеризуются более низкой частотой сердечных сокращений и более высоким показателем мощности спектра в низкочастотном диапазоне, чем представители кластера 2.

По результатам анализа показателей ВСП у представителей разного пола кластера 1 значимых межгрупповых различий не обнаружено.

Таблица 21 – Сравнение значимых реоэнцефалографических показателей у испытуемых с различной результативностью выполнения теста «Шульте-Горбова» в группе женщин, Me (LQ; HQ)

Условие регистрации	Показатель ВСП	Кластер 1 (n=16)	Кластер 2 (n=18)	Р
Тест Шульте-Горбова	HR, 1/мин	84,18 (77,10; 90,00)	93,65 (89,00; 99,00)	0,0402
	pLF, %	46,74 (42,04; 56,29)	38,00 (28,00; 43,04)	0,0047

Примечание: HR – частота сердечных сокращений, pLF – мощность спектра в низкочастотном диапазоне.

При проведении анализа показателей ВСП у представителей разного пола кластера 2, было выявлено, что у испытуемых мужского пола, по сравнению с испытуемыми женского пола, ниже частота сердечных сокращений и выше показатель мощности спектра в низкочастотном диапазоне, как в исходном состоянии, так и при выполнении теста Шульте-Горбова, а также ниже стресс-индекс в исходном состоянии и выше индекс вагосимпатического взаимодействия во время выполнения теста Шульте-Горбова (Таблица 22).

Таблица 22 – Сравнение значимых показателей variability сердечного ритма у испытуемых кластера 2 разного пола, Me (LQ; HQ)

Условие регистрации	Показатель ВСП	М (n=46)	Ж (n=18)	р
Исходный фон	HR, 1/мин	80,00 (74,00; 84,00)	86,00 (80,19; 91,91)	0,0032
	SI, у.е.	84,00 (48,00; 146,00)	157,00 (77,50; 286,24)	0,0200
	pLF, %	52,50 (37,35; 61,30)	37,00 (30,00; 46,65)	0,0087
	LF/HF	1,75 (0,87; 2,94)	1,16 (0,48; 1,67)	0,0610
Тест Шульте-Горбова	HR, 1/мин	81,00 (78,00; 90,00)	93,65 (89,00; 99,00)	0,0011
	SI, у.е.	118,00 (74,00; 187,00)	130,00 (98,43; 210,97)	0,3016
	pLF, %	43,30 (33,80; 54,10)	38,00 (28,00; 43,04)	0,0419
	LF/HF	1,52 (1,04; 2,70)	0,84 (0,56; 1,78)	0,0337

Примечание: HR – частота сердечных сокращений, pLF – мощность спектра в низкочастотном диапазоне, LF/HF - индекс вагосимпатического взаимодействия, SI – стресс-индекс.

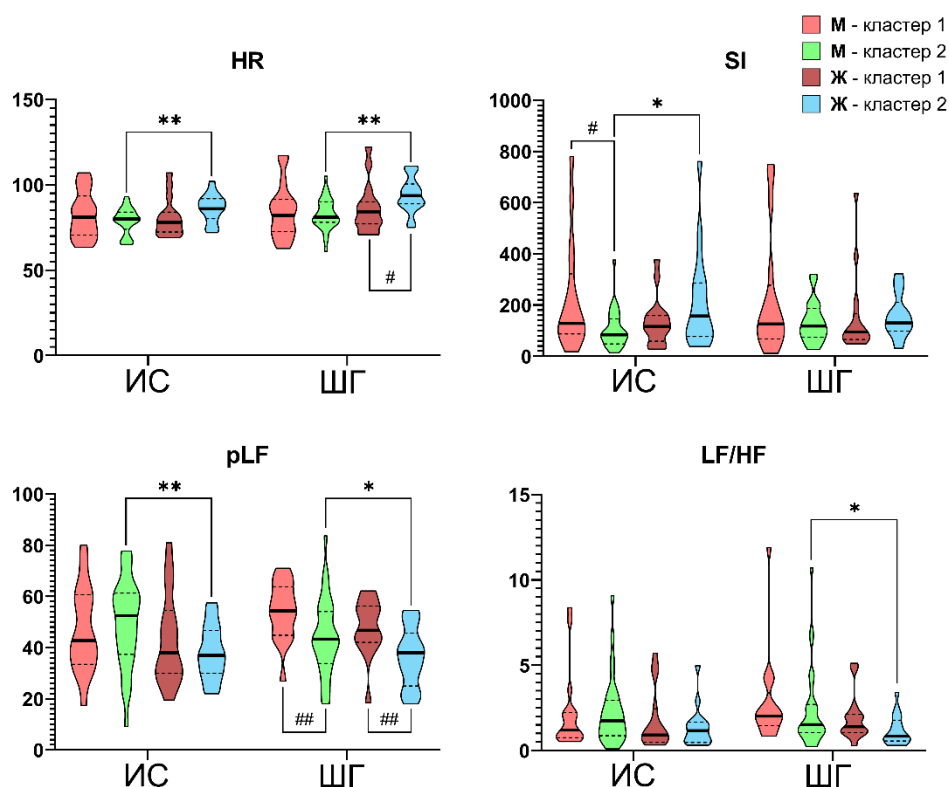


Рисунок 7 – Сравнение значимых показателей variability сердечного ритма у испытуемых с различной результативностью целенаправленной когнитивной деятельности

Примечание: ИС – исходное состояние, ШГ – выполнение теста Шульте-Горбова; HR – частота сердечных сокращений, pLF – мощность спектра в низкочастотном диапазоне, LF/HF – индекс вагосимпатического взаимодействия, SI – стресс-индекс; * - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$ – для U-критерия Манна-Уитни при сравнении кластеров разных половых групп; # - $p < 0.05$, ## - $p < 0.01$ – для U-критерия Манна-Уитни при сравнении кластеров внутри группы.

Провели корреляционный анализ показателей ВСР, зарегистрированных во время выполнения теста Шульте-Горбова, с показателями результативности данного теста у испытуемых разного пола обоих кластеров.

В первом кластере в группе мужчин были выявлены корреляционные взаимосвязи между следующими показателями: CV – СВВ ($rs = -0.550$, $p = 0,044$).

Во втором кластере в группе мужчин были выявлены корреляционные взаимосвязи между следующими показателями: HR – ОБВ ($rs = -0,399$, $p = 0,026$), HR – СВВ ($rs = -0,405$, $p = 0,024$), Mean – ОБВ ($rs = 0,424$, $p = 0,049$), Mean – СВВ ($rs = 0,462$, $p = 0,030$), pLF – ОБВ ($rs = 0,371$, $p = 0,040$), pLF – СВВ ($rs = 0,358$, $p = 0,048$), LF/HF – ОБВ ($rs = 0,379$, $p = 0,036$).

У женщин, относящихся к первому кластеру, выявлены следующие корреляционные взаимосвязи: HR – КПД ($r_s = 0,830$, $p < 0,001$), Mean – КПД ($r_s = -0,815$, $p = 0,010$).

У женщин второго кластера выявлены корреляционные взаимосвязи между следующими показателями: RMSSD – КПД ($r_s = 0,975$, $p = 0,033$), pNN50 – КПД ($r_s = 0,975$, $p = 0,033$), pHF – OBB ($r_s = -0,608$, $p = 0,011$), pHF – CBV ($r_s = -0,575$, $p = 0,017$), LF/HF – OBB ($r_s = 0,564$, $p = 0,018$), LF/HF – CBV ($r_s = 0,511$, $p = 0,036$).

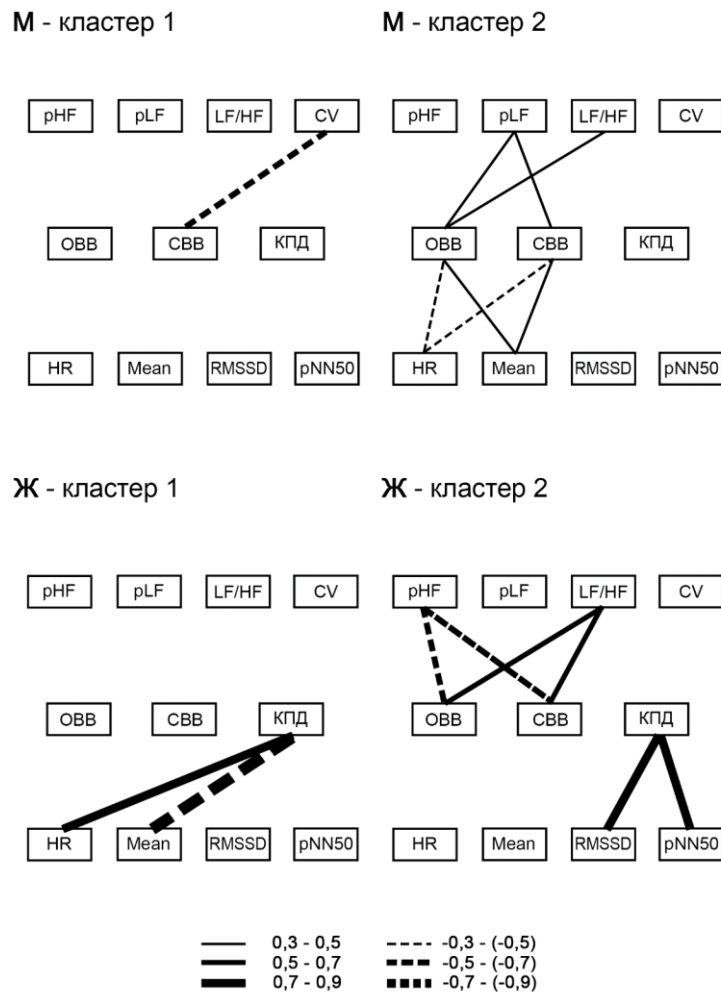


Рисунок 8 – Корреляционные плеяды, отражающие взаимосвязи показателей variability сердечного ритма с показателями результативности когнитивной деятельности испытуемых сравниваемых кластеров

Примечание: OBB – общее время выполнения, CBV – среднее время выбора числа, КПД – коэффициент полезного действия, HR – частота сердечных сокращений, Mean – среднее значение длительности RR интервалов, RMSSD – среднеквадратичное значение последовательных различий, pNN50 – доля NN50, деленная на общее количество NN, pHF – мощность спектра в высокочастотном диапазоне, pLF – мощность спектра в низкочастотном диапазоне, LF/HF – индекс вагосимпатического взаимодействия, CV – коэффициент вариации. Ж – женщины, М – мужчины.

3.4. Характеристика индивидуальных свойств центральной нервной системы испытуемых разного пола

3.4.1. Характеристика функциональной латерализации испытуемых с различной результативностью целенаправленной когнитивной деятельности

При анализе психофизиологических параметров и показателей функциональной латерализации у испытуемых разного пола были выявлены значимые отличия по результатам динамометрии кистей рук и теппинг-теста. Испытуемые мужского пола характеризуются закономерно более высокими показателями силы и скорости кистей рук, в отличие от испытуемых женского пола, что отражено в Таблица 23.

Достоверных отличий по другим показателям в сравниваемых группах выявлено не было.

Таблица 23 – Значимые показатели динамометрии и теппинг-теста у испытуемых разного пола, Me (LQ; HQ)

Показатель	М (n = 34)	Ж (n = 20)	p
Максимальная мышечная сила ЛР, даН	39,0 (33,0; 44,0)	23,5 (20,5; 25,3)	<0,0001
Порог удержания ЛР, даН	19,5 (16,5; 22,0)	11,8 (10,3; 12,7)	<0,0001
Максимальная мышечная сила ПР	42,0 (36,5; 48,0)	27,3 (24,0; 28,0)	<0,0001
Порог удержания ПР, даН	21,0 (18,3; 24,0)	13,7 (12,0; 14,1)	<0,0001
Средняя частота ПР, Гц	7,1 (6,5; 7,5)	6,0 (5,7; 6,3)	0,0054
Общее число ударов ПР	211,0 (195,0; 224,0)	178,0 (169,0; 188,0)	0,0054
Усредненный междударный интервал ПР, мс	144,4 (136,4; 161,4)	169,4 (161,3; 183,4)	0,0040
Индивидуальная скорость выполнения, мс	307,8 (281,6; 329,7)	341,1 (327,5; 368,9)	0,0078

Примечание: ЛР – левая рука, ПР – правая рука.

При проведении анализа психофизиологических параметров и показателей функциональной латерализации у представителей разных кластеров в группе мужчин было обнаружено, что представители кластера 2 характеризуются большей продолжительностью удержания усилия левой и правой руки, а также более высокой концентрацией возбуждения (по результатам методики «Помехоустойчивость»), чем представители кластера 1 (Таблица 24).

Таблица 24 – Сравнение значимых психофизиологических характеристик и показателей функциональной латерализации у испытуемых с различной результативностью выполнения теста «Шульте-Горбова» в группе мужчин, Me (LQ; HQ)

Показатель	Кластер 1 (n = 15)	Кластер 2 (n = 19)	p
Продолжительность удержания ЛР, с	11,5 (6,5; 17,7)	29,0 (20,7; 42,8)	0,0033
Продолжительность удержания ПР, с	9,7 (7,6; 25,3)	30,0 (19,9; 36,7)	0,0101
Концентрация возбуждения (Помехоустойчивость)	9,0 (7,0; 15,0)	19,0 (14,0; 55,0)	0,0344

Примечание: ЛР – левая рука, ПР – правая рука.

При проведении анализа психофизиологических параметров и показателей функциональной латерализации у представителей разных кластеров в группе женщин было обнаружено, что у испытуемых кластера 1 коэффициенты профиля латеральной организации и зрительной асимметрии значительно ниже, чем у испытуемых кластера 2 (Таблица 25).

Таблица 25 – Сравнение значимых психофизиологических характеристик и показателей функциональной латерализации у испытуемых с различной результативностью выполнения теста «Шульте-Горбова» в группе женщин, Me (LQ; HQ)

Показатель	Кластер 1 (n = 11)	Кластер 2 (n = 9)	p
Кпло	-22,2 (-50,0; 16,7)	33,3 (22,2; 38,9)	0,0283
Кз	-33,3 (-66,7; -16,7)	33,3 (33,3; 50,0)	0,0040

Примечание: Кз – коэффициент зрительной асимметрии, Кпло – коэффициент профиля латеральной организации.

При сравнении испытуемых разного пола, относящихся к кластерам с одинаковой результативностью, был выявлен ряд значимых различий. Испытуемые мужского пола кластера 1 характеризуются более высокими показателями силы и скорости кистей рук, в отличие от испытуемых кластера 1 женского пола. У мужчин, относящиеся к кластеру 2, показатели силы кистей рук значительно выше, чем у женщин данного кластера (Таблица 26).

Таблица 26 – Сравнение значимых психофизиологических характеристик и показателей функциональной латерализации у испытуемых разного пола с различной результативностью выполнения теста «Шульте-Горбова», Me (LQ; HQ)

Кластер	Показатель	М	Ж	р
Кластер 1	Максимальная мышечная сила ЛР, даН	36,5 (33,0; 40,0)	24,5 (22,8; 26,0)	<0,0001
	Порог удержания ЛР, даН	18,3 (16,5; 20,0)	12,3 (11,4; 13,0)	<0,0001
	Максимальная мышечная сила ПР, даН	40,0 (36,5; 47)	27,5 (27,0; 28,8)	<0,0001
	Порог удержания ПР, даН	20,0 (18,3; 23,5)	13,8 (13,5; 14,4)	<0,0001
	Средняя частота ПР	6,8 (6,2; 7,3)	5,7 (5,4; 6,2)	0,0370
	Общее число ударов ПР	202,0 (186,0; 217,0)	169,0 (160,0; 184,0)	0,0370
	Усредненный междударный интервал ПР	153,7 (142,2; 164,4)	169,0 (160,0; 184,0)	0,0236
Кластер 2	Индивидуальная скорость выполнения	320,2 (297,7; 329,2)	360,7 (332,6; 377,5)	0,0370
	Максимальная мышечная сила ЛР, даН	40,5 (33,5; 47,0)	19,5 (16,3; 22,5)	0,0002
	Порог удержания ЛР, даН	20,3 (16,8; 23,6)	9,8 (8,2; 11,3)	0,0002
	Максимальная мышечная сила ПР	45,0 (37,3; 49,0)	23,0 (17,8; 26,8)	0,0002
	Порог удержания ПР	22,5 (18,7; 24,5)	11,5 (8,9; 13,4)	0,0002

Примечание: ЛР – левая рука, ПР – правая рука.

Провели корреляционный анализ между показателями функциональной латерализации и коэффициентами асимметрии реоэнцефалографических показателей, зарегистрированными во время выполнения теста Шульте-Горбова, в исследуемых кластерах.

У мужчин первого кластера обнаружены следующие корреляционные взаимосвязи: $KaV_{cp}Fm - Kз$ ($r_s = 0,626$, $p = 0,039$), $KaDIAFm - Kp$ ($r_s = -0,623$, $p = 0,040$).

У мужчин второго кластера выявлены взаимосвязи между показателями: КаQ_xFm – Ку ($r_s = 0,898$, $p = 0,002$), Каα1Fm – Ку ($r_s = -0,830$, $p = 0,011$), Каα1Om – Кр ($r_s = -0,712$, $p = 0,014$), Каα1Om – Кн ($r_s = -0,609$, $p = 0,047$), Каα2Fm – Кпло ($r_s = -0,618$, $p = 0,043$), Каα2Fm – Кр ($r_s = -0,610$, $p = 0,046$), Каα2Fm – Кн ($r_s = -0,611$, $p = 0,046$), КаДИКОm – Ку ($r_s = -0,714$, $p = 0,047$).

У женщин первого кластера выявлены следующие корреляционные взаимосвязи: Каα1Fm – Кн ($r_s = 0,852$, $p = 0,007$), Каα1Om – Кн ($r_s = -0,741$, $p = 0,035$), Каα2Om – Кпло ($r_s = 0,837$, $p = 0,009$), Каα2Om – Кн ($r_s = 0,770$, $p = 0,025$), КаРИFs – Кпло ($r_s = -0,766$, $p = 0,027$), КаРИFs – Кз ($r_s = -0,778$, $p = 0,023$), КаРИFs – Ку ($r_s = 0,810$, $p = 0,015$), КаVмаксFm – Ку ($r_s = -0,833$, $p = 0,010$), КаДИКFm – Кз ($r_s = 0,889$, $p = 0,003$), КаДИКОm – Кз ($r_s = 0,778$, $p = 0,023$).

У женщин второго кластера значимых корреляционных взаимосвязей выявлено не было.

Также провели корреляционный анализ между психофизиологическими показателями, показателями функциональной латерализации и показателями результативности теста Шульте-Горбова у испытуемых разного пола обоих кластеров.

У представителей кластера 1 мужского пола обнаружены взаимосвязи между показателями: Коэффициент моторной асимметрии – ОВВ ($r_s = -0,720$, $p = 0,006$) и Коэффициент моторной асимметрии – СВВ ($r_s = -0,709$, $p = 0,007$),

У представителей кластера 2 мужского пола обнаружены следующие взаимосвязи: Коэффициент выносливости ПР – ОВВ ($r_s = 0,495$, $p = 0,027$), Коэффициент выносливости ПР – СВВ ($r_s = 0,463$, $p = 0,040$), Время удержания максимального усилия ПР – КПД ($r_s = -0,465$, $p = 0,039$), Коэффициент моторной асимметрии – ОВВ ($r_s = -0,517$, $p = 0,020$), Коэффициент моторной асимметрии – СВВ ($r_s = -0,454$, $p = 0,045$), Устойчивость внимания (Помехоустойчивость) – ОВВ ($r_s = -0,523$, $p = 0,012$), Устойчивость внимания (Помехоустойчивость) – СВВ ($r_s = -0,532$, $p = 0,011$).

Значимый корреляционных взаимосвязей между данными показателями у испытуемых женского пола выявлено не было.

3.4.2. Характеристика индивидуальных психодинамических особенностей испытуемых с различной результативностью целенаправленной когнитивной деятельности

При сравнении психодинамических особенностей испытуемых разного пола были установлены значимые различия по некоторым характеристикам. Испытуемые женского пола характеризуются более высоким уровнем социальной эмоциональности (ОСТ), нейротизма (опросник EPI) и личностной тревожности (шкала TMAS), чем испытуемые мужского пола (Таблица 27).

Таблица 27 – Значимые индивидуальные психодинамические характеристики испытуемых разного пола, Me (LQ; HQ)

Показатель	М (n = 48)	Ж (n = 29)	p
Социальная эмоциональность	5,0 (3,5; 7,0)	9,0 (5,0; 10,0)	0,0162
Нейротизм	10,0 (8,0; 16,0)	16,0 (11,0; 18,0)	0,0226
Личностная тревожность	18,0 (12,0; 26,5)	33,0 (19,0; 42,0)	0,0001

При сравнении психодинамических характеристик представителей разных кластеров как в группе мужчин, так и в группе женщин, значимых межкластерных различий обнаружено не было.

При сравнении испытуемых разного пола, относящихся к кластеру 1 было выявлено, что испытуемые мужского пола характеризуются более низким уровнем личностной тревожности (TMAS), чем испытуемые женского пола данного кластера.

При сравнении испытуемых разного пола, относящихся к кластеру 2 обнаружено, что у испытуемых женского пола показатели социальная эмоциональность (ОСТ), нейротизм (EPI) и личностная тревожность (TMAS) значительно выше, чем у испытуемых мужского пола, относящихся к данному кластеру (Таблица 28).

Таблица 28 – Сравнение значимых психодинамических характеристик испытуемых с различной результативностью выполнения теста «Шульте-Горбова» разного пола, Me (LQ; HQ)

Кластер	Показатель	М	Ж	р
Кластер 1	Личностная тревожность (ТМАС)	22,0 (13,0; 25,5)	28,0 (19,0; 36,0)	0,0401
Кластер 2	Социальная эмоциональность	5,0 (3,0; 6,0)	9,0 (8,0; 9,0)	0,0263
	Нейротизм	9,5 (7,0; 15,0)	17,0 (17,0; 18,0)	0,0038
	Личностная тревожность (ТМАС)	17,0 (11,0; 27,5)	39,0 (20,0; 45,0)	0,0008

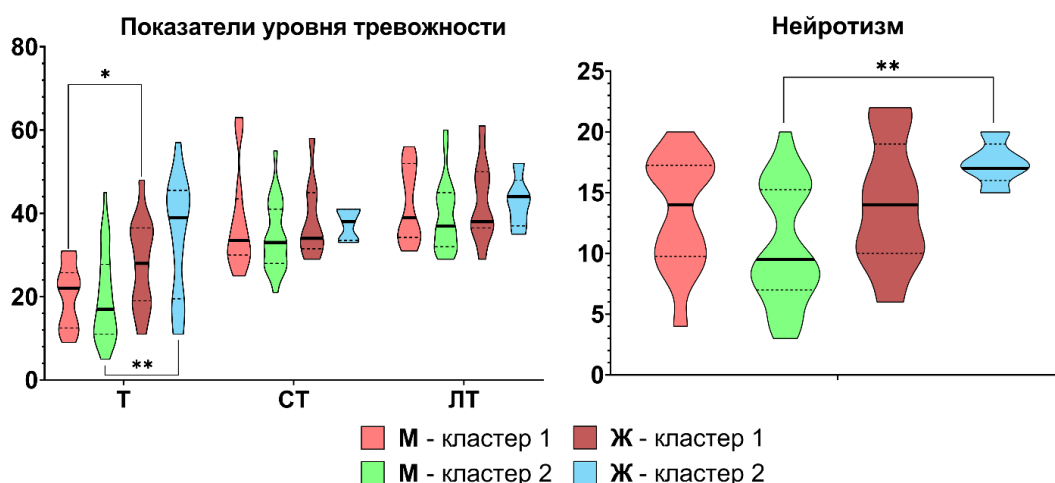


Рисунок 9 – Сравнение значимых психодинамических характеристик испытуемых с различной результативностью целенаправленной когнитивной деятельности

Примечание: Т – тревожность (шкала ТМАС), СТ – ситуативная тревожность (шкала STAI), ЛТ – личностная тревожность (шкала STAI); * - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$ – для U-критерия Манна-Уитни при сравнении кластеров разных половых групп.

Провели корреляционный анализ психодинамических характеристик с показателями результативности теста Шульте-Горбова у испытуемых разного пола обоих кластеров.

У представителей мужского пола значимых корреляционных взаимосвязей выявлено не было.

У женщин, относящихся к первому кластеру, выявлены следующие корреляционные взаимосвязи: ПЭ (ОСТ) – ОВВ ($r_s = -0,832$, $p = 0,008$), ПЭ (ОСТ)

– СВВ ($r_s = -0,840$, $p = 0,007$), Пластичность (ОСТ) – КПД ($r_s = 0,760$, $p = 0,022$), Нейротизм (EPI) – КПД ($r_s = 0,717$, $p = 0,035$), Тревожность (ТМАС) – КПД ($r_s = 0,673$, $p = 0,014$).

У женщин второго кластера выявлены корреляционные взаимосвязи между следующими показателями: Эмоциональность (ОСТ) – ОБВ ($r_s = 0,900$, $p = 0,037$), Тревожность (ТМАС) – ОБВ ($r_s = -0,514$, $p = 0,042$), Тревожность (ТМАС) – СВВ ($r_s = -0,545$, $p = 0,029$), Социальный темп (ОСТ) – СВВ ($r_s = -0,975$, $p = 0,005$), Социальная пластичность (ОСТ) – СВВ ($r_s = -0,900$, $p = 0,037$), Пластичность (ОСТ) – КПД ($r_s = -0,921$, $p = 0,026$).

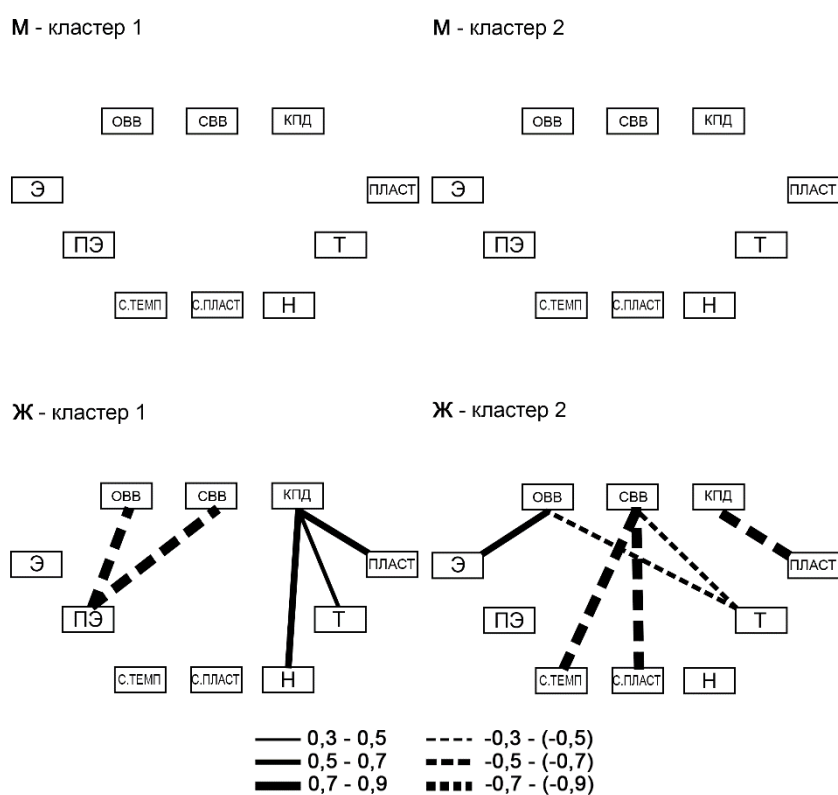


Рисунок 10 – Корреляционные плеяды, отражающие взаимосвязи индивидуальных психодинамических особенностей с показателями результативности когнитивной деятельности испытуемых сравниваемых кластеров

Примечание: ОБВ – общее время выполнения, СВВ – среднее время выбора числа, КПД – коэффициент полезного действия, Э – эмоциональность, ПЭ – предметная эргичность, С.ТЕМП – социальный темп, С.ПЛАСТ – социальная пластичность, ПЛАСТ – пластичность, Н – нейротизм, Т – тревожность. Ж – женщины, М – мужчины.

3.5. Характеристика мотивационной структуры поведения испытуемых разного пола

Проведенный анализ мотивационной структуры поведения испытуемых позволил выявить, что представители мужского пола характеризуются более высоким ($Me = 9,0$, $LQ = 8,0$, $UQ = 11,5$) показателем «Ожидаемый уровень результатов» (опросник В.К. Гербачевского), чем представители женского пола ($Me = 8,0$, $LQ = 5,0$, $UQ = 9,0$; $p = 0,0109$).

При сравнении мотивационной структуры поведения представителей разных кластеров в группе мужчин было обнаружено, что у представителей кластера 1 показатели «Мотив самоуважения» и «Оценка своего потенциала» (опросник В.К. Гербачевского) значительно ниже ($p = 0,0382$ и $p = 0,0271$, соответственно), чем у представителей кластера 2.

При сравнении испытуемых разного пола, относящихся к кластеру 1 было выявлено, что испытуемые мужского пола данного кластера отличаются более высоким ($Me = 8,5$, $LQ = 8,5$, $UQ = 11,0$) показателем «Ожидаемый уровень результатов» (опросник В.К. Гербачевского), чем испытуемые женского пола данного кластера ($Me = 8,0$, $LQ = 5,0$, $UQ = 8,0$; $p = 0,0309$).

Провели корреляционный анализ показателей мотивационной структуры поведения с показателями результативности теста Шульте-Горбова у испытуемых разного пола обоих кластеров.

В первом кластере в группе мужчин были выявлены корреляционные взаимосвязи между следующими показателями: ПМ – ОВВ ($r_s = 0,587$, $p = 0,027$), ОУДР – ОВВ ($r_s = -0,576$, $p = 0,031$), ОУДР – СВВ ($r_s = -0,587$, $p = 0,027$).

Во втором кластере в группе мужчин были выявлены корреляционные взаимосвязи между следующими показателями: ЗаР – СВВ ($r_s = -0,435$, $p = 0,043$), СМ – КПД ($r_s = 0,578$, $p = 0,005$), НУМУ – КПД ($r_s = 0,476$, $p = 0,025$), ОУДР – КПД ($r_s = 0,433$, $p = 0,044$).

У женщин, относящихся к первому кластеру, выявлены следующие корреляционные взаимосвязи: ОУР – ОВВ ($r_s = 0,768$, $p = 0,046$),

ОУР – СВВ ($r_s = 0,867$, $p = 0,029$), ПМ – ОВВ ($r_s = 0,865$, $p = 0,016$), МИ – ОВВ ($r_s = 0,805$, $p = 0,038$).

У испытуемых женского пола, относящихся ко второму кластеру, значимых корреляционных взаимосвязей не обнаружено.

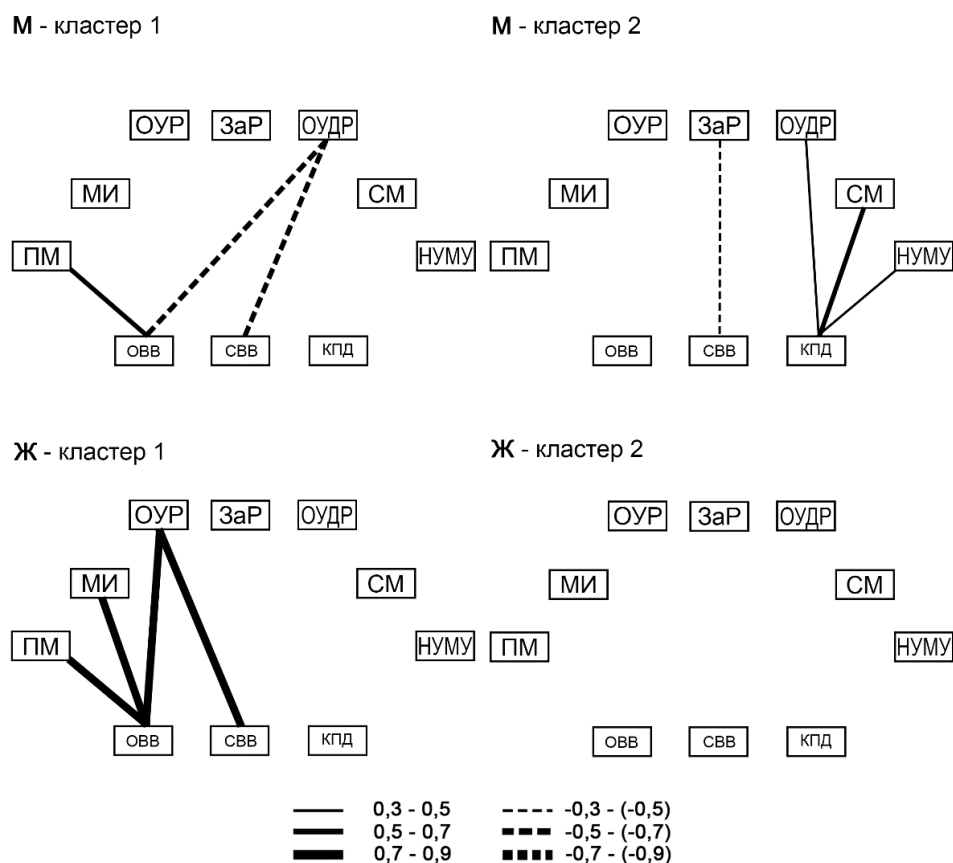


Рисунок 11 - Корреляционные плеяды, отражающие взаимосвязи показателей мотивационной структуры поведения с показателями результативности когнитивной деятельности испытуемых сравниваемых кластеров

Примечание: ОВВ – общее время выполнения, СВВ – среднее время выбора числа, КПД – коэффициент полезного действия, ПМ – познавательный мотив, МИ – мотив избегания, ОУР – ожидаемый уровень результатов, ЗаР – закономерность результатов, ОУДР – оценка уровня достигнутых результатов, СМ – состязательный мотив, НУМУ – намеченный уровень мобилизации усилий. Ж – женщины, М – мужчины.

3.6. Прогнозирование результативности целенаправленной когнитивной деятельности испытуемых при помощи многофакторного регрессионного анализа

С целью определения наиболее значимых факторов, влияющих на параметры результативности целенаправленной когнитивной деятельности, а также для возможности прогнозирования результативности данной деятельности, использовали математические модели многофакторной регрессии. Группы испытуемых были разделены на тренировочные выборки (70% от общего количества испытуемых в группе) и тестовые выборки (30% от общего количества испытуемых в группе) стохастически с помощью генератора случайных чисел. Определение факторов, влияющих на показатели результативности моделируемой когнитивной деятельности, проводилось пошагово («stepwise») путем сортировки исследуемых факторов в порядке значимости, определения мультиколлинеарных факторов и последующим отсеиванием менее значимого фактора. По окончании выполнения анализа выявлялось не более 4 наиболее значимых фактора, которые со статистической достоверностью ($p < 0,05$) оказывают существенное влияние на результативность моделируемой целенаправленной когнитивной деятельности. Контроль надежности и достоверности прогностической модели осуществляли с помощью анализа остатков (оценка нормальности распределения и расчет критерия Дарбина—Уотсона (DW-критерий)) и метода ANOVA ($p \leq 0,001$), а также с использованием данных тестовой выборки.

Характеристика регрессионных моделей для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Общее время выполнения» испытуемыми мужского пола представлена в следующих таблицах: Таблица 29 (на основе показателей РЭГ),

Таблица 30 (на основе показателей РКГ),

Таблица 31 (на основе показателей индивидуальных свойств ЦНС),

Таблица 32 (на основе показателей мотивационной структуры).

Таблица 29 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Общее время выполнения» по данным реоэнцефалографии в группе мужчин (n = 36)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			76142	20034,3	3,80058	0,0006
$\alpha 2\text{Oms}$ (x1)	0,526562	0,123450	1170928	274518,3	4,26539	0,0002
SG КаРИОms (x2)	-0,373950	0,125389	-771	258,6	-2,98232	0,0054
КА_VcpFm_SG (x3)	-0,314145	0,124716	-810	321,7	-2,51888	0,0170

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднее квадратическое отклонение стандартизированного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднее квадратическое отклонение коэффициента регрессии b; Fm – фронто-мастоидальные отведения, Oms – левое окципито-мастоидальное отведение; КА – коэффициент асимметрии показателя РЭГ; КаРИ – коэффициент асимметрии реографического индекса; SG – параметр, зарегистрированный во время выполнения теста Шульте-Горбова; $\alpha 2$ – время медленного кровенаполнения, Vcp – средняя скорость медленного наполнения.

Зависимость показателя «Общее время выполнения» от выделенных показателей РЭГ в группе мужчин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{ОВВ}} = 76142 + 1170928 \cdot x_1 - 771 \cdot x_2 - 810 \cdot x_3$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,52, F (3,32) = 11,46, $p < 0,00003$, DW-критерий = 1,79. Средняя процентная ошибка прогноза составила 35,10%, точность прогноза = 64,90%.

Таблица 30 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Общее время выполнения» по данным ритмокардиографии в группе мужчин (n = 24)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			147637,5	14025,61	10,52628	<0,0001
pHF(x1)	-0,925291	0,249618	-1923,4	518,88	-3,70684	0,0014
SG_pHF(x2)	1,400018	0,347713	3608,9	896,32	4,02636	0,0007
pNN50(x3)	-0,884548	0,261881	-1761,3	521,46	-3,37767	0,0030

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднее квадратическое отклонение стандартизированного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднее квадратическое отклонение коэффициента регрессии b; SG – параметр, зарегистрированный во время выполнения теста Шульте-Горбова; pNN50 – доля NN50, деленная на общее количество NN; pHF – мощность спектра в высокочастотном диапазоне.

Зависимость показателя «Общее время выполнения» от выделенных показателей РКГ в группе мужчин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{ОВВ}} = 147637,5 - 1923,4 \cdot x_1 + 3608,9 \cdot x_2 - 1761,3 \cdot x_3$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,51, F(3,20) = 6,92, $p < 0,00223$, DW-критерий = 2,07, Средняя процентная ошибка прогноза составила 33,30%, точность прогноза = 66,70%.

Таблица 31 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Общее время выполнения» по данным оценки индивидуальных свойств ЦНС в группе мужчин (n = 25)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			157936,8	29031,11	5,44026	<0,0001
Темп (x1)	-0,796421	0,290509	-8034,2	2930,61	-2,74147	0,0126
С.ПЛАСТ (x2)	0,499807	0,206852	9532,8	3945,28	2,41625	0,0254
ПЛАСТ (x3)	0,417055	0,249246	4121,5	2463,15	1,67327	0,1099
ЭВ-ИВ (x4)	-0,303786	0,190452	-3167,2	1985,61	-1,59508	0,1264

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднее квадратическое отклонение стандартизированного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднее квадратическое отклонение коэффициента регрессии b; ПЛАСТ – пластичность (ОСТ), С.ПЛАСТ – социальная пластичность (ОСТ), ЭВ-ИВ – экстравертированность-интравертированность (ЕРІ).

Зависимость показателя «Общее время выполнения» от выделенных показателей индивидуальных свойств ЦНС в группе мужчин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{ОВВ}} = 157936,8 - 8034,2 \cdot x_1 + 9532,8 \cdot x_2 + 4121,5 \cdot x_3 - 3167,2 \cdot x_4$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,43, F(4,20) = 3,81, $p < 0,01844$, DW-критерий = 2,57. Средняя процентная ошибка прогноза составила 38,20%, точность прогноза = 61,80%.

Таблица 32 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Общее время выполнения» по данным оценки мотивационной структуры личности в группе мужчин (n = 24)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			387495,7	62718,73	6,17831	<0,0001
ОСП (x1)	-0,690648	0,185118	-11430,1	3063,69	-3,73084	0,0012
МИ (x2)	-0,521310	0,185118	-6811,8	2418,88	-2,81609	0,0104

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднеквадратическое отклонение стандартизированного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднеквадратическое отклонение коэффициента регрессии b; МИ – мотив избегания, ОСП – оценка своего потенциала.

Зависимость показателя «Общее время выполнения» от выделенных показателей мотивационной структуры личности в группе мужчин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{ОВВ} = 387495,7 - 11430,1 \cdot x_1 - 6811,8 \cdot x_2$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,43, F(2,21) = 7,77, p < 0,00297, DW-критерий = 2,38. Средняя процентная ошибка прогноза составила 38,01%, точность прогноза = 61,99%.

Характеристика регрессионных моделей для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Среднее время выбора» испытуемыми мужского пола представлена в следующих таблицах: Таблица 33 (на основе показателей РЭГ),

Таблица 34 (на основе показателей РКГ),

Таблица 35 (на основе показателей индивидуальных свойств ЦНС),

Таблица 36 (на основе показателей мотивационной структуры).

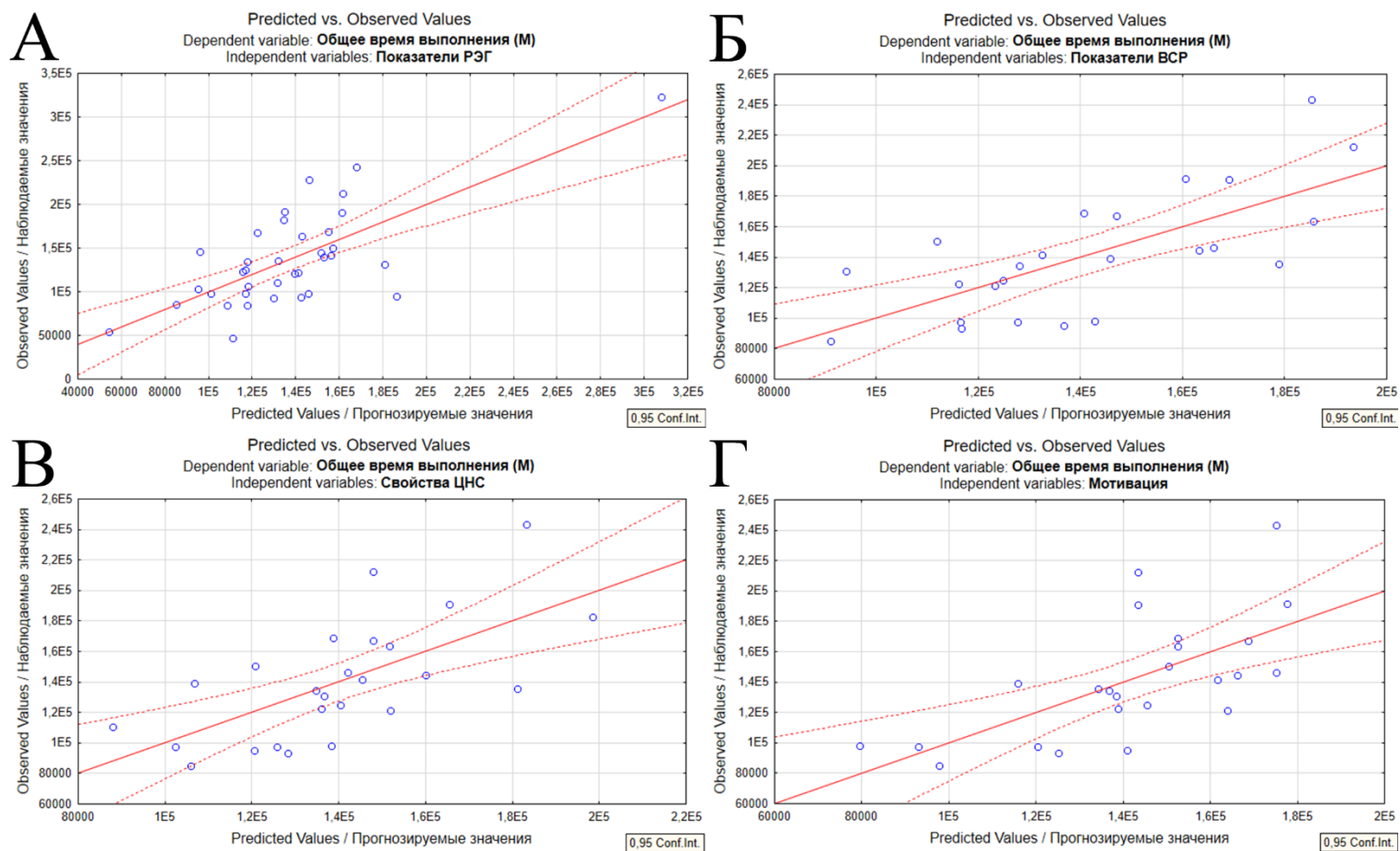


Рисунок 12 – Графики регрессионных функций (наблюдаемые значения и прогнозируемые значения) для показателя «Общее время выполнения» теста Шульте-Горбова у испытуемых мужского пола

Примечание: А – график регрессионной функции на основе показателей РЭГ, Б – график регрессионной функции на основе показателей РКГ, В – график регрессионной функции на основе показателей индивидуальных свойств ЦНС, Г – график регрессионной функции на основе показателей мотивационной структуры.

Таблица 33 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Среднее время выбора» по данным реоэнцефалографии в группе мужчин (n = 36)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			2892,684	141,0693	20,50542	<0,0001
KA_VcpFm_SG	-0,433729	0,136607	-18,007	5,6714	-3,17501	0,0033
KA_ДИАОm	-0,382284	0,135039	-48,895	17,2720	-2,83091	0,0080
SG_KaРИОms	-0,349579	0,135446	-11,604	4,4958	-2,58094	0,0146

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднееквадратическое отклонение стандартизованного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднееквадратическое отклонение коэффициента регрессии b; Fm – фронто-мастоидальные отведения, Om – окципито-мастоидальные отведения, Oms – левое окципито-мастоидальное отведение; KA – коэффициент асимметрии показателя РЭГ; KaРИ – коэффициент асимметрии реографического индекса; SG – параметр, зарегистрированный во время выполнения теста Шульте-Горбова; ДИА – диастолический индекс, Vcp – средняя скорость медленного наполнения.

Зависимость показателя «Среднее время выбора» от выделенных показателей РЭГ в группе мужчин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{СВВ} = 2892,684 - 18,007 * x_1 - 48,895 * x_2 - 11,604 * x_3$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,43, F(3,32) = 8,16, p < 0,00036, DW-критерий = 2,06. Средняя процентная ошибка прогноза составила 30,50%, точность прогноза = 69,50%.

Таблица 34 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Среднее время выбора» по данным ритмокардиографии в группе мужчин (n = 24)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			2976,746	269,6536	11,03915	<0,0001
pHF (x1)	-0,971669	0,252281	-38,422	9,9759	-3,85153	0,0010
SG_pHF (x2)	1,333461	0,351423	65,388	17,2325	3,79446	0,0011
pNN50 (x3)	-0,795647	0,264676	-30,138	10,0255	-3,00612	0,0070

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднееквадратическое отклонение стандартизованного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднееквадратическое отклонение коэффициента регрессии b; SG – параметр, зарегистрированный во время выполнения теста Шульте-Горбова; pNN50 – доля NN50, деленная на общее количество NN; pHF – мощность спектра в высокочастотном диапазоне.

Зависимость показателя «Среднее время выбора» от выделенных показателей РКГ в группе мужчин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{СВВ}} = 2976,746 - 38,422 * x_1 + 65,388 * x_2 - 30,138 * x_3$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,49, F(3,20) = 6,63, $p < 0,00273$, DW-критерий = 2,00. Средняя процентная ошибка прогноза составила 29,70%, точность прогноза = 70,30%.

Таблица 35 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Среднее время выбора» по данным оценки индивидуальных свойств ЦНС в группе мужчин (n = 25)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Интерсепт			2433,239	441,5129	5,51114	<0,0001
Темп (x1)	-0,861226	0,296594	-157,614	54,2801	-2,90372	0,0085
С.ПЛАСТ (x2)	0,511212	0,219770	176,888	76,0441	2,32612	0,0301
ПЛАСТ (x3)	0,371445	0,264872	66,594	47,4874	1,40236	0,1754

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднеквадратическое отклонение стандартизованного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднеквадратическое отклонение коэффициента регрессии b; ПЛАСТ – пластичность (ОСТ), С.ПЛАСТ – социальная пластичность (ОСТ).

Зависимость показателя «Среднее время выбора» от выделенных показателей индивидуальных свойств ЦНС в группе мужчин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{СВВ}} = 2433,239 - 157,614 * x_1 + 176,888 * x_2 + 66,594 * x_3$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,33, F(3,21) = 3,39, $p < 0,03687$, DW-критерий = 2,07. Средняя процентная ошибка прогноза составила 27,70%, точность прогноза = 72,30%.

Таблица 36 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Среднее время выбора» по данным оценки мотивационной структуры личности в группе мужчин (n = 24)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			7120,251	1251,041	5,69146	<0,0001
МИ (x1)	-0,475894	0,194110	-118,291	48,249	-2,45166	0,0236
ОСП (x2)	-0,646630	0,194110	-203,576	61,111	-3,33125	0,0032

Примечание к таблице: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднеквадратическое отклонение стандартизированного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднеквадратическое отклонение коэффициента регрессии b; МИ – мотив избегания, ОСП – оценка своего потенциала.

Зависимость показателя «Среднее время выбора» от выделенных показателей мотивационной структуры личности в группе мужчин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{СВВ}} = 7120,251 - 118,291 \cdot x_1 - 203,576 \cdot x_2$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,37, F(2,21) = 6,12, p < 0,00805, DW-критерий = 2,23. Средняя процентная ошибка прогноза составила 35,37%, точность прогноза = 64,63%.

Характеристика регрессионных моделей для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Коэффициент полезного действия» испытуемыми мужского пола представлена в следующих таблицах: Таблица 37 (на основе показателей РЭГ),

Таблица 38 (на основе показателей РКГ),

Таблица 39 (на основе показателей индивидуальных свойств ЦНС),

Таблица 40 (на основе показателей мотивационной структуры).

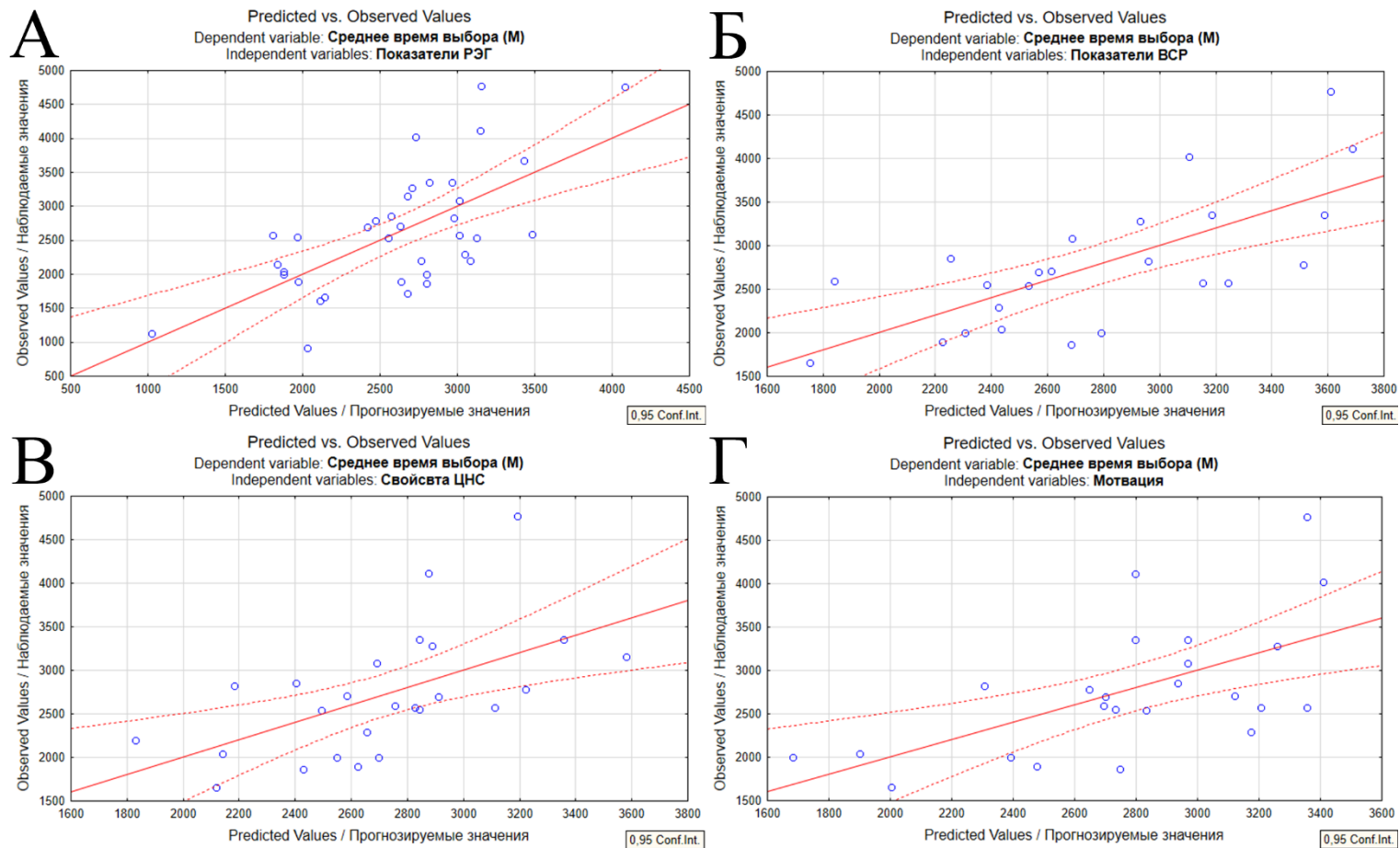


Рисунок 13 – Графики регрессионных функций (наблюдаемые значения и прогнозируемые значения) для показателя «Среднее время выбора» теста Шульте-Горбова у испытуемых мужского пола

Примечание: А – график регрессионной функции на основе показателей РЭГ, Б – график регрессионной функции на основе показателей РКГ, В – график регрессионной функции на основе показателей индивидуальных свойств ЦНС, Г – график регрессионной функции на основе показателей мотивационной структуры.

Таблица 37 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «КПД» по данным реоэнцефалографии в группе мужчин (n = 36)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			100,074	3,46591	28,87376	<0,0001
$\alpha 2$ Oms (x1)	-0,491996	0,127187	-107,984	27,91510	-3,86830	0,0005
SG КаРИOms (x2)	0,330713	0,125200	0,067	0,02549	2,64148	0,0128
SG ДИАOmd (x3)	-0,370829	0,134967	-0,091	0,03321	-2,74755	0,0099
SG ДИАFmd (x4)	0,301808	0,132964	0,116	0,05119	2,26984	0,0303

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднеквадратическое отклонение стандартизированного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднеквадратическое отклонение коэффициента регрессии b; Fmd – правое фронто-мастоидальное отведение, Omd – правое окципито-мастоидальное отведение, Oms – левое окципито-мастоидальное отведение; КаРИ – коэффициент асимметрии реографического индекса; SG – параметр, зарегистрированный во время выполнения теста Шульте-Горбова; $\alpha 2$ – время медленного кровенаполнения, ДИА – диастолический индекс.

Зависимость показателя «Коэффициент полезного действия» от выделенных показателей РЭГ в группе мужчин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{КПД}} = 100,074 - 107,984 \cdot x_1 + 0,067 \cdot x_2 - 0,091 \cdot x_3 + 0,116 \cdot x_4$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,52, F(4,31) = 8,39, p < 0,00010, DW-критерий = 1,4. Средняя процентная ошибка прогноза составила 6,86%, точность прогноза = 93,14%.

Таблица 38 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «КПД» по данным ритмокардиографии в группе мужчин (n = 24)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			92,09766	1,993224	46,20537	<0,0001
SG_ULF (x1)	-0,498886	0,182344	-0,00469	0,001715	-2,73595	0,0124
CV (x2)	0,443193	0,182344	0,58668	0,241380	2,43053	0,0241

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднеквадратическое отклонение стандартизированного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднеквадратическое отклонение коэффициента регрессии b; SG – параметр, зарегистрированный во время выполнения теста Шульте-Горбова; CV – коэффициент вариации, ULF – абсолютное значение мощности спектра ультранизкой частоты.

Зависимость показателя «Коэффициент полезного действия» от выделенных показателей РКГ в группе мужчин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{КПД}} = 92,09766 - 0,00469 * x_1 + 0,58668 * x_2$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,34, F(2,21) = 5.43, $p < 0,01258$, DW-критерий = 2.45. Средняя процентная ошибка прогноза составила 5.61%, точность прогноза = 94.39%.

Таблица 39 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «КПД» по данным оценки индивидуальных свойств ЦНС в группе мужчин (n = 25)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			92,18202	3,485345	26,44846	<0,0001
ЭВ-ИВ (x1)	0,459507	0,235746	0,49801	0,255500	1,94916	0,0670
С.ТЕМП (x2)	-0,329158	0,235746	-0,54721	0,391915	-1,39624	0,1796

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднеквадратическое отклонение стандартизированного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднеквадратическое отклонение коэффициента регрессии b; С.ТЕМП – социальный темп (ОСТ), ЭВ-ИВ – экстравертированность-интравертированность (ЕPI).

Зависимость показателя «Коэффициент полезного действия» от выделенных показателей индивидуальных свойств ЦНС в группе мужчин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{КПД}} = 92,18202 + 0,49801 * x_1 - 0,54721 * x_2$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,18, F(2,18) = 2,08, $p < 0,15318$, DW-критерий = 2,61. В связи с низкой надежностью регрессионной модели оценка точности прогноза не проводилась.

Таблица 40 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «КПД» по данным оценки мотивационной структуры личности в группе мужчин (n = 24)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			82,14082	9,143251	8,98377	<0,0001
ОСП (x1)	0,531714	0,213886	1,00654	0,404890	2,48596	0,0219
МИ (x2)	0,398920	0,210943	0,59623	0,315276	1,89113	0,0732
ЗаР (x3)	-0,318405	0,191117	-0,58083	0,348635	-1,66602	0,1113

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднее квадратическое отклонение стандартизованного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднее квадратическое отклонение коэффициента регрессии b; ЗаР – закономерность результатов, МИ – мотив избегания, ОСП – оценка своего потенциала.

Зависимость показателя «Общее время выполнения» от выделенных показателей мотивационной структуры личности в группе мужчин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{КПД}} = 82,14082 + 1,00654 \cdot x_1 + 0,59623 \cdot x_2 - 0,58083 \cdot x_3$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,29, F(3,20) = 2,79, p < 0,06677, DW-критерий = 2,16. В связи с низкой надежностью регрессионной модели оценка точности прогноза не проводилась.

Характеристика регрессионных моделей для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Общее время выполнения» испытуемыми женского пола представлена в следующих таблицах: Таблица 41 (на основе показателей РЭГ),

Таблица 42 (на основе показателей РКГ),

Таблица 43 (на основе показателей индивидуальных свойств ЦНС),

Таблица 44 (на основе показателей мотивационной структуры).

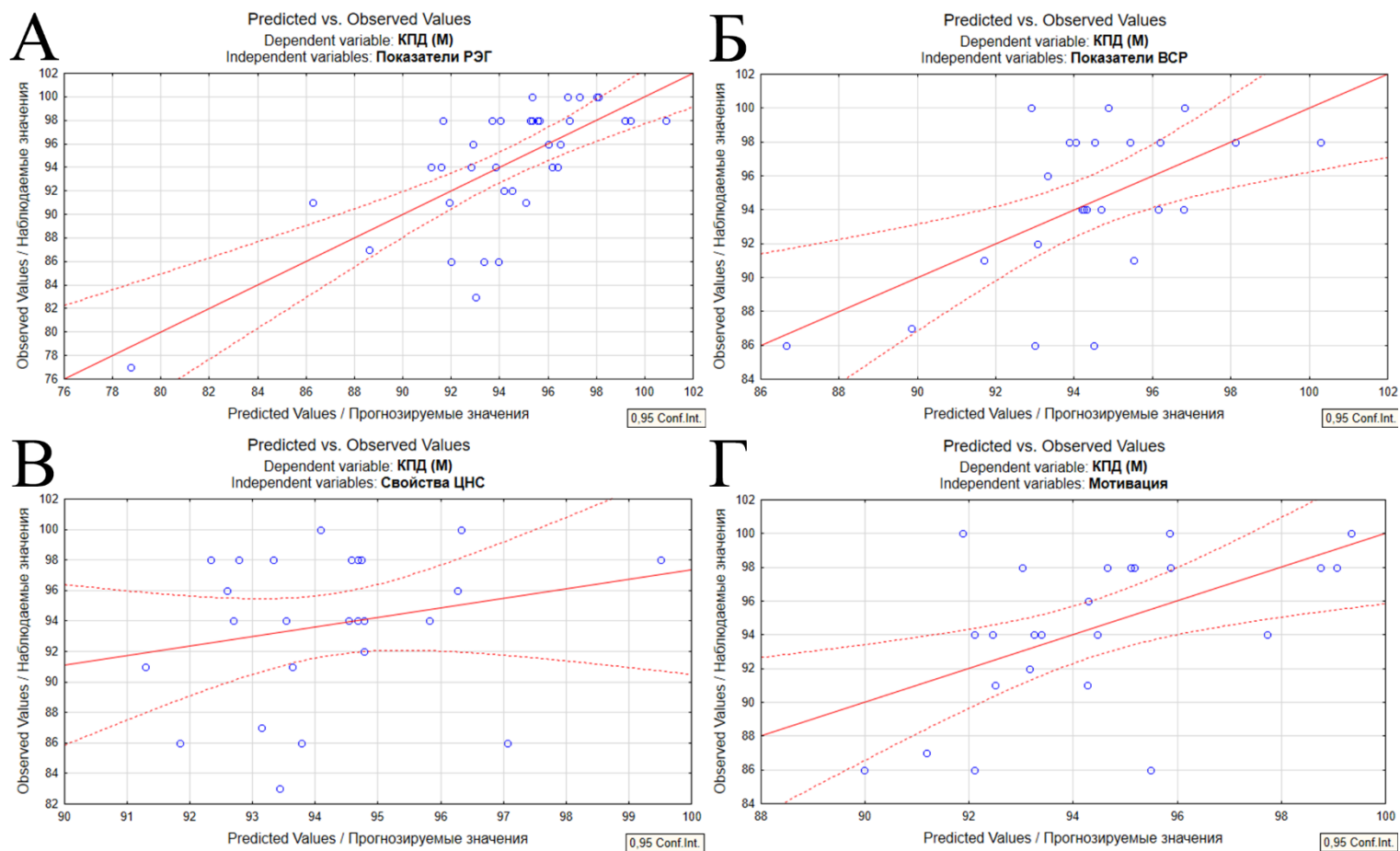


Рисунок 14 – Графики регрессионных функций (наблюдаемые значения и прогнозируемые значения) для показателя «Коэффициент полезного действия» теста Шульте-Горбова у испытуемых мужского пола

Примечание: А – график регрессионной функции на основе показателей РЭГ, Б – график регрессионной функции на основе показателей РКГ, В – график регрессионной функции на основе показателей индивидуальных свойств ЦНС, Г – график регрессионной функции на основе показателей мотивационной структуры.

Таблица 41 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Общее время выполнения» по данным реоэнцефалографии в группе женщин (n = 25)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			156845	60989,7	2,57167	0,0178
AAFmd	0,688891	0,162808	2460	581,3	4,23131	0,0004
a1Omd	-0,450287	0,148119	-1959776	644654,0	-3,04004	0,0062
SG_Q_xOmd	-0,340187	0,162121	-763668	363936,5	-2,09835	0,0482

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднее квадратическое отклонение стандартизованного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднее квадратическое отклонение коэффициента регрессии b; Fmd – правое фронто-мастоидальное отведение, Omd – правое окципито-мастоидальное отведение; SG – параметр, зарегистрированный во время выполнения теста Шульте-Горбова; α1 – время быстрого кровенаполнения, AA – отношение амплитуды максимального систолического значения венозной компоненты к максимальной амплитуде волны, Q_x – время распространения реографической волны.

Зависимость показателя «Общее время выполнения» от выделенных показателей РЭГ в группе женщин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{ОВВ}} = 156845 + 2460 \cdot x_1 - 1959776 \cdot x_2 - 763668 \cdot x_3$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,54, F(3,21) = 8,34, p < 0,00076, DW-критерий = 2,00. Средняя процентная ошибка прогноза составила 38,79%, точность прогноза = 61,21%.

Таблица 42 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Общее время выполнения» по данным ритмокардиографии в группе женщин (n = 10)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			191741,2	10453,10	18,34301	0,0001
SG_pNN50 (x1)	0,674958	0,078082	2400,7	277,72	8,64426	0,0010
SG_pVLF (x2)	-0,527753	0,079465	-3024,4	455,38	-6,64137	0,0027
ULF (x3)	-0,397250	0,079503	-155,6	31,15	-4,99669	0,0075

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднее квадратическое отклонение стандартизованного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднее квадратическое отклонение коэффициента регрессии b; SG – параметр, зарегистрированный во время выполнения теста Шульте-Горбова; pNN50 – доля NN50, деленная на общее количество NN; pVLF – мощность спектра в сверхнизкочастотном диапазоне, ULF – абсолютное значение мощности спектра ультранизкой частоты.

Зависимость показателя «Общее время выполнения» от выделенных показателей РКГ в группе женщин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{ОВВ}} = 191741,2 + 2400,7 \cdot x_1 - 3024,4 \cdot x_2 - 155,6 \cdot x_3$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,98, F(3,40) = 53,47, $p < 0,00110$, DW-критерий = 1,85. Средняя процентная ошибка прогноза составила 38,62%, точность прогноза = 61,38%.

Таблица 43 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Общее время выполнения» по данным оценки индивидуальных свойств ЦНС в группе женщин ($n = 10$)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			302446,5	47929,51	6,31024	0,0032
П.ЭРГ (x1)	-0,685810	0,212560	-10221,5	3168,06	-3,22643	0,0321
Нейрогизм (x2)	-0,678140	0,234438	-6437,5	2225,50	-2,89262	0,0445
T (x3)	0,352828	0,239349	1797,5	1219,36	1,47412	0,2145

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднее квадратическое отклонение стандартизованного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднее квадратическое отклонение коэффициента регрессии b; П.ЭРГ – предметная эргичность (ОСТ), T – тревожность (ТМАС).

Зависимость показателя «Общее время выполнения» от выделенных показателей индивидуальных свойств ЦНС в группе женщин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{ОВВ}} = 302446,5 - 10221,5 \cdot x_1 - 6437,5 \cdot x_2 + 1797,5 \cdot x_3$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,83, F(3,40) = 6,47, $p < 0,05148$, DW-критерий = 3,15. Средняя процентная ошибка прогноза составила 27,78%, точность прогноза = 72,22%.

Таблица 44 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Общее время выполнения» по данным оценки мотивационной структуры личности в группе женщин (n = 10)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			621544,1	412,5360	1506,64	0,0004
ИН (x1)	-0,940027	0,000812	-22956,2	19,8397	-1157,08	0,0006
ВМ (x2)	-0,264064	0,000773	-6448,7	18,8894	-341,39	0,0019
МИ (x3)	-0,163374	0,000797	-2981,5	14,5389	-205,07	0,0031

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднеквадратическое отклонение стандартизованного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднеквадратическое отклонение коэффициента регрессии b; ВМ – внутренний мотив, ИН – инициативность, МИ – мотив избегания.

Зависимость показателя «Общее время выполнения» от выделенных показателей мотивационной структуры личности в группе женщин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{овв}} = 621544,1 - 22956,2 \cdot x_1 - 6448,7 \cdot x_2 - 2981,5 \cdot x_3$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,99, F(3,10) = 295,30, p < 0,00094, DW-критерий = 1,05. Средняя процентная ошибка прогноза составила 51,47%, точность прогноза = 48,53%.

Характеристика регрессионных моделей для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Среднее время выбора» испытуемыми женского пола представлена в следующих таблицах: Таблица 45 (на основе показателей РЭГ),

Таблица 46 (на основе показателей РКГ),

Таблица 47 (на основе показателей индивидуальных свойств ЦНС),

Таблица 48 (на основе показателей мотивационной структуры).

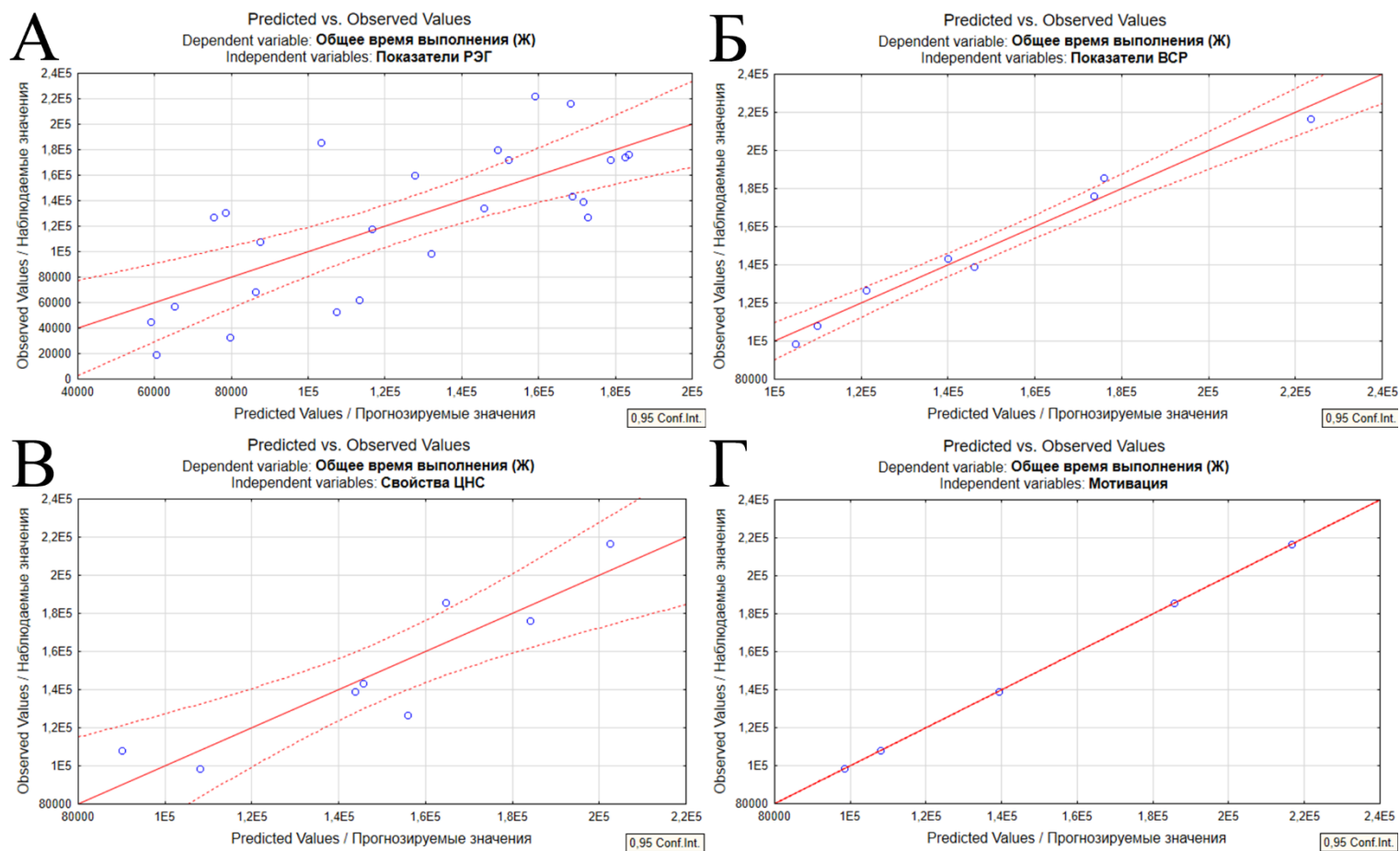


Рисунок 15 – Графики регрессионных функций (наблюдаемые значения и прогнозируемые значения) для показателя «Общее время выполнения» теста Шульте-Горбова у испытуемых женского пола

Примечание: А – график регрессионной функции на основе показателей РЭГ, Б – график регрессионной функции на основе показателей РКГ, В – график регрессионной функции на основе показателей индивидуальных свойств ЦНС, Г – график регрессионной функции на основе показателей мотивационной структуры.

Таблица 45 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Среднее время выбора» по данным реоэнцефалографии в группе женщин (n = 25)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			940,4130	630,9713	1,49042	0,1510
ДИКОmd (x1)	0,401532	0,157151	23,6226	9,2454	2,55507	0,0184
КА VcpOm (x2)	-0,423968	0,158175	-21,2296	7,9204	-2,68038	0,0140
КА α2Om_SG (x3)	0,354185	0,153936	29,8606	12,9780	2,30086	0,0318

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднееквадратическое отклонение стандартизированного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднееквадратическое отклонение коэффициента регрессии b; Om – окципито-мастоидальные отведения, Omd – правое окципито-мастоидальное отведение; КА – коэффициент асимметрии показателя РЭГ; SG – параметр, зарегистрированный во время выполнения теста Шульте-Горбова; α2 – время медленного кровенаполнения, ДИК – дикротический индекс, Vcp – средняя скорость медленного наполнения.

Зависимость показателя «Среднее время выбора» от выделенных показателей РЭГ в группе женщин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{СВВ} = 940,4130 + 23,6226 * x_1 - 21,2296 * x_2 + 29,8606 * x_3$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,51, F(3,21) = 7,26, p < 0,00160, DW-критерий = 1,07. Средняя процентная ошибка прогноза составила 37,46%, точность прогноза = 62,54%.

Таблица 46 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Среднее время выбора» по данным ритмокардиографии в группе женщин (n = 10)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			5437,078	794,3770	6,84446	0,0010
SG_pVLF (x1)	-0,863189	0,263974	-75,487	23,0849	-3,26997	0,0222
SG_LF/HF (x2)	-0,636629	0,263974	-841,052	348,7370	-2,41171	0,0607

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднееквадратическое отклонение стандартизированного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднееквадратическое отклонение коэффициента регрессии b; SG – параметр, зарегистрированный во время выполнения теста Шульте-Горбова; pVLF – мощность спектра в сверхнизкочастотном диапазоне, LF/HF – индекс вагосимпатического взаимодействия.

Зависимость показателя «Среднее время выбора» от выделенных показателей РКГ в группе женщин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{СВВ}} = 5437,078 - 75,487 * x_1 - 841,052 * x_2$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,71, F(2,50) = 6,06, p < 0,04606, DW-критерий = 1,25. Средняя процентная ошибка прогноза составила 43,43%, точность прогноза = 56,57%.

Таблица 47 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Среднее время выбора» по данным оценки индивидуальных свойств ЦНС в группе женщин (n = 10)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			5426,242	630,7620	8,60268	0,0010
П.ЭРГ (x1)	-1,10875	0,224824	-252,179	51,1351	-4,93162	0,0079
ПЛАСТ (x2)	0,50361	0,228647	68,541	31,1189	2,20255	0,0924
Нейротизм (x3)	-0,40552	0,196274	-58,746	28,4332	-2,06611	0,1077

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднее квадратическое отклонение стандартизованного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднее квадратическое отклонение коэффициента регрессии b; ПЛАСТ – пластичность (ОСТ), П.ЭРГ – предметная эргичность (ОСТ).

Зависимость показателя «Среднее время выбора» от выделенных показателей индивидуальных свойств ЦНС в группе женщин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{СВВ}} = 5426,242 - 252,179 * x_1 + 68,541 * x_2 - 58,746 * x_3$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,86, F(3,40) = 8,54, p < 0,03262, DW-критерий = 2,30. Средняя процентная ошибка прогноза составила 27,68%, точность прогноза = 72,32%.

Таблица 48 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Среднее время выбора» по данным оценки мотивационной структуры личности в группе женщин (n = 10)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			6018,157	84,04142	71,6094	0,0089
ОСП (x1)	-1,23551	0,035683	-272,436	7,86827	-34,6247	0,0184
НУМУ (x2)	0,75013	0,031187	115,011	4,78162	24,0528	0,0265
МС (x3)	-0,24239	0,025064	-55,631	5,75240	-9,6710	0,0656

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднееквадратическое отклонение стандартизованного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднееквадратическое отклонение коэффициента регрессии b; МС – мотив самоуважения, НУМУ – намеченный уровень мобилизации усилий, ОСП – оценка своего потенциала.

Зависимость показателя «Среднее время выбора» от выделенных показателей мотивационной структуры личности в группе женщин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{СВВ}} = 6018,157 - 272,436 * x_1 + 115,011 * x_2 - 55,631 * x_3$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,99, F(3,10) = 791,22, p < 0,02613, DW-критерий = 2,97. Средняя процентная ошибка прогноза составила 40,36%, точность прогноза = 59,64%.

Характеристика регрессионных моделей для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «Коэффициент полезного действия» испытуемыми женского пола представлена в следующих таблицах: Таблица 49 (на основе показателей РЭГ),

Таблица 50 (на основе показателей РКГ),

Таблица 51 (на основе показателей индивидуальных свойств ЦНС),

Таблица 52 (на основе показателей мотивационной структуры).

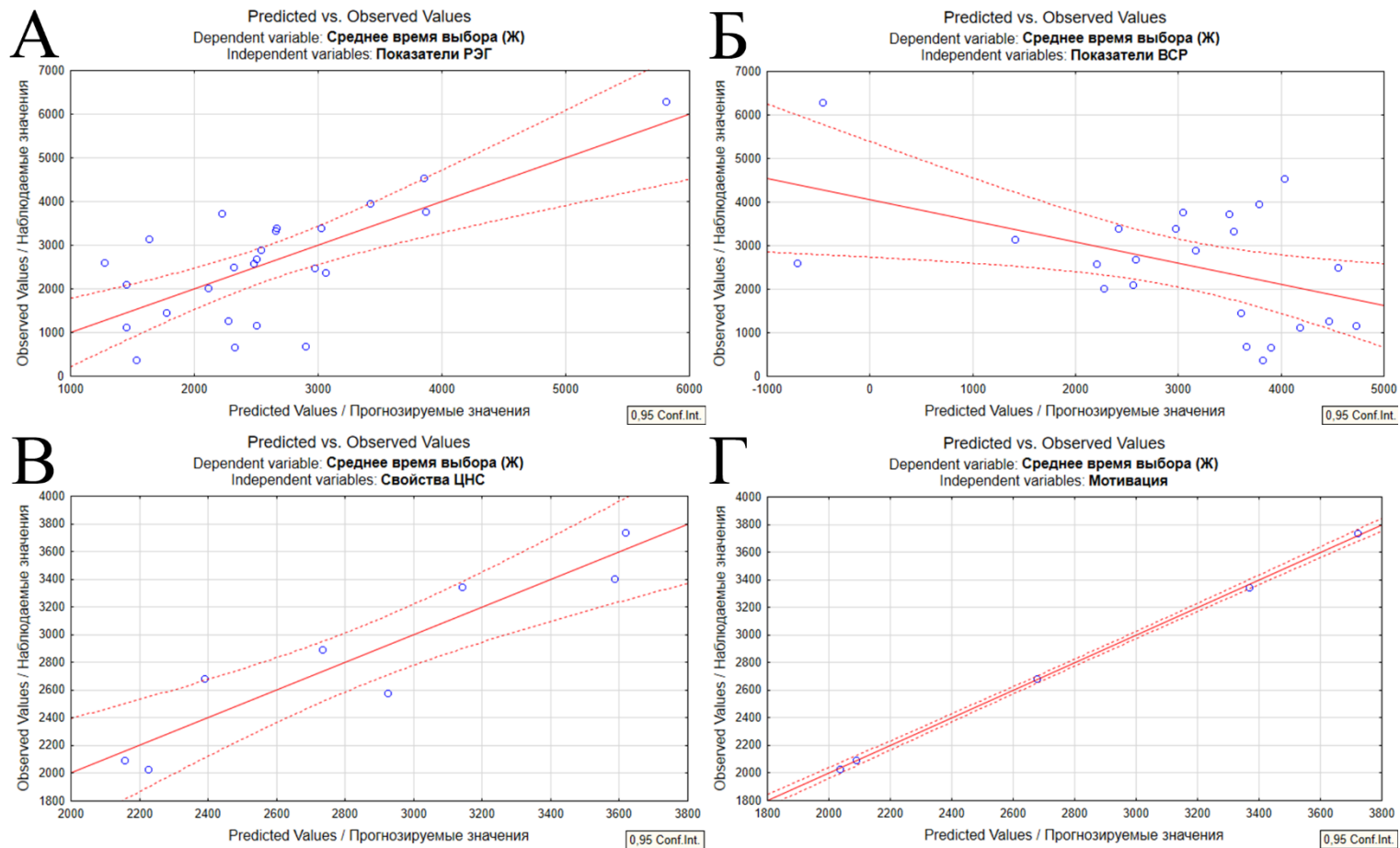


Рисунок 16 – Графики регрессионных функций (наблюдаемые значения и прогнозируемые значения) для показателя «Среднее время выбора» теста Шульте-Горбова у испытуемых женского пола

Примечание: А – график регрессионной функции на основе показателей РЭГ, Б – график регрессионной функции на основе показателей РКГ, В – график регрессионной функции на основе показателей индивидуальных свойств ЦНС, Г – график регрессионной функции на основе показателей мотивационной структуры.

Таблица 49 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «КПД» по данным реоэнцефалографии в группе женщин (n = 25)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			83,9806	5,56706	15,08527	<0,0001
КА ААОm_SG (x1)	0,691395	0,179753	0,3142	0,08168	3,84636	0,0009
SG_ α1Oms (x2)	0,454812	0,172046	260,7906	98,65156	2,64355	0,0152
VcpFmd (x3)	-0,401477	0,171627	-3,8479	1,64494	-2,33925	0,0293

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднее квадратическое отклонение стандартизованного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднее квадратическое отклонение коэффициента регрессии b; Fmd – правое фронтально-мастоидальное отведение, Om – окципито-мастоидальные отведения, Oms – левое окципито-мастоидальное отведение; КаРИ – коэффициент асимметрии реографического индекса; SG – параметр, зарегистрированный во время выполнения теста Шульте-Горбова; α1 – время быстрого кровенаполнения, AA – отношение амплитуды максимального систолического значения венозной компоненты к максимальной амплитуде волны, Vcp – средняя скорость медленного наполнения.

Зависимость показателя «Коэффициент полезного действия» от выделенных показателей РЭГ в группе женщин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{КПД}} = 83,9806 + 0,3142 \cdot x_1 + 260,7906 \cdot x_2 - 3,8479 \cdot x_3$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,46, F(3,21) = 5,89, p < 0,00439, DW-критерий = 2,25. Средняя процентная ошибка прогноза составила 9,78%, точность прогноза = 90,22%.

Таблица 50 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «КПД» по данным ритмокардиографии в группе женщин (n = 10)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			1020,794	173,8956	5,87016	0,0042
SG_Mean (x1)	-5,77864	0,951198	-0,734	0,1208	-6,07512	0,0037
SG_HR (x2)	-4,51452	0,932610	-5,105	1,0546	-4,84073	0,0084
SG_pHF (x3)	0,62989	0,140555	0,832	0,1856	4,48147	0,0110

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднее квадратическое отклонение стандартизованного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднее квадратическое отклонение коэффициента регрессии b; SG – параметр, зарегистрированный во время выполнения теста Шульте-Горбова; HR – частота сердечных сокращений, Mean – среднее значение длительности RR интервалов; pHF – мощность спектра в высокочастотном диапазоне.

Зависимость показателя «Коэффициент полезного действия» от выделенных показателей РКГ в группе женщин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{КПД}} = 1020,794 - 0,734 * x_1 - 5,105 * x_2 + 0,832 * x_3$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,96, F(3,40) = 39,45, $p < 0,00198$, DW-критерий = 1,88. Средняя процентная ошибка прогноза составила 14,63%, точность прогноза = 85,37%.

Таблица 51 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «КПД» по данным оценки индивидуальных свойств ЦНС в группе женщин (n = 10)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			126,0469	22,15138	5,69025	0,0047
Нейротизм (x1)	1,67351	0,386056	3,0473	0,70298	4,33489	0,0123
СТ (x2)	-1,31666	0,467124	-1,8495	0,65618	-2,81865	0,0479
П.ЭРГ (x3)	-0,56352	0,301156	-1,6111	0,86099	-1,87118	0,1347

Примечание: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднее квадратическое отклонение стандартизованного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднее квадратическое отклонение коэффициента регрессии b; П.ЭРГ – предметная эргичность (ОСТ), СТ – ситуативная тревожность (STAI).

Зависимость показателя «Коэффициент полезного действия» от выделенных показателей индивидуальных свойств ЦНС в группе женщин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{КПД}} = 126,0469 + 3,0473 * x_1 - 1,8495 * x_2 - 1,6111 * x_3$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,85, F(3,40) = 7,30, $p < 0,04236$, DW-критерий = 2,75. Средняя процентная ошибка прогноза составила 10,34%, точность прогноза = 89,66%.

Таблица 52 – Характеристика модели многофакторной линейной регрессии для прогнозирования результативности выполнения теста Шульте-Горбова по показателю «КПД» по данным оценки мотивационной структуры личности в группе женщин (n = 10)

Фактор	b*	SE b*	b	SE b	t(1)	p
Intercept			144,7202	5,875984	24,6291	0,0016
СМ (x1)	-0,961855	0,068049	-1,8998	0,134404	-14,1346	0,0050
ВМ (x2)	-0,401177	0,068049	-1,7174	0,291309	-5,8954	0,0276

Примечание к таблице: b* – стандартизированный коэффициент регрессии, SE b* – среднеквадратическое отклонение стандартизированного коэффициента регрессии b*, b – коэффициенты регрессии, SE b – среднеквадратическое отклонение коэффициента регрессии b; ВМ – внутренний мотив, СМ – состязательный мотив.

Зависимость показателя «Коэффициент полезного действия» от выделенных показателей мотивационной структуры личности в группе женщин описывается уравнением множественной линейной регрессии:

$$Y_{\text{КПД}} = 144,7202 - 1,8998 * x_1 - 1,7174 * x_2$$

Коэффициент детерминации R-квадрат (R Square) = 0,99, F(2,20) = 108,64, p < 0,00912, DW-критерий = 2,22. Средняя процентная ошибка прогноза составила 9,74%, точность прогноза = 90,26%.

Заключение по результатам многофакторного регрессионного анализа данных

Полученные данные по результатам многофакторного регрессионного анализа позволили выявить наиболее значимые факторы, влияющие на изменения изучаемых параметров результативности целенаправленного когнитивного поведения испытуемых в исследуемой выборке: «Общее время выполнения», «Среднее время выбора числа», «Коэффициент полезного действия».

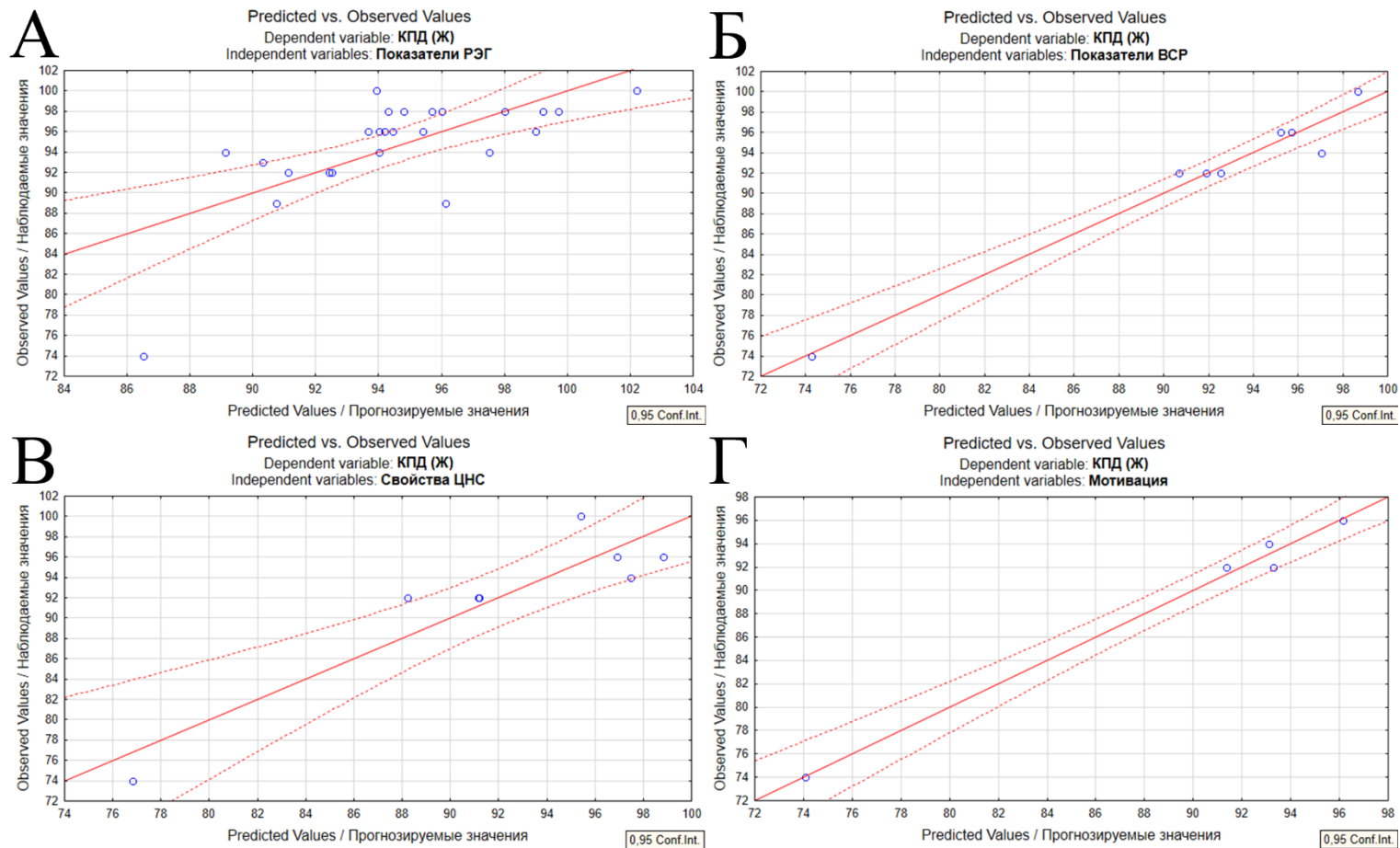


Рисунок 17 – Графики регрессионных функций (наблюдаемые значения и прогнозируемые значения) для показателя «Коэффициент полезного действия» теста Шульте-Горбова у испытуемых женского пола

Примечание: А – график регрессионной функции на основе показателей РЭГ, Б – график регрессионной функции на основе показателей РКГ, В – график регрессионной функции на основе показателей индивидуальных свойств ЦНС, Г – график регрессионной функции на основе показателей мотивационной структуры.

Для представителей мужского пола исследуемой выборки наиболее значимыми показателями, влияющими на «общее время выполнения» теста Шульте-Горбова являются:

- *реоэнцефалографические показатели*: время медленного кровенаполнения в окципито-мастоидальном отведении слева в исходном состоянии, коэффициент асимметрии реографического индекса в окципито-мастоидальном отведении слева во время выполнения теста Шульте-Горбова, коэффициент асимметрии средней скорости медленного наполнения во фронтально-мастоидальных отведениях во время выполнения теста Шульте-Горбова;
- *показатели кардиоритмографии*: мощность спектра в высокочастотном диапазоне в исходном состоянии, мощность спектра в высокочастотном диапазоне во время выполнения теста Шульте-Горбова, рNN50 в исходном состоянии;
- *свойства ЦНС*: темп (ОСТ), социальная пластичность (ОСТ);
- *характеристики мотивационной структуры личности*: оценка своего потенциала (опросник В.К. Гербачевского), мотив избегания (опросник В.К. Гербачевского).

Наиболее значимыми показателями, влияющими на «среднее время выбора числа» теста Шульте-Горбова являются:

- *реоэнцефалографические показатели*: коэффициент асимметрии средней скорости медленного наполнения во фронтально-мастоидальных отведениях во время выполнения теста Шульте-Горбова, коэффициент асимметрии диастолического индекса в окципито-мастоидальных отведениях в исходном состоянии, коэффициент асимметрии реографического индекса в окципито-мастоидальном отведении слева во время выполнения теста Шульте-Горбова;
- *показатели кардиоритмографии*: мощность спектра в высокочастотном диапазоне в исходном состоянии, мощность спектра в высокочастотном диапазоне во время выполнения теста Шульте-Горбова, рNN50 в исходном состоянии;

- *свойства ЦНС*: темп (ОСТ), социальная пластичность (ОСТ);
- *характеристики мотивационной структуры личности*: оценка своего потенциала (опросник В.К. Гербачевского), мотив избегания (опросник В.К. Гербачевского).

Наиболее значимыми показателями, влияющими на «коэффициент полезного действия» выполнения теста Шульте-Горбова являются:

- *реоэнцефалографические показатели*: время медленного кровенаполнения в окципито-мастоидальном отведении слева в исходном состоянии, коэффициент асимметрии реографического индекса в окципито-мастоидальном отведении слева во время выполнения теста Шульте-Горбова, диастолический индекс в окципито-мастоидальном отведении справа во время выполнения теста Шульте-Горбова, диастолический индекс во фронто-мастоидальном отведении справа во время выполнения теста Шульте-Горбова;
- *показатели кардиоритмографии*: абсолютное значение мощности спектра ультранизкой частоты во время выполнения теста Шульте-Горбова, коэффициент вариации в исходном состоянии;
- *характеристики мотивационной структуры личности*: оценка своего потенциала (опросник В.К. Гербачевского).

Для представителей женского пола исследуемой выборки наиболее значимыми показателями, влияющими на «общее время выполнения» теста Шульте-Горбова являются:

- *реоэнцефалографические показатели*: отношение амплитуды максимального систолического значения венозной компоненты к максимальной амплитуде волны во фронто-мастоидальном отведении справа в исходном состоянии, время быстрого кровенаполнения в окципито-мастоидальном отведении справа в исходном состоянии, время распространения реографической волны в окципито-мастоидальном отведении справа во время выполнения теста Шульте-Горбова;

– *показатели кардиоритмографии*: pNN50 во время выполнения теста Шульте-Горбова, мощность спектра в сверхнизкочастотном диапазоне во время выполнения теста Шульте-Горбова, абсолютное значение мощности спектра ультранизкой частоты в исходном состоянии;

– *свойства ЦНС*: предметная эргичность (ОСТ), нейротизм (ЕPI);

– *характеристики мотивационной структуры личности*: инициативность (опросник В.К. Гербачевского), внутренний мотив (опросник В.К. Гербачевского), мотив избегания (опросник В.К. Гербачевского).

Наиболее значимыми показателями, влияющими на «среднее время выбора числа» теста Шульте-Горбова являются:

– *реоэнцефалографические показатели*: дикротический индекс в окципито-мастоидальном отведении справа в исходном состоянии, коэффициент асимметрии средней скорости медленного наполнения в окципито-мастоидальных отведениях в исходном состоянии, коэффициент асимметрии времени медленного кровенаполнения в окципито-мастоидальных отведениях во время выполнения теста

Шульте-Горбова;

– *показатели кардиоритмографии*: мощность спектра в сверхнизкочастотном диапазоне во время выполнения теста Шульте-Горбова;

– *свойства ЦНС*: предметная эргичность (ОСТ);

– *характеристики мотивационной структуры личности*: оценка своего потенциала (опросник В.К. Гербачевского), намеченный уровень мобилизации усилий (опросник В.К. Гербачевского).

Наиболее значимыми показателями, влияющими на «коэффициент полезного действия» выполнения теста Шульте-Горбова являются:

– *реоэнцефалографические показатели*: коэффициент асимметрии отношения амплитуды максимального систолического значения венозной компоненты к максимальной амплитуде волны в окципито-мастоидальных отведениях во время выполнения теста Шульте-Горбова, время быстрого

кровенаполнения в окципито-мастоидальном отведении слева во время выполнения теста Шульте-Горбова, средняя скорость медленного наполнения в правом фронто-мастоидальном отведении в исходном состоянии;

– *показатели кардиоритмографии*: среднее значение длительности RR интервалов во время выполнения теста Шульте-Горбова, частота сердечных сокращений во время выполнения теста Шульте-Горбова, мощность спектра в высокочастотном диапазоне во время выполнения теста Шульте-Горбова;

– *свойства ЦНС*: нейротизм (EPI), ситуативная тревожность (STAI);

– *характеристики мотивационной структуры личности*: состязательный мотив (опросник В.К. Гербачевского), внутренний мотив (опросник В.К. Гербачевского).

На исследуемой поведенческой модели, при использовании в качестве предикторов ограниченное количество наиболее значимых показателей, вероятность надежного прогноза высокой результативности целенаправленной когнитивной деятельности как у испытуемых мужского пола, так и женского пола составила, в среднем, более 70%, что свидетельствует о целесообразности применения многофакторного регрессионного анализа для прогнозирования результативности целенаправленной когнитивной деятельности.

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящем исследовании проводилось изучение системной организации целенаправленной когнитивной деятельности молодых ($19,73 \pm 1,38$ лет) людей разного пола. Анализировались физиологические параметры и механизмы, которые лежат в основе различной результативности целенаправленной когнитивной деятельности и её системной организации.

Испытуемые мужского и женского пола статистически не отличались между собой по параметрам результативности целенаправленной когнитивной деятельности, моделируемой с помощью теста «Таблицы Шульте-Горбова». Проведение кластерного анализа позволило выделить по два кластера в группах испытуемых разного пола. Испытуемые первого кластера характеризовались значительно большим общим временем выполнения задания, средним временем выбора числа и более низким коэффициентом полезного действия, чем испытуемые второго кластера. Исходя из этого первый кластер испытуемых как у мужчин, так и у женщин обозначили как «низко результативный», а второй кластер – как «высоко результативный». Было выявлено, что высоко результативные испытуемые женского пола выполняют моделируемую когнитивную деятельность значительно быстрее, чем высоко результативные испытуемые мужского пола.

Анализ реоэнцефалографических показателей испытуемых позволил выявить различия в мозговой гемодинамике как между испытуемыми разного пола, так и между испытуемыми, осуществляющими когнитивную деятельность с различной результативностью. У испытуемых мужского пола как в исходном состоянии относительного покоя, так и во время выполнения когнитивной задачи наблюдаются более низкие скоростные показатели кровенаполнения и более низкий диастолический индекс, чем у испытуемых женского пола. Данная особенность может быть связана с отличиями в тонусе и эластичности сосудов головного мозга у представителей разного пола.

Анализ динамики реоэнцефалографических показателей во время осуществления когнитивной деятельности по отношению к исходному состоянию позволил выявить ряд значимых изменений в исследуемых кластерах. Одним из них является динамика реографического индекса. У испытуемых мужского пола обоих кластеров наблюдается уменьшение данного показателя в окципито-мастоидальных отведениях, что отражает снижение интенсивности кровенаполнения в бассейне позвоночных артерий во время выполнения когнитивной задачи. В то время как у испытуемых женского пола обоих кластеров отмечается увеличение реографического индекса во фронтально-мастоидальных отведениях, что отражает увеличение интенсивности кровенаполнения в бассейне внутренних сонных артерий. К другим значимым реоэнцефалографическим показателям можно отнести такие показатели, как: максимальная скорость быстрого кровенаполнения, средняя скорость медленного кровенаполнения, дикротический индекс и диастолический индекс. Данные показатели были достоверно выше у испытуемых женского пола как в исходном состоянии, так и во время целенаправленной когнитивной деятельности, особенно при сравнении этих параметров среди низко результативных испытуемых разного пола.

Выявленные особенности находят отражение и в ряде исследований других авторов, в которых были получены данные, демонстрирующие, что у испытуемых женского пола скорость кровотока значительно выше, чем у испытуемых мужского пола [187], в том числе в средней мозговой артерии (которая, в свою очередь, является продолжением внутренней сонной артерии) [126, 188]. Известно, что изменение скорости кровотока в значительной степени зависит от тонуса сосудов. На тонус сосудов оказывает влияние ряд факторов, среди которых стоит отметить действие половых гормонов, а также регуляторное воздействие симпатoadреналовой системы. Симпатическая регуляция кровотока различается между передними и задними областями сосудистой системы головного мозга [183]. При активации симпатических механизмов регуляции

происходит увеличение тонуса мозговых артерий, преимущественно задних (вертебро-базиллярный бассейн).

По-видимому, возможной причиной выявленных нами гемодинамических особенностей могут быть указанные факторы: влияние половых гормонов и различия в активности симпатического отдела автономной нервной системы у испытуемых разного пола.

Проведенный корреляционный анализ позволил обнаружить значимые взаимосвязи РЭГ-показателей с показателями результативность целенаправленной когнитивной деятельности, а также оценить их структуру. Различия в структуре корреляционных связей, по-видимому, отражают различную системную организацию гемодинамического обеспечения головного мозга во время целенаправленной когнитивной деятельности.

При проведении анализа асимметрии гемодинамики головного мозга, путем сравнения реоэнцефалографических показателей, зарегистрированных с правой и с левой стороны головы, выявили достоверные отличия по ряду показателей в исследуемых кластерах.

У низко результативных испытуемых мужского пола в исходном состоянии время распространения реографической волны в окципито-мастоидальном отведении справа больше, чем слева, а средняя скорость медленного наполнения больше слева в этом же отведении. Во время выполнения теста Шульте-Горбова у испытуемых данного кластера время распространения реографической волны в окципито-мастоидальном отведении справа больше, чем слева, а время быстрого и медленного кровенаполнения больше слева, чем справа в данном отведении.

У высоко результативных испытуемых мужского пола в исходном состоянии время распространения реографической волны, средняя скорость медленного кровенаполнения и максимальная скорость быстрого кровенаполнения больше в правом окципито-мастоидальном отведении, а время быстрого и медленного кровенаполнения больше в левом окципито-мастоидальном отведении. Значимой асимметрии реографических показателей во

время целенаправленной когнитивной деятельности у испытуемых данного кластера выявлено не было.

У низко результативных испытуемых женского пола в исходном состоянии время быстрого кровенаполнения выше в левом окципито-мастоидальном отведении. Во время осуществления когнитивной деятельности у представителей данного кластера отмечается более высокий диастолический индекс в правом окципито-мастоидальном отведении.

У высоко результативных женщин в исходном состоянии средняя скорость медленного кровенаполнения выше в левом окципито-мастоидальном отведении, а максимальная скорость быстрого кровенаполнения выше в правом окципито-мастоидальном отведении. Также наблюдается более высокий реографический индекс в левых фронто-мастоидальном и окципито-мастоидальном отведениях. Во время целенаправленной когнитивной деятельности у испытуемых данного кластера значимой асимметрии реографических показателей не обнаружено.

Стоит отметить, что большая часть выявленных асимметрий реоэнцефалографических показателей обнаруживается в окципито-мастоидальном отведении – вертебро-базиллярном бассейне. Также примечательно, что у высоко результативных испытуемых обоего пола не выявлено значимой асимметрии показателей РЭГ во время осуществления целенаправленной когнитивной деятельности.

Вышеприведенные факты, свидетельствуют о том, что особенности мозговой гемодинамики, объективно отражающиеся в показателях реоэнцефалографии, существенно влияют на результативность целенаправленной когнитивной деятельности испытуемых. При этом гемодинамические показатели указывают на различия физиологических механизмов, участвующих в формировании неодинаковой результативности целенаправленной деятельности у испытуемых мужского и женского пола.

Особенности и различия показателей математического анализа ритма сердца у испытуемых разного пола, а также у испытуемых, осуществляющих целенаправленную когнитивную деятельность с различной результативностью, не

раз демонстрировались в исследованиях ряда авторов [1, 15, 19, 20, 22, 36, 47, 49, 97, 118, 156, 202].

Испытуемые мужского пола отличались от испытуемых женского пола большей мощностью спектра в низкочастотном диапазоне (pLF) и более высоким индексом вагосимпатического взаимодействия (LF/HF) в исходном состоянии и меньшей мощностью спектра в высокочастотном диапазоне (pHF) и более высоким индексом вагосимпатического взаимодействия (LF/HF) во время когнитивной деятельности, что свидетельствует о высоком уровне напряжения неспецифических адаптационных механизмов у данной группы испытуемых в исходном состоянии и готовности к предстоящей деятельности.

Тогда как, низко результативные испытуемые как в группе мужчин, так и в группе женщин, отличались большей мощностью спектра в низкочастотном диапазоне во время реализации моделируемой когнитивной деятельности, по сравнению с высоко результативными испытуемыми. Это, вероятно, свидетельствует о том, что в этой группе испытуемых приспособление к ситуации формировалось в ходе самой деятельности, и как следствие, было менее результативным.

Высоко результативные испытуемые мужского пола отличались от высоко результативных испытуемых женского пола большей мощностью спектра в низкочастотном диапазоне (pLF, но $p = 0,06$ при сравнении показателей в исходном состоянии) и более высоким индексом вагосимпатического взаимодействия (LF/HF), но более низкой частотой сердечных сокращений (HR) и меньшим стресс-индексом (SI, но $p = 0,30$ при сравнении показателей зарегистрированных во время выполнения теста Шульте-Горбова) в исходном состоянии и во время когнитивной деятельности.

Следует учитывать, что при интерпретации выявленных различий показатели МАРС различными учеными оцениваются по-разному, в зависимости от рассматриваемой научно-теоретической концепции [11, 22]. Большая мощность спектра в низкочастотном диапазоне (pLF) и высокий индекс вагосимпатического баланса (LF/HF) может свидетельствовать об активности

регуляторных механизмов сосудистого тонуса и преобладании стресс-реализующих систем. Уменьшение мощности спектра в высокочастотном диапазоне (β HF) можно рассматривать как снижение активности парасимпатического отдела автономной нервной системы.

Исследование индивидуальных особенностей ЦНС и, в том числе, латерализации физиологических функций позволило выявить ряд отличий среди испытуемых разного пола и с различной результативностью когнитивной деятельности. Наиболее значимые различия выявлены по силовым и скоростным моторным показателям кистей рук, оцениваемым с помощью динамометрии и теппинг-теста. Испытуемые мужского пола характеризовались закономерно более высокими показателями силы и скорости кистей рук, в отличие от испытуемых женского пола, что согласуется с результатами многочисленных исследований [95]. Высоко результативные испытуемые мужского пола имели значительно более высокую концентрацию возбуждения, оцененную в рамках методики «Помехоустойчивость», чем низко результативные. В кластере низко результативных женщин наблюдали преобладание левостороннего коэффициента профиля латеральной организации ($K_{\text{ПЛО}} < 0$), а также левостороннего коэффициента зрительной асимметрии ($K_3 < 0$), в отличие от кластера высоко результативных женщин, где отмечалось преобладание правосторонних коэффициентов ($K_{\text{ПЛО}} > 0$, $K_3 > 0$).

Проведенный корреляционный анализ между показателями функциональной латерализации и введенными нами коэффициентами асимметрии реоэнцефалографических показателей, зарегистрированными во время выполнения теста Шульте-Горбова в исследуемых кластерах, позволил выявить ряд корреляционных взаимосвязей между данными показателями. Исходя из этого можно подтвердить, что метод реоэнцефалографии допустимо рассматривать в качестве метода оценки латерализации физиологических функций.

На сегодняшний день существует большое количество литературных данных, указывающих на важную роль индивидуальных психодинамических

характеристик в формировании неодинаковой результативности целенаправленной деятельности человека, в том числе когнитивной [3, 12, 23, 31, 55, 162, 184].

При анализе индивидуальных психодинамических характеристик испытуемых разного пола было установлено, что у испытуемых женского пола такие показатели, как социальная эмоциональность (ОСТ), нейротизм (опросник EPI) и личностная тревожность (шкала TMAS) значительно выше, чем у испытуемых мужского пола. Такие же различия наблюдаются среди высоко результативных испытуемых разного пола. Среди низко результативных испытуемых личностная тревожность (TMAS) также выше у представителей женского пола.

Если личностные психодинамические характеристики, как известно, определяют экспрессивность поведения, то мотивация обеспечивает как энергетическую, так и направляющую составляющую поведения [74, 75].

Исследование мотивационной основы целенаправленной когнитивной деятельности позволило выявить, что испытуемые мужского пола характеризуются более высоким показателем «Ожидаемый уровень результатов» (выражает понимание испытуемым собственных возможностей в достижении результата деятельности), чем представители женского пола. В группе женщин высоко результативные испытуемые характеризовались значительно более высокими показателями «Мотив самоуважения» (выражает стремление субъекта ставить перед собой все более трудные цели) и «Оценка своего потенциала» (отражает готовность испытуемого к выполнению задания и достижению определенных результатов), чем низко результативные испытуемые.

Проведенный анализ значимых корреляционных взаимосвязей реоэнцефалографических показателей, показателей математического анализа ритма сердца, показателей мотивации и индивидуальных психодинамических характеристик с показателями результативности выполнения теста Шульте-Горбова у испытуемых исследуемых групп позволяет предположить, что различная результативность целенаправленной когнитивной деятельности связана

с различной спецификой системной организации данной деятельности. Возможно, ключевыми звеньями в данных системах являются определенные лимбико-ретикулярные взаимодействия, обеспечивающие взаимосвязи психодинамических свойств и мотивации, а также механизмы, обеспечивающие оптимальное гемодинамическое обеспечение структур головного мозга.

С целью определения наиболее значимых факторов, влияющих на параметры результативности целенаправленной когнитивной деятельности, а также для возможности прогнозирования результативности данной деятельности был проведен многофакторный регрессионный анализ.

Наиболее значимыми показателями, влияющими на «общее время выполнения» теста Шульте-Горбова представителей мужского пола исследуемой выборки являются: время медленного кровенаполнения в окципито-мастоидальном отведении слева в исходном состоянии (РЭГ), коэффициент асимметрии реографического индекса в окципито-мастоидальном отведении слева во время выполнения теста Шульте-Горбова (РЭГ), коэффициент асимметрии средней скорости медленного наполнения во фронто-мастоидальных отведениях во время выполнения теста Шульте-Горбова (РЭГ), мощность спектра в высокочастотном диапазоне в исходном состоянии (КРГ), мощность спектра в высокочастотном диапазоне во время выполнения теста Шульте-Горбова (КРГ), r_{NN50} в исходном состоянии (КРГ), темп (ОСТ), социальная пластичность (ОСТ), оценка своего потенциала (опросник В.К. Гербачевского), мотив избегания (опросник В.К. Гербачевского).

Наиболее значимыми показателями, влияющими на «среднее время выбора числа» теста Шульте-Горбова представителей мужского пола исследуемой выборки являются: коэффициент асимметрии средней скорости медленного наполнения во фронто-мастоидальных отведениях во время выполнения теста Шульте-Горбова (РЭГ), коэффициент асимметрии диастолического индекса в окципито-мастоидальных отведениях в исходном состоянии (РЭГ), коэффициент асимметрии реографического индекса в окципито-мастоидальном отведении слева во время выполнения теста Шульте-Горбова (РЭГ), мощность спектра в

высокочастотном диапазоне в исходном состоянии (КРГ), мощность спектра в высокочастотном диапазоне во время выполнения теста Шульте-Горбова (КРГ), рNN50 в исходном состоянии (КРГ), темп (ОСТ), социальная пластичность (ОСТ), оценка своего потенциала (опросник В.К. Гербачевского), мотив избегания (опросник В.К. Гербачевского).

Наиболее значимыми показателями, влияющими на «коэффициент полезного действия» выполнения теста Шульте-Горбова представителей мужского пола исследуемой выборки являются: время медленного кровенаполнения в окципито-мастоидальном отведении слева в исходном состоянии (РЭГ), коэффициент асимметрии реографического индекса в окципито-мастоидальном отведении слева во время выполнения теста Шульте-Горбова (РЭГ), диастолический индекс в окципито-мастоидальном отведении справа во время выполнения теста Шульте-Горбова (РЭГ), диастолический индекс во фронтально-мастоидальном отведении справа во время выполнения теста Шульте-Горбова (РЭГ), абсолютное значение мощности спектра ультранизкой частоты во время выполнения теста Шульте-Горбова (КРГ), коэффициент вариации в исходном состоянии (КРГ), оценка своего потенциала (опросник В.К. Гербачевского).

Наиболее значимыми показателями, влияющими на «общее время выполнения» теста Шульте-Горбова представителей женского пола исследуемой выборки являются: отношение амплитуды максимального систолического значения венозной компоненты к максимальной амплитуде волны во фронтально-мастоидальном отведении справа в исходном состоянии (РЭГ), время быстрого кровенаполнения в окципито-мастоидальном отведении справа в исходном состоянии (РЭГ), время распространения реографической волны в окципито-мастоидальном отведении справа во время выполнения теста Шульте-Горбова (РЭГ), рNN50 во время выполнения теста Шульте-Горбова (КРГ), мощность спектра в сверхнизкочастотном диапазоне во время выполнения теста Шульте-Горбова (КРГ), абсолютное значение мощности спектра ультранизкой частоты в исходном состоянии (КРГ), предметная эргичность (ОСТ), нейротизм

(ЕРІ), инициативность (опросник В.К. Гербачевского), внутренний мотив (опросник В.К. Гербачевского), мотив избегания (опросник В.К. Гербачевского).

Наиболее значимыми показателями, влияющими на «среднее время выбора числа» теста Шульте-Горбова представителей женского пола исследуемой выборки являются: дикротический индекс в окципито-мастоидальном отведении справа в исходном состоянии (РЭГ), коэффициент асимметрии средней скорости медленного наполнения в окципито-мастоидальных отведениях в исходном состоянии (РЭГ), коэффициент асимметрии времени медленного кровенаполнения в окципито-мастоидальных отведениях во время выполнения теста Шульте-Горбова (РЭГ), мощность спектра в сверхнизкочастотном диапазоне во время выполнения теста Шульте-Горбова (КРГ), предметная эргичность (ОСТ), оценка своего потенциала (опросник В.К. Гербачевского), намеченный уровень мобилизации усилий (опросник В.К. Гербачевского).

Наиболее значимыми показателями, влияющими на «коэффициент полезного действия» выполнения теста Шульте-Горбова представителей женского пола исследуемой выборки являются: коэффициент асимметрии отношения амплитуды максимального систолического значения венозной компоненты к максимальной амплитуде волны в окципито-мастоидальных отведениях во время выполнения теста Шульте-Горбова (РЭГ), время быстрого кровенаполнения в окципито-мастоидальном отведении слева во время выполнения теста Шульте-Горбова (РЭГ), средняя скорость медленного наполнения в правом фронто-мастоидальном отведении в исходном состоянии (РЭГ), среднее значение длительности RR интервалов во время выполнения теста Шульте-Горбова (КРГ), частота сердечных сокращений во время выполнения теста Шульте-Горбова (КРГ), мощность спектра в высокочастотном диапазоне во время выполнения теста Шульте-Горбова (КРГ), нейротизм (ЕРІ), ситуативная тревожность (СТАІ), состязательный мотив (опросник В.К. Гербачевского), внутренний мотив (опросник В.К. Гербачевского).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из принципов теории функциональных систем П.К. Анохина, достижение полезного приспособительного результата целенаправленной деятельности, в том числе когнитивной, обеспечивается за счет взаимодействия избирательно вовлеченных в обеспечение данной деятельности компонентов функциональной системы [4, 6]. В данной работе продемонстрировано, что результативность целенаправленной когнитивной деятельности испытуемых разного пола отражается не только в конкретных физиологических, психодинамических и мотивационных показателях, столько во взаимосвязи этих показателей с параметрами результативности данной деятельности.

Применение методологии функционального подхода в изучении физиологических функций, многомерных методов статистической обработки данных (кластерный и регрессионный анализ) и корреляционного анализа позволило выявить различные варианты системной организации целенаправленной когнитивной деятельности, приводящие к неодинаковой ее результативности у испытуемых разного пола.

Использование многофакторного регрессионного анализа позволило определить наиболее значимые показатели, оказывающие существенное влияние на параметры результативности целенаправленной когнитивной деятельности испытуемых разного пола, а также разработать эффективную математическую модель для прогнозирования данных параметров.

ВЫВОДЫ

1) Группы испытуемых, разделенных по половому признаку, неоднородны по статистическим характеристикам целенаправленной когнитивной деятельности: общему времени выполнения теста Шульте-Горбова, среднему времени выбора числа, коэффициенту полезного действия. Применение кластерного анализа позволило объективно выделить высоко результативные и низко результативные кластеры испытуемых в изучаемых группах.

2) Анализ мозгового кровообращения по данным реоэнцефалографии позволил выявить существенные различия у испытуемых как в группах, разделенных по половой принадлежности, так и выделенных кластерах. У испытуемых мужского пола обоих кластеров наблюдается уменьшение реографического индекса в окципито-мастоидальных отведениях во время выполнения теста «таблицы Шульте-Горбова» относительно исходного состояния, что отражает снижение интенсивности кровенаполнения в бассейне позвоночных артерий во время когнитивной деятельности. В то время как у испытуемых женского пола обоих кластеров отмечается увеличение реографического индекса во фронтально-мастоидальных отведениях, что отражает увеличение интенсивности кровенаполнения в бассейне внутренних сонных артерий при выполнении когнитивной задачи.

3) Наиболее значимые различия при реоэнцефалографии наблюдались по показателям: средняя скорость медленного наполнения, максимальная скорость быстрого наполнения, диастолический индекс, диастолический индекс. Данные показатели были достоверно выше у испытуемых женского пола как в исходном состоянии, так и во время целенаправленной когнитивной деятельности, особенно при сравнении этих параметров среди низко результативных испытуемых разного пола. По результатам анализа реоэнцефалографических показателей, зарегистрированных в симметричных участках головы испытуемых, не выявлено значимой асимметрии мозговой гемодинамики у высоко результативных испытуемых обоего пола во время

осуществления целенаправленной когнитивной деятельности, в то время как у низко результативных испытуемых в этих условиях наблюдались различия по ряду показателей.

4) Анализ variability сердечного ритма по данным ритмокардиографии позволил выявить существенные различия у испытуемых как в группах, разделенных по половой принадлежности, так и выделенных кластерах. Большая мощность спектра в низкочастотном диапазоне и высокий индекс вагосимпатического баланса у испытуемых мужского пола, по сравнению с испытуемыми женского пола, может свидетельствовать о высокой активности регуляторных механизмов сосудистого тонуса и преобладании стресс-реализующих систем.

5) Оценка индивидуальных особенностей ЦНС и особенностей мотивационной структуры поведения испытуемых позволила выявить различия в изучаемых группах и выделенных кластерах. Испытуемые женского пола характеризовались высокими уровнями социальной эмоциональности, нейротизма и личностной тревожности. Низко результативные испытуемые мужского пола характеризовались низкими уровнями мотива самоуважения и оценки своего потенциала, при сравнении с высоко результативными испытуемыми мужского пола. У низко результативных испытуемых женского пола наблюдалось преобладание левостороннего слухоречевого коэффициента и левостороннего интегрального профиля латеральной организации физиологических функций, в отличие от высоко результативных испытуемых данного пола.

6) Корреляционный анализ позволил выявить различные варианты системной организации целенаправленной когнитивной деятельности, приводящие к неодинаковой ее результативности у испытуемых разного пола по показателям выраженности, знака и количеству корреляционных взаимосвязей, т.к. это отражает характер взаимодействия различных механизмов для формирования определенной результативности когнитивной деятельности.

7) Многофакторный регрессионный анализ позволил определить наиболее значимые реоэнцефалографические, ритмокардиографические показатели, психодинамические характеристики, показатели функциональной латерализации и мотивации, оказывающие влияние на статистические характеристики результативности когнитивной деятельности у испытуемых разного пола, а также рассчитать эффективные математические модели для прогнозирования данных характеристик. На исследуемой поведенческой модели, при использовании в качестве предикторов наиболее значимых показателей вероятность надежного прогноза высокой результативности целенаправленной когнитивной деятельности как у испытуемых мужского пола, так и женского пола составила, в среднем, более 70%.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1) С целью объективного выявления однородных групп испытуемых при изучении результативности целенаправленной деятельности по методу Шульте-Горбова рекомендуется применение кластерного анализа.

2) Для описания системной организации целенаправленной когнитивной деятельности у испытуемых разного пола рекомендуется использовать комплекс показателей: показатели гемодинамического обеспечения головного мозга, показатели математического анализа ритма сердца, психодинамические показатели, показатели функциональной латерализации и показатели мотивационной основы целенаправленного поведения.

3) Для определения наиболее значимых факторов, влияющих на результативность целенаправленной когнитивной деятельности у испытуемых разного пола, а также для создания математических прогностических моделей, рекомендуется использовать многофакторный регрессионный анализ.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- BCP – вариабельность сердечного ритма
- BM – внутренний мотив
- BY – волевое усилие
- ЗаP – закономерность результатов
- ЗнP – значимость результатов
- КА – коэффициент асимметрии
- КПД – коэффициент полезного действия
- ЛТ – личностная тревожность
- МАРС – математический анализ ритма сердца
- МС – мотив самоуважения
- МСД – мотив смены деятельности
- НУМУ – намеченный уровень мобилизации усилий
- ОВВ – общее время выполнения
- ОСП – оценка своего потенциала
- ОСТ – опросник структуры темперамента
- ОУДР – оценка уровня достигнутых результатов
- ОУР – ожидаемый уровень результатов
- ПЛО – профиль латеральной организации
- ПМ – познавательный мотив
- ПФЛ – профиль функциональной латерализации
- ПЭ – предметная эргичность
- РКГ – ритмокардиография
- РЭГ – реоэнцефалография
- СВВ – среднее время выбора
- СЗ – сложность задания
- СМ – состязательный мотив
- С.ПЛАСТ – социальная пластичность
- СТ – ситуативная тревожность

С.ТЕМП – социальный темп

ЧСС – частота сердечных сокращений

ЭВ-ИВ – экстравертированность-интравертированность

Fm – фронто-мастоидальные отведения

Fmd – правое фронто-мастоидальное отведение

Fms – левое фронто-мастоидальное отведение

Om – окципито-мастоидальные отведения

Omd – правое окципито-мастоидальное отведение

Oms – левое окципито-мастоидальное отведение

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян, Н. А. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма, показателей периферической крови и гормонального профиля у подростков Ставропольского края: этнофизиологический аспект / Н. А. Агаджанян, Л. Д. Цатурян, Р. Х. Кувандыкова. – Текст : непосредственный // Экология человека. – 2015. – № 8. – С. 26-31.
2. Айзенк, Г. Ю. Личностный профиль по Айзенку : практическое пособие : [16+] / Г. Ю. Айзенк, Г. Дж. Вильсон, К. Дж. Джексон. – Москва : Когито-Центр, 1999. – 53 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57340> (дата обращения: 30.10.2021). – ISBN 5-89353-035-7. – Текст : электронный.
3. Андрианов, В. В. Психофизиологические и сердечно-сосудистые механизмы обеспечения учебной деятельности студентов / В. В. Андрианов, Н. А. Василюк, Е. В. Бирюкова. – Текст : непосредственный // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2015. – Т. 23, № 3. – С. 32-36.
4. Анохин, П. К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса / П. К. Анохин – Москва : Медицина, 1968. – 547 с. – Текст : непосредственный.
5. Анохин, П. К. Кибернетика функциональных систем: избранные труды / П. К. Анохин ; под редакцией проф. К. В. Судакова. – Москва : Медицина, 1998. – 400 с. – ISBN 5-225-04399-2. – Текст : непосредственный.
6. Анохин, П. К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем / П. К. Анохин // Принципы системной организации функций. – Москва : Наука, 1973. – С. 5-61. – Текст : непосредственный.
7. Астапов, В. М. Функциональный подход к изучению состояния тревоги. – Текст : непосредственный // Прикладная психология. – 1999. – № 1. – С. 41-48.
8. Астапов, В. М. Генез тревоги и депрессии / В. М. Астапов, А. Н. Гасилина. – Текст: электронный // Мир психологии. – 2011. – № 1(65). – С. 225-

233. – URL: http://elibrary.ru/download/elibrary_16372672_32550485.pdf (дата обращения: 20.10.2021). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

9. Баевский, Р. М. Анализ variability сердечного ритма: история и философия, теория и практика / Р. М. Баевский. – Текст : непосредственный // Вестник Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина. Серия Медицина. – 2003. – № 5(581). – С. 14-15.

10. Баевский, Р. М. Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов. – Текст : непосредственный // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2001. – № 3. – С. 108-127.

11. Баевский, Р. М. Проблема оценки и прогнозирования функционального состояния организма и ее развитие в космической медицине / Р. М. Баевский. – Текст : непосредственный // Успехи физиологических наук. – 2006. – Т. 37, № 3. – С. 42-57.

12. Бердников, Д. В. Психофизиологические основы организации регуляции целенаправленной деятельности (обзор литературы) / Д. В. Бердников, В. Я. Апчел, И. И. Бобынцев. – Текст : непосредственный // Экология человека. – 2016. – № 10. – С. 37-46. – DOI 10.33396/1728-0869-2016-10-37-46.

13. Брагина, Н. Н. Функциональные асимметрии человека / Н. Н. Брагина, Т. А. Доброхотова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Медицина, 1988. – 240 с. – ISBN 5-225-00102-5. – Текст : непосредственный.

14. Биоэлектрическая активность головного мозга и церебральная гемодинамика у спортсменов при сочетании когнитивной и физической нагрузки / Л. В. Капилевич, Г. С. Ежова, А. Н. Захарова [и др.]. – Текст : непосредственный. // Физиология человека. – 2019. – Т. 45, № 2. – С. 58-69. – DOI 10.1134/S0131164619010089.

15. Бирюкова, Е. В. Гендерные особенности variability сердечного ритма и гемодинамического обеспечения учебной деятельности студентов / Е. В. Бирюкова, Н. А. Василюк, В. В. Андрианов. – Текст : непосредственный. //

Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2019. – Т. 27, № 2. – С. 188-196. – DOI 10.23888/PAVLOVJ2019272188-196.

16. Бодрова, Т. В. Особенности диагностики дисциркуляторной энцефалопатии у военнослужащих : специальность 14.01.11 "Нервные болезни" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Бодрова Татьяна Владимировна. – Санкт-Петербург, 2015. – 22 с. – Текст : непосредственный.

17. Булатецкий, С. В. Корреляционные взаимосвязи спектральных параметров ритма сердца при проведении психоэмоциональной пробы у лиц с различным уровнем интеллекта / С. В. Булатецкий, Ю. Ю. Бяловский. – Текст : непосредственный // Вестник новых медицинских технологий. – 2003. – Т. 10, № 1-2. – С. 20-22.

18. Булатецкий, С. В. Применение метода корреляционных плеяд в изучении особенностей системной организации и продуктивности психофизиологических процессов у курсантов с разной успешностью профессионального обучения / С. В. Булатецкий, А. С. Марков. – Текст : непосредственный // Российский научный журнал. – 2015. – № 6(49). – С. 150-156.

19. Вариабельность сердечного ритма при умственной и физической нагрузке у студентов / Т. М. Николаева, Е. К. Голубева, Д. А. Скорлупкин, Л. Л. Ярченкова. – Текст: электронный // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2022. – Т. 14, № 1. – С. 336-350. – URL: <http://discover-journal.ru/jour/index.php/sjlsa/article/view/432/140> (дата обращения: 15.12.2022). – DOI 10.12731/2658-6649-2022-14-1-336-350.

20. Вегетативное обеспечение целенаправленной деятельности и её результативность у практически здоровых лиц / Р. А. Зорин, Ю. И. Медведева, И. С. Курепина [и др.]. – Текст : непосредственный // Наука молодых (Eruditio Juvenium). – 2019. – Т. 7, № 1. – С. 38-45. – DOI 10.23888/НМЖ20197138-45.

21. Вегетативные и психофизические показатели студентов в процессе учебного компьютерного тестирования / В. В. Андрианов, Н. А. Василюк, Е. В.

Бирюкова, В. В. Казакова. – Текст : непосредственный // Академический журнал Западной Сибири. – 2014. – Т. 10, № 3(52). – С. 49.

22. Вегетативные корреляты индивидуальных различий временных параметров и результативности интеллектуальной деятельности человека / Т. Д. Джебраилова, И. И. Коробейникова, Е. Н. Дудник, Н. А. Каратыгин. – Текст : непосредственный // Физиология человека. – 2013. – Т. 39, № 1. – С. 94. – DOI 10.7868/S0131164613010037.

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

24. Власенко, Р. Я. Динамика показателей кардиоритма в состоянии когнитивного диссонанса у лиц с различным уровнем двигательной активности / Р. Я. Власенко, М. Д. Киртадзе, А. В. Котов. – Текст : электронный // Вестник Новгородского государственного университета. – 2017. – № 3(101). – С. 120-124. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29876043> (дата обращения: 03.08.2021). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

25. Влияние профиля латеральной организации головного мозга на результативность спортивной деятельности человека и методы его выявления / И. М. Мазикин, М. М. Лапкин, Н. А. Вощинина, В. Д. Прошляков. – Текст : непосредственный // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2016. – Т. 24, № 2. – С. 117-126.

26. Влияние физических нагрузок на церебральный кровоток при выполнении когнитивного теста / А. В. Кабачкова, Г. С. Лалаева, А. Н. Захарова, Л. В. Капилевич. – Текст : непосредственный // Теория и практика физической культуры. – 2016. – № 8. – С. 89-90.

27. Влияние физической и умственной нагрузки на состояние центральной и мозговой гемодинамики молодых людей в зависимости от типа кровообращения и церебральной микроциркуляции / С. Н. Мельник, В. А.

Мельник, Е. С. Сукач, П. В. Ткаченко. – Текст : непосредственный // Курский научно-практический вестник Человек и его здоровье. – 2016. – № 1. – С. 117-123.

28. Гербачевский, В. К. Исследование уровня притязаний в связи с индивидуально-типическими характеристиками эмоциональности и интеллекта : специальность 19.00.00 "Психология" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата психологических наук / Гербачевский Владимир Константинович. – Ленинград, 1970. – 16 с. – Текст : непосредственный.

29. Гланц, С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц; пер. с англ. – Москва: Практика, 1999. – 459 с. – ISBN 5-89816-009-4. – Текст : непосредственный.

30. Голубева, Э. А. Общая и дифференциальная психофизиология: взаимовлияние научных школ Б.М. Теплова и Е.Н. Соколова / Э. А. Голубева. – Текст : непосредственный // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. – 2010. – № 4. – С. 32-56.

31. Динамика спектральных характеристик ЭЭГ у лиц с разной личностной тревожностью при когнитивной деятельности / Т. Д. Джебраилова, И. И. Коробейникова, Н. А. Каратыгин [и др.]. – Текст : непосредственный // Физиология человека. – 2021. – Т. 47, № 1. – С. 20-30. – DOI 10.31857/S0131164621010033.

32. Зарипов, В. Н. Влияние умственной нагрузки на состояние сердечно-сосудистой системы организма студенток / В. Н. Зарипов, М. О. Баринаова, А. Н. Булыгин. – Текст : непосредственный // Вестник Ивановского государственного университета. Серия: Естественные, общественные науки. – 2013. – № 2. – С. 8-13.

33. Зарипов, В. Н. Гемодинамические изменения церебрального кровотока под влиянием умственной нагрузки у студенток с разным типом темперамента / В. Н. Зарипов, М. О. Баринаова. – Текст : непосредственный // Вестник Ивановского государственного университета. Серия: Естественные, общественные науки. – 2012. – № 2. – С. 14-22.

34. Зорин, Р. А. Сравнительный анализ механизмов эффективности целенаправленной деятельности у здоровых людей и больных эпилепсией и прогнозирование течения заболевания : специальность 03.03.01 "Физиология" : диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Зорин Роман Александрович. – Рязань, 2017. – 281 с. – Текст : непосредственный.

35. Зорин, Р. А. Сравнительный анализ физиологических механизмов результативности целенаправленной деятельности у здоровых лиц и больных эпилепсией / Р. А. Зорин, В. А. Жаднов, М. М. Лапкин. – Текст : непосредственный // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2019. – Т. 119, № 6. – С. 14-19. – DOI 10.17116/jnevro201911906114

36. Индивидуальные особенности вегетативного обеспечения целенаправленной деятельности студентов при компьютерном тестировании / Т. Д. Джебраилова, Р. Г. Сулейманова, Л. И. Иванова, Л. В. Иванова. – Текст : непосредственный // Физиология человека. – 2012. – Т. 38, № 5. – С. 58.

37. Исупов, И. Б. Системный анализ церебрального кровообращения человека / И. Б. Исупов. – Волгоград : Издательство ВГПУ "Перемена", 2001. – 139 с. – ISBN 5-88234-483-2. – Текст : непосредственный.

38. Карасев, Р. П. Соотношение психодинамических характеристик и показателей функциональной латерализации в системной организации целенаправленного поведения человека при различных уровнях психоэмоционального напряжения : специальность 03.03.01 "Физиология" : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Карасев Роман Петрович. – Рязань, 2009. – 203 с. – Текст : непосредственный.

39. Котов, А. В. Мотивационно-эмоциональный конфликт: системогенез целенаправленного акта / А. В. Котов. – Текст : непосредственный // Вестник Российской академии медицинских наук. – 1999. – № 6. – С. 20-25.

40. Котов, А. В. Мотивация и конфликт в системных механизмах инициации поведенческого акта / А. В. Котов. – Текст : непосредственный // Вестник Международной академии наук (Русская секция). – 2006. – № 2. – С. 18-23.

41. Котов, А. В. Мотивация и конфликт как внутренние детерминанты целенаправленного поведения / А. В. Котов. – Текст : непосредственный // Современные проблемы системной регуляции физиологических функций : Тезисы докладов IV Междисциплинарной конференции с международным участием, посвященная 90-летию со дня рождения академика К.В. Судакова. – Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научно-исследовательский институт нормальной физиологии имени П.К. Анохина", 2022. – С. 294-295.

42. Куликова, Н. А. Исследование связей межполушарных взаимодействий с некоторыми показателями эмоционально-личностной сферы детей 10 - 12 лет : специальность 03.00.13 "Физиология" : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Куликова Наталья Анатольевна. – Рязань, 2000. – 147 с. – Текст : непосредственный.

43. Лапкин, М. М. Исследование психологических и физиологических детерминант успешности обучения студентов в медицинском вузе / М. М. Лапкин, Н. В. Яковлева, В. Д. Прошляков. – Текст : непосредственный // Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие. – 2014. – № 1(4). – С. 75-83.

44. Леонова, Е. В. Патологическая физиология мозгового кровообращения : учеб.-метод. пособие / Е. В. Леонова. – 2-е изд., доп. – Минск: БГМУ, 2007. – 26 с. – URL: <https://rep.bsmu.by/bitstream/handle/BSMU/5568/Патологическая%20%20физиология.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата обращения: 23.12.2022). – ISBN 978-985-462-709-0. – Текст : электронный.

45. 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. – Текст : непосредственный // Физиология - актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения академика Петра Кузьмича Анохина / Волгоградский

государственный медицинский университет. – Волгоград: Волгоградский государственный медицинский университет, 2023. – С. 222-228.

46. Медеяновский, А. Н. Функциональные системы, обеспечивающие гомеостаз / А. Н. Медеяновский. – Текст : непосредственный // Функциональные системы организма. – Москва: Медицина, 1987. – С. 77-103.

47. Меркулова, М. А. Гендерные особенности формирования целенаправленного поведения человека при воспроизведении зрительных образов с различной результативностью / М. А. Меркулова, М. В. Акулина, М. М. Лапкин. – Текст : непосредственный // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2019. – Т. 23, № 3. – С. 308-317. – DOI 10.22363/2313-0245-2019-23-3-308-317.

48. Меркулова, М. А. Использование кластерного анализа для решения вопросов классификации испытуемых, воспроизводящих зрительные образы с различной результативностью / М. А. Меркулова, М. М. Лапкин, Р. А. Зорин. – Текст : непосредственный // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 1. – С. 124-128. – DOI 10.24411/1609-2163-2019-16209.

49. Меркулова, М. А. Физиологическая стоимость как фактор, определяющий результативность деятельности у человека при воспроизведении зрительных образов / М. А. Меркулова, М. М. Лапкин. – Текст : непосредственный // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2020. – Т. 24, № 3. – С. 253-261. – DOI 10.22363/2313-0245-2020-24-3-253-261.

50. Методы и приборы функциональной диагностики / С. В. Фролов, В. М. Строев, А. В. Горбунов, В. А. Трофимов. – Тамбов: Издательство ТГТУ, 2008. – 80 с. – ISBN 978-5-8265-0762-9. – Текст : непосредственный.

51. Михайлович, Ч. В. Эндотелиальный (интимальный) механизм регуляции мозговой гемодинамики: трансформация взглядов / Ч. В. Михайлович, А. Е. Коцюба. – Текст : непосредственный // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2012. – № 2 (48). – С. 17-26.

52. Мозговое кровообращение здоровых людей с различными типами тонуса церебральных артерий в клино- и ортостазе / И. Б. Исупов, В. Б. Мандриков, Е. П. Горбанева [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2016. – № 2(58). – С. 107-110.

53. Наследов, А. Д. SPSS 19: профессиональный статистический анализ данных / А. Д. Наследов. – Санкт-Петербург: Издат. дом «Питер», 2011. – 399 с. – ISBN 978-5-459-00344-4. – Текст : непосредственный.

54. Небылицын, В. Д. Психофизиологические исследования индивидуальных различий / В. Д. Небылицын. – Москва: Наука, 1976. – 336 с. – Текст : непосредственный.

55. Нехорошкова, А. Н. Проблема тревожности как сложного психофизиологического явления / А. Н. Нехорошкова, А. В. Грибанов, Ю. С. Джос. – Текст : непосредственный // Экология человека. – 2014. – № 6. – С. 47-54.

56. Николаева, Т. М. Особенности периферической гемодинамики и когнитивных способностей человека при динамической физической нагрузке нарастающей мощности / Т. М. Николаева, Е. К. Голубева. – Текст : непосредственный // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 6. – С. 147. – DOI 10.17513/spno.30336.

57. Ноздрачев, А. Д. Нейропептид Y и автономная нервная система / А. Д. Ноздрачев, П. М. Маслюков. – Текст : непосредственный // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2011. – Т. 47, № 2. – С. 105-112.

58. Особенности мозговой гемодинамики у студентов в процессе выполнения когнитивной задачи / И. С. Чуб, А. П. Борейко, М. А. Кунавин [и др.]. – Текст : непосредственный // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2021. – № 2. – С. 16-20.

59. Особенности состояния мозговой гемодинамики у молодых мужчин в зависимости от их когнитивной функции / Е. С. Оленко, В. Ф. Киричук, А. И. Кодочигова [и др.]. – Текст : непосредственный // Журнал высшей нервной

деятельности им. И.П. Павлова. – 2020. – Т. 70, № 1. – С. 25-30. – DOI 10.31857/S0044467720010128.

60. Панина, Н. Г. Церебральное кровообращение как индикатор физической работоспособности спортсмена / Н. Г. Панина, И. Б. Исупов, Г. А. Ушанов. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы науки. – 2015. – № 18. – С. 176-178.

61. Платонов, А. Е. Статистический анализ в медицине и биологии: задачи, терминология, логика, компьютерные методы / А. Е. Платонов. – Москва: Издательство РАМН, 2000. – 52 с. – ISBN 5-7901-0022-8. – Текст : непосредственный.

62. Попова, А. А. Эндотелиальная дисфункция и механизмы ее формирования / А. А. Попова, Е. Н. Березикова, С. Д. Маянская. – Текст : непосредственный // Сибирское медицинское обозрение. – 2010. – № 4(64). – С. 7-11.

63. Прогнозирование исходов острого периода нетравматических внутримозговых кровоизлияний методами кластерного анализа и технологии искусственных нейронных сетей / О. В. Евдокимова, Р. А. Зорин, В. А. Жаднов, И. С. Курепина. – Текст : непосредственный // Вестник новых медицинских технологий. – 2022. – Т. 29, № 1. – С. 9-13. – DOI 10.24412/1609-2163-2022-1-9-13.

64. Русалов, В. М. Биологические основы индивидуально-психологических различий / В. М. Русалов. – Москва : "Наука", 1979. – 352 с. – Текст : непосредственный.

65. Русалов, В. М. О природе темперамента и его месте в структуре индивидуальных свойств человека / В. М. Русалов. – Текст : непосредственный. // Вопросы психологии. – 1985. – № 1. – С. 19-32.

66. Русалов, В. М. Темперамент в структуре индивидуальности человека. Дифференциально-психофизиологические и психологические исследования / В. М. Русалов. – Москва : Институт психологии РАН, 2012. – 528 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=221117> (дата обращения: 30.10.2021). – ISBN 978-5-9270-0234-4. – Текст : электронный.

67. Русалов, В. М. Формально-динамические свойства индивидуальности человека (темперамент) / В. М. Русалов. – Москва: Изд-во «Институт психологии РАН», 2004. – 135 с. – Текст : непосредственный.

68. Русалова, М. Н. Функциональная асимметрия мозга и эмоции / М. Н. Русалова, В. М. Русалов // Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. – Москва: Научный мир, 2009. – С. 521-551. – Текст : непосредственный.

69. Русалова, М. Н. Функциональная асимметрия мозга: эмоции / М. Н. Русалова // Функциональная межполушарная асимметрия: хрестоматия. – Москва: Научный мир, 2004. – С. 322-348. – ISBN 5-89176-257-9. – Текст : непосредственный.

70. Сизова, И. Ю. Взаимосвязь профессионального стресса и некоторых аспектов психологического здоровья на примере воспитателей дошкольных учреждений / И. Ю. Сизова. – Текст : непосредственный // Стратегии и ресурсы личностно-профессионального развития педагога: современное прочтение и системная практика : Сборник научных статей. – Москва: Психологический институт РАО, 2022. – С. 253-257. – DOI 10.24412/cl-36923-2022-1-253-257.

71. Совершаева, С. Л. Состояние мозгового кровообращения (по данным реоэнцефалографии) у лиц юношеского возраста с нормальным и пониженным давлением / С. Л. Совершаева, Л. С. Юшманова. – Текст : непосредственный // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 7-3. – С. 563-565.

72. Состояние мозговой гемодинамики у молодых мужчин с разными показателями адаптационных резервов организма / Е. В. Фомина, Е. С. Оленко, В. Ф. Киричук, А. И. Кодочигова. – Текст : электронный // Современные вопросы биомедицины. – 2021. – Т. 5, № 3(16). URL: <https://svbskfmba.ru/arkhiv-nomerov/2021-3/fomina2021r> (дата обращения: 07.08.2022). – DOI 10.51871/2588-0500_2021_05_03_12.

73. Судаков, К. В. Доминирующая мотивация в формировании целеустремленной личности / К. В. Судаков. – Текст : непосредственный // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2006. – № 9-10. – С. 114-121.

74. Судаков, К. В. Избранные труды / К. В. Судаков. – Москва: ГУ НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина РАМН, 2007. – Т. 1. – 343 с. – Текст : непосредственный.
75. Судаков, К. В. Мотивация как ведущий фактор системной организации целенаправленной деятельности / К. В. Судаков – Текст : непосредственный // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 1976. – № 4. – С. 694.
76. Судаков, К. В. Системная организация психической деятельности / К. В. Судаков. – Текст : непосредственный // Психологический журнал. – 2013. – Т. 34. – № 6. – С. 72-81.
77. Судаков, К. В. Системные основы эмоционального стресса / К. В. Судаков, П. Е. Умрюхин. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 112 с. – ISBN 978-5-9704-1400-2. – Текст : непосредственный.
78. Судаков, К. В. Функциональные системы / К. В. Судаков. – Москва: Издательство РАМН, 2011. – 320 с. – ISBN 978-5-7901-0109-0. – Текст : непосредственный.
79. Сулейманова, Р. Г. Показатели гемодинамики у студентов с разной личностной тревожностью при когнитивной деятельности / Р. Г. Сулейманова, Т. Д. Джебраилова, Р. М. Рагимов. – Текст : непосредственный // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6, № 3(20). – DOI 10.51871/2588-0500_2022_06_03_26.
80. Талеева, А. И. Особенности гемодинамики мозга студентов с разным типом вегетативной реактивности при выполнении когнитивной задачи / А. И. Талеева, Н. В. Звягина, И. С. Чуб. – Текст : непосредственный // Журнал медико-биологических исследований. – 2022. – Т. 10, № 4. – С. 338-350. – DOI 10.37482/2687-1491-Z123.
81. Теплов, Б. М. Итоги и перспективы исследования типологических свойств нервной системы человека // Проблемы индивидуальных различий / Б. М. Теплов. – Москва.: Издательство АПН РСФСР, 1961. – С. 509-535. – Текст : непосредственный.

82. Ткаченко, П. В. Динамика уровня тревожности в процессе дистанционного обучения / П. В. Ткаченко, Н. И. Белоусова, Е. В. Петрова. – Текст : непосредственный // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2021а. – Т. 10, № 4(37). – С. 213-215. – DOI 10.26140/anip-2021-1004-0051.

83. Ткаченко, П. В. Типологические особенности нервной системы и успешность интеллектуальной деятельности / П. В. Ткаченко, Н. И. Белоусова, Е. В. Петрова. – Текст : непосредственный // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2021б. – Т. 10, № 4(37). – С. 366-369. – DOI 10.26140/anip-2021-1004-0084.

84. Ткаченко, П. В. Роль психофизиологических аспектов сенсорного восприятия в эффективном формировании компетенций у обучающихся медицинского вуза / П. В. Ткаченко, Е. В. Петрова, Н. И. Белоусова. – Текст : непосредственный // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2020. – Т. 9, № 4(33). – С. 247-249. – DOI 10.26140/anip-2020-0904-0055.

85. Угрюмов, В. М. Регуляция мозгового кровообращения / В. М. Угрюмов, С. И. Теплов, Г. С. Тиглиев. – Издательство «Медицина». Ленингр. отделение, 1984. – 136 с. – Текст : непосредственный.

86. Функциональное единство систем внутричерепной гемодинамики, биомеханических свойств черепа и когнитивной деятельности мозга / Ю. Е. Москаленко, Г. Б. Вайнштейн, Н. А. Рябчикова [и др.]. – Текст : непосредственный // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2010. – Т. 9, № 3(35). – С. 43-53.

87. Халафян, А. А. Statistica 6. Статистический анализ данных / А. А. Халафян. – Москва: Бином-Пресс, 2007. – 512 с. – ISBN 978-5-9518-0215-6.

88. Хомская, Е. Д. Значение профиля межполушарной асимметрии для спортивной деятельности / Е. Д. Хомская, И. В. Ефимова, В. А. Куприянов [и др.]. – Текст : непосредственный // Теория и практика физической культуры. – 1989. – № 1. – С. 8-12.

89. Хомская, Е. Д. Нейропсихология / Е. Д. Хомская. – 4-е изд. – Санкт-Петербург: Издательство «Питер», 2005. – 496 с. – ISBN: 978-5-4461-0778-0. – Текст : непосредственный.

90. Хомская Е.Д. Нейропсихология индивидуальных различий: учеб. пособие / Е.Д. Хомская, И.В. Ефимова, Е.В. Будыка, Е. В. Ениколопова. – Москва: Издательский центр «Академия», 2011. – 160 с. – ISBN 978-5-7695-7164-0. – Текст : непосредственный.

91. Эффективность магнитно-резонансной ангиографии при цереброваскулярных нарушениях / С. В. Кочанов, Т. Г. Хмара, О. А. Кондратьева [и др.] // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2012. – Т. 8, № 2. – С. 440-442.

92. Яруллин, Х. Х. Клиническая реоэнцефалография : (Новый метод исследования кровообращения головного мозга) / Акад. мед. наук СССР. – Ленинград: Издательство «Медицина». Ленингр. отд-ние, 1967. – 276 с. – Текст : непосредственный.

93. A meta-analysis of heart rate variability in major depression / C. Koch, M. Wilhelm, S. Salzmann [et al.]. – Text : unmediated // Psychological Medicine. – 2019. – Vol. 49. – № 12. – P. 1948-1957. – DOI 10.1017/S0033291719001351.

94. A Newcomer's guide to functional near infrared spectroscopy experiments / R. K. Almajidy, K. Mankodiya, M. Abtahi, U. G. Hofmann. – Text : unmediated // IEEE Reviews in Biomedical Engineering. – 2020. – Vol. 13. – P. 292-308. – DOI 10.1109/RBME.2019.2944351.

95. A systematic review of isokinetic muscle strength in a healthy population with special reference to age and gender / I.F.S.R. Schindler, S. S. Pontes, M. B. M. Bertoni [et al.] – Text : unmediated // Sports Health. – 2023. – Vol. 15. – № 3. – P. 328-332. – DOI 10.1177/19417381221146258.

96. Ainslie, P. N. Integrated human physiology: breathing, blood pressure and blood flow to the brain / P. N. Ainslie, K. J. Smith. – Text : unmediated // The Journal of Physiology. – 2011. – Vol. 589. – № 12. – P. 2917-2917.

97. Aircraft pilots workload analysis: Heart rate variability objective measures and NASA-Task Load Index subjective evaluation / A. Alaimo, A. Esposito, C. Orlando, A. Simoncini. – Text : electronic // *Aerospace*. – 2020. – Vol. 7. – № 9. – URL: <https://www.mdpi.com/2226-4310/7/9/137>. – Published: 16 September 2020. – DOI 10.3390/aerospace7090137.
98. Alle, H. Energy-efficient action potentials in hippocampal mossy fibers / H. Alle, A. Roth, J. R. P. Geiger. – Text : unmediated // *Science*. – 2009. – T. 325. – № 5946. – P. 1405-1408.
99. Angiotensin II type 1 receptor is involved in flow-induced vasomotor responses of isolated middle cerebral arteries: role of oxidative stress / I. Jukic, Z. Mihaljevic, A. Matic [et al.]. – Text : unmediated // *American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology*. – 2021. – Vol. 320. – № 4. – P. H1609-H1624. – DOI 10.1152/ajpheart.00620.2020.
100. Annett, M. A classification of hand preference by association analysis / M. Annett. – Text : unmediated // *British Journal of Psychology*. – 1970. – Vol. 61. – № 3. – P. 303-321.
101. Anxiety and cognitive performance: attentional control theory / M. W. Eysenck, N. Derakshan, R. Santos, M. G. Calvo. – Text : unmediated // *Emotion (Washington, D.C.)*. – 2007. – Vol. 7. – № 2. – P. 336-353.
102. Armstead, W. M. Cerebral blood flow autoregulation and dysautoregulation / W. M. Armstead. – Text : unmediated // *Anesthesiology clinics*. – 2016. – Vol. 34. – № 3. – P. 465-477.
103. Assessment of mental workload based on multi-physiological signals / X. Fan, C. Zhao, X. Zhang [et al.]. – Text : unmediated // *Technology and Health Care*. – 2020. – Vol. 28(S1). – P. 67-80 (Supl.). – DOI 10.3233/THC-209008.
104. Attwell, D. An energy budget for signaling in the grey matter of the brain / D. Attwell, S. B. Laughlin. – Text : electronic // *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. – 2001. – Vol. 21(10). – P. 1133–1145. – URL: https://journals.sagepub.com/doi/10.1097/00004647-200110000-00001?url_ver=Z39.88-

2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed. – Published: October 2001.

105. Autoregulation of cerebral blood flow in severe diffuse axonal brain injury: the role of neuroanatomical factors / E. V. Aleksandrova, A. V. Oshorov, A. A. Sychev [et al.]. – Text : unmediated // Zhurnal voprosy neirokhirurgii imeni N. N. Burdenko. – 2018. – Vol. 82. – № 3. – P. 5-14.

106. Bélanger, M. Brain energy metabolism: focus on astrocyte-neuron metabolic cooperation / M. Bélanger, I. Allaman, P. J. Magistretti. – Text : unmediated // Cell Metabolism. – 2011. – T. 14. – № 6. – P. 724-738.

107. Beyond neurovascular coupling, role of astrocytes in the regulation of vascular tone / J. A. Filosa, H. W. Morrison, J. A. Iddings [et al.]. – Text : unmediated // Neuroscience. – 2016. – Vol. 323. – P. 96-109.

108. Blood flow and oxygen delivery to human brain during functional activity: theoretical modeling and experimental data / M. A. Mintun, B. N. Lundstrom, A. Z. Snyder [et al.]. – Text : unmediated // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2001. – Vol. 98. – № 12. – P. 6859-6864.

109. Bodó, M. A noninvasive, continuous brain monitoring method: rheoencephalography (REG) / M. Bodó. – Text : unmediated // DRC Sustainable Future: Journal of Environment, Agriculture, and Energy. – 2020. – Vol. 1. – № 2. – P. 103-119.

110. Bodo, M. Studies in Rheoencephalography (REG) / M. Bodo. – Text : unmediated // Journal of Electrical Bioimpedance. – 2010. – Vol. 1. – P. 94-110.

111. Boles, D. B. Asymmetry and performance: Toward a neurodevelopmental theory / D. B. Boles, J. M. Barth, E. C. Merrill. – Text : unmediated // Brain and Cognition. – 2008. – Vol. 66. – № 2. – P. 124-139.

112. Burykh, E. A. Correlations between the effectiveness of performance of cognitive tests and blood flow reactions in humans in normoxia and hypoxia / E. A. Burykh. – Text : unmediated // Neuroscience and Behavioral Physiology. – 2019. – Vol. 49. – № 4. – P. 474-483.

113. Carotid flow velocities and blood pressures are independently associated with cognitive function / S. Y. Chuang, H. M. Cheng, G. F. Mitchell [et al.]. – Text : unmediated // *American Journal of Hypertension*. – 2019. – Vol. 32. – № 3. – P. 289-297.
114. Cerebral blood flow and quantitative rheoencephalography / J. Jacquy, W. J. Dekoninck, A. Piraux [et al.]. – Text : unmediated // *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. – 1974. – T. 37. – № 5. – P. 507-511.
115. Cerebral hemodynamics: concepts of clinical importance / E. Bor-Seng-Shu, W. S. Kita, E. G. Figueiredo [et al.]. – Text : unmediated // *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. – 2012. – Vol. 70. – P. 357-365.
116. Changes in the intracranial rheoencephalogram at lower limit of cerebral blood flow autoregulation / M. Bodo, F. J. Pearce, L. Baranyi, R. A. Armonda. – Text : unmediated // *Physiological Measurement*. – 2005. – T. 26. – № 2(S1). – S. 1-17.
117. Charles, R. L. Measuring mental workload using physiological measures: A systematic review / R. L. Charles, J. Nixon. – Text : unmediated // *Applied Ergonomics*. – 2019. – T. 74. – P. 221-232.
118. Cognitive function is associated with impaired heart rate variability in ageing adults: the Irish longitudinal study on ageing wave one results / J. Frewen, C. Finucane, G. M. Savva [et al.]. – Text : unmediated // *Clinical Autonomic Research*. – 2013. – Vol. 23. – № 6. – P. 313-323.
119. Comparison of cerebrovascular reactivity tests: a pilot human study / M. Bodo, R. Mahon, A. Razumovsky [et al.]. – Text : unmediated // *Journal of Electrical Bioimpedance*. – 2019. – Vol. 8. – № 1. – P. 25-33.
120. Corballis, M. C. How asymmetries evolved: hearts, brains, and molecules / M. C. Corballis. – Text : unmediated // *Symmetry*. – 2021. – Vol. 13. – № 6. – P. [1-15].
121. Correlation between asymmetry of spontaneous oscillation of hemodynamic changes in the prefrontal cortex and anxiety levels: a near-infrared spectroscopy study / W. Ishikawa, M. Sato, Y. Fukuda Y. [et al.]. – Text : unmediated // *Journal of Biomedical Optics*. – 2014. – Vol. 19. – № 2. – P. [1-8].

122. Correlation of rheoencephalogram and intracranial pressure: results of a rat study / M. Bodo, M. Simovic, F. Pearce [et al.]. – Text : unmediated // *Physiological Measurement*. – 2015. – T. 36. – № 10. – P. 115-126.

123. Correlation of rheoencephalography and laser Doppler flow: a rat study / M. Bodo, R. Sheppard, A. Hall [et al.]. – Text : unmediated // *Journal of Electrical Bioimpedance*. – 2016. – Vol. 7. – № 1. – P. 55-58.

124. Dissociation between mental fatigue and motivational state during prolonged mental activity / M. Gergelyfi, B. Jacob, E. Olivier, A. Zénon. – Text : unmediated // *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. – 2015. – Vol. 9. – Art. 176. – P. 1-15.

125. Dragovic, M. A classification of handedness using the Annett Hand Preference Questionnaire / M. Dragovic, G. Hammond. – Text : unmediated // *British Journal of Psychology*. – 2007. – P. 375-387.

126. Droste, D. W. A transcranial Doppler study of blood flow velocity in the middle cerebral arteries performed at rest and during mental activities. / D. W. Droste, A. G. Harders, E. Rastogi. – Text : unmediated // *Stroke*. – 1989. – Vol. 20. – № 8. – P. 1005-1011.

127. Effect of age on exercise-induced alterations in cognitive executive function: relationship to cerebral perfusion / S. J. E. Lucas, P. N. Ainslie, C. J. Murrell [et al.]. – Text : unmediated // *Experimental Gerontology*. – 2012. – Vol. 47. – № 8. – P. 541-551.

128. Electrical impedance validations: in vitro and in vivo studies / M. Bodo, F. J. Pearce, G. Thuroczy [et al.] – Text. Image : unmediated // *XI International Conference on Electrical Bio-Impedance*. – Oslo, Norway, 2001.

129. Elfgren, C. I. Lateralized frontal blood flow increases during fluency tasks: influence of cognitive strategy / C. I. Elfgren, J. Risberg. – Text : unmediated // *Neuropsychologia*. – 1998. – Vol. 36. – № 6. – P. 505-512.

130. Filosa, J. A. Calcium dynamics in cortical astrocytes and arterioles during neurovascular coupling / J. A. Filosa, A. D. Bonev, M. T. Nelson. – Text : unmediated // *Circulation Research*. – 2004. – Vol. 95. – № 10. – P. e73-e81.

131. Foster, K. R. Dielectric properties of tissues and biological materials: a critical review / K. R. Foster, H. P. Schwan. – Text : unmediated // *Critical Reviews in Biomedical Engineering*. – 1989. – T. 17. – № 1. – P. 25-104.
132. Fox, P. T. The Coupling Controversy / P. T. Fox. – Text : unmediated // *NeuroImage*. – 2012. – Vol. 62. – № 2. – P. 594-601.
133. Freeman, G. L. The energetics of human behavior / G. L. Freeman. – Ithaca, NY, US: Cornell University Press, 1948. – 344 p. – Text : unmediated.
134. Galy, E. What is the relationship between mental workload factors and cognitive load types? / E. Galy, M. Cariou, C. Mélan. – Text : unmediated // *International Journal of Psychophysiology*. – 2012. – Vol. 83. – № 3. – P. 269-275.
135. Glial and neuronal control of brain blood flow / D. Attwell, A. M. Buchan, S. Charpak [et al.]. – Text : unmediated // *Nature*. – 2010. – Vol. 468. – № 7321. – P. 232-243.
136. Goadsby, P. J. Chapter 16 - Autonomic nervous system control of the cerebral circulation / P. J. Goadsby. – Text : unmediated // *Handbook of Clinical Neurology : Autonomic Nervous System* / eds. R. M. Buijs, D. F. Swaab. – Elsevier, 2013. – Vol. 117. – P. 193-201.
137. Hamel, E. Perivascular nerves and the regulation of cerebrovascular tone / E. Hamel. – Text : unmediated // *Journal of Applied Physiology*. – 2006. – Vol. 100. – № 3. – P. 1059-1064.
138. Hockey, G. R. Compensatory control in the regulation of human performance under stress and high workload; a cognitive-energetical framework / G. R. Hockey. – Text : unmediated // *Biological Psychology*. – 1997. – Vol. 45. – № 1. – P. 73-93.
139. Howarth, C. The contribution of astrocytes to the regulation of cerebral blood flow / C. Howarth. – Text : unmediated // *Frontiers in Neuroscience*. – 2014. – Vol. 8. – P. 103.
140. Iadecola, C. Glial regulation of the cerebral microvasculature / C. Iadecola, M. Nedergaard. – Text : unmediated // *Nature Neuroscience*. – 2007. – Vol. 10. – № 11. – P. 1369-1376.

141. Jenkner, F. L. Rheoencephalography: a method for the continuous registration of cerebrovascular changes. *rheoencephalography* / F. L. Jenkner. – Thomas, 1962. – 100 p. – Google-Books-ID: Tl4MAQAIAAJ. – Text : electronic.

142. Jevning, R. Evaluation of consistency among different electrical impedance indices of relative cerebral blood flow in normal resting individuals / R. Jevning, G. Fernando, A. F. Wilson. – Text : unmediated // *Journal of Biomedical Engineering*. – 1989. – T. 11. – № 1. – P. 53-56.

143. Kahneman, D. *Attention and effort* : Prentice-Hall series in experimental psychology / D. Kahneman. – Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall, 1973. – 246 p. – Text : unmediated.

144. Katusic, Z. S. Endothelium-dependent contraction to stretch in canine basilar arteries / Z. S. Katusic, J. T. Shepherd, P. M. Vanhoutte. – Text : unmediated // *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. – 1987. – Vol. 252. – № 3. – P. H671-H673.

145. Ko, K. R. Role of adenosine in regulation of regional cerebral blood flow in sensory cortex / K. R. Ko, A. C. Ngai, H. R. Winn. – Text : unmediated // *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. – 1990. – Vol. 259. – № 6. – P. H1703-H1708.

146. Koller, A. Contribution of flow-dependent vasomotor mechanism to the autoregulation of cerebral blood flow / A. Koller, P. Toth. – Text : unmediated // *Journal of vascular research*. – 2012. – Vol. 49. – № 5. – P. 375-389.

147. Lack of associations between female hormone levels and visuospatial working memory, divided attention and cognitive bias across two consecutive menstrual cycles / B. Leeners, T. H. C. Kruger, K. Geraedts [et al.]. – Text : unmediated // *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. – 2017. – Vol. 11. Art. 120. – P. 1-10.

148. Lateralized increases in cerebral blood flow during performance of verbal and spatial tasks: relationship with performance level / R.C. Gur, J. D. Ragland, S.M. Resnick [et al.] – Text : unmediated // *Brain and Cognition*. – 1994. – Vol. 24. – № 2. – P. 244-258.

149. Learning climate and feedback as predictors of dental students' self-determined motivation: The mediating role of basic psychological needs satisfaction / C. Orsini, V. Binnie, S. Wilson, M. J. Villegas. – Text : unmediated // *European Journal of Dental Education*. – 2018. – Vol. 22. – № 2. – P. e228-e236.

150. Lifshitz, K. Electrical impedance cephalography, electrode guarding, and analog studies / K. Lifshitz. – Text : unmediated // *Annals of the New York Academy of Sciences*. – 1970. – Vol. 170. – № 2. – P. 532-549.

151. Makani, S. Rapid rise of extracellular pH evoked by neural activity is generated by the plasma membrane calcium ATPase / S. Makani, M. Chesler. – Text : unmediated // *Journal of Neurophysiology*. – 2010. – T. 103. – № 2. – C. 667-676.

152. Manning, L. Marc Dax and the discovery of the lateralisation of language in the left cerebral hemisphere / L. Manning, C. Thomas-Antérion. – Text : unmediated // *Revue Neurologique*. – 2011. – Vol. 167. – № 12. – P. 868-872.

153. McKendrick, R. Cognitive workload and workload transitions elicit curvilinear hemodynamics during spatial working memory / R. McKendrick, A. Harwood. – Text : unmediated // *Frontiers in Human Neuroscience*. – 2019. – Vol. 13. – Art. 405. – P. 1-16.

154. Measurement of brain electrical impedance: animal studies in rheoencephalography / M. Bodo, F. J. Pearce, L. D. Montgomery [et al.]. – Text : unmediated // *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. – 2003. – Vol. 74. – № 5. – P. 506-511.

155. Measurement of cerebral blood flow autoregulation with rheoencephalography: a comparative pig study / M. Bodo, L. D. Montgomery, F. J. Pearce, R. Armonda. – Text : unmediated // *Journal of Electrical Bioimpedance*. – 2018. – Vol. 9. – № 1. – P. 123-132.

156. Mental workload alters heart rate variability, lowering non-linear dynamics / S. Dellioux, A. Delaforge, J. C. Deharo, G. Chaumet. – Text : unmediated // *Frontiers in Physiology*. – 2019. – Vol. 10. – Art. 565. – P.1-14

157. Molecular pathomechanisms of impaired flow-induced constriction of cerebral arteries following traumatic brain injury: a potential impact on cerebral

autoregulation / A. Szenasi, K. Amrein, E. Czeiter [et al.]. – Text : unmediated // International Journal of Molecular Sciences. – 2021. – Vol. 22. – № 12. – P. [1-12].

158. Monitoring cerebral hemodynamics with transcranial Doppler ultrasound during cognitive and exercise testing in adults following unilateral stroke / B. P. Watt, J. M. Burnfield, E. J. Truemper [et al.]. – Text : unmediated // 34th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. – San Diego, California USA, 2012. – C. 2310-2313.

159. Mulder, G. The concept and measurement of mental effort / G. Mulder. – Text : unmediated // Energetics and Human Information Processing : NATO ASI Series / eds. G. R. J. Hockey, A. W. K. Gaillard, M. G. H. Coles. – Dordrecht: Springer Netherlands, 1986. – P. 175-198.

160. Myogenic tone, reactivity, and forced dilatation: a three-phase model of in vitro arterial myogenic behavior / G. Osol, J. F. Brekke, K. McElroy-Yaggy, N. I. Gokina [et al.]. – Text : unmediated // American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. – 2002. – Vol. 283(6). – P. H2260-H2267.

161. NADH: sensor of blood flow need in brain, muscle, and other tissues / Y. Ido, K. Chang, T. A. Woolsey, J. R. Williamson. – Text : unmediated // FASEB journal: official publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology. – 2001. – Vol. 15(8). – C. 1419-1421.

162. Neural and psychophysiological correlates of human performance under stress and high mental workload / K. Mandrick, V. Peysakhovich, F. Rémy [et al.]. – Text : unmediated // Biological Psychology. – 2016. – Vol. 121. – P. 62-73.

163. Neurophysiological investigation of the basis of the fMRI signal / N. K. Logothetis, J. Pauls, M. Augath [et al.]. – Text : unmediated // Nature. – 2001. – Vol. 412(6843). – P. 150-157.

164. Neurovascular coupling in rat brain operates independent of hemoglobin deoxygenation / U. Lindauer, C. Leithner, H. Kaasch [et al.]. – Text : unmediated // Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism. – 2010. – Vol. 30(4). – P. 757-768.

165. Noel, G. Problèmes posés par l'utilisation clinique de la rhéoencéphalographie / G. Noel, A. Piraux, J. Jacquy. – Text // Revue

d'Electroencéphalographie et de Neurophysiologie Clinique. – 1971. – T. 1. – № 3. – C. 342-343.

166. Novak, V. The relationship between blood pressure and cognitive function / V. Novak, I. Hajjar. – Text : unmediated // Nature Reviews Cardiology. – 2010. – Vol. 7. – № 12. – P. 686-698.

167. Nyboer, J. Electrorheometric properties of tissues and fluids / J. Nyboer. – Text : unmediated // Annals of the New York Academy of Sciences. – 1970. – Vol. 170. – № 2. – P. 410-420.

168. Olsen, A. A. Using multiple linear regression in pharmacy education scholarship / A. A. Olsen, J. E. McLaughlin, S. E. Harpe. – Text : unmediated // Currents in pharmacy teaching & learning. – 2020. – Vol. 12. – N 10. – P. 1258-1268. – DOI 10.1016/j.cptl.2020.05.017.

169. Oyama, K. Temporal comparison between NIRS and EEG signals during a mental arithmetic task evaluated with self-organizing maps / K. Oyama, K. Sakatani. – Text : unmediated // Oxygen Transport to Tissue XXXVIII : Advances in Experimental Medicine and Biology / eds. Q. Luo, L. Z. Li, D. Harrison [et al.]. – Cham: Springer International Publishing, 2016. – P. 223-229.

170. Pérez, J. J. Influence of the scalp thickness on the intracranial contribution to rheoencephalography / J. J. Pérez, E. Guijarro, J. A. Barcia. – Text : unmediated // Physics in Medicine and Biology. – 2004. – T. 49. – № 18. – C. 4383-4394.

171. Pérez, J. J. Quantification of intracranial contribution to rheoencephalography by a numerical model of the head / J. J. Pérez, E. Guijarro, J. A. Barcia. – Text : unmediated // Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology. – 2000. – T. 111. – № 7. – C. 1306-1314.

172. Pérez, J. J. Spatiotemporal pattern of the extracranial component of the rheoencephalographic signal / J. J. Pérez, E. Guijarro, J. Sancho. – Text : unmediated // Physiological Measurement. – 2005. – T. 26. – № 6. – C. 925-938.

173. Perez, J. J. To what extent is the bipolar rheoencephalographic signal contaminated by scalp blood flow? A clinical study to quantify its extra and non-

extracranial components / J. J. Perez. – Text : electronic // BioMedical Engineering OnLine. – 2014. – Vol. 13. – Art. 131. – P. 1-11. – URL: <https://biomedical-engineering-online.biomedcentral.com/articles/10.1186/1475-925X-13-131>. –

Published: 06 September 2014.

174. Pirahanchi, Y. Physiology, Endothelial Derived Relaxation Factor / Y. Pirahanchi, J. L. Marsidi, K. N. Brown. – StatPearls Publishing, 2022. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537010> (accessed: 15.02.2023). – Text : electronic.

175. Polzer, K. Rheographische untersuchungen am schädel / K. Polzer, F. Schuhfried. – Text : unmediated // Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde. – 1950. – T. 3. – C. 295-298.

176. Predicting work performance in nuclear power plants / S. -L. Hwang, Y. -J. Yau, Y. -T. Lin [et al.]. – Text : unmediated // Safety Science. – 2008. – Vol. 46. – № 7. – P. 1115-1124.

177. Reber, J. Sex differences in the functional lateralization of emotion and decision making in the human brain: sex differences, emotion, and decision making in the human brain / J. Reber, D. Tranel. – Text : unmediated // Journal of Neuroscience Research. – 2017. – Vol. 95. – № 1-2. – P. 270-278.

178. Regional cerebral blood flow in stroke: hemispheric effects of cognitive activity / R. C. Gur, R. E. Gur, F. L. Silver [et al.]. – Text : unmediated // Stroke. – 1987. – T. 18. – № 4. – P. 776-780.

179. Relation between asymmetry of prefrontal cortex activities and the autonomic nervous system during a mental arithmetic task: near infrared spectroscopy study / M. Tanida, K. Sakatani, R. Takano, K. Tagai. – Text : unmediated // Neuroscience Letters. – 2004. – Vol. 369(1). – P. 69-74.

180. Relaxation of arterial smooth muscle by calcium sparks / M. T. Nelson, H. Cheng, M. Rubart, L. F. Santana [et al.]. – Text : unmediated // Science. – 1995. – Vol. 270(5236). – P. 633-637.

181. Resting cerebral blood flow, attention, and aging / K. Bertsch, D. Hagemann, M. Hermes [et al.]. – Text : unmediated // *Brain Research*. – 2009. – Vol. 1267. – P. 77-88.
182. Risberg, J. Patterns of activation in the grey matter of the dominant hemisphere during memorizing and reasoning: a study of regional cerebral blood flow changes during psychological testing in a group of neurologically normal patients / J. Risberg, D. H. Ingvar. – Text : unmediated // *Brain*. – 1973. – Vol. 96. – № 4. – P. 737-756.
183. Role of sympathetic nervous system in activity-induced cerebral perfusion / J. Gierthmühlen, A. Allardt, M. Sawade [et al.]. – Text : unmediated // *Journal of Neurology*. – 2010. – Vol. 257. – № 11. – P. 1798-1805.
184. Rusalov, V. Functional systems theory and the activity-specific approach in psychological taxonomies / V. Rusalov // *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*. – 2018. – T. 373. – P. [1-5].
185. Saikia, M. J. The validation of a portable functional NIRS system for assessing mental workload / M. J. Saikia, W. G. Besio, K. Mankodiya. – Text : unmediated // *Sensors (Basel, Switzerland)*. – 2021. – Vol. 21(11). – P. [1-13].
186. Sakai, J. Functional near-infrared spectroscopy reveals brain activity on the move / J. Sakai. – Text : unmediated // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2022. – Vol. 119. – № 25. – P. [1-4].
187. Sex difference in cerebral blood flow and cerebral glucose metabolism: an activation-likelihood estimation meta-analysis / S. Shin, K. Kim, N. -Y. Nam [et al.] // *Nuclear Medicine Communications*. – 2021. – T. 42. – № 4. – C. 410-415.
188. Sex differences in the structure and function of rat middle cerebral arteries / S. Wang, H. Zhang, Y. Liu [et al.]. – Text : electronic // *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*. – 2020. – Vol. 318(5). – P. H1219-H1232. – URL: <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/ajpheart.00722.2019>. – Published: 27 April 2020.

189. Siebert, G. Energy supply of the central nervous system / G. Siebert, B. Gessner, M. Klasser. – Text : unmediated // *Bibliotheca nutritio et dieta*. – 1986. – № 38. – C. 1-26.

190. Sleep deprivation impairs cognitive performance, alters task-associated cerebral blood flow and decreases cortical neurovascular coupling-related hemodynamic responses / T. Csipo, A. Lipecz, C. Owens [et al.]. – Text : electronic // *Scientific Reports*. – 2021. – Vol. 11. – P. [1-13]. – URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-00188-8>. – Published: 25 October 2021. – DOI <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00188-8>.

191. Specific subtypes of cortical GABA interneurons contribute to the neurovascular coupling response to basal forebrain stimulation / A. Kocharyan, P. Fernandes, X. K. Tong [et al.]. – Text : unmediated // *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. – 2008. – Vol. 28(2). – P. 221-231.

192. Spielberger, C. D. Assessment of emotions: anxiety, anger, depression, and curiosity / C. D. Spielberger, E. C. Reheiser. – Text : unmediated // *Applied Psychology: Health and Well-Being*. – 2009. – Vol. 1. – № 3. – P. 271-302.

193. The cycling brain in the workplace: does workload modulate the menstrual cycle effect on cognition? / M. Xu, D. Chen, H. Li [et al.]. – Text : unmediated // *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. – 2022. – Vol. 16. – P. [1-12].

194. The development of integral indices for a computerized neuropsychological test battery for children / T. V. Akhutina, A. A. Korneev, E. Yu. Matveeva [et al.]. – Text : unmediated // *The Russian Journal of Cognitive Science*. – 2019. – Vol. 6(2). – P. 4-19.

195. The influence of age and skull conductivity on surface and subdermal bipolar EEG leads / K. Wendel, J. Väisänen, G. Seemann [et al.]. – Text : unmediated // *Computational Intelligence and Neuroscience*. – 2010. – Vol. 2010. – P. [1-7].

196. The present and future use of functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) for cognitive neuroscience / P. Pinti, I. Tachtsidis, A. Hamilton [et al.]. – Text : unmediated // *Annals of the New York Academy of Sciences*. – 2020. – Vol. 1464(1). – P. 5-29.

197. The role of nitric oxide in flow-induced and myogenic responses in 1A, 2A, and 3A branches of the porcine middle cerebral artery / C. J. Morse, E. M. Boerman, M. W. McDonald [et al.]. – Text : unmediated // *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.: 1985). – 2022. – T. 133(5). – C. 1228-1236.

198. Tomasi, D. Laterality patterns of brain functional connectivity: gender effects / D. Tomasi, N. D. Volkow. – Text : unmediated // *Cerebral Cortex*. – 2012. – Vol. 22. – № 6. – P. 1455-1462.

199. Tran, C. H. T. Astrocytes integrate behavioral state and vascular signals during functional hyperemia / C. H. T. Tran, G. Peringod, G. R. Gordon. – Text : unmediated // *Neuron*. – 2018. – Vol. 100. – № 5. – P. 1133-1148.

200. Trofimova, I. Anticipatory attractors, functional neurochemistry and "Throw & Catch" mechanisms as illustrations of constructivism / I. Trofimova. – Text : unmediated // *Reviews in the Neurosciences*. – 2022. – Vol. 34(7). – P. 737-762. – DOI 10.1515/revneuro-2022-0120

201. Unmasking the relevance of hemispheric asymmetries – Break on through (to the other side) / M. Esteves, S. S. Lopes, A. Almeida [et al.]. – Text : electronic // *Progress in Neurobiology*. – 2020. – Vol. 192. – P. [1-30]. URL: <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2020.101823>. – Access: for authorized users. – Published: 17 May 2020.

202. Using near infrared spectroscopy and heart rate variability to detect mental overload / G. Durantin, J. F. Gagnon, S. Tremblay, F. Dehais. – Text : unmediated // *Behavioural Brain Research*. – 2014. – Vol. 259. – P. 16-23. – DOI 10.1016/j.bbr.2013.10.042.

203. Validity of commonly used heart rate variability markers of autonomic nervous system function / B. L. Thomas, N. Claassen, P. Becker, M. Viljoen. – Text : unmediated // *Neuropsychobiology*. – 2019. – Vol. 78. – № 1. – P. 14-26.

204. Weekes, N. Y. Effects of sex and sex role attributions on the ear advantage in dichotic listening / N. Y. Weekes, D. W. Zaidel, E. Zaidel. – Text : unmediated // *Neuropsychology*. – 1995. – Vol. 9. – P. 62-67.

205. Wilson, G. F. An analysis of mental workload in pilots during flight using multiple psychophysiological measures / G. F. Wilson. – Text : unmediated // The International Journal of Aviation Psychology. – 2002. – Vol. 12. – № 1. – P. 3-18.

206. Young, P. T. Motivation and emotion: a survey of the determinants of human and animal activity / P. T. Young. – Oxford, England: John Wiley & Sons Inc., 1961. – 648 p. – ISBN 978-0471979449. – Text : unmediated.