DOI: https://doi.org/10.17816/humeco705242 EDN: GRFCID

# Мозговая активность у индийских и русских студентов-мужчин, обучающихся в условиях Арктической зоны

Д.Б. Дёмин

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. акад. Н.П. Лавёрова Уральского отделения Российской академии наук, Архангельск, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Представляется актуальным понимание нейрофизиологической основы состояния напряжённой адаптации к экстремальным средовым факторам.

**Цель.** Изучение электроэнцефалографических изменений у индийских и русских студентов-мужчин, обучающихся в условиях Арктической зоны Российской Федерации.

**Методы.** Обследованы 80 студентов-мужчин в возрасте 19–21 года (Архангельск, 64°33′ с.ш. 40°32′ в.д.). Сформированы 2 группы: студенты, приехавшие на обучение из Индии и проживающие на Севере более одного года ($n$=40), и российские студенты, постоянно проживающие на Севере ($n$=40). Электроэнцефалограмму регистрировали в положении испытуемого сидя с закрытыми глазами, её характеристику проводили по динамике значений спектральной мощности (мкВ$^2$) в каждом частотном диапазоне.

**Результаты.** В группе индийских студентов, в сравнении с русскими, отмечены более высокие показатели мощности тета-ритма по всем отведениям электроэнцефалограммы, особенно в лобных и центральных областях ($p$ <0,05), что может ассоциироваться с повышенной когнитивной нагрузкой и состоянием стресса. Тип электроэнцефалограммы с организованной альфа-активностью преобладал в обеих группах обследованных студентов, при этом в индийской группе также выявлены более высокие значения в лобно-центрально-височных отделах мозга ($p$ <0,05), что может являться компенсаторным механизмом для подавления избыточной сенсорной или когнитивной обработки и стабилизации внутреннего состояния в условиях хронического стрессора. Значимо более высокие значения мощности бета$_1$-активности у индийских студентов показаны для левых лобной и центральной областей ($p$ <0,05), что, вероятно, связано с функциями когнитивного контроля, бдительностью и соматомоторной подготовкой.

**Заключение.** Глобальное повышение мощности тета-, альфа- и бета$_1$-активности в лобных областях может являться признаком гиперактивной работы фронтоталамической системы и сети пассивного режима работы мозга. Полученные данные демонстрируют, что мозг представителей разных культур может функционировать в различных «базовых режимах», что, вероятно, является результатом длительной адаптации к различным средам, культурным практикам, языкам и образовательным системам.

**Ключевые слова:** электроэнцефалография; биоэлектрическая активность мозга; индийские студенты; русские студенты; адаптация; Арктика.

**Как цитировать:**
Дёмин Д.Б. Мозговая активность у индийских и русских студентов-мужчин, обучающихся в условиях Арктической зоны // Экология человека. 2026. Т. 33, № 5. С. 323–330. DOI: 10.17816/humeco705242 EDN: GRFCID

**Рукопись поступила:** 31.03.2026 **Рукопись одобрена:** 12.05.2026 **Опубликована online:** 05.06.2026

ЭКО • ВЕКТОР

Распространяется на условиях лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International
© Эко-Вектор, 2026

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco705242 EDN: GRFCID

# Brain Activity in Indian and Russian Students Studying in the Russian Arctic Zone

Denis B. Demin

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia

## ABSTRACT

***BACKGROUND:*** Understanding the neurophysiological basis of stressful adaptation to extreme environmental factors is important.

***AIM:*** To investigate electroencephalographic changes in Indian and Russian male students studying in the Russian Arctic zone.

***METHODS:*** We examined 80 male students aged 19–21 years (Arkhangelsk, 64°33′ N, 40°32′ E). Two groups were formed: students from India who had been living in the North for more than one year ($n$ = 40), and Russian students permanently residing in the North ($n$ = 40). EEG was recorded with subjects sitting with eyes closed; spectral power ($\mu V^2$) in each frequency band was analyzed.

***RESULTS:*** Compared with Russians, Indian students showed higher theta power across all EEG leads, especially in frontal and central regions ($p < 0.05$), which may reflect increased cognitive load and stress. An organized alpha pattern predominated in both groups; however, the Indian group also showed higher alpha power in fronto-centro-temporal regions ($p < 0.05$), possibly as a compensatory mechanism to reduce excessive sensory/cognitive processing and stabilize internal state under chronic stress. Beta1 power was significantly higher in Indian students in the left frontal and central areas ($p < 0.05$), which may relate to cognitive control, vigilance, and somatomotor preparation.

***CONCLUSION:*** Global increases in theta, alpha, and beta1 power in the frontal regions may indicate hyperactive fronto-thalamic and default mode network activity. These findings suggest that brains from different cultures may operate in distinct "baseline modes," likely reflecting long-term adaptation to different environments, cultural practices, languages, and educational systems.

**Keywords:** electroencephalography; brain electrical activity; Indian students; Russian students; adaptation; Arctic.

**To cite this article:**
Demin DB. Brain Activity in Indian and Russian Students Studying in the Russian Arctic Zone. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology).* 2026;33(5):323–330. DOI: 10.17816/humeco705242 EDN: GRFCID

**Received:** 31.03.2026 **Accepted:** 12.05.2026 **Published online:** 05.06.2026

ECO•VECTOR

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License
© Eco-Vector, 2026

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco705242 EDN: GRFCID

# 在北极地区条件下学习的印度和俄罗斯男学生的大脑活动

Denis B. Demin

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia

**摘要**

**论证。**理解对极端环境因素紧张适应状态的神经生理学基础具有现实意义。

**目的。** 研究在俄罗斯联邦北极地区条件下学习的印度和俄罗斯男学生的脑电图变化。

**方法。** 对80名19-21岁的男学生进行了检查（阿尔汉格尔斯克，北纬64° 33′，东经40° 32′）。形成2组：从印度来学习并在北方居住超过一年的学生（*n*=40），以及常驻北方的俄罗斯学生（*n*=40）。在受试者闭眼坐姿下记录脑电图，通过每个频段频谱功率值（μV²）的动态变化来描述其特性。

**结果。** 与俄罗斯学生相比，印度学生组在所有脑电图导联上显示出更高的θ节律功率指标，尤其在额叶和中央区域（$p < 0.05$），这可能与认知负荷增加和应激状态有关。具有组织化α活性的脑电图类型在两组受检学生中均占优势，与此同时，印度组在额-中央-颞叶脑区也显示出更高的值（$p < 0.05$），这可能是慢性应激源条件下抑制过量感觉或认知处理及稳定内部状态的补偿机制。印度学生在左额叶和中央区域显示出显著更高的β1活性功率值（$p < 0.05$），这可能与认知控制、警觉性和体感运动准备功能有关。

**结论。** 额叶区域θ、α和β1活性的全局性升高可能是额-丘脑系统和脑网络被动工作模式过度活跃的标志。所得数据表明，不同文化代表者的大脑可能在不同的“基础模式”下运作，这很可能是长期适应不同环境、文化实践、语言和教育系统的结果。

**关键词：** 脑电图；脑生物电活动；印度学生；俄罗斯学生；适应；北极。

**引用本文**:
Demin DB. 在北极地区条件下学习的印度和俄罗斯男学生的大脑活动. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology).* 2026;33(5):323–330. DOI: 10.17816/humeco705242 EDN: GRFCID

**收到:** 31.03.2026 **接受:** 12.05.2026 **发布日期:** 05.06.2026

ECO•VECTOR
The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License
© Eco-Vector, 2026

## ОБОСНОВАНИЕ

Современная нейрофизиология сталкивается с нерешённым вопросом о существовании и природе «базового нейрофизиологического тонуса» мозга, детерминированного условиями онтогенеза в различных климатогеографических и культурных средах. Перемещение людей из тропической зоны (Юго-Восточная Азия) в условия высоких широт (Север России) представляет собой уникальную модель «кросс-культурного стресса», где экстремальные факторы среды (холод, фотопериодичность) накладываются на необходимость смены когнитивных паттернов (новый язык, социальная среда, бытовой уклад, образовательная система) [1].

В северных широтах краткосрочный этап адаптации к стрессовым воздействиям характеризуется повышением уровня тревожности, снижением показателей умственной и физической работоспособности, пограничными изменениями гормонального профиля, а также активацией структур, ответственных за эмоциогенную регуляцию [2].

Центральная нервная система, являясь одной из наиболее лабильных систем, оперативно реагирующих на нарушения гомеостатического баланса при взаимодействии организма с окружающей средой, играет ключевую роль в реализации адаптационных реакций. У лиц, постоянно проживающих в арктическом регионе, по сравнению с жителями южных территорий, выявлена более сложная архитектура кортиковисцеральных взаимодействий, специфическая структура когерентности ритмов электроэнцефалограммы (ЭЭГ), а также доминирование правого полушария в обеспечении церебральных функций [3].

Процессы адаптации к условиям Севера у иностранных студентов, прибывших из тропического климата, обусловливают интенсификацию функционирования различных церебральных структур, что закономерно приводит к трансформации функциональной организации постоянного потенциала головного мозга и сопровождается значительным увеличением его энергетического метаболизма [4]. Холодовой стресс также является мощным модулятором нейродинамики. Исследования показывают, что воздействие низких температур или специфические тренировки устойчивости к холоду изменяют спектральные характеристики ЭЭГ (особенно в тета- и альфа-диапазонах), причём у иностранных студентов эти изменения выражены в виде дезинтеграции корково-подкорковых взаимодействий [5].

Актуальность нашего исследования обусловлена двумя основными факторами: ростом числа студентов из тропических регионов в арктических и субарктических университетах, требующим научно обоснованных подходов к сохранению их психического и когнитивного здоровья, а также высокой частотой дезадаптивных состояний, тревожности и риска психосоматических патологий у мигрантов, диктующих необходимость разработки объективных нейрофизиологических маркёров стресса до развития клинических проявлений [6].

В настоящее время недостаточно изучены сравнительные нейрофизиологические паттерны, отражающие различные режимы функционирования мозга у студентов-мигрантов из тропической зоны, при комплексной северной адаптации к экстремальным средовым факторам, по сравнению со студентами, являющимися постоянными жителями арктического региона.

**Цель исследования.** Изучение изменений электроэнцефалограммы у индийских и русских студентов, обучающихся в условиях Арктической зоны Российской Федерации.

## МЕТОДЫ

Проведено поперечное нерандомизированное сравнительное исследование, в котором приняли участие 80 практически здоровых людей мужского пола в возрасте от 19 лет до 21 года, являющихся студентами Северного государственного медицинского университета (Архангельск, 64°33′ с.ш. 40°32′ в.д.). Были сформированы 2 группы: студенты, приехавшие на обучение из Индии и проживающие в Архангельске более одного года ($n$=40), и российские студенты восточно-славянской этнической группы, родившиеся и постоянно проживающие в Архангельске ($n$=40). Обследуемых мужчин выбирали на добровольной основе, критерием исключения служило наличие в анамнезе травм головного мозга, неврологических и психических нарушений, употребление психоактивных веществ. Все исследования проводили в октябре и ноябре 2023 г.

Всем испытуемым в положении сидя, в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами в период с 9 до 14 ч регистрировали ЭЭГ в течение 2 мин на электроэнцефалографе «Нейрон-Спектр-4/ВПМ» («Нейрософт», Иваново) монополярно от 16 стандартных отведений, электроды устанавливали по международной системе «10–20» с ушными референтными электродами. При оценке ЭЭГ выделяли безартефактные отрезки записи длительностью 60 с на каждом этапе исследования, спектр анализировали по тета- (4,0–6,9 Гц), альфа- (7,0–12,9 Гц), бета$_1$- (13–24 Гц) диапазонам. Для количественной оценки спектра ЭЭГ в каждом частотном диапазоне проводили усреднённую для каждого испытуемого оценку значений полной мощности (мкВ$^2$).

Полученные результаты обрабатывали при помощи компьютерного пакета прикладных программ Statistica v. 10.0 (StatSoft Inc., США). Так как в большинстве случаев распределение признаков в выборках не подчинялось закону нормального распределения (оценка по критерию Шапиро–Уилка), статистическую обработку проводили непараметрическими методами, учитывали медиану (Me), нижний и верхний квартили ($Q_{25}$; $Q_{75}$). Для проверки статистической гипотезы разности значений использовали критерий Манна–Уитни для двух независимых групп.

Критическим уровнем значимости при проверке статистических гипотез принимали $p$ <0,05.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

При анализе фоновых уровней спектральной мощности основных частотных диапазонов ЭЭГ выявлены определённые отличия между обследуемыми группами индийских и русских студентов-мужчин (рис. 1).

Мощность тета-ритма у индийских студентов одинаково сильно распространена по конвекситальной поверхности скальпа в переднезаднем направлении и в 1,5–2 раза ниже в височных областях. В группе индийских студентов в сравнении с русскими отмечены более высокие показатели мощности тета-ритма по всем отведениям ЭЭГ, особенно в лобных и левой центральной областях ($p$ <0,05).

Тип ЭЭГ с организованной альфа-активностью преобладал в обеих группах обследованных студентов, в представленности альфа-ритма у большинства лиц сохранены зональные отличия. По аналогии с показателями медленноволновой активности в группе индийских студентов выявлены более высокие значения мощности альфа-ритма. Наиболее значимые межрегиональные отличия показаны для левых височной и центральной, а также для обеих лобных областей ($p$ <0,05).

Спектральная мощность бета$_1$-активности у большинства обследованных студентов также преобладает в центральных и задних отделах скальпа. Значимо более высокие значения у индийских студентов показаны для левых лобной и центральной областей ($p$ <0,05).

Статистически значимых межполушарных различий в уровнях спектральной мощности основных частотных диапазонов ЭЭГ не было выявлено ни у индийских, ни у русских студентов.

Оценку индекса когнитивной вовлечённости (ИКВ) проводили на основе фронтальной спектральной мощности основных частотных диапазонов ЭЭГ. Использовали формулу: *ИКВ = (мощность бета$_1$ F3 + мощность бета$_1$ F4) / (мощность альфа F3 + мощность альфа F4 + мощность тета F3 + мощность тета F4)*. ИКВ у индийских студентов — 0,112, у русских — 0,103 ($p$ <0,05).

## ОБСУЖДЕНИЕ

### Резюме основного результата исследования

Полученные в нашей работе результаты указывают на статистически значимые кросс-культурные и этнические различия в базовой организации биоэлектрической активности мозга между двумя популяциями: коренными жителями Севера (русские студенты) и новоприбывшими мигрантами из тропической зоны (индийские студенты) после одного года проживания в условиях Севера России. Это не просто различия, а конкретный паттерн: у индийских студентов-мужчин наблюдается систематически более высокая мощность тета-, альфа- и бета-ритмов в лобных и центральных областях, особенно слева.

### Интерпретация результатов исследования

Повышенная фронтальная тета-активность в состоянии покоя часто ассоциируется с когнитивной нагрузкой, умственным усилием и состоянием стресса [7, 8]. Это может указывать на то, что мозг индийских студентов даже в фоновом режиме работает в состоянии внутренней концентрации и повышенной готовности к обработке информации в непривычной их культурному контексту среде [9]. Снижение тета-мощности в височных областях требует осторожной интерпретации, но может быть связано

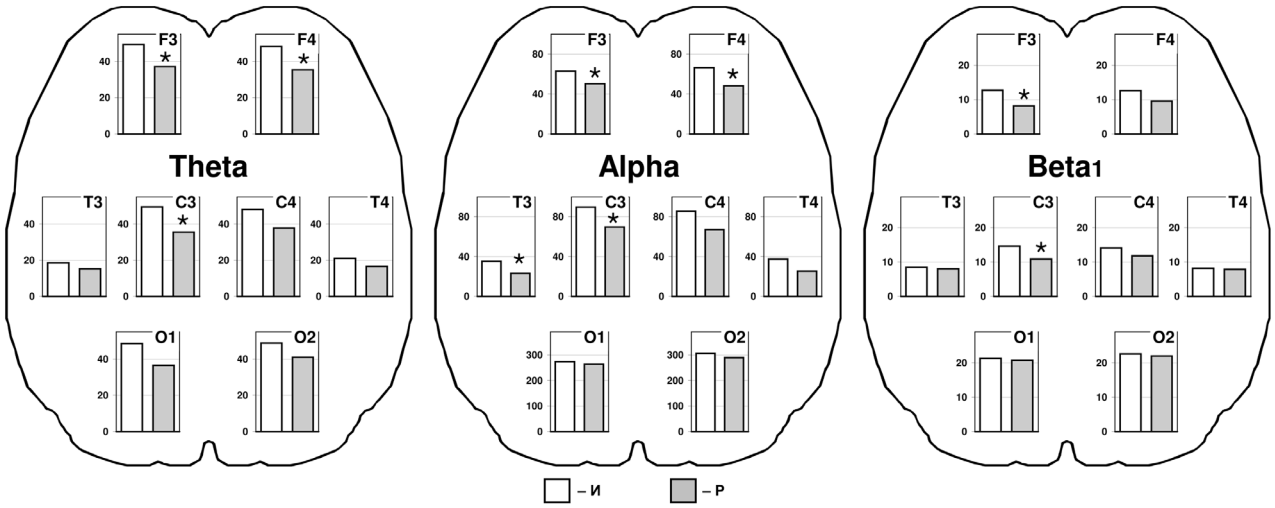


**Рис. 1.** Уровни спектральной мощности (мкВ$^2$) основных частотных диапазонов электроэнцефалограммы (ЭЭГ) у индийских (И) и русских (Р) студентов-мужчин. F3, F4, C3, C4, T3, T4, O1, O2 — левые и правые лобные, центральные, височные и затылочные отведения ЭЭГ. Статистически значимое отличие между группами: * $p$ <0,05.

**Fig. 1.** Spectral power (mcV$^2$) values of the basic EEG frequency bands in Indian (И) and Russian (P) students. F3, F4, C3, C4, T3, T4, O1, O2 – left and right frontal, central, temporal and occipital EEG points. Statistically significant difference between groups: * $p$ < 0.05.

с особенностями когнитивных стратегий и обработки сенсорной или эмоциональной информации.

Традиционно альфа-ритм в лобных и центральных областях мозга интерпретируется как маркёр релаксации и направленных внутрь внимания и саморегуляции. Однако в контексте адаптации его повышение у индийских студентов-мужчин, особенно в сочетании с высоким тета-ритмом, может отражать иное. Это может быть компенсаторным механизмом для подавления избыточной сенсорной или когнитивной обработки, попыткой мозга стабилизировать внутреннее состояние в условиях хронического, но умеренного стрессора [10]. Так называемый фронтальный альфа-ритм можно также считать маркёром активного торможения нерелевантных сетей мозга для эффективного выполнения задачи. Это может указывать на различия в нейрокогнитивном фоне у этнических групп при решении задач [11].

Повышенная бета$_1$-активность в левых лобной и центральной областях напрямую связана с сенсомоторной интеграцией, активным целенаправленным мышлением и бдительностью. Левое полушарие часто ассоциируется с аналитической и последовательной обработкой информации. Более высокий фон бета-активности может отражать повышенную готовность соответствующих нейронных сетей к соматомоторному планированию и когнитивному контролю [12].

Глобальное преобладание ЭЭГ-мощности тета-, альфа- и бета$_1$-диапазонов в лобных областях у индийских студентов, видимо, является признаком гиперактивной работы фронтоталамической системы и сети пассивного режима работы мозга (Default Mode Network) [13]. Это может означать усиленную внутреннюю обработку, саморефлексию и постоянный когнитивный контроль, что энергетически более затратно. Кроме того, синергичное увеличение фронтальной тета- и бета-мощности ЭЭГ является устойчивым электрофизиологическим коррелятом состояния психосоциального стресса и тревоги [7, 14]

Предложенный ранее ИКВ позволяет учитывать поведенческие параметры в зависимости от изменения активности ЭЭГ [15]. Этот индекс предполагает, что увеличение мощности бета-ритма связано с увеличением активности мозга во время выполнения когнитивных задач. При этом увеличение активности альфа- и тета-ритмов связано со снижением умственной бдительности. С учётом статистической значимости различий в отдельных ЭЭГ-ритмах итоговый более высокий ИКВ может указывать на то, что индийские студенты достигают сопоставимого уровня вовлечённости за счёт больших нейрофизиологических затрат (компенсаторный механизм), что и является сутью напряжённой адаптации.

Полученные данные демонстрируют, что мозг представителей разных культур может функционировать в различных «базовых режимах» или «нейрофизиологических тонусах», что, вероятно, является результатом длительной адаптации к различным средам, культурным практикам, языкам и образовательным системам. Отсутствие межполушарных различий в обеих группах подчёркивает, что выявленные эффекты связаны именно с особенностью общего фонового состояния коры, а не с латерализацией функций. При этом русская группа адаптирована более энергоэффективно, а индийская — энергозатратно. Состояние индийских студентов можно охарактеризовать как метастабильное; оно может перейти как в полноценную адаптацию при дальнейшей акклиматизации, так и в срыв (дезадаптацию) при действии дополнительных стресс-факторов.

Наши результаты имеют практическую значимость, выходящую за рамки фундаментальной науки. Они подчёркивают необходимость учёта этнического фактора как важной переменной во всех прикладных областях, связанных с использованием ЭЭГ. Наиболее востребованы эти данные будут в клинической неврологии и нейрореабилитации для создания точных диагностических критериев, а также в быстро развивающихся областях нейротехнологий (нейроинтерфейсы, биоуправление) для обеспечения их эффективности.

## Ограничения исследования

Представленное исследование имеет ряд методологических ограничений, которые необходимо учитывать при интерпретации полученных результатов.

Во-первых, ограничением дизайна является отсутствие у нас данных о фоновой ЭЭГ индийских студентов, зарегистрированной до их переезда в Россию. Объективные логистические и этические трудности предопределили невозможность оценки исходных (преэкспозиционных) характеристик биоэлектрической активности мозга, что не позволяет однозначно разделить вклад долговременных этнопопуляционных особенностей и собственно адаптационных изменений, вызванных комплексом новых климатических, социальных и образовательных факторов. Следовательно, интерпретация обнаруженных межгрупповых различий как результата «кросс-культурного стресса» и северной адаптации требует подтверждения в дальнейших продольных исследованиях с включением группы внешнего контроля — индийских студентов, обследованных у себя на родине по идентичному протоколу.

Во-вторых, сравнительный анализ спектральной мощности ЭЭГ проводился на групповом уровне без контроля индивидуальных социально-психологических характеристик (уровня ситуативной и личностной тревожности, качества сна, степени социальной интеграции и субъективной оценки стресса). Хотя дизайн работы был ориентирован на выявление популяционных различий между коренными жителями Севера и мигрантами из тропической зоны, вклад психоэмоциональных факторов в наблюдаемые межгрупповые эффекты не может быть полностью исключён. В будущих исследованиях целесообразно дополнить протокол стандартизированными психометрическими инструментами и использовать ковариационный

анализ для разделения влияний этносредовых и индивидуально-психологических переменных.

В-третьих, оценка межполушарной асимметрии в данной работе ограничена сопоставлением абсолютной спектральной мощности симметричных отведений ЭЭГ. Сделанный на этой основе вывод об отсутствии значимых межполушарных различий справедлив исключительно для рассматриваемых нами амплитудных характеристик спонтанной ЭЭГ-ритмики. Вместе с тем известно, что функциональная асимметрия мозга может проявляться на уровне кортикокортикальной связанности даже при симметричной мощности ЭЭГ-ритмов, что подтверждается исследованиями когерентности и кросс-корреляционных связей в норме и при патологии. Таким образом, отсутствие в настоящем анализе когерентных и кросс-корреляционных показателей не позволяет полностью исключить наличие латерализованных особенностей биоэлектрической активности мозга. Дальнейшие работы в этом направлении должны включать оценку функциональной коннективности как минимум в ЭЭГ-диапазонах альфа- и бета-ритмов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам ЭЭГ обследования индийских и русских студентов мужского пола (19–21 года) после первого года обучения в университете Арктической зоны установлены системные различия в их нейрофизиологическом статусе. Наибольшая устойчивость подкорковых диэнцефальных мозговых структур (стабильность тета-активности ЭЭГ) показана у русских студентов, а более высокие показатели медленных волн по всем отведениям ЭЭГ, особенно в лобно-центральных отделах, отмечены у индийских студентов. Сочетано более высокая альфа- и бета-активность в передних и центральных отделах мозга у индийских студентов отражает как усиленное влияние таламических и стволовых структур на биоэлектрогенез коры, так и более широкое вовлечение сенсомоторной коры и медиабазальных структур. Общая картина ЭЭГ-паттернов говорит о том, что через год проживания на Севере у индийских студентов не завершился процесс полной физиологической адаптации. Их мозг функционирует в режиме повышенной мобилизации, что может являться предиктором повышенного риска развития синдрома хронической усталости, тревожных расстройств или снижения когнитивного резерва при дополнительных нагрузках.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Д.Б. Дёмин — разработка концепции и дизайна исследования, получение первичных данных, их анализ, визуализация и интерпретация, написание текста рукописи. Автор одобрил рукопись (версию для публикации), а также согласился нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

**Этическая экспертиза.** Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России (протокол № 03/04-23 от 26.04.2023).

**Согласие на публикацию.** Все участники исследования добровольно подписали форму информированного согласия до включения в исследование.

**Источники финансирования.** Работа выполнена в рамках темы фундаментальных научно-исследовательских разработок Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики им. акад. Н.П. Лавёрова Уральского отделения Российской академии наук № 125022002730-2.

**Раскрытие интересов.** Автор заявляет об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

**Оригинальность.** При создании настоящей работы автор не использовал ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

**Доступ к данным**. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима, новые данные не собирали и не создавали.

**Генеративный искусственный интеллект.** При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

**Рассмотрение и рецензирование.** Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внешних рецензента, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Author contributions:** D.B. Demin: conceptualization, methodology, investigation, formal analysis, visualization, writing.The author approved the version of the manuscript to be published and agreed to be accountable for all aspects of the work, ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

**Ethics approval:** The study was approved by the Local Ethics Committee of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Medical Education of the Ministry of Health of the Russian Federation (Minutes No. 03/04-23, dated April 26, 2023).

**Consent for publication:** All participants provided written informed consent to participate in the study.

**Funding sources:** The work was part of fundamental scientific research development No. 125022002730-2 of the Federal Research Center for Integrated Arctic Studies named after Academician N.P. Laverov (Ural Branch of the Russian Academy of Sciences).

**Disclosure of interests:** The authors have no relationships, activities, or interests for the last three years related to for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

**Statement of originality:** No previously published material (text, images, or data) was used in this work.

**Data availability statement:** The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work, as no new data was collected or created.

**Generative AI:** No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.

**Provenance and peer-review:** This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer-review process involved two external reviewers, a member of the Editorial Board, and the in-house science editor.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES


1. Khokhlova LA, Andreeva EA, Kiseleva LG, et al. Russian medical education from international students' view point: challenges and coping strategies. *Russian Journal of Education and Psychology*. 2022;13(5):82–98. doi: 10.12731/2658-4034-2022-13-5-82-98 EDN: BERHWJ
2. Sawatzky A, Cunsolo A, Jones-Bitton A, et al. Responding to climate and environmental change impacts on human health via integrated surveillance in the circumpolar North: a systematic realist review. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(12):2706. doi: 10.3390/ijerph15122706 EDN: KNQRXZ
3. Murtazina EP, Korobeynikova II, Poskotinova LV, et al. Analysis of cognitive functions and neurophysiological processes in adaptation of human to conditions of the Arctic Region. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2023;31(3):293–304. doi: 10.17816/PAVLOVJ109581 EDN: FLNEIA
4. Kiryanov AB, Gribanov AV, Kozhevnikova IS, et al. Direct current potential of brain as a stress marker on different stages of adaptation in Northern climates. *Int J Biomed*. 2023;13(4):360–363. doi: 10.21103/Article13(4)_ShC1 EDN: GMISLK
5. Tolstoguzov SN, Fisher TA, Naida YV, Lepunova ON. Impact of persistent cold stress on spectral characteristics of EEG alpha and theta rhythms in military academy cadets. *Medicine of Extreme Situations*. 2024;26(1):72–80. doi: 10.47183/mes.2024.016 EDN: NXMKXF
6. Karpova AG, Afanaseva EB, Tamozhnikov SS, Savostyanov AN. Methodological approach to the study of neurophysiological mechanisms of adaptation to North by analyzing EEG correlates of motor activity. *Vestnik of North-Eastern Federal University. Medical Sciences*. 2020;(2):5–16. doi: 10.25587/SVFU.2020.19.2.012 EDN: HLSYKS
7. Sauseng P, Griesmayr B, Freunberger R, Klimesch W. Control mechanisms in working memory: a possible function of EEG theta oscillations. *Neurosci Biobehav Rev*. 2010;34(7):1015–1022. doi: 10.1016/j.neubiorev.2009.12.006
8. Cavanagh JF, Shackman AJ. Frontal midline theta reflects anxiety and cognitive control: meta-analytic evidence. *J Physiol Paris*. 2015;109(1-3):3–15. doi: 10.1016/j.jphysparis.2014.04.003
9. Mitchell TM, Shinkareva SV, Carlson A, et al. Predicting human brain activity associated with the meanings of nouns. *Science*. 2008;320(5880):1191–1195. doi: 10.1126/science.1152876
10. Bazanova OM, Vernon D. Interpreting EEG alpha activity. *Neurosci Biobehav Rev*. 2014;44:94–110. doi: 10.1016/j.neubiorev.2013.05.007 EDN: UENRUF
11. Klimesch W. An algorithm for the EEG frequency architecture of consciousness and brain body coupling. *Front Hum Neurosci*. 2013;7:766. doi: 10.3389/fnhum.2013.00766
12. Engel AK, Fries P. Beta-band oscillations-signalling the status quo? *Curr Opin Neurobiol*. 2010;20(2):156–165. doi: 10.1016/j.conb.2010.02.015 EDN: NAPLRN
13. Azarias FR, Almeida GHDR, de Melo LF, et al. The journey of the default mode network: development, function, and impact on mental health. *Biology (Basel)*. 2025;14(4):395. doi: 10.3390/biology14040395 EDN: QYYKAW
14. Minguillon J, Perez E, Lopez-Gordo MA, et al. Portable system for real-time detection of stress level. *Sensors (Basel)*. 2018;18(8):2504. doi: 10.3390/s18082504
15. Coelli S, Sclocco R, Barbieri R, et al. EEG-based index for engagement level monitoring during sustained attention. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2015;2015:1512-5. doi: 10.1109/EMBC.2015.7318658


## ОБ АВТОРЕ


*** Дёмин Денис Борисович,** д-р мед. наук;
адрес: Россия, 163000, Архангельск, пр-кт Ломоносова, д. 249;
ORCID: 0000-0001-7912-9226;
eLibrary SPIN: 6565-4657;
e-mail: denisdemin@mail.ru


## AUTHOR'S INFO


*** Denis B. Demin,** Dr. Sci. (Medicine);
address: 249 Lomonosov ave, Arkhangelsk, Russia, 163000;
ORCID: 0000-0001-7912-9226;
eLibrary SPIN: 6565-4657;
e-mail: denisdemin@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author