На правах рукописи

Варфоломеева Анна Вячеславовна

Динамика и специфика общеорганизменных системогенетических изменений при индивидуальном и коллективном решении задач

Специальность 5.3.2 - «психофизиология»
(психологические науки)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата психологических наук

Москва – 2026 г.

Работа выполнена в лаборатории психофизиологии им. В.Б. Швыркова Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института психологии Российской академии наук

Научный руководитель: Доктор психологических наук, профессор, академик РАО, заведующий лабораторией психофизиологии им. В.Б. Швыркова Института психологии Российской академии наук
Александров Юрий Иосифович

Официальные оппоненты: **Мачинская Регина Ильинична**
доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАО, заведующая лабораторией нейрофизиологии когнитивного развития Федерального государственного бюджетного научное учреждения Института развития, здоровья и адаптации ребенка
Демарева Валерия Алексеевна
кандидат психологических наук, доцент, заведующая лабораторией киберпсихологии факультета социальных наук Нижегородского Государственного Университета имени Н.И. Лобачевского

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук

Защита состоится «24» декабря 2026 г. в 11.00 на заседании диссертационного совета 24.1.110.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института психологии Российской академии наук (ИП РАН) по адресу: 129366, Москва, ул. Ярославская, д. 13, корп. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИП РАН и на сайте https://ipran.ru.

Автореферат разослан «____» _____ 2026 года

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат психологических наук  Никитина Елена Альфредовна

Общая характеристика работы

Актуальная психологическая проблема, в контексте которой проведено исследование, - взаимосогласование процессов системогенеза у индивидов при индивидуальном и коллективном решении задач, а также эмпирические взаимосвязи между метаболическими, вегетативными и психологическими характеристиками индивида, обеспечивающие вариативность системогенеза и множественность траекторий достижения результатов.

Актуальность настоящего исследования состоит в необходимости создания общего описания, включающего в себя анализ поведенческой вариативности и описание её общеорганизменного, в частности метаболического и вегетативного, обеспечения. В рамках системно-эволюционного подхода (Анохин, 1973; Швырков, 1988; 1995; Александров, 1989, 2021; Александров и др., 1999; 2025) поведение понимается как системогенетический процесс, основанный на избирательном вовлечении клеток различной морфологической принадлежности в функциональные системы, обеспечивающие достижение полезного результата. Несмотря на значительный объём работ в области психофизиологии, эмпирические исследования, как правило, ограничиваются либо описанием нейрональной активности и поведенческих паттернов, либо клинико-диагностической оценкой состава тела и энергозатрат, не устанавливаются содержательные связи между поведением, нейрональной активностью и метаболизмом (см. однако в Александров, 2008; Mann et al., 2021; Alexandrov, Pletnikov, 2022; Gulyaeva, 2026).

На сегодняшний день остаётся недостаточно разработанным вопрос о том, как общеорганизменные ресурсы - базовые (состав тела, распределение активной клеточной массы) и динамические (динамика нейровисцеральной организации по показателям вариабельности сердечного ритма; Бахчина, Александров, 2017; Bakhchina et al., 2018) - сопряжены с реализацией, актуализацией и селекцией функциональных систем, которые лежат в основе любых поведенческих актов, в том числе решения сложных когнитивных задач. В частности, показатели биоимпедансометрии и вариабельности сердечного ритма практически не рассматривались как индикаторы потенциальных возможностей вовлечения тканей организма в актуализируемые функциональные системы, что сужает представления о метаболической и тканевой составляющей системогенеза.

Особого внимания требует и анализ достижения коллективного результата. В работах (Варфоломеева и др., 2024; Тищенко, 2025; Тищенко и др., 2026) приводится критический анализ исследований по межиндивидуальному взаимодействию и по достижению коллективного результата и ключевым положением выступает рассмотрение такого взаимодействия как реализация сходного поведения, вызванного средовым воздействием, или же индуцирование поведения одного индивида поведением другого. В работах, использующих оценку синхронизации сердечного ритма в диадах, согласованность чаще всего сводится к поточечному совпадению кардиоритмов. В то же время, с позиций системно-

эволюционного подхода, логично предположить, что взаимосогласование при достижении коллективного результата может проявляться не как изоморфная синхронизация, а как содружественные изменения в динамических сдвигах вариабельности сердечного ритма, отражающие системную комплементарность параллельных системогенезов взаимодействующих индивидов.

Таким образом, актуальность работы обусловлена необходимостью дать возможно полное описание установления взаимосвязей между поведенческими вариациями, телесно-метаболической регуляцией и нейровисцеральной динамикой в единой системогенетической логике. Впервые в работе предлагается совместная кластеризация показателей состава тела, вариабельности сердечного ритма и психологических характеристик для проверки базового положения системно-эволюционного подхода о вариативности системогенеза и множественности потенциальных траекторий достижения полезного результата (Александров, Гринченко, 1979; Александров и др., 1980).

Степень разработанности проблемы. Проблема индивидуальных вариаций поведения и физиологических характеристик разрабатывается в нескольких самостоятельных исследовательских направлениях и их междисциплинарных пересечениях. В психофизиологии феноменология индивидуальных вариаций может рассматриваться как - меж- и внутри- индивидуальные различия, а также интраиндивидуальная вариативность (например Hultsch et al., 2008; Vaughan, Birney, 2023). Классическая экспериментальная (корреляционная) традиция (Cronbach, 1957) долгое время не уделяла внимания временной динамике поведения индивида, а рассматривала отклонения от средних показателей и оценивала эти изменения как погрешность измерения.

В рамках системно-эволюционной парадигмы (Анохин, 1973; Швырков, 1988; 1995; Александров, 2021; Александров и др., 1999; 2025) поведение понимается как системогенетический процесс, основанный на избирательном вовлечении, актуализации и формировании функциональных систем. В рамках подхода было показано, что индивиды различаются по характеристикам нейрональной активности, процесса научения, решения задач и процесса формирования структуры опыта (Александров и др., 1980; Александров и др., 1989; Максимова и др., 2019; Тищенко и др., 2021; Ткаченко, Кузина, 2024; Варфоломеева и др., 2024;). Это позволяет описывать индивидуальные вариации не как «шум», а как закономерности взаимодействия различных, по способу организации, индивидов друг с другом и с окружающей средой.

Специальную линию составляют исследования «телесного самосознания» (например, Ребеко, 2015; Хватов, 2022), показывающие, что схема тела является эволюционно древним «компонентом самосознания», а нарушения телесного опыта лежат в основе психосоматических расстройств. В области нейробиологии, психофизиологии и физиологии также представлены данные о метаболической регуляции и энергетическом обеспечении поведения, в частности о двусторонней связи метаболизма мозга и тела. В обзорной работе Гуляевой Н.В., в специальном

выпуске журнала «Биохимия» «Взаимодействие между нервными сигналами и метаболическими путями: Роль в функционировании здорового и больного мозга» (Gulyaeva, 2026) отмечается, что метаболическая связь между мозгом и телом двусторонняя: метаболиты, такие как глюкоза, жирные кислоты и аминокислоты, действуют как первичные сигналы, влияющие на нейронные сети и химию мозга. Взаимодействие мозга и тела осуществляется в рамках согласованной работы двух основных осей: оси «мозг–тело» (от центра к периферии) и оси «тело–мозг» (от периферии к центру). Согласно теории «эгоистичного мозга» (Peters, 2011; Peters et al., 2013, 2022), мозговые ткани при дефиците ресурсов ограничивают глюкозу для висцеральных тканей, приоритизируя себя. Кроме того, в работах (Gulyaeva, 2023, 2026) подчёркивается, что глюкокортикоиды обеспечивают координированное функционирование ключевых компонентов и механизмов гиппокампальной пластичности.

Эмпирические исследования методом непрямой калориметрии (для оценки основного метаболизма в состоянии покоя - RMR - resting metabolic rate) подтверждают статистически значимые взаимосвязи между оценками уровня энергозатрат покоя с антропометрическими показателями (Соловьева и др., 2012; Ravussin et al., 1988; Nielsen et al., 2000). Помимо энергетических аспектов, при описании вегетативного обеспечения достижения индивидуального результата, значительное внимание уделяется вариабельности сердечного ритма (ВСР), которая может рассматриваться как интегральный показатель вегетативных и метаболических ресурсов в обеспечении поведения. В работах Демаревой В.А. и соавторов показано, что параметры ВСР выступают чувствительными маркерами успешности решения лингвистических и когнитивных задач, стрессовых нагрузок и индивидуальных особенностей вегетативной регуляции (Демарева, Полевая, 2017; Демарева и др., 2015). Эти результаты могут быть включены в обсуждение с позиций системно-эволюционного подхода и теории функциональных систем (Анохин, 1973, Швырков, 1988; 1995; Александров и др., 1999; 2025; Александров, 2021), где активность организма рассматривается как результат взаимосогласования популяций клеток различной морфологической принадлежности, в частности, активность миокардиальных клеток как компонента *общеорганизменных* функциональных системы, через взаимодействие с другими висцеральными и нейрональными тканями (Анохин, 1973; Бахчина, Александров, 2017).

Несмотря на значительный объём работ в этой области, остаются недостаточно разработанными следующие аспекты: отсутствие общего описания и установления взаимосвязей между поведенческими вариациями и телесно-метаболической регуляцией, что может быть представлено и описано в рамках системно-эволюционного подхода; эмпирические исследования состава тела и энергозатрат, как правило, ограничиваются клинико-диагностическими задачами и не включают анализ поведенческих и «когнитивных» показателей; также важным является описание того, как показатели вариабельности сердечного ритма и биоимпедансного анализа могут быть использованы для оценки не только текущего

функционального состояния, но и «потенциальных возможностей» вовлечения компонентов организма в функциональные системы – то есть, в частности, в обеспечения процесса системогенеза.

Настоящее диссертационное исследование направлено на оценку общеорганизменных и метаболических основ системогенеза. Во-первых, для упомянутой оценки, вводится анализ состава тела (биоимпедансометрия) как показатель энергетического и структурного ресурса, который, согласно системно-эволюционному подходу, обеспечивает возможность избирательного вовлечения клеток различной морфологической принадлежности в функциональные системы. Во-вторых, применяется специализированный анализ динамики вариабельности сердечного ритма, что позволяет не просто констатировать организацию вариабельности сердечного ритма, но и описать внутрииндивидуальную изменчивость этого показателя в процессе решения задач, трактуемую как динамика актуализации и селекции функциональных систем. В-третьих, впервые совместно кластеризуются показатели состава тела, вариабильности сердечного ритма (ВСР) и психологические характеристики, показывая, что группы индивидов, выделенные по этим критериям, имеют неизоморфное, но устойчивое пересечение. Это означает, что одна и та же поведенческая эффективность может достигаться при разном метаболическом и вегетативном обеспечении, что является прямым эмпирическим подтверждением положения системно-эволюционного подхода о вариативности системогенеза и множественности эволюционных траекторий достижения полезного результата.

Кроме того, в отличие от работ, изучающих синхронизацию сердечного ритма в диадах, в настоящем исследовании анализ не ограничивается поточечной оценкой совпадения кардиосигналов. Согласованность между индивидами может проявляться не как совпадение ритмов (Тищенко, 2025), но как содружественные изменения в динамических сдвигах вариабельности сердечного ритма, что интерпретируется как взаимосогласование параллельных системогенезов, при котором разные регуляторные стратегии дополняют друг друга.

Теоретико-методологической основой исследования является системно-эволюционная парадигма, сформулированная на базе теории функциональных систем (Анохин, 1973; Швырков, 1988; Александров и др., 2025; Alexandrov et al., 1997). В основу диссертационного исследования легли разработанные в системно-эволюционной парадигме положения об организации структуры индивидуального опыта (Александров и др., 1999; Александров, 2009а), особенностях его формирования, реализации и реорганизации (Александров, 2004; 2005; 2009б; 2001, 2018, 2024), о проявлении в вариабельности сердечного ритма актуализации систем разной степени дифференцированности (Бахчина, Александров, 2017; Александров и др., 2017). Также в объяснении результатов диссертационного исследования применяются положения о телесности индивидуального опыта (Колбенева, Александров, 2010; Kolbeneva, Aleksandrov, 2016), о достижении коллективного результата (Александров, 2008; Александров, Александрова, 2007; Alexandrov Yu.

I., 2001; 2002), о системной комплементарности, как основе этого достижения (Александров, 2001, 2009, 2022; 2024), и о различии нейрональной активности, научения, решения задач и структуре опыта, включая временную динамику (Александров и др., 1989; Ткаченко, Кузина, 2024; Варфоломеева и др., 2024; Тищенко и др., 2021; Максимова и др., 2019) в изучаемых популяциях.

Предмет исследования - составляющие структуры индивидуального опыта - способы решения (СпР) - формирующиеся в ходе взаимодействия индивидов с предметной областью по принципу системогенеза, обладающие потенциалом дифференциации, актуализация и селекция которых обеспечивает формирование новых способов решения.

Объект исследования - студенты, проходящие обучение в высших учебных заведениях, вовлекающиеся в решение когнитивных задач для достижения индивидуального и коллективного результата.

Теоретическая гипотеза. Реализация СпР, которые формируются при взаимодействии индивида с предметной областью, проявляется не только в поведенческих характеристиках (характеристики решения задач), и, в сопряженных с ними, психологических характеристиках, но и в таких свойствах индивида, которые связаны с энергетическим и метаболическим обеспечением взаимодействия. Такие свойства могут быть зафиксированы при помощи оценки общеорганизменных показателей (вариабельность сердечного ритма и состав тела), характеризующих особенности системной организации целенаправленного поведения индивидов. Формирование индивидуального опыта индивида в ходе взаимодействия с предметной областью протекает по принципу системогенеза - избирательного вовлечения компонентов организма в функциональные системы, обеспечивающие достижение индивидуального и коллективного результата. Системогенез является вариативным процессом (ввиду индивидуальной изменчивости в морфогенетических и метаболических процессах) и его динамика должна проявляться в согласованной изменчивости разноуровневых характеристик - поведенческих, психологических и системных общеорганизменных. В качестве показателей последних рассматриваются вариабельность сердечного ритма и состав тела, отражающие энергетическое и метаболическое содержание взаимодействия и системную организацию целенаправленного поведения. Соответственно, именно вариативность общеорганизменных показателей и её сопряжённость с картиной семейств решения – совокупность характеристик решения задач (или поведенческих характеристик) и психологических характеристик – выступает эмпирическим маркером координации процессов системогенеза, а различия в этой вариативности описывают индивидуальные варианты системной организации поведения.

Цель исследования – определить изменения системогенеза в процессе достижения коллективного и индивидуального результата, а также устойчивость реализации функциональных систем.

Гипотезы исследования:

H1: Показатели состава тела могут быть сгруппированы таким образом, что образуются группы участников исследования, различающиеся по их соотношению.

H2: Показатели ВСР могут быть сгруппированы таким образом, что образуются группы участников исследования, различающиеся по оценкам динамики ВСР.

H3: Совместная кластеризация показателей состава тела и показателей вариабельности сердечного ритма позволяет выделить группы участников исследования, различающиеся соотношением базовых и динамических показателей.

H4: Индивиды с различающимся соотношением показателей состава тела и с различающимся соотношением показателей вариабельности сердечного ритма обладают различной картиной сопряженности поведенческих характеристик (или характеристик решения) и психологических характеристик, т.е. с реализуемыми способами решения.

H5: Изменчивость величин длительностей последовательных RR-интервалов оказывается сопряженной с процессом решения задач как при индивидуальном, так и при диадном решении.

Задачи исследования:
1. Выделить семейства решения, общие для всех наборов текстовых задач, сравнить их по составу переменных, а также разделить участников исследования на группы по преимущественному использованию различающихся семейств решения (для индивидуального и для диадного решения).

2. Выделить группы участников исследования, различающиеся по соотношению показателей состава тела.

3. Выделить группы участников исследования, различающиеся по соотношению показателей вариабельности сердечного ритма.

4. Сравнить величины переменных тестовых методик для групп участников исследования, выделенных по разным критериям.

5. Установить соответствие между разбиением участников исследования на группы (по семействам решения, по соотношению показателей состава тела и по соотношению показателей вариабельности сердечного ритма) и индивидуально-психологическими характеристиками.

6. Соотнести между собой картины разбиения выборки по разным критериям, а также установить их соотношение с индивидуально-психологическими характеристиками и определить область пересечения этих группировок.

Обоснование применения методик

В исследовании применяются сложные когнитивные задачи («Рыцари и лжецы» и «Моральные дилеммы») для реконструкции способов решения, которые были обоснованы и операционализованы как компоненты структуры индивидуального опыта (Тищенко, 2025; Тищенко и др., 2021). В связи со стандартизованным протоколом для реконструкции способов решения также применяются тесты «Стандартные прогрессивные матрицы Дж. Равена: Параллельные формы» и «Шкала аналитичность-холистичность». Также применяются методики, позволяющие оценить содержательные характеристики индивидуального опыта: «VIA-24», «Я-структурный тест Амона» и «Опросник качества жизни ВОЗ».

Актуальность исследования определяется возможностью перехода к исследованию нового типа, в рамках которого результаты оценки сопряжённости индивидуальных свойств могут выступать как специально сконструированные независимые и зависимые переменные, позволяющие оценивать закономерности формирования и актуализации индивидуального опыта при взаимодействии с предметной областью и другими индивидами.

Специально следует подчеркнуть, что индивидуальный опыт здесь рассматривается не только в контексте его фиксации на нейрональном субстрате, но и как проявляющийся в общетелесных процессах и свойствах, формирующихся при актуализации не только групп нейронов, но и общеорганизменных функциональных систем, предполагающих вовлечение клеток различной морфологической принадлежности и метаболические процессы, лежащие в основе системогенетических изменений. Применение специальных протоколов оценки импедансных свойств тканей и динамики вариабельности сердечного ритма позволяет сформулировать возможное решение проблемы согласования индивидуальных системогенетических процессов при достижении индивидуального и коллективного результата.

Научная новизна исследования. Настоящее исследование направлено на оценку общеорганизменных и метаболических основ системогенеза и восполняет пробел, связанный с недостаточным вниманием к метаболической и тканевой составляющей системогенеза, а также предлагает новый методологический инструментарий для оценки динамической согласованности физиологических процессов у индивидов при достижении ими индивидуальных и коллективного результата. Так же применен анализ rMSSD с приенением скользящего окна (для оценки динамики вариабильности сердечного ритма), не типичный для оценки согласованности диады в процессе решения текстовых задач. Обоснован и применен метод биоимпедансометрии в рамках психофизиологического исследования.

Теоретическая значимость. Результаты настоящего исследования дополняют и расширяют это представление в связи с установлением соответствия между собственно способами решения и динамикой актуализации опыта, проявляющегося в показателях вариабельности сердечного ритма. Кроме того, принципиальную

значимость имеет результат, указывающий на неизоморфность различающихся свойств индивидов, а именно специфическая организация структуры опыта, направленная на достижение полезного результата (решение когнитивных задач), может быть достигнута при различном соотношении тканей тела – а значит и различном протекании метаболических процессов.

Практическая значимость работы. Полученные в исследовании результаты имеют значение для разработки программ обучения, реабилитации и коррекции, которые могут быть построены на основе оценки совокупности индивидуальных свойств и динамики актуализации опыта при решении задач разного типа. Исследование способствует выявлению групп индивидов, обладающих различиями в потенциальном поведенческом репертуаре, обеспечивающим возможность достижения индивидуальных и коллективных результатов, а также характеризующихся различными вариантами выхода из ситуации рассогласования.

Апробация результатов исследования

Результаты настоящей работы обсуждались на заседаниях междисциплинарного семинара “Системная психофизиология” лаборатории психофизиологии им. В.Б. Швыркова Института психологии РАН (2021–2026) и на заседании секции РПО в 2026 году, а также были представлены в виде устных докладов на конференциях «Психология XXI века: методология психологической науки и практики» (г. Санкт-Петербург, 2–4 сентября 2020 г.), «Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях» (г. Нижний Новгород, 21–25 августа 2023 г.; Нижний Новгород, 2025 г.), «Интегративная физиология: Всероссийская конференция с международным участием» (Санкт-Петербург, 6–8 декабря 2023 г.), «Психология познания памяти Дж. С. Брунера» (Ярославль, 1–3 декабря 2023 г.; Ярославль, 6–8 декабря 2024 г.), «Десятая международная конференция по когнитивной науке» (Пятигорск, 26–30 июня 2024 г.), «Ананьевские чтения - 2024. 80 лет общей психологии» (Санкт-Петербург, 16–18 октября 2024 г.), «78-ая Всероссийская с международным участием школа-конференция молодых учёных» (Нижний Новгород, 14–18 апреля 2025 г.), а также "Current Issues in Theoretical and Applied Psychology" (Ереван, 10–12 октября, 2025).

На основе результатов исследования опубликовано 5 статей в рецензируемых научных журналах рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации и индексируемых в международных изданиях (Web of Science и Scopus).

Положения выносимые на защиту:

1. Устойчивость реализации общеорганизменных функциональных систем при достижении индивидуального результата сопряжена с организацией структуры индивидуального опыта (способами решения), а селекция функциональных систем обеспечивается возможностями дифференциации этих способов.

2. Реализация функциональных систем характеризуется вариативностью как при достижении индивидуального результата, так и при достижении коллективного результата, т.е. проявляется во внутри-индивидуальной изменчивости.

3. Динамика и специфика селекции и реализации функциональных систем обеспечивается ресурсными возможностями популяций клеток различной морфологической принадлежности, проявляющимися в устойчивости и согласованности вариабельности сердечного ритма при достижении индивидуального и коллективного результата.

Структура диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы и приложений. Объём основного текста диссертации составляет 165 страниц и включает 30 таблицу и 48 рисунков, 2 приложения. В список литературы включены 396 источников, из них 267 написаны на иностранном языке.

Основное содержание диссертации

Во **ВВЕДЕНИИ** приводится формулировка актуальной психологической проблемы, в рамках которой проводится исследование, приводятся формулировки актуальности исследования, теоретической гипотезы, цели и задач исследования, объекта и предмета исследования, а также приводится обоснование теоретической и практической значимости и новизны. Даются формулировки положений, выносимых на защиту.

В **ПЕРВОЙ ГЛАВЕ** «Содержание актуальных исследований по проблеме индивидуальных вариаций» проведён теоретический анализ современных данных о феноменологии индивидуальных вариаций поведения. Рассмотрены межиндивидуальные, внутрииндивидуальные и интраиндивидуальные различия, а также спонтанная и «реактивная» вариативность. Представлен анализ концепции потенциального поведенческого репертуара (четыре типа: потенциальный, оцениваемый исследователем и участником; актуальный, оцениваемый исследователем и иные). Обсуждаются работы по конструированию концепций самосознания, самооценки и самоэффективности (Blakemore, Carver, Morin, Cast, Burke, Orth, Robbins, Cervone, Maddux, Waddington).

Изложен системно-эволюционный подход, базирующийся на теории функциональных систем П.К. Анохина и её развитии в работах В.Б. Швыркова (1995, 2006) и его учеников и коллег. Рассмотрены биохимические основы метаболической регуляции поведения: дофаминовая (D1/D2-рецепторы, Gs/Gi-белки), серотониновая (5-HT1A/5-HT2B), ацетилхолинергическая (никотиновые и мускариновые рецепторы) и глутаматергическая системы. Особое внимание уделено концепции «метаболической нейрофилософии» Н.В. Гуляевой (Gulyaeva, 2017; 2023; 2026), согласно которой, в частности, глутамат рассматривается одновременно в качестве основного возбуждающего нейромедиатором, метаболита

трикарбонсиклата и предшественника антиоксиданта глутатиона, а холинергическая «система» связывает метаболизм и нейропластичность. Обсуждается понятие эргичности - способности тканей к мобилизации энергетических субстратов.

Сердечная активность трактуется не как «насосная» функция и не просто как показатель вегетативного баланса, а как результат согласования активности между популяциями клеток различной морфологической принадлежности.

В разделе «Состав тела» (1.4) рассмотрены двухкомпонентная модель Масса тела (МТ) = жировая МТ (ЖМТ) + безжировая МТ (БМТ), понятие существенного и несущественного жира, модели оценки состава тела (Николаев и др., 2009), а также методы: двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (DEXA), биоимпедансный анализ (БИА), умные весы. Показаны ограничения клинического подхода к изучению состава тела.

Во **ВТОРОЙ ГЛАВЕ** «Методика» описаны участники, процедура и инструментарий исследования. В исследовании приняли участие 142 студента московских вузов (мужчин - 34, женщин - 108) в возрасте от 18 до 35 лет (медиана - 20 лет). Процедура исследования включала два этапа: индивидуальное решение задач и решение в диадах (рис. 1).

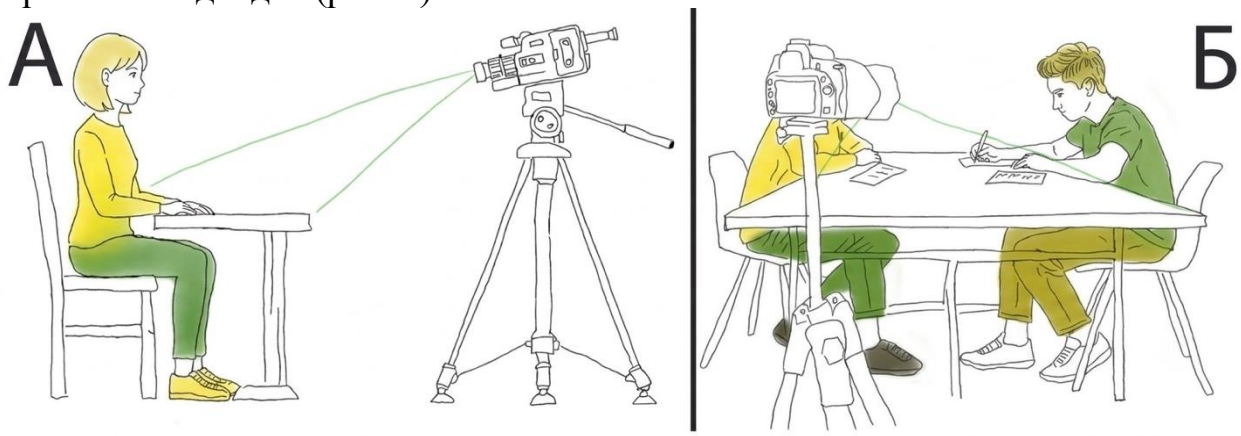


Рис. 1. Иллюстрация процедуры: А - индивидуальное решение, Б - решение в диадах

Перед индивидуальной экспериментальной процедурой участники заполняли тестовые методики, давали добровольное информированное согласие, проходили процедуры измерения роста и биоимпедансометрии, а также установку кардиорегистратора. Набор текстовых задач («Рыцари и лжецы» и «Моральные дилеммы») предъявлялся в случайном порядке по модели случайного предъявления сигнальных проб в теории обнаружения сигнала. После решения участник заполнял тестовые методики по оценке удовлетворённости собственным решением и реконструкции субъективного пространства решения.

Схематичное изображение сценария двух серий исследования (индивидуальная и диадная) приведено на рис. 2.



Рис. 2. Схематичное изображение сценария двух серий исследования

Использовались следующие **тестовые методики**: «Шкала аналитичности-холистичности» (Апанович и др., 2017), «24 сильные стороны личности» (подробное описание субшкал см.: Ставцев и др., 2021), «Я-структурный тест Амона» (Кабанов, Незнанов, 2003), «Опросник качества жизни ВОЗ» (Никифоров, 2006), «Опросник уровня агрессивности» Басса–Перри (Ениколопов, Цибульский, 2007), «Шкала удовлетворенности жизнью» (Осин, Леонтьев, 2020), «Шкала самооценки» (Бодалев, Столин, 1987) и «Шкала общей самоэффективности» (Ромек, Шварцер, 1996).

Текстовые задачи

Группа задач «Рыцари и лжецы». Пример классической задачи из области рекреационной математики и логики, в которой персонажи могут быть названы по-разному, но содержательно условия не меняются: есть персонажи, высказывания которых ложны (они лгут), есть персонажи, высказывания которых истинны (они говорят правду), и есть персонажи, высказывания которых могут быть либо истинными, либо ложными (они могут как лгать, так и говорить правду). В таких задачах задается сюжет, в котором персонаж задачи (обычно автор) оказывается в ситуации, в которой необходимо задать вопрос другому персонажу, например, «Сколько рыцарей среди вас?», «Есть ли среди вас рыцарь?», «Кто такой персонаж А?», и по ответу этого персонажа необходимо определить кто кем является. В таких задачах участникам исследования необходимо проверять альтернативы «Что, если персонаж, к которому обратились с вопросом, лжет?» и «Что, если персонаж, к которому обратились с вопросом, говорит правду?», и, сопоставляя эти альтернативы с условиями задачи, находить противоречие, позволяющее дать ответ. Одним из вспомогательных моментов при объяснении условий таких задач является правило, что рыцарь не может сказать, что он лжец (иначе он скажет неправду), и лжец не может сказать, что он лжец (иначе он скажет правду). Каталог таких задач для исследования был составлен на основе работ Р. Смаллиана (см. Смаллиан, 1981). Такие задачи предполагают последовательно исключать непригодные альтернативы, обращаясь к правилам логики, хотя это не является

обязательным условием, поскольку хотя задачи и относятся к логическим, они в большей степени могут быть отнесены к задачам «на смекалку», т.е. не требуют специального владения аппаратом формальной логики.

Группа задач «Моральные дилеммы». Задачи этого класса корректнее называть «Моральные суждения», поскольку в них участник исследования не принимает решения, как в классической «Проблеме вагонетки» о спасении пятерых человек или одного. В этих задачах участнику предлагается ситуация, в которой персонаж оказывается перед выбором о спасении пятерых или одного человека и совершает некоторое действие, которое приводит к чьей-то гибели. Участнику исследования необходимо оценить допустимость совершенного действия по 7-балльной шкале (от «Запрещено» до «Разрешено») и аргументировать свою позицию в свободной форме (Arutyunova et al., 2013). Одним из условий таких задач является запрет на приписывание дополнительных вводных, в инструкции отмечается, что ситуации следует рассматривать как данность, в которой активное действие или бездействие персонажа приводит к чьей-то гибели.

Аппаратные методики.

Для регистрации кардиограммы применялся кардиограф носимый Декорда-8М (Инкарт, Россия) с монтажом электродов 3х7 (отведения V4M, III, V6M), электроды Ag/AgCl Medico.

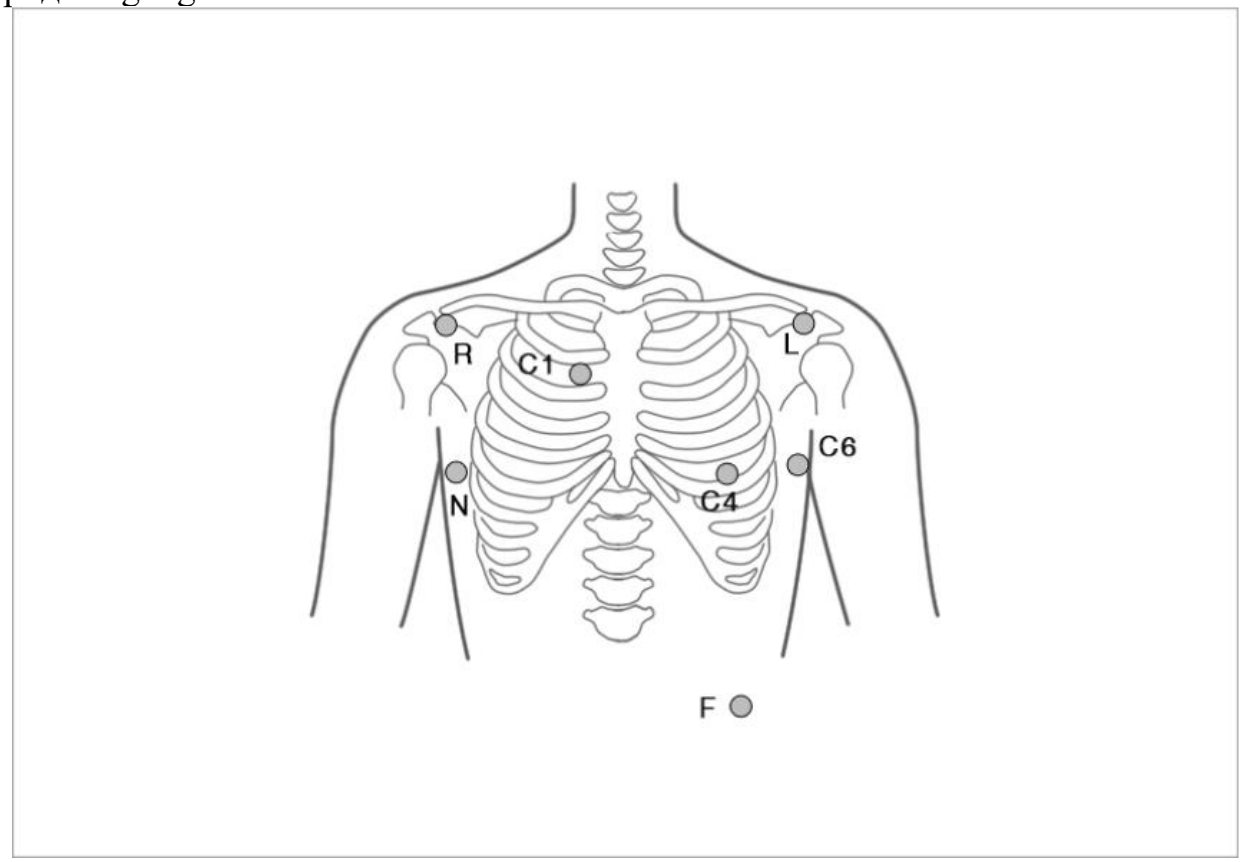


Рис. 3. Схема монтажа электродов по модели 3х7

Из зарегистрированной кардиоритмограммы извлекались значения RR-интервалов (алгоритм Пана - Томпкинса, очистка 550–1200 мс; см. в Галстян, 2015). Исходная последовательность разбивалась на количество последовательностей, равное количеству решенных участником исследования задач в соответствии с событийными метками. Далее составлялась итоговая матрица (объемом более 400 тыс. строк) со следующими переменными «Номер участника», «Длительность интервала», «Номер задачи». Подготовленная матрица загружалась в среду Python для расчёта основных значений вариабельности сердечного ритма (SDNN, rMSSD, LF, HF, LF/HF; см. *Табл. 1*), а также для расчёта значений выборочной энтропии (SampEn).

Таблица 1. Перечень вычисляемых показателей на основе электрокардиограммы

Показатель	Описание
Mean-HR	Средняя частота сердечных сокращений
SDNN	Стандартное отклонение (среднеквадратичное) нормализованных RR-интервалов
rMSSD	Среднеквадратичное значение разности последовательных RR-интервалов
LF	Абсолютная мощность низкочастотного диапазона (0.04-0.15 Гц)
HF	Абсолютная мощность высокочастотного диапазона (0.15-0.4 Гц)
LF/HF	Отношение мощности низкочастотного диапазона к высокочастотному
SampEn	Выборочная энтропия, описывающая регулярность и сложность временного ряда

Оценка состава тела проводилась в трех различающихся подвыборках: в серии сравнения (N = 20) применялись DEXA, биоимпедансный анализатор МЕДАСС (Россия), и ростомер РЭП ВМЭН 50/100-И-Д1-А; в тест-ретестовой серии (N=20; интервал измерения 7-10 дней) и в основной серии (N = 142) применялись «умные весы» Picooc. Процедура проводилась (в положении участника исследования лёжа при оценке DEXA и биоимпедансным анализатором, и стоя при оценке с помощью Picooc) после опорожнения мочевого пузыря, спустя 2 часа после еды.

Поскольку весы Picooc не предоставляют сырых значений импеданса, была разработана процедура восстановления активного и реактивного сопротивлений на основе выходных параметров весов (безжировая масса, мышечная масса, рост; см. Табл. 2). Для этого по данным 18 парных измерений (Picooc + BIA) были построены линейные регрессионные модели для каждой из пяти частот (5, 20, 50, 200, 500 кГц).

Формула активного сопротивления:

$$R_f = a_f + b_f \times \frac{\text{Рост}^2}{\text{БЖМ}}$$

Формула реактивного сопротивления:

$$Xc_f = c_f + d_f \times \text{Мышечная масса}$$

Коэффициенты (a_f, b_f, c_f, d_f) были определены методом наименьших квадратов.

Табл. 2. Характеристика основных показателей для анализа биоэлектрического импеданса

Переменная	Описание
Рост	Измерение проводилось в м, с округлением до 0,01 м
Масса тела	Измерение проводилось в кг с округлением до 0,01 кг, без учёта предметов, находящихся на человеке, в одежде, но без обуви или аксессуаров, таких как мобильные телефоны, часы и т. д.
ИМТ	Величина, рассчитываемая как отношение массы тела к квадрату роста и позволяющая оценить степень их соответствия, тем самым *косвенно* оценить, является ли масса недостаточной, нормальной, избыточной
Жировая масса	Показатель, рассчитываемый через соотношение разностей сопротивлений жировой и мышечной тканей, где жировая ткань является тканью с *меньшим* сопротивлением
Мышечная масса	Показатель, рассчитываемый через соотношение разностей сопротивлений жировой и мышечной тканей, где мышечная ткань является тканью с *большим* сопротивлением
Костная масса	Показатель, оцениваемый по соотношению роста и плотности (через сопротивление) остальных тканей
Безжировая масса	Показатель, оцениваемый по общей массе тела за вычетом жировой массы (включая показатели висцерального жира)

Скелетные мышцы	Показатель мышечной массы, за вычетом гладкой мускулатуры и других мышечных тканей, оценивается на основе сопротивлений и показателей жировой и мышечной масс
Индекс висцерального жира	Показатель, который соответствует количеству жира, накопленного в области внутренних органов
Содержание воды в организме	Суммированная оценка составляющих: внутриклеточная жидкость (40–50% массы тела). Внеклеточная (20% массы тела) включающая два сектора: внутрисосудистая (около 5% массы тела) и интерстициальная (межклеточная) (15% массы). Оставшиеся 3% воды в организме находятся в просвете кишечника, спинномозговой жидкости и других отделах организма, они так же учитываются, так как оценка сформирована исключительно по сопротивлению тканей
СООВ	Показатель базального метаболизма, минимально допустимое количество энергии, которое необходимо получать организму, чтобы обеспечить все процессы взаимодействия со средой

В **ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ** «Результаты» представлено описание анализа, проведенного путём сопоставления данных, полученных при использовании трех различных методик оценки состава тела; кластерного анализа показателей состава тела и вариабельности сердечного ритма, а также результаты анализа динамики вариабельности сердечного ритма при индивидуальном и диадном решении задач.

В разделе 3.1.1 проведено сравнение методов оценки состава тела, для установления точности различных методик и правомерности их применения. Сопоставление данных весов Picooc и DEXA по сумме «ноги + туловище» показало среднюю разность −3,64 кг при MAE 21,4% ($p = 0,0097$). Добавление рук к сумме ухудшало согласование (MAE 28,7%, $p < 0,001$). Сравнение биоимпедансного анализатора МЕДАСС и весов Picooc выявило среднюю разность −3,4 кг (18,7%) при корреляции $r = 0,912$. DEXA vs МЕДАСС по сегментам: ноги - расхождение +4,61 кг (100,2%), туловище - −3,80 кг (30,5%). Критерий Вилкоксона значим для всех пар, кроме DEXA (ноги, бёдра, таз) vs Picooc. Различия по общему жиру DEXA vs Picooc: $p < 0,001$.

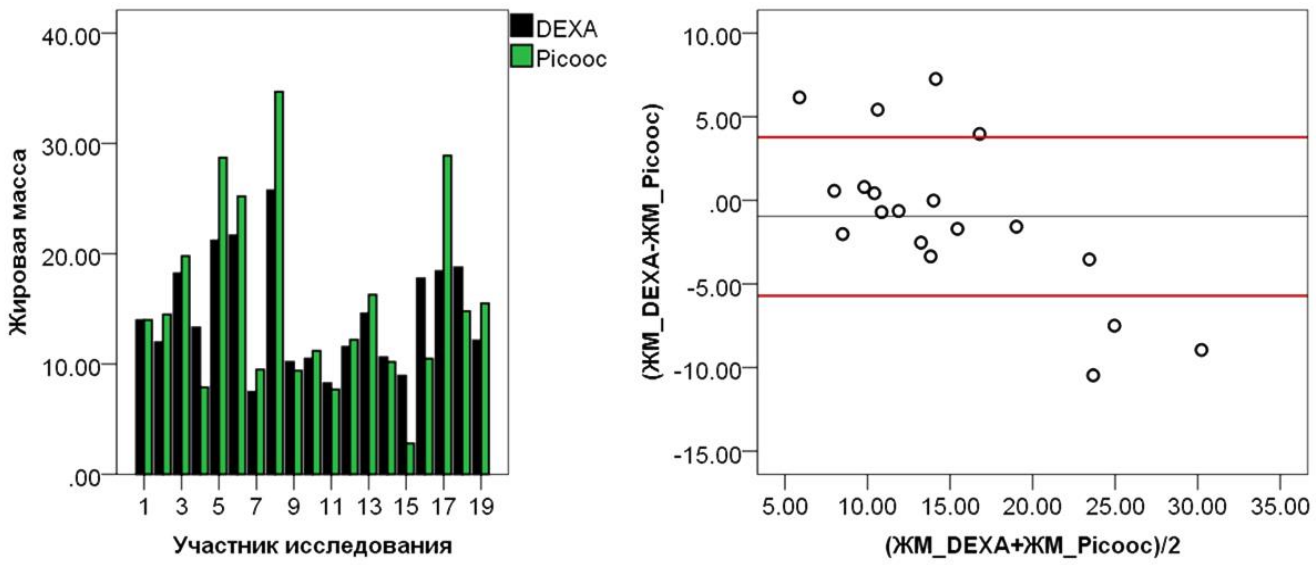


Рис. 4. Столбчатые диаграммы: сравнение методик оценки жировой массы и массы тела

Кластерный анализ показателей состава тела (см. разделы 3.1.3 - 3.1.4) позволил выделить группы участников, различающиеся по соотношению показателей. По 3-м (или по трём) переменным (из 8 – если перед скобкой будет «трем», тогда здесь «восьми» или же 8-ми зафиксированных) были выявлены достоверные различия. Дискриминантный анализ подтвердил правильность выделения кластеров (около 86% правильной классификации), что позволяет сделать вывод о правомерности применения биоимпедансного анализа с использованием Picooc.

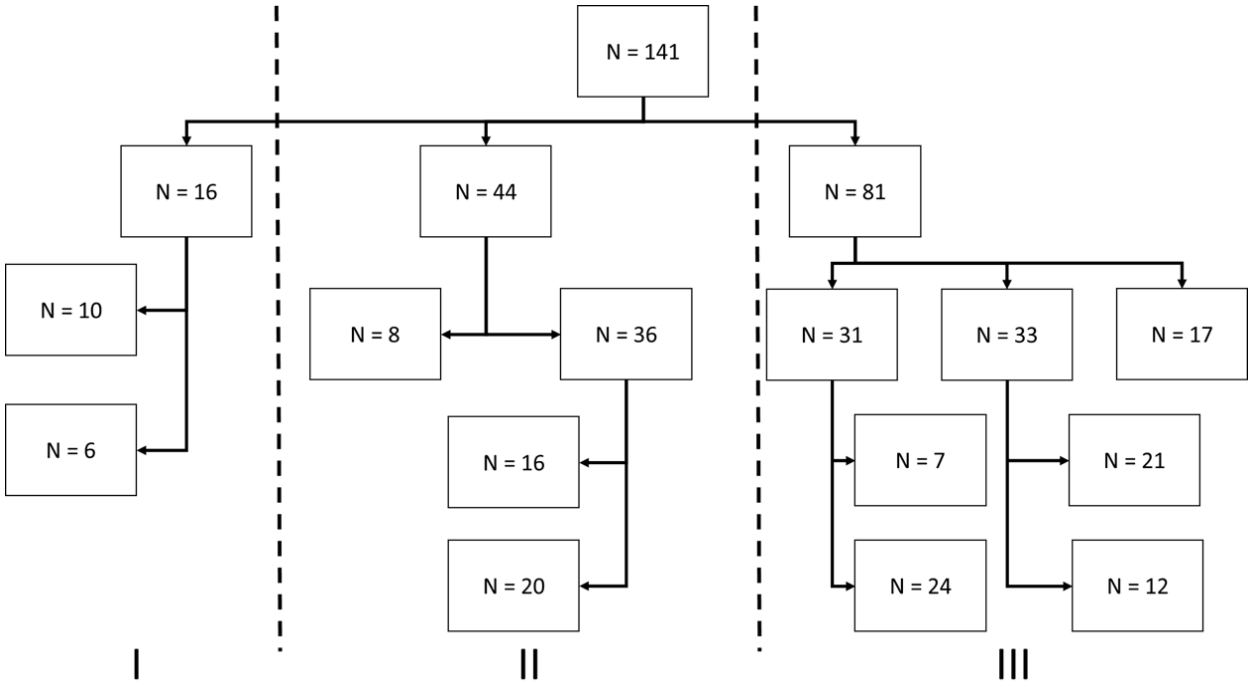


Рис. 5. Схема разбиения выборки на кластеры состава тела

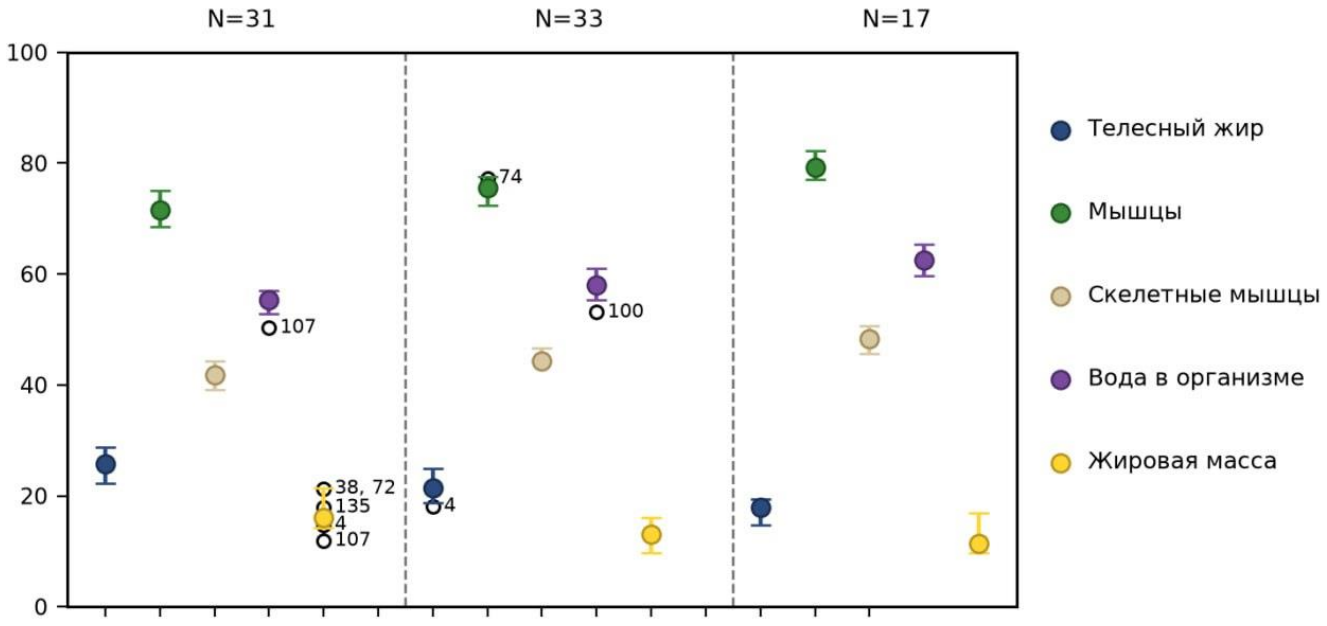


Рис. 6. Распределение показателей состава тела в кластерах I–III

Совместная кластеризация показателей вариабельности сердечного ритма и состава тела (раздел 3.3) была проведена двухшаговым методом: 11 исходных групп были сокращены до 4 итоговых ($\chi^2 = 69{,}59$; $p = 2{,}77\times10^{-14}$). Выделенные кластеры различаются соотношением более и менее динамических показателей.

При анализе динамики показателя rMSSD (см. раздел 3.4) выявлено, что пики rMSSD смещены к началу и концу задач. Установлены группы «чувствительных» участников (отрицательная дельта на переходе от задачи к задаче при высоком SDNN) и «нечувствительных». Динамика SDNN и SampEn для двух кластеров показана на рис. 7.

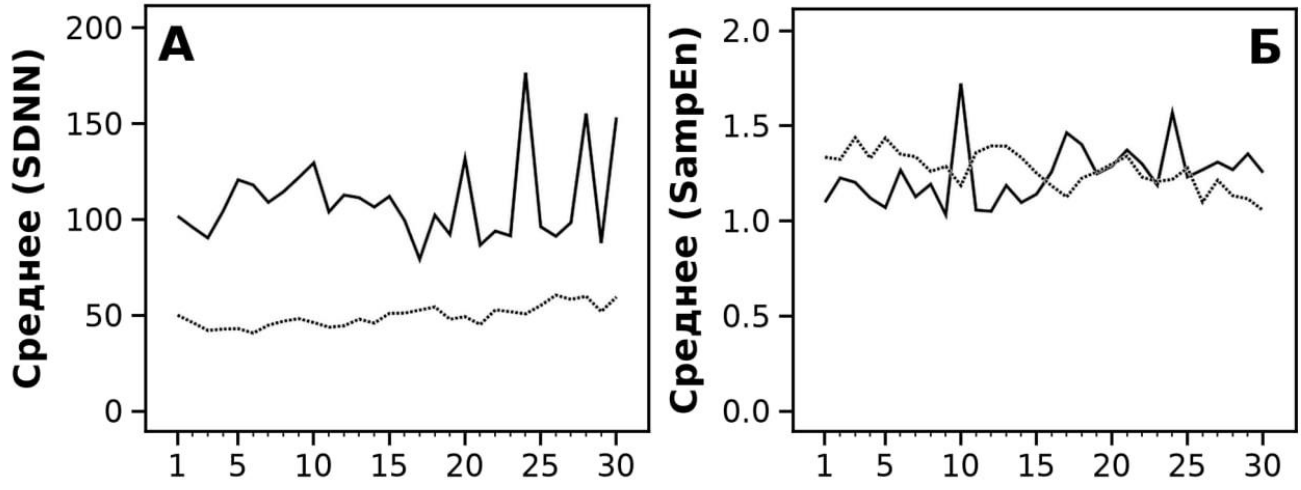


Рис. 7. Динамика SDNN (А) и SampEn (Б) в двух кластерах от задачи 1 до задачи 30

Пример динамики rMSSD (А) и её второй производной (Б) для 6 последовательных задач приведён на рис. 8. Пики второй производной rMSSD маркируют моменты максимальной скорости изменений вовлечения клеток тканей сердца в реализацию целенаправленного поведения.

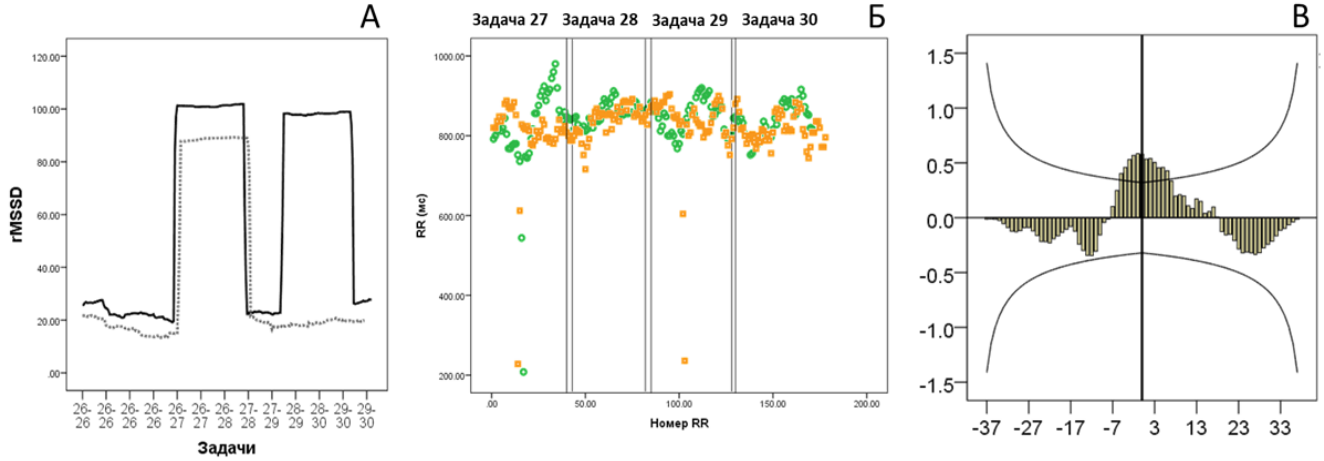


Рис. 8. Динамика rMSSD (А) и вторая производная (Б) для 6 задач

При диадном решении задач средние дельты rMSSD партнёров коррелируют отрицательно ($r = -0{,}60$; $p = 0{,}029$), что свидетельствует о *комплементарной, а не синхронной* динамике системогенезов. Совпадение дельта-кластеров наблюдается лишь в 46% диад. Динамика rMSSD в диаде (А), диаграмма рассеяния дельт (Б) и кросскорреляция (В) приведены на рис. 9.

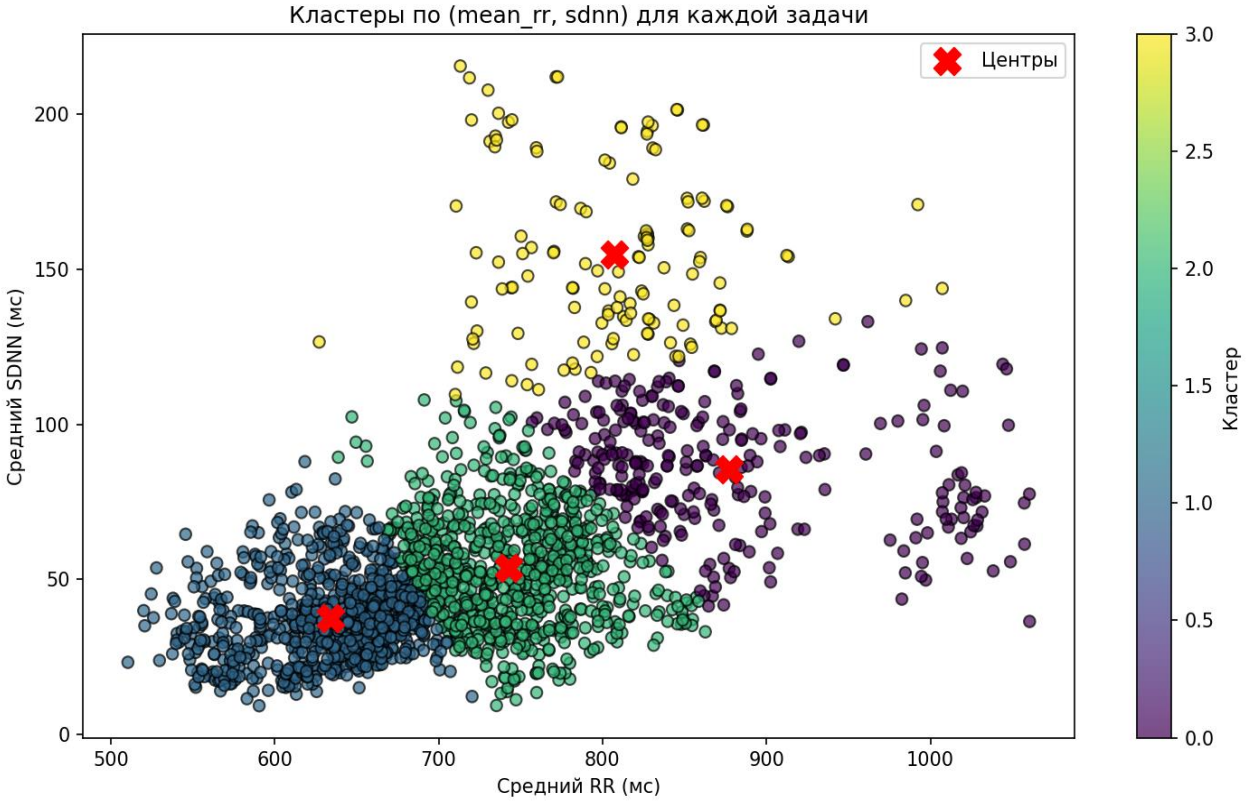


Рис. 9. Динамика rMSSD в диаде (А), диаграмма рассеяния (Б), кросскорреляция (В)

Корреляция дельт rMSSD внутри диады (r = −0,60; p = 0,029) показана на рис. 10. Отрицательная корреляция означает, что у партнёров с положительной дельтой (рост rMSSD) партнёр имеет отрицательную дельту (снижение rMSSD), и наоборот - это свидетельство системной комплементарности параллельных системогенезов, а не простой синхронизации.

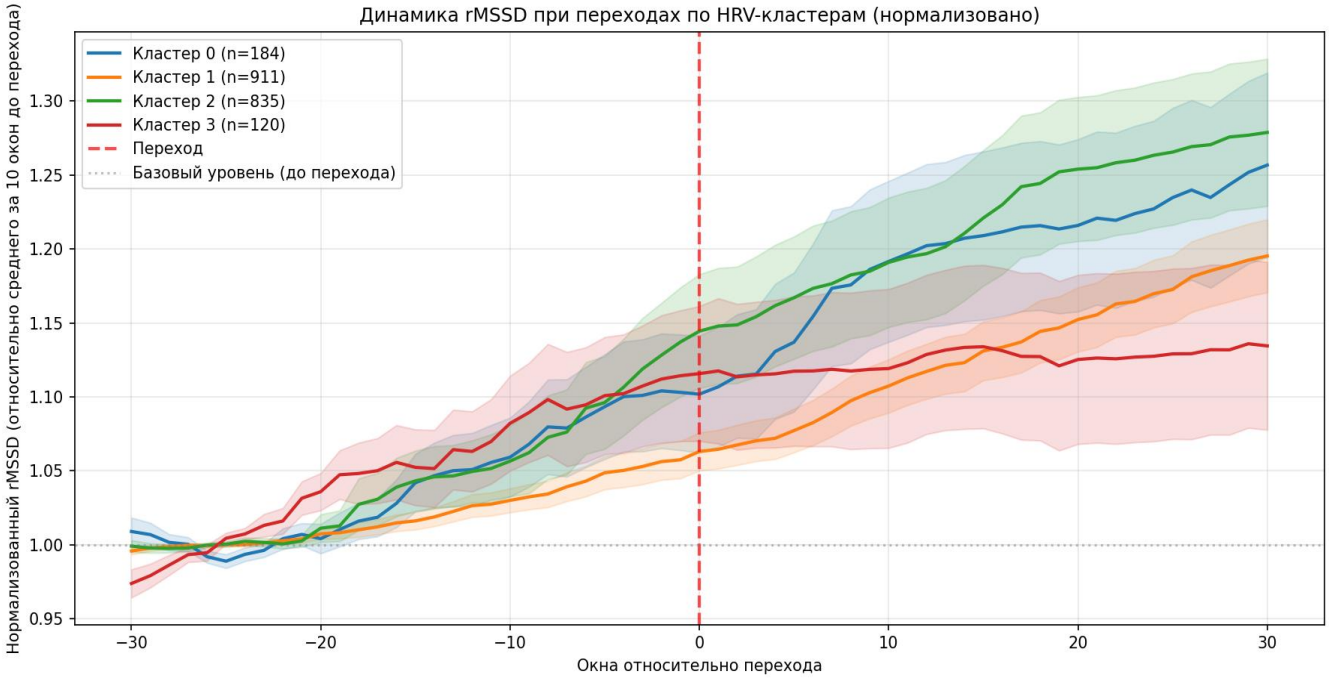


Рис. 10. Корреляция дельт rMSSD внутри диады (r = −0,60; p = 0,029)

В **ЧЕТВЕРТОЙ ГЛАВЕ** «Обсуждение результатов» проведено сопоставление полученных данных с результатами других авторов и указано на некоторые ограничения работы. Пики rMSSD интерпретируются как динамика реализации общеорганизменных функциональных систем. Высокий SDNN ассоциируется с парасимпатической активностью и гибкостью регуляции, что согласуется с данными о «реакции восстановления» при низком базальном тонусе (Демарева и др., 2024). Установленная связь мышечной массы с показателями RMSSD (r = 0,40), SD1 (r = 0,40), вагальным кардиальным индексом (r = 0,46) и обратная связь с симпатическим индексом (r = −0,41) согласуется с результатами León-Ariza et al. (2017).

Низкая вариабельность сердечного ритма ассоциируется с ожирением, инсулинорезистентностью и хроническим воспалением (Pavlov, Tracey, 2012). Концепция «эгоистичного мозга» (Peters, 2011) и аллостатическая нагрузка (McEwen, 2012) дополняют картину «метаболической регуляции» поведения (Гуляева, 2026). В этом контексте так же стоит упомянуть данные о вкладе глубинных регуляторных структур в обеспечение познавательной деятельности: изменения их функционального состояния отражаются на регуляторных компонентах решения задач (Мачинская, Семенова, 2016), что согласуется с данными полученными в исследовании.

Анализ диадных данных показал, что взаимоСОдействие индивидов, то есть их подлинная кооперация для достижения коллективного результата (Анохин, 1973), которое проявляется как комплементарность дельт rMSSD и не сводится к простой синхронизации. У участников с высоким SDNN пики смещены к концу задачи и более выражены. Лаг 1–2 окна в кросскорреляции свидетельствует о динамической координации системогенезов. Совпадение дельта-кластеров в 46% диад указывает на отсутствие единого универсального паттерна согласования.

Выводы

1. Установлено, что участники исследования, характеризующиеся различающимся соотношением показателей состава тела, обладают различающимися паттернами свойств, измеряемых психологическими тестами. Этот результат позволяет полагать, что и нейрональные свойства и свойства тканей тела обеспечивают предподготовку, на основе истории предыдущих взаимодействий, для достижения результатов, которые фиксируются в этих свойствах.

2. Установлено, что участники исследования, характеризующиеся различающимся соотношением показателей вариабельности сердечного ритма, обладают различающейся выраженностью свойств, измеряемых психологическими тестами. Этот результат позволяет утверждать, что проявляемая специфика актуализации общеорганизменных функциональных систем у индивидов при достижении индивидуального и коллективного результата согласована с субъективным содержанием актуализированного индивидуального опыта.

3. Определено, что разбиение выборки по трем критериям (способы решения, показатели состава тела и показатели вариабельности сердечного ритма) обладают устойчивостью и пересечением, однако это пересечение является неизоморфным – совместная кластеризация этих показателей позволяет выделить группы участников исследования, различающиеся соотношением более и менее динамических показателей. Этот результат позволяет утверждать, что достижение индивидуальных и коллективных результатов в равной степени возможно для индивидов, характеризующихся различной спецификой организации и реализации опыта.

4. Установлено, что ряды величин длительностей последовательных RR-интервалов оказываются сопряженными с процессом решения задач, что проявляется в динамике показателя rMSSD, а в диадном решении указывает на взаимодополняющую координацию системогенезов, а не на синфазную синхронизацию. Этот процесс характеризуется динамичностью и вариативностью.

Публикации в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, а также международных изданиях (Web of Science и Scopus):

1. **Варфоломеева А. В.**, Тищенко А. Г., Александров Ю. И. Варианты взаимосогласования индивидов со сходными и различающимися индивидуально-психологическими характеристиками // Экспериментальная психология. — 2024. — Т. 17, № 2. — С. 84–97. — DOI 10.17759/exppsy.2024170205. (авторский вклад 0.45 п.л.).
2. **Варфоломеева А. В.**, Тищенко А. Г., Александров Ю. И. Индивидуальные вариации системной организации поведения: электрокардиография и анализ биоэлектрического импеданса // Психологический журнал. — 2025. — Т. 46, № 1. — С. 58–65. — DOI 10.31857/S0205959225010065. (авторский вклад 0.45 п.л.).
3. Реан А. А., Александров Ю. И., Ставцев А. А., Шевченко А. О., Тищенко А. Г., **Варфоломеева А. В.** Психологическое благополучие, сильные стороны личности и типы ментальности // Экспериментальная психология. — 2025. — Т. 18, № 3. — С. 101–119. — DOI 10.17759/exppsy.2025180307. (авторский вклад 0.3 п.л.).
4. **Варфоломеева А. В.**, Тищенко А. Г., Реан А. А., Шевченко А. О., Ставцев А. А., Александров Ю. И. Показатели сильных сторон личности у индивидов с различающейся вариабельностью сердечного ритма // Российский психологический журнал. — 2025. — Т. 22, № 3. — С. 175–187. — DOI 10.21702/rpj.2025.3.10. (авторский вклад 0.3 п.л.).
5. **Варфоломеева А. В.**, Тищенко А. Г., Шевченко А. О., Ставцев А. А., Реан А. А., Александров Ю. И. Психологические особенности индивидов с разным соотношением тканей тела // Психологический журнал. — 2025. — Т. 46, № 5. — С. 54–63. — DOI 10.31857/S0205959225050064. (авторский вклад 0.3 п.л.).

Научные статьи в журналах и сборниках, тезисы докладов:

6. **Варфоломеева А. В.**, Караванова А. С., Бахчина А. В. Кортико-висцеральные взаимодействия на разных стадиях научения // Психология XXI века: методология психологической науки и практики: сборник тезисов участников международной научной конференции молодых учёных (Санкт-Петербург, 2–4 сентября 2020 г.) / под науч. ред. А. В. Шаболтас. — СПб.: Скифия-принт, 2020. — С. 198–199.
7. **Варфоломеева А. В.**, Тищенко А. Г. Возможности оценки нелинейной динамики вариабельности сердечного ритма при индивидуальном и совместном решении задач // Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях — 2023: труды VIII Всероссийской конференции (Нижний Новгород, 21–25 августа 2023 г.). — Нижний Новгород: Институт прикладной физики РАН, 2023. — С. 32–34.
8. **Варфоломеева А. В.**, Тищенко А. Г., Александров Ю. И. Связность общеорганизменных показателей: вариабельность сердечного ритма и состав тела // Интегративная физиология: Всероссийская конференция с международным участием (Санкт-Петербург, 6–8 декабря 2023 г.): тезисы докладов. — СПб.: Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН, 2023. — 197 с.

9. **Варфоломеева А. В.**, Тищенко А. Г., Александров Ю. И. Системогенез как способ согласования индивидуального и коллективного // Психология познания: материалы Всероссийской научной конференции памяти Дж. С. Брунера (Ярославль, 1–3 декабря 2023 г.). — Ярославль: Филигрань, 2024. — С. 76–81.
10. Тищенко А. Г., **Варфоломеева А. В.**, Александров Ю. И. Взаимосогласование системогенезов у совместно решающих задачи индивидов // Десятая международная конференция по когнитивной науке: тезисы докладов. Ч. I (Пятигорск, 26–30 июня 2024 г.) / отв. ред. М. В. Киреев. — Пятигорск, 2024. — С. 330–331.
11. Тищенко А. Г., **Варфоломеева А. В.**, Александров Ю. И. Процедура оценки сопряжённых свойств индивида на примере способов решения текстовых задач // Ананьевские чтения — 2024. 80 лет общей психологии: материалы международной научной конференции (Санкт-Петербург, 16–18 октября 2024 г.). — Нижний Новгород: Союзкниг, 2024. — С. 155–156.
12. **Варфоломеева А. В.**, Тищенко А. Г., Александров Ю. И. Индивидуальные вариации системной общеорганизменной организации // Биосистемы: организация, поведение, управление: тезисы докладов 77-й Международной школы-конференции молодых учёных (Нижний Новгород, 15–19 апреля 2024 г.). — Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2024. — С. 60.
13. **Варфоломеева А. В.**, Тищенко А. Г., Александров Ю. И. Соотношение индивидуально-психологических характеристик в структуре способов решения текстовых задач // Психология познания: материалы конференции (Ярославль, 6–8 декабря 2024 г.). — Ярославль: ЯрГУ им. П. Г. Демидова, 2024. — С. 78–82.
14. **Варфоломеева А. В.**, Тищенко А. Г., Александров Ю. И. Динамика показателей вариабельности сердечного ритма при различающемся соотношении составляющих тела // Биосистемы: организация, поведение, управление: тезисы докладов 78-й Всероссийской с международным участием школы-конференции молодых учёных (Нижний Новгород, 14–18 апреля 2025 г.). — Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2025. — С. 57.
15. **Варфоломеева А. В.**, Тищенко А. Г., Александров Ю. И. Методика оценки синхронизованности сердечного ритма у участников диады при решении сложных когнитивных задач // Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях — 2025: труды IX Всероссийской конференции (Нижний Новгород, 2025 г.). — Нижний Новгород: Институт прикладной физики РАН, 2025. — С. 41–42.
16. Tishchenko A., **Varfolomeeva A.**, Alexandrov Yu. Individual Variations in Systemic Organism-Wide Organisation: Body Composition and Heart Rate Dynamics // Proceedings of the 10th International Scientific Conference «Current Issues in Theoretical and Applied Psychology» (Yerevan, October 10–12, 2025). — Yerevan, 2025.
17. Тищенко А. Г., **Варфоломеева А. В.**, Ткаченко Н. С., Александров Ю. И. Различия парадигмальных подходов к описанию межиндивидуального взаимодействия // Вопросы философии. — 2026. — № 1. — С. 50–60.