

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.111996>

Междисциплинарный подход к оценке конституции человека в юношеском возрасте

Т.К. Федотова, А.К. Горбачева

НИИ и Музей антропологии имени Д.Н. Анучина, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Цели исследования — оценка эффективности междисциплинарного подхода для информативного описания морфологической конституции в юношеском возрасте в современных урбозоологических исследованиях; интегрированная оценка морфофункционального статуса организма с привлечением параметров трёх систем признаков — соматометрических, психометрических и нейрофизиологических (электроэнцефалограмма, ЭЭГ) — для выборки современного московского студенчества методами многомерной биометрии.

Материалы и методы. На материалах выборки современных московских студентов-психологов 18–20 лет — 95 юношей и 150 девушек — проведён комплексный факторный анализ конституционального статуса с привлечением трёх систем показателей — морфологических (соматические: скелетные размеры, объёмы, жировые складки), психологических (тесты для оценки личностной тревожности, уровня вегетативной лабильности, способности к саморегуляции, данные методики «Прогноз»), нейрофизиологических (ЭЭГ: мощность и когерентность в разных диапазонах и отведениях).

Результаты. Описаны первые шесть устойчивых объективных факторов в структуре общей конституции юношей и девушек: фактор продольного скелетного развития; фактор поперечного развития тела (жироотложение в первую очередь); фактор соизменчивости системы психологических показателей; фактор наследственно обусловленного «физиологического тонуса» (мощность ЭЭГ); факторы функции индивидуального опыта, опосредованного средой (внутриполушарные и межполушарные когерентности ЭЭГ). Результаты факторного анализа для двух полов имеют незначительные отличия, отражающие факт более активной роли жировой ткани в женском организме. В сумме эти шесть факторов описывают около 70% изменчивости показателей разных систем признаков.

Заключение. Показана определённая автономность разных систем признаков, лежащая в основе целостности и пластичности организма. Подобные междисциплинарные исследования позволяют, как в нашем исследовании, дать интегрированную сравнительную оценку морфофункционального статуса разных современных этнотерриториальных групп, уточнить механизмы адаптации в концентрированной антропогенной среде, корректно определить адаптивный потенциал организма в условиях антропогенных нагрузок высокого уровня, описать морфофизиологическую основу поведенческих свойств.

Ключевые слова: антропометрия; психометрика; ЭЭГ; общая конституция; факторный анализ; половой диморфизм; юноши и девушки 18–20 лет.

Как цитировать:

Федотова Т.К., Горбачева А.К. Междисциплинарный подход к оценке конституции человека в юношеском возрасте // Морфология. 2022. Т. 160, № 1. С. 45–55. DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.111996>

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.111996>

An interdisciplinary approach to assessing the human constitution in adolescence

Tatyana K. Fedotova, Anna K. Gorbacheva

Anuchin Institute and Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

AIMS: To estimate the efficiency of the interdisciplinary approach to the informative analysis of morphological constitution in young males and females in modern urboecological studies and to perform the integrative assessment of the morphofunctional status of the organism with the indexes of three parameter systems — somatometric, psychometric and neurophysiological (electroencephalogram — EEG) — on a sample of modern Moscow students by using multidimensional analysis

MATERIAL AND METHODS: A sample of modern Moscow psychology students (95 males and 150 females aged 18–20 years old) was used to accomplish the complex study of constitutional status based on three systems of parameters — morphological (somatic: skeletal dimensions, girths, and skinfolds), psychological (psychological tests for estimate personal anxiety, autonomic balance, and self-regulation and the Prognosis technique), physiological (EEG: power and coherence in different bands and cuts) — by means of factor analysis.

RESULTS: The first six constant and objective factors in the structure of the total constitution of young males and females were discussed: the factor of longitudinal skeletal development, factor of transversal body development (adiposity first of all), factor of the covariation of the parameters of the psychological system, factor of genetically determined physiological tone (EEG power), and the factors of function of the individual life experience under mediation by the environment — intrahemispheric and interhemispheric coherencies. Both sexes had similar results for factor analysis with small differences, which reflected the more dynamic role of adipose tissue in the female organism. Six factors described approximately 70% of the variability in different systems of parameters.

CONCLUSION: The autonomy of different systems of traits, which is the base of the integrity and plasticity of the organism, is demonstrated. Interdisciplinary studies provide the comparative integrative characteristics of morphofunctional status of various modern ethnic/territorial groups, specify the mechanisms of adaptation to a concentrated anthropogenic environment, provide the correct estimation of the adaptive potential of the organism under the conditions of high levels of anthropogenic pressure, and describe the morphophysiological basis of patterns of behavior.

Keywords: anthropometry; psychometrics; EEG; constitutional integrity; factorial structure; sexual dimorphism; boys and girls aged 18–20.

To cite this article:

Fedotova TK, Gorbacheva AK. An interdisciplinary approach to assessing the human constitution in adolescence. *Morphology*. 2022;160(1):45–55.

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.111996>

ОБОСНОВАНИЕ

Проблема конституции человеческого тела на протяжении десятилетий остаётся одной из наиболее дискуссионных в сфере антропологии и медицины и, кажется, не имеющей окончательного решения. Интегральная комплексная оценка конституционального статуса становится всё более актуальной с течением времени, поскольку индивидуальная конституция служит алгоритмом адаптации к среде. Современная урбанистическая среда, предоставляющая нишу для подавляющего большинства человечества, характеризуется высоким уровнем антропогенных нагрузок, дистрессовых и агрессивных. Данные нагрузки служат вызовом для адаптивного потенциала и предъявляют повышенные требования к организму на всех системных уровнях: морфологическом, физиологическом, психологическом. Поведенческая (психофизиологическая) адаптация к высокому уровню антропогенного стресса даже более эффективна, чем «классическая» биологическая (морфологическая), поскольку темпы второй исчисляются не менее чем поколением, а поведенческая адаптация мгновенна и непрерывна, как непрерывен и калейдоскоп антропогенных стрессов. Именно поэтому комплексная оценка общей конституции приобретает особое значение в современных урбозоологических исследованиях, и привлечение к таким исследованиям информативных и разнообразных систем показателей не может не приветствоваться.

При всей востребованности и эффективности междисциплинарного подхода к уточнению современных представлений о механизмах адаптации к искусственной антропогенной среде, кросс-дисциплинарных работ немного. В комплексных антропологических морфологических исследованиях измеряемые физиологические показатели ограничиваются стандартным общим набором параметров сердечно-сосудистой системы: диастолическое и систолическое артериальное давление и частота сердечных сокращений. Равно и в поле зрения психофизиологических работ антропометрические показатели оказываются, как правило, случайными. Например, в клинических исследованиях может отмечаться децелерация по длине тела и увеличение индекса массы тела для выборок подростков с эпилепсией [1] и синдромом Кристиансена [2] или устойчивая морфологическая незрелость в сочетании с незрелостью электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и низкими баллами IQ вплоть до 6–9 лет у детей с низкой массой при рождении [3]. В пилотном исследовании, нуждающемся в подтверждении, для очень небольшой по численности выборки детей с превышением веса/ожирением по сравнению с контрольной группой с нормальным весом показано увеличение активности дельта-ритма и уменьшение активности альфа-ритма на ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами [4]. Эти обстоятельства только увеличивают насущность комплексной

оценки морфофункционального статуса с привлечением разных систем показателей.

К настоящему исследованию привлечены три блока показателей: морфологические (соматические), психологические и нейрофизиологические (ЭЭГ). Для контекста междисциплинарных исследований существенно, что параметры ЭЭГ в состоянии покоя — наиболее подходящие кандидаты на роль генетического маркера и эндотипа психологических свойств по причине наибольшей наследственной обусловленности (до 96%) и минимального участия субъекта в процессе ЭЭГ-диагностики [5]. Специфику этой системы признаков в пространстве физиологических показателей в целом определяют также и устойчивость картины межиндивидуальных различий, и высокая воспроизводимость («консервативность») индивидуальных паттернов ЭЭГ, в первую очередь в альфа-диапазоне. Так, ЭЭГ в состоянии быстрого сна рассматривается в литературе как маркер полового диморфизма общего интеллекта и сопоставима по своей уникальности с дерматоглифическим отпечатком [6]. Традиционный взгляд на альфа-ритм как ритм покоя и показатель степени дезактивации мозга существенно дополняют современные исследования — представлениями о принципиальной роли альфа-ритма в объединении мозговых структур в процессе обработки информации при разных видах когнитивной и сенсорной деятельности. В очень редких исследованиях параметров ЭЭГ, рассматриваемых как популяционная характеристика практически здоровой выборки, межпопуляционные вариации параметров ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования трактуются с точки зрения этнокультурного разнообразия.

Цели исследования — оценка эффективности междисциплинарного подхода для информативного описания морфологической конституции в юношеском возрасте в современных урбозоологических исследованиях; интегрированная оценка морфофункционального статуса организма с привлечением параметров трёх систем признаков — соматометрических, психометрических и нейрофизиологических (ЭЭГ) — для выборки современного московского студенчества методами многомерной биометрии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в рамках работы над междисциплинарным проектом РФФИ № 16-06-00248 (а) «Поиск новых подходов к изучению психосоматических связей в антропологии» совместно с сотрудниками НИИ нормальной физиологии имени П.К. Анохина (НИИ НФ им. П.К. Анохина). Задействована гомогенная, компактная в возрастном и профессиональном отношении выборка студентов-психологов Московского государственного психолого-педагогического университета (МГППУ) в юношеском возрасте (18–20 лет) — 95 юношей и 150 девушек. Обследование проводили в утренние часы, полностью анонимно.

Программа обследования состоит из трёх блоков. Морфологическая (соматическая) часть представлена классической антропометрией [7]: 18 характеризующих развитие всех компонентов сомы измерительных признаков — продольные размеры (длина тела, высота верхнегрудной и остисто-подвздошной точек), диаметры плеч, таза, трансверзальный и сагиттальный диаметры груди, диаметры мышечков плеча и предплечья, объёмы головы, груди, талии, плеча, предплечья, голени, жировые складки на трицепсе и под лопаткой, масса тела. Психометрическая часть включает тесты для оценки уровня ситуативной и личностной тревожности по шкале тревоги Спилбергера (State-Trait Anxiety Inventory, STAI) [8], адаптированной Ю.Л. Ханиным (тест Спилбергера–Ханина), на русском языке; опросник для оценки вегетативной лабильности — системы терморегуляции, вестибулярного аппарата, переносимости неприятных ощущений при стрессах и трудностях, наличия произвольных движений, тревожности и т.п.; опросник для оценки способности к саморегуляции в модификации В.И. Моросановой с выделением шкал «Планирование», «Моделирование», «Программирование», «Оценивание», «Гибкость», «Самостоятельность» [9]; методика «Прогноз» (разработана в Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, предназначена для первоначального выделения лиц с признаками нервно-психической неустойчивости, риска дезадаптации при стрессе).

Регистрация ЭЭГ проводилась монополярно, с постановкой электродов согласно системе 10/20 на лобные (Fp1, Fp2), центральные (C3, C4), теменные (P3, P4), височные (T5, T6) и затылочные (O1, O2) области головы. Велась запись показателей испытуемого в положении сидя в состоянии покоя в течение 2 мин (по 1 мин — с закрытыми и с открытыми глазами) в следующих диапазонах: тета (6–7 Гц), альфа (поддиапазоны 7–9, 9–11, 11–13 и 13–15 Гц), бета (15–20 Гц) и гамма (30–40 Гц). Регистрировали ЭЭГ с помощью компьютерного энцефалографа Neurovisor 24U (ООО «Атес Медика», Москва). Фильтр низких частот — 30 Гц, Фильтр высоких частот — 1 Гц, режекторный фильтр — 50 Гц; частота дискретизации — 500 Гц. В качестве референтных использовались ушные электроды (A1, A2). В анализ структуры конституционального статуса в настоящем исследовании вошёл не весь набор параметров ЭЭГ, охватывающий в материалах авторов более сотни позиций. В качестве характеристик ЭЭГ-активности использовали суммарные мощности тета-, альфа- и бета-ритмов, а также отдельные когерентности в альфа-диапазоне. Большая информативность этого набора ЭЭГ-характеристик по сравнению с иными параметрами ЭЭГ показана при анализе частоты попарных межсистемных корреляций в предшествующем исследовании авторов [10].

Статистический анализ

Данные, полученные при регистрации ЭЭГ, предварительно обрабатывались программой Matlab2007 с вычислением спектральной плотности мощности (мкВ²)

и коэффициента когерентности. Весь дальнейший анализ осуществлялся с использованием пакета программ Statistica 10. Предшествующая анализу по существу статистическая оценка данных, в частности проверка распределений признаков на нормальность, подробно описана в более ранней работе авторов [11]. Для вычисления попарных межсистемных корреляций использовался коэффициент ранговой корреляции Спирмена. В дальнейшем для оценки вклада признаков разных систем в общую структуру variability полученных данных был проведён факторный анализ [12–13], в который, помимо вышеописанных параметров ЭЭГ, были включены все 18 антропометрических признаков и результаты теста «Прогноз», опросника по саморегуляции Моросановой, показатели уровня личностной тревожности и вегетативной лабильности. Количество выявленных факторов определялось с помощью критерия отсеивания Кеттелла.

Этическая экспертиза

Работа велась с соблюдением этических норм и принципов, определённых законодательством Российской Федерации и Хельсинкской декларацией (2013), с подписанием всеми обследуемыми протокола об информированном согласии. На проведение исследования получено разрешение этической комиссии НИИ НФ им. П.К. Анохина (протокол от 28.10.2014).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты факторного анализа (ФА) одновременно трёх систем признаков у девушек — морфологических (соматических) показателей, параметров ЭЭГ и психологических характеристик — приведены в табл. 1. Рассматриваются первые шесть факторов в соответствии с критерием отсеивания Р.Б. Кеттелла (R.B. Cattell Scree Test).

Фактор 1 описывает изменчивость показателей, характеризующих поперечное развитие тела, которое связано с жиротложением; имеет наибольшие нагрузки на жировые складки (0,77–0,83), объёмные размеры (0,85–0,94) и массу тела (0,93). Нагрузки среднего уровня (недостаточно) характерны для диаметров таза и груди (0,56–0,68). Нагрузки на продольные скелетные размеры тела и ширину плеч близки к нулевому уровню, а нагрузки на психометрические показатели и параметры ЭЭГ также колеблются вокруг нуля, но чаще имеют небольшие отрицательные значения.

Фактор 2 описывает изменчивость психологических показателей и имеет высокие положительные нагрузки на показатели саморегуляции, в первую очередь на моделирование, оценивание и общий балл (0,7–0,8), а также на высокие отрицательные нагрузки того же уровня (0,7–0,8) — на показатели прогноза и личностной тревожности. Таким образом, чем выше личностная тревожность, тем ниже показатели саморегуляции. Нагрузки фактора на ЭЭГ- и соматические параметры колеблются вокруг нулевых значений.

Таблица 1. Результаты факторного анализа соматометрических, психометрических и нейрофизиологических (ЭЭГ) показателей у девушек**Table 1.** Results of the factorial analysis of somatometric, psychometric, and neurophysiological (EEG) parameters in girls

Параметры / Parameters	Фактор / Factor					
	1	2	3	4	5	6
Суммарная мощность тета-ритма, мкВ2 / Total theta-rhythm power, μ V2	-0,032	0,172	-0,140	0,821*	0,087	0,112
Суммарная мощность альфа-ритма, мкВ2 / Total alpha rhythm power, μ V2	0,006	0,052	0,004	0,880*	-0,212	0,189
Суммарная мощность бета-ритма, мкВ2 / Total beta-rhythm power, μ V2	-0,205	-0,030	-0,060	0,757*	0,104	-0,244
В области головы (поддиапазон, Гц) / In the head area (sub-range, Hz):						
О1-О2 (9-11)	0,135	0,250	-0,044	0,090	-0,028	0,766*
F2-О2 (11-13)	-0,178	0,004	0,017	0,043	-0,867*	0,055
F1-F2 (11-13)	-0,178	0,168	0,049	0,306	-0,368	0,629
F1-О1 (11-13)	-0,124	-0,115	0,112	-0,038	-0,815*	0,083
Длина тела, м / Body length, m	0,186	0,043	0,947*	-0,016	-0,038	0,034
Масса тела, кг / Body weight, kg	0,930*	0,001	0,316	-0,062	-0,021	-0,028
Высота верхнегрудной точки, м / Upper sternal point height, m	0,205	0,009	0,945*	-0,034	-0,046	0,043
Высота остисто-подвздошной точки, м / Height of the spinous-iliac point, m	0,054	0,030	0,921*	-0,100	-0,046	0,020
Обхват головы, м / Head circumference, m	0,406	-0,239	0,367	0,251	0,158	0,040
Обхват груди, м / Chest circumference, m	0,946*	0,092	-0,011	0,128	0,051	-0,029
Обхват талии, м / Waist circumference, m	0,906*	-0,056	0,098	-0,109	0,153	-0,007
Обхват плеча, м / Shoulder circumference, m	0,915*	-0,013	0,122	-0,148	0,085	0,050
Обхват предплечья, м / Lower arm circumference, m	0,850*	0,064	0,270	-0,072	0,088	-0,039
Обхват голени, м / Calf circumference, m	0,861*	0,077	0,080	-0,025	0,003	-0,107
Диаметр плеч, м / Shoulder diameter, m	0,213	-0,010	0,090	-0,014	-0,177	-0,132
Диаметр таза, м / Pelvic diameter, m	0,560	-0,049	0,500	-0,008	0,049	-0,127
Трансверзальный диаметр груди, м / Transverse chest diameter, m	0,684	0,041	0,223	0,017	0,283	-0,103
Сагиттальный диаметр груди, м / Sagittal chest diameter, m	0,686	0,021	0,244	0,147	-0,069	0,169
Диаметр мышелка плеча, м / Biceps brachii diameter, m	0,669	-0,128	0,123	0,008	-0,209	-0,029
Диаметр мышелка предплечья, м / Forearm muscle diameter, m	0,120	0,014	0,512	-0,036	0,438	-0,086
ЖСК/трицепс / FF/triceps	0,779*	-0,124	-0,054	-0,133	-0,022	-0,031
ЖСК/лопатка / FF/scapula	0,833*	-0,066	-0,200	0,032	0,058	0,004
Вегетативная лабильность / Vegetative lability	-0,126	-0,316	0,141	0,001	-0,009	0,781*
Признаки нервно-психической неустойчивости, риска дезадаптации при стрессе (методика «Прогноз») / Signs of neuropsychic instability, the risk of maladjustment under stress (method "Forecast")	-0,004	-0,808*	0,043	0,065	0,295	0,058
Саморегуляция, баллы / Self-regulation, points:						
планирование / planning	0,117	0,502	-0,153	0,215	0,304	0,135
моделирование / modeling	0,070	0,807*	0,152	0,222	-0,189	-0,098
программирование / programming	-0,233	0,635	-0,044	-0,227	0,363	0,343
оценивание / evaluation	-0,120	0,724*	0,039	-0,060	0,233	0,111
гибкость / flexibility	0,310	0,294	0,261	-0,133	0,118	-0,156
самостоятельность / independence	-0,134	0,293	-0,108	0,530	0,260	0,040
общая (сумма) / total (sum)	0,012	0,889*	0,009	0,152	0,321	0,168
Личностная тревожность, баллы / Personal anxiety, points	-0,068	-0,767*	-0,041	-0,111	0,134	0,357
Доля изменчивости показателей, % / Share of indicators variability, %	24,4	12,6	11,0	8,0	7,6	6,2

* статистически значимые нагрузки ($p < 0,05$) / statistically significant loads are indicated ($p < 0,05$).

Фактор 3 описывает вариации продольного развития тела и имеет высокие положительные нагрузки уровня 0,9 на показатели продольного скелетного роста — длина тела, высота верхнегрудной и остисто-подвздошной точек. Нагрузки других соматических размеров, описывающих поперечное развитие тела, близки к нулевым значениям, исключая один габаритный скелетный размер — диаметр таза (0,5), а также обхват головы (0,37). Нагрузки на жировые складки — небольшие отрицательные (0,05–0,20). Нагрузки психологических и ЭЭГ-показателей также колеблются вокруг нулевых значений.

Фактор 4 описывает вариации мощности ЭЭГ и имеет высокие положительные нагрузки (0,7–0,9) на показатели суммарной мощности в трёх разных частотных диапазонах. Нагрузки на антропометрические и психологические показатели колеблются около нулевых значений. При этом в блоке соматических признаков выделяется показатель окружности головы с более высокой сравнительно с другими признаками нагрузкой (0,25), а среди психологических показателей выделяется такой параметр саморегуляции, как самостоятельность с нагрузкой (0,53).

Фактор 5 описывает изменчивость лобно-затылочных когерентностей левого и правого полушарий мозга в частотном поддиапазоне 11–13 Гц и имеет высокие отрицательные нагрузки (0,8). Нагрузки на показатели мощности ЭЭГ, как и на антропометрические, близки к нулевым; на психологические — несколько выше для параметров саморегуляции (0,2–0,3), а на показатель вегетативной лабильности — 0.

Фактор 6 описывает изменчивость показателя вегетативной лабильности и межполушарной затылочной когерентности в поддиапазоне 9–11 Гц; нагрузка на межполушарную когерентность — 0,76, на вегетативную лабильность — 0,78. Это единственный фактор, описывающий совместную изменчивость показателей двух систем признаков — психологических и нейрофизиологических.

На рис. 1–3 представлены графические результаты совместного факторного анализа морфологических, физиологических и психологических признаков. Рис. 1 демонстрирует автономность изменчивости скелетных размеров и размеров, описывающих поперечное развитие тела в пространстве факторов 1 и 3. На рис. 2 показана

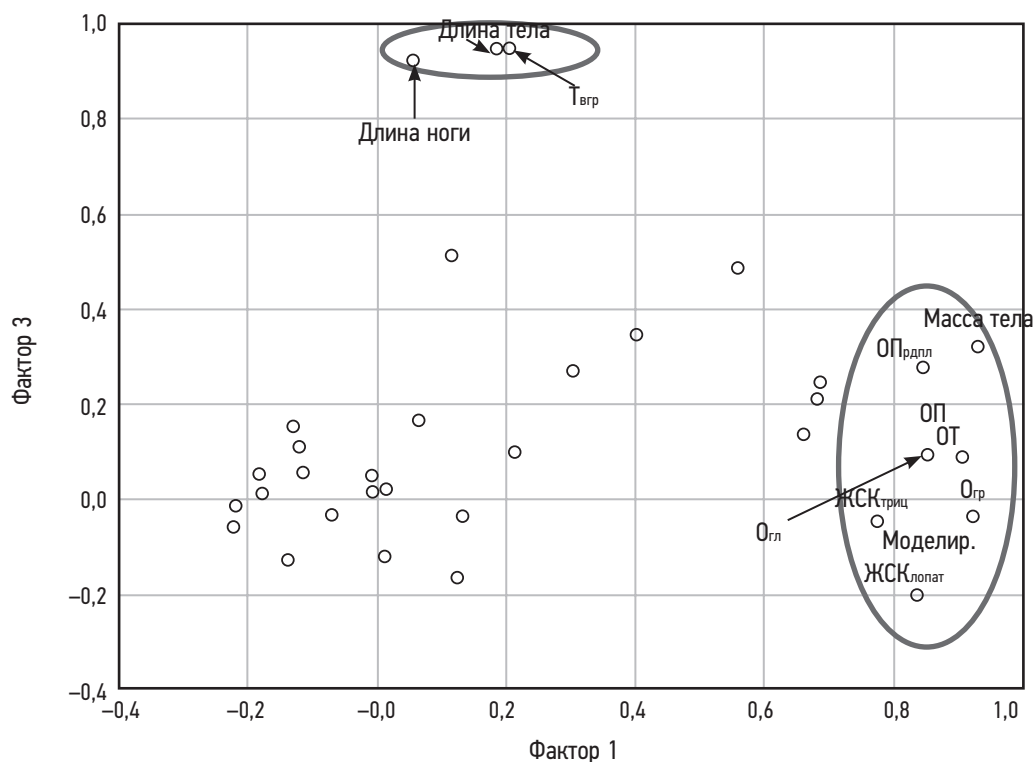


Рис. 1. Распределение факторных нагрузок на размеры скелетные, а также описывающие поперечное развитие тела, в пространстве факторов 1 и 3: $T_{вгр}$ — верхнегрудная точка; ОП — обхват плеча; ОП_{рдпл} — обхват предплечья; ОТ — обхват талии; $O_{гр}$ — обхват груди; $O_{гл}$ — обхват голени; ЖСК_{триц} — жировые складки трицепса; ЖСК_{лопат} — жировые складки лопатки.

Fig. 1. Distribution of factor loads on skeletal dimensions and those describing the transverse development of the body in the space of factors 1 and 3: $T_{вгр}$ — upper sternal point; ОП — shoulder circumference; ОП_{рдпл} — lower arm circumference; ОТ — waist circumference; $O_{гр}$ — chest circumference; $O_{гл}$ — Calf circumference; ЖСК_{триц} — triceps fat folds; ЖСК_{лопат} — fat folds of the scapula.

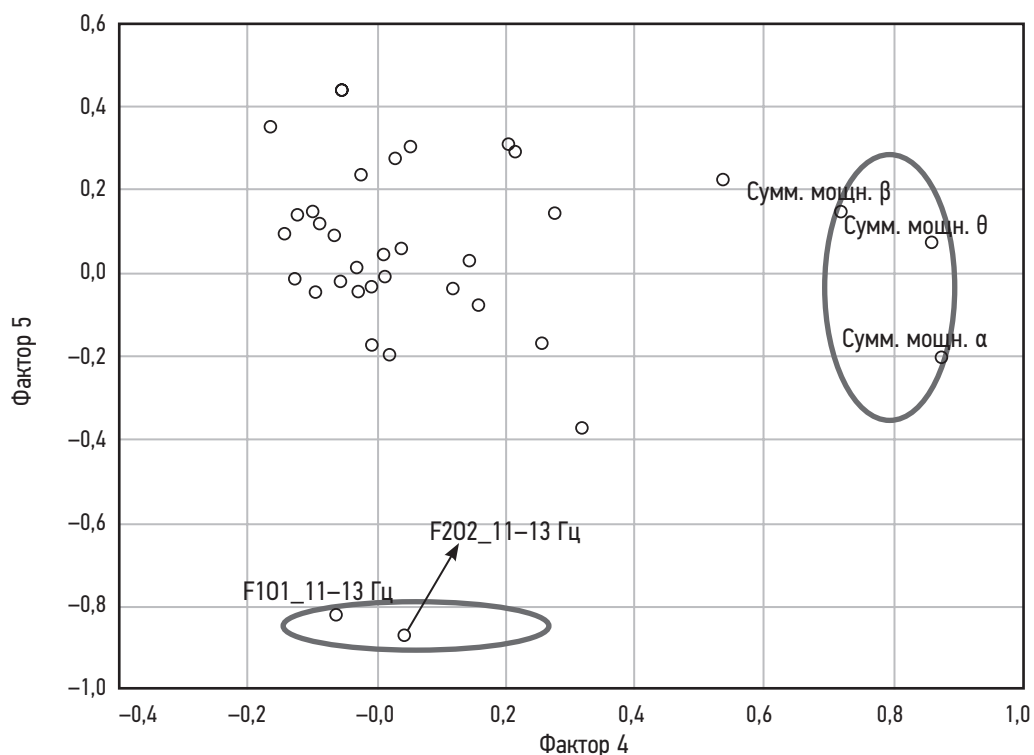


Рис. 2. Распределение факторных нагрузок на показатели мощности и внутриполушарной когерентности ЭЭГ в пространстве факторов 4 и 5: суммарные мощности: α — альфа-ритма, θ — тета-ритма, β — бета-ритма; в области головы (поддиапазон, Гц): F1-01 (11-13), F2-02 (11-13).

Fig. 2. Distribution of factor loads on EEG power and intrahemispheric coherence in the space of factors 4 and 5: total powers: α — alpha rhythm, θ — theta-rhythm, β — beta-rhythm; in the head area (subrange, Hz): F1-01 (11-13), F2-02 (11-13).

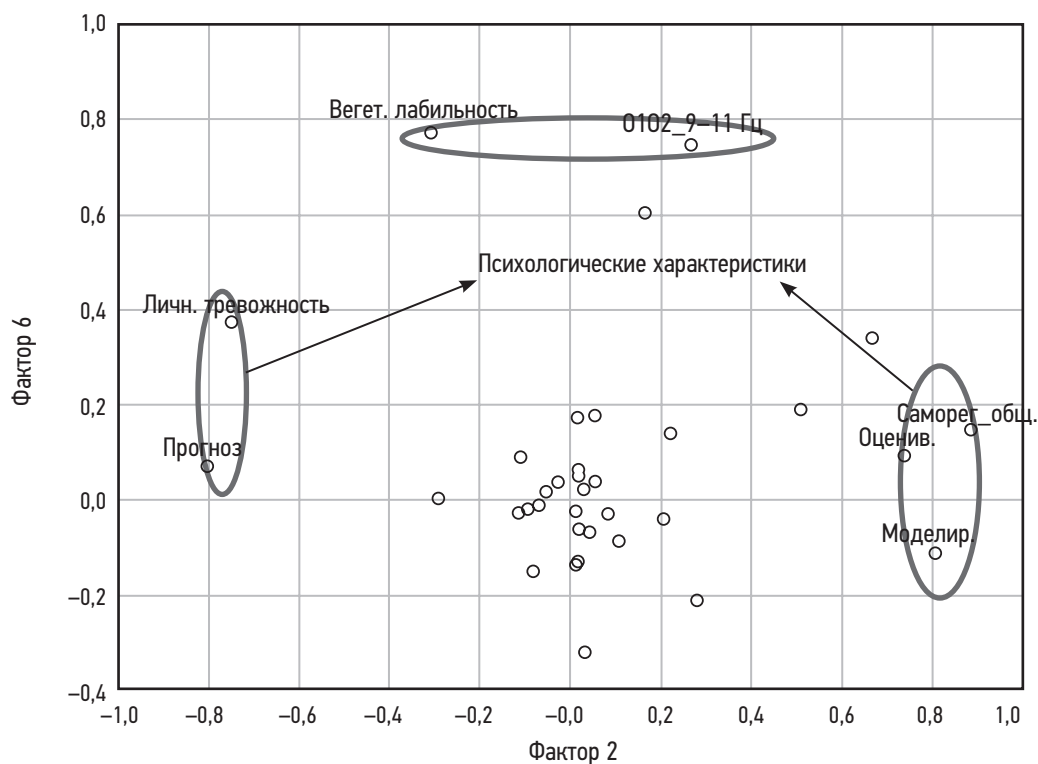


Рис. 3. Распределение факторных нагрузок на психологические характеристики и совместную изменчивость межполушарной когерентности, на свойства вегетативной лабильности в пространстве факторов 2 и 6.

Fig. 3. Distribution of factor loads on psychological characteristics and joint variability of interhemispheric coherence and on the properties of vegetative lability in the space of factors 2 and 6.

автономность изменчивости показателей мощности ЭЭГ и внутрислоушарных когерентностей в поддиапазоне 11–13 Гц в пространстве факторов 4 и 5. Рис. 3 представляет автономность вариации ряда психологических характеристик; соизменчивость межполушарной затылочной когерентности (9–11 Гц) и вегетативной лабильности в пространстве факторов 2 и 6.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты аналогичной процедуры ФА для выборки юношей практически полностью совпадают с таковыми для выборки девушек, хотя и с некоторыми нюансами. Так, можно отметить несколько разное биологическое содержание фактора 1, описывающего у девушек в первую очередь вариации жиротложения, а у юношей — поперечное развитие тела в более широком смысле слова, включающее помимо жиротложения ещё и поперечное скелетное развитие — диаметры плеч и таза. В этом случае половой диморфизм может быть отражением факта более активной роли жировой ткани в женском организме.

В сумме эти шесть факторов описывают около 70% изменчивости показателей разных систем признаков, следовательно, совместная изменчивость параметров разных систем признаков попадает в оставшиеся 30%, что полностью соответствует небольшому числу достоверных устойчивых попарных корреляций параметров разных систем признаков в корреляционном анализе, как показано в уже упомянутой выше работе авторов [10].

Результаты ФА указывают на факт автономной изменчивости систем признаков — соматических, физиологических и психологических — что составляет общую биологическую основу фундаментального представления о конституциональной целостности организма [14]. Из результатов ФА вытекает также неоднородность показателей внутри одной системы признаков. Например, автономность и «противопоставленность» вариации скелетного и жирового компонентов сомы. Это логичный и биологически содержательный результат, поскольку скелетный компонент сомы, как и, кстати, характеристики альфаритма ЭЭГ, служит фактически генетическим маркером со сравнимой степенью наследственной обусловленности уровня 0,7–0,9 [5]. Показатели поперечного развития тела, связанные в своей вариации с развитием жиротложения (обхваты и собственно жировые складки), обусловлены образом жизни, как и целый ряд психологических поведенческих содержательных характеристик, которые корректируются на протяжении жизни средой и внешними обстоятельствами. Это отличается от динамической составляющей психического статуса, завязанной на физиологических механизмах и конституционно обусловленных. Итоги ФА описывают автономность вариации показателей мощности ЭЭГ как маркера наследственно обусловленного «физиологического тонуса» и параметров когерентности как функции индивидуального опыта, неизбежно

опосредованного средой, показателя интенсивности связей между отделами мозга или системной организации электрической активности мозга. Напомним, что большая генетическая предрасположенность к аккумуляции широкого спектра индивидуального опыта свойственна мужскому полу (например, [15]).

Также ФА указывает на реально существующую физиологическую гетерогенность блока параметров альфаритма ЭЭГ. Автономной изменчивостью обладают когерентности в разных отведениях, частотных диапазонах, а также внутри полушария и между полушариями. Это неизбежное отражение факта локализации функций, которыми обладает кора головного мозга при всей её пластичности в целом. Так, результаты ФА указывают на автономность регуляции мощности ЭЭГ в затылочных областях — максимально мощных для всего диапазона альфа в целом. Индивидуальная частота максимального пика альфа-осцилляций в теменно-затылочной области коры головного мозга в состоянии физиологического покоя с закрытыми глазами обладает наибольшей инвариантностью и воспроизводимостью в исследовании «тест–ретест» по сравнению с её показателями в других областях мозга и в состоянии открытых глаз [15]; высокие и низкие альфа-частоты можно рассматривать как эндотипы разных психологических свойств.

Результаты ФА, следовательно, служат методическим основанием для выделения устойчивых автономных информативных объективно существующих обобщённых компактных характеристик для описания конституциональной структуры организма. Ещё раз подчеркнём, что относительная автономность разных систем признаков и наборов показателей с разной степенью наследственной обусловленности также внутри одной системы признаков наблюдается на фоне скромных, но систематических (устойчивых) корреляционных связей, что обеспечивает пластичность организма в рамках его целостности. Общая конституция — это интегральная фенотипическая характеристика биологического статуса человека, базирующаяся на специфической норме реакции индивидуального генотипа, модифицированной внешними факторами. При этом ФА четко разделяет составляющие общей конституции с большей и меньшей степенью наследственной обусловленности.

В целом полученные результаты подтверждают итоги аналогичных межсистемных антропологических исследований с иными наборами признаков, но фиксируют также и некоторую специфику. Так, в антропологическом исследовании связей морфологических и психологических признаков [16] на материалах выборки, сходной с нашей собственной по возрастному и «профессиональному» составу (студенты МГУ в возрасте 16–21 года), показано, что набор морфологических показателей, вне зависимости от степени наследственной обусловленности разных компонентов сомы, описывается единым «морфологическим фактором». Данный фактор служит по существу вектором

макро–микросомии с высокими значениями всех антропометрических показателей на одном полюсе и малыми значениями — на противоположном. В вышеупомянутом исследовании [16] 5% порог случайных корреляций при работе с большими наборами признаков при анализе психосоматических связей фактически не преодолевается, что трактуется с точки зрения невысокого влияния генотипа на психологические свойства человека и малого взаимодействия генов, определяющих индивидуальные морфологические и психологические особенности, и это создаёт возможность стохастических ассоциаций с другими системами признаков.

Сходные результаты получены и при исследовании соизменчивости нескольких систем показателей на материалах юношеской студенческой выборки [17] — соматических, функциональных, дерматоглифических и психологических признаков, а также полиморфизма ряда генов: «однородность» отдельной автономной системы признаков, отсутствие принципиальных половых различий, небольшие значимые межсистемные связи в рамках целостности организма.

В цикле собственных работ авторов привлечение параметров ЭЭГ для комплексной оценки конституции показало неоднородность параметров внутри каждой из систем (сома, психометрика, ЭЭГ), что обсуждается в настоящей статье. Показана также более высокая частота устойчивых межсистемных связей для некоторых попарных сочетаний признаков в связи с полом [10]. В частности, общее число статистически значимых связей компонентов соматотипа с параметрами ЭЭГ, суммированное по всем диапазонам ЭЭГ, составляет 11,3% у юношей на фоне полного отсутствия статистически значимых психосоматических связей (0%); наблюдается в известной степени альтернативная, хотя и не столь чётко выраженная, картина у девушек (2,6 и 6,7% соответственно). Уровень попарных межсистемных корреляций в подобного рода междисциплинарных исследованиях составляет 0,4–0,5, что позволяет обсуждать только тенденции совместной вариации разных систем признаков. Выявленный половой диморфизм морфофункциональной основы психологических свойств хорошо укладывается в систему современных представлений о разных стратегиях адаптации мужчин и женщин. Представляется не случайным доминирование соматической платформы, или телесности, для психометрических показателей у девушек, функциональной платформы (ЭЭГ) — у юношей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе показана независимость изменчивости разных систем признаков внутри конституционального единства организма, обеспечивающая его пластичность в процессе адаптации к среде. Выявлена также определённая гетерогенность внутри каждой из рассмотренных систем показателей, которая связана в первую очередь

со степенью наследственной обусловленности признаков. Для системы морфологических показателей это скелетные размеры и показатели жиротложения с относительно высокой и низкой наследственной обусловленностью соответственно. Для системы параметров ЭЭГ — показатели мощности и когерентности с относительно высокой и низкой степенями генетической обусловленности соответственно. Система психометрических показателей делится на две совокупности — показатели саморегуляции и показатели, определённые по методике «Прогноз» и тесту для оценки уровня личностной тревожности по шкале тревоги Спилбергера, имеющие альтернативный вектор изменчивости: чем выше личностная тревожность, тем ниже показатели саморегуляции.

Ещё раз подчеркнём, что индивидуальная конституция служит алгоритмом адаптации организма к среде. В современной искусственной антропогенной среде ослаблен естественный отбор и размыты ориентиры биологической адаптации, которая уступает место адаптации поведенческой как более эффективной. В этом контексте особое значение приобретает системное изучение конституционального статуса в ходе мониторинга населения, особенно урбанизированного, для наиболее корректного определения адаптивного потенциала и морфофизиологической основы поведенческих свойств, уточнения механизмов адаптации в концентрированной антропогенной среде, сравнительной интегрированной оценки морфофункционального статуса разных этнотерриториальных групп.

Антропоэкология мегаполиса и «адаптометрия» в урбанизированной среде находятся пока в стадии накопления фактов и расширения спектра «инструментов» (систем признаков), информативность которых как маркёров адаптации к урбанизированной среде ещё не получила в научной литературе однозначной оценки. Таким образом, настоящая работа вносит свою лепту в глобальную проблему антропоэкологии современного мегаполиса.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Исследование проводилось в рамках работы над междисциплинарным проектом РФФИ № 16-06-00248 (а) «Поиск новых подходов к изучению психосоматических связей в антропологии» совместно с сотрудниками НИИ НФ им. П.К. Анохина.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов: Т.К. Федотова — концепция и дизайн исследования, статистическая обработка, анализ и интерпретация данных, написание статьи; А.К. Горбачева — сбор и обработка материала, статистическая обработка, анализ и интерпретация данных, написание статьи. Оба автора подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (оба автора внесли существенный вклад в разработку концепции,

проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Благодарности. Авторы выражают признательность Н.Н. Кулагиной, доценту МГППУ, за помощь в организации исследования, а также канд. биол. наук А.В. Ковалевой и канд. биол. наук Е.Н. Пановой — сотрудникам НИИ НФ им. П.К. Анохина, принимавшим участие в сборе материала. Приносим также благодарность студентам МГППУ, которые участвовали в исследовании.

ADDITIONAL INFO

Funding. This study was conducted as part of the work on the RFBR interdisciplinary project No. 16-06-00248 (a) "Search for new approaches to the study of psychosomatic relationships in anthropology" in conjunction with the staff of the P. K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. El-Khayat H.A., Aly G.S., Tomoum H.Y., et al. Growth hormone levels in children and adolescents with epilepsy // *Eur J Paediatr Neurol*. 2010. Vol. 14, N 6. P. 508–512. doi: 10.1016/j.ejpn.2010.02.004
2. Pescosolido M.F., Stein D.M., Schmidt M., et al. Genetic and phenotypic diversity of NHE6 mutations in Christianson syndrome // *Ann Neurol*. 2014. Vol. 76, N 4. P. 581–593. doi: 10.1002/ana.24225
3. Okumura A., Hayakawa M., Oshiro M., et al. Nutritional state, maturational delay on electroencephalogram, and developmental outcome in extremely low birth weight infants // *Brain Dev*. 2010. Vol. 32, N 8. P. 613–618. doi: 10.1016/j.braindev.2009.09.011
4. Schmidt R., Sebert C., Kosling C., et al. Neuropsychological and neurophysiological indicators of general and food-specific impulsivity in children with overweight and obesity: a pilot study // *Nutrients*. 2018. Vol. 10, N 12. P. 1983. doi: 10.3390/nu10121983
5. Anokhin A.P. Genetic psychophysiology: advances, problems, and future directions // *Int J Psychophysiol*. 2014. Vol. 93, N 2. P. 173–197. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2014.04.003
6. Ujma P.P., Konrad B.N., Gombos F., et al. The sleep EEG spectrum is a sexually dimorphic marker of general intelligence // *Sci Rep*. 2017. Vol. 7, N 1. P. 18070. doi: 10.1038/s41598-017-18124-0
7. Бунак В.В. Антропометрия. Москва : Учпедгиз, 1941. 368 с.
8. Spielberger C.D., Vagg P.R., editors. Test anxiety: Theory, assessment, and treatment. Washington–London : Taylor & Francis, 1995.
9. Моросанова В.И. Индивидуальный стиль саморегуляции: феномен, структура и функции в произвольной активности человека. Москва : Наука, 2001. 192 с.

REFERENCES

1. El-Khayat HA, Aly GS, Tomoum HY, et al. Growth hormone levels in children and adolescents with epilepsy. *Eur J Paediatr Neurol*. 2010;14(6):508–512. doi: 10.1016/j.ejpn.2010.02.004
2. Pescosolido MF, Stein DM, Schmidt M, et al. Genetic and phenotypic diversity of NHE6 mutations in Christianson syndrome. *Ann Neurol*. 2014;76(4):581–593. doi: 10.1002/ana.24225

Authors contributions: T.K. Fedotova created the study concept and design; performed data statistical processing, analysis, and interpretation; and wrote the article. A.K. Gorbacheva collected and processed the material; performed data statistical processing, analysis, and interpretation; and wrote the article. Both authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (both authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Acknowledgments. The authors express their gratitude to N.N. Kulagina, Associate Professor of Moscow State University of Psychology and Education, for assistance in organizing the study, as well as to PhD (Biology) A.V. Kovaleva and PhD (Biology) E.N. Panova, the employees of the P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, who took part in the material collection. They also express gratitude to the students of Moscow State University of Psychology and Education, who participated in the study.

10. Федотова Т.К., Горбачева А.К., Сухова А.В. Поиск новых подходов к изучению психосоматических связей в антропологии: второй этап исследования // *Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология*. 2017. № 4. С. 42–53.
11. Горбачева А.К., Ковалева А.В., Кузьмина Т.И., и др. Поиск новых подходов к изучению психосоматических связей в антропологии: первый этап исследования // *Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология*. 2016. № 3. С. 17–35.
12. Окунь Я. Факторный анализ. Москва : «Статистика», 1974. 200 с.
13. Дерябин В.Е. Многомерные биометрические методы для антропологов. Москва, 2001. 311 с.
14. Шмальгаузен И.И. Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии. Москва–Ленинград : Изд-во Академии наук СССР, 1938. 144 с.
15. Базанова О.М. Современная интерпретация альфа-активности ЭЭГ // *Международный неврологический журнал*. 2011. Т. 46, № 8. С. 96–104.
16. Дерябин В.Е., Негашева М.А., Паристова А.В. Изучение связи между морфологическими и психологическими признаками на примере московских студенток // *Вестник антропологии*. 2003. № 10. С. 176–197.
17. Негашева М.А. Модель взаимосвязей различных систем признаков с адаптационными возможностями организма в юношеском периоде онтогенеза // *Физиология человека*. 2018. Т. 44, № 4. С. 41–49. doi: 10.1134/S0131164618040112

3. Okumura A, Hayakawa M, Oshiro M, et al. Nutritional state, maturational delay on electroencephalogram, and developmental outcome in extremely low birth weight infants. *Brain Dev*. 2010;32(8):613–618. doi: 10.1016/j.braindev.2009.09.011
4. Schmidt R, Sebert C, Kosling C, et al. Neuropsychological and neurophysiological indicators of general and food-specific impulsiv-

- ity in children with overweight and obesity: a pilot study. *Nutrients*. 2018;10(12):1983. doi: 10.3390/nu10121983
5. Anokhin AP. Genetic psychophysiology: advances, problems, and future directions *Int J Psychophysiol*. 2014;93(2): 173–197. doi: 10.1016/j.jpsycho.2014.04.003
6. Ujma PP, Konrad BN, Gombos F, et al. The sleep EEG spectrum is a sexually dimorphic marker of general intelligence. *Sci Rep*. 2017;7(1):18070. doi: 10.1038/s41598-017-18124-0
7. Bunak V.V. *Антропометрия*. Moscow: Uchpedgiz; 1941. 368 p. (In Russ).
8. Spielberger CD, Vagg PR, editors. *Test anxiety: Theory, assessment, and treatment*. Washington–London: Taylor & Francis; 1995.
9. Morosanova VI. *Individualnyy stil samoregulyatsii: fenomen, struktura i funktsii v proizvolnoy aktivnosti cheloveka*. Moscow: Nauka; 2001. 192 p. (In Russ).
10. Fedotova TK, Gorbacheva AK, Sukhova AV. Search for new approaches towards studying psychosomatic correlations in anthropology: second stage of the study. *Moscow University Anthropology Bulletin*. 2017;(4): 42–53. (In Russ).
11. Gorbacheva AK, Kovaleva AV, Kuzmina TI, et al. Search for new approaches towards studying psychosomatic correlations in anthropology: first stage of the study. *Moscow University Anthropology Bulletin*. 2016;(3):17–35. (In Russ).
12. Okun Ya. *Factorniy analiz*. Moscow: Statistika; 1974. 200 p. (In Russ).
13. Deryabin V.E. *Mnogomernye biometricheskie metody dlya antropologov*. Moscow, VINITI; 2001. 311 p. (In Russ).
14. Schmalhausen II. *Organizm kak tseloe v individualnom i istoricheskom razvitii*. Moscow–Leningrad: Izd-vo Akademii nauk SSSR; 1938. 144 p. (In Russ).
15. Bazanova OM. Current interpretation of EEG alpha activity. *Mezhdunarodnyy nevrologicheskii zhurnal*. 2001;46(8):96–104. (In Russ).
16. Deryabin VE, Negasheva MA, Paristova AV. Izuchenie svyazi mezhdu morfologicheskimi i psikhologicheskimi priznakami na primere moskovskikh studentok. *Herald of Anthropology*. 2003;(10):176–197. (In Russ).
17. Negasheva MA. A model of interrelations between different systems of characteristics with the adaptation potential of the organism in the early adulthood. *Fiziologiya cheloveka*. 2018;44(4):41–49. (In Russ). doi: 10.1134/S0131164618040112

ОБ АВТОРАХ

* **Горбачева Анна Константиновна**, к.б.н., старший научный сотрудник;
адрес: Россия, 125009, Москва, ул. Моховая, д. 11;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5201-7128>;
eLibrary SPIN: 8199-7201;
e-mail: angoria@yandex.ru

Федотова Татьяна Константиновна, д.б.н., ведущий научный сотрудник;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7750-7924>;
eLibrary SPIN: 5355-2226;
e-mail: tatiana.fedotova@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Anna K. Gorbacheva**, Cand. Sci. (Biol.), Senior Research Associate;
address: 11 Mokhovaya street, 125009 Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5201-7128>;
eLibrary SPIN: 8199-7201;
e-mail: angoria@yandex.ru

Tatyana K. Fedotova, Dr. Sci. (Biol.), Leading Research Associate;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7750-7924>;
eLibrary SPIN: 5355-2226;
e-mail: tatiana.fedotova@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author