

З.Ф. Зверева, Л.И. Фортунатова, С.С. Картусов, А.А. Косенков

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ГОЛОВНОГО МОЗГА У РАБОТНИКОВ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ, РАБОТАЮЩИХ В СЛОЖНЫХ И УМЕРЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Зоя Фёдоровна Зверева, e-mail: zvereva01@yandex.ru

РЕФЕРАТ

Цель: Сравнение показателей функциональной активности головного мозга у сотрудников атомной отрасли, выполнявших профессиональные обязанности в экстремальных условиях Крайнего Севера и в условиях средней полосы центральной части России.

Материал и методы: Были обследованы группы сотрудников: 1) выполнявших ответственные работы в условиях Крайнего Севера; 2) выполнявших профессиональные обязанности в климатических условиях средней полосы центральной части России, имеющие высокий и 3) низкий уровень психофизиологической адаптации.

Уровень ПФА определялся в ходе комплексного исследования, которое включало психодиагностические и сенсомоторные тесты, а также измерения артериального давления и вариабельности сердечного ритма.

Функциональную активность головного мозга оценивали на различных уровнях: корковом, корково-подкоркового взаимодействия, центральной регуляции вегетативной нервной системы. Оценка производилась по показателям визуального анализа ЭЭГ. Рассмотрены: 1) Тип ЭЭГ; 2) Устойчивость/неустойчивость динамики ЭЭГ; 3) Низкий/высокий индекс низкочастотной β_1 -активности; 4) Отсутствие/наличие всплеск билатерально-синхронных волн.

Результаты: Перечисленные показатели, отражающие как соответствие норме, так и нарушения, возникающие при различной патологии и неблагоприятных воздействиях окружающей среды, по данным литературы, рассматриваются как маркеры стрессового воздействия на организм человека.

Проведенное исследование позволяет обоснованно предположить:

- деятельность сотрудников атомной отрасли, выполняющих ответственные работы в условиях Крайнего Севера, осуществляется в условиях стрессового воздействия климатических условий на организм человека;
- деятельность сотрудников атомной отрасли, выполняющих профессиональные обязанности в климатических условиях средней полосы центральной части России, имеющих высокий уровень психофизиологической адаптации, осуществляется без стрессового воздействия на организм человека;
- деятельность сотрудников атомной отрасли, выполняющих профессиональные обязанности в климатических условиях центральной части России, имеющих низкий уровень психофизиологической адаптации, в возрасте < 40 лет осуществляется без стрессового воздействия на организм человека; в возрасте > 40 лет – при стрессовых воздействиях, не связанных с климатом.

Ключевые слова: головной мозг, функциональная активность, биоэлектрическая активность, ЭЭГ, психофизиологическая адаптация, сложные климатические условия, Крайний Север

Для цитирования: Зверева З.Ф., Фортунатова Л.И., Картусов С.С., Косенков А.А. Функциональная активность головного мозга у работников атомной отрасли, работающих в сложных и умеренных климатических условиях // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2026. Т. 71. № 3. С. 60–65. DOI:10.33266/1024-6177-2026-71-3-60-65

Z.F. Zvereva, L.I. Fortunatova, S.S. Kartusov, A.A. Kosenkov

Functional Brain Activity: a Comparison of Nuclear Industry Workers in Harsh and Moderate Climatic Conditions

A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

Contact person: Z.F. Zvereva, e-mail: zvereva01@yandex.ru

ABSTRACT

Purpose: To compare the indicators of functional activity of the brain in nuclear industry employees who performed professional duties in the extreme conditions of the Far North and in the conditions of the central part of Russia.

Material and methods: The following employees were compared: 1) employees performing responsible work in the Far North; 2) employees performing professional duties under the climatic conditions of the central part of Russia, having a high level of psychophysiological adaptation (PA); 3) employees performing professional duties in the climatic conditions of the central part of Russia, having a low level of PA. The PA level was determined during a comprehensive study, which included psychodiagnostic and sensorimotor tests, as well as blood pressure measurements and heart rate variability.

The functional activity of the brain was assessed at the following functional levels: cortical, cortical-subcortical interaction, and central regulation of the autonomic nervous system. The assessment was performed based on the visual analysis of the EEG. Considered: 1) EEG type; 2) Stability/instability of EEG dynamics; 3) Low/high index of low-frequency β_1 -activity; 4) Absence/presence of bilaterally-synchronous wave bursts.

Results: According to the literature, the listed parameters are considered markers of stress impact on the human body. These indicators reflect both normal functioning and disorders resulting from various pathologies or adverse environmental factors.

The conducted research allows us to reasonably assume:

- the activities of employees of the nuclear industry, who perform responsible work in the Far North, are carried out under the conditions of stress effects of climatic conditions on the human body;
- the activities of employees of the nuclear industry who perform their professional duties in the climatic conditions of the central part of Russia, which have a high level of PA, are carried out without the stressful effects on the human body;
- the activities of nuclear industry employees performing professional duties in the climatic conditions of the central part of Russia, having a low level of psychophysiological adaptation, at the age of < 40 years old are carried out without stressful effects on the human body; at the age of > 40 years old – with stressful effects unrelated to the climate.

Keywords: brain, functional activity, bioelectric activity, EEG, psychophysiological adaptation, difficult climatic conditions, Far North

For citation: Zvereva ZF, Fortunatova LI, Kartusov SS, Kosenkov AA. Functional Brain Activity: a Comparison of Nuclear Industry Workers in Harsh and Moderate Climatic Conditions. Medical Radiology and Radiation Safety. 2026;71(3):60–65. DOI:10.33266/1024-6177-2026-71-3-60-65

Введение

Климатические факторы Крайнего Севера (низкие температуры, фотопериодичность, ветровые нагрузки, специфическая солнечная активность, сильные ветра, магнитные бури, повышенное атмосферное давление [1, 2]) оказывают неблагоприятное влияние на организм человека, приводят к ухудшению здоровья и психофизиологической адаптации (ПФА), высокий уровень которых является необходимым условием для успешной и надёжной профессиональной деятельности [3, 4]. Это определяет актуальность вопросов совершенствования медико-психофизиологического обеспечения работников, выполняющих особо ответственные работы в условиях Крайнего Севера.

Проведение сравнительного исследования функциональной активности (ФА) головного мозга (ГМ) у работников, чья деятельность связана с экстремальными условиями Крайнего Севера, и работников, выполняющих профессиональные обязанности в условиях средней полосы центральной части России, может дать ключ к пониманию механизмов адаптации, её возможных нарушений. Это позволит своевременно выявлять сигналы снижения адаптационных возможностей работников и разрабатывать эффективные реабилитационные и оздоровительные программы для улучшения функционального состояния и повышения работоспособности специалистов.

Цель работы – сравнение показателей функциональной активности головного мозга у сотрудников атомной отрасли, выполняющих профессиональные обязанности в экстремальных условиях Крайнего Севера и в условиях средней полосы центральной части России.

Материал и методы

В работе сравнивалась ФА ГМ у лиц разного возраста – < 40 лет, и > 40 лет; все мужчины. Были обследованы:

1. Сотрудники атомной отрасли, выполняющие работы в условиях Крайнего Севера: < 40 лет (14 чел., 33,4±3,2); > 40 лет (10 чел., 45,1±3,9) – «Основная группа».
2. Сотрудники атомной отрасли, выполняющие профессиональные обязанности в климатических условиях средней полосы центральной части России, имеющие функциональное состояние (ФС) на уровне здорового человека, или высокий уровень ПФА [3, 4]: < 40 лет (39 чел., 31,1±4,0); > 40 лет (61 чел., 47,6±3,6) – «Группа сравнения *высокий уровень ПФА*».
3. Сотрудники атомной отрасли, выполняющие профессиональные обязанности в климатических условиях средней полосы центральной части России, имеющие сниженное ФС относительно здорового человека, без противопоказаний к выполнению трудовой деятельности – или низкий уровень ПФА [3, 4]: < 40 лет (27 чел., 33,2±3,1); > 40 лет (50 чел., 47,9±3,0) – «Группа сравнения *низкий уровень ПФА*».

Уровни ПФА определяли с помощью АПК ПФС-КОНТРОЛЬ [5, 6] в ходе комплексного исследования, которое включало психодиагностические и сенсомоторные тесты, а также измерения артериального давления и вариабельности сердечного ритма.

Оценивали активность структурных образований головного мозга (ГМ), отражающих психический, психофизиологический, физиологический уровни функционирования ГМ [7–9].

Структурно-функциональное образование (СФО), отражающее психический уровень и характеризующее преимущественно корковые функции ГМ, определяли по показателям психологических тестов: Методики многостороннего исследования личности (ММИЛ) [10]; 16-факторного личностного опросника Кеттла (16-ФЛО) [11]; «Прогрессивных матриц Равена [12] и «Уровня субъективного контроля» (УСК) [13].

СФО, отражающее психофизиологический уровень и характеризующее корково-подкорковые взаимодействия, определяли по показателям зрительно-моторных тестов: простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР), сложная зрительно-моторная реакция (СЗМР), реакция на движущийся объект (РДО) [14].

СФО, отражающее физиологический уровень функционирования, характеризующее центральную регуляцию сердечно-сосудистой системы (ССС), и тонус вегетативной нервной системы, определяли по показателям методики вариабельность сердечного ритма [15].

ЭЭГ регистрировали на аппарате ЭЭГА-21/26 «Энцефалан-131-03» (МЕДИКОМ МТД, г. Таганрог) по стандартной схеме «10–20 %» в состоянии пассивного бодрствования и при стандартной нагрузке (открытие глаз). Электроды помещали в зонах коры: $Fp_1, Fp_2, F_3, F_4, F_7, F_8, T_3, T_4, T_5, T_6, C_3, C_4, P_3, P_4, O_1, O_2$. Отведение использовалось монополярное, индифферентные электроды фиксировались на мочках ушей. Оцифровка сигналов – 1024, скорость развёртки – 30 мм/сек. Регистрировали диапазоны: 0–3,5 Гц – δ ; 4,0–7,0 Гц – θ ; 8,0–13,0 – α ; 14–24 Гц – β_1 ; 25–35 Гц – β_2 .

ФА ГМ оценивали с помощью визуального анализа ЭЭГ. Использовали методические рекомендации «Применение ЭЭГ в комплексной оценке эффективности реабилитационно-оздоровительных мероприятий у лиц с низким уровнем психофизиологической адаптации» [16], в которых приводятся данные, полученные в течение многолетних исследований по оценке ФА ГМ у работников атомной отрасли с разными уровнями ПФА, включая низкий уровень адаптации. Рассматривали показатели:

1. «Тип ЭЭГ» по классификации Е.А. Жирмунской [17]. I, II, III типы ЭЭГ характеризуют норму – ЭЭГ здоровых людей. IV тип ЭЭГ отражает нарушения ФА ГМ на всех уровнях функционирования – корковом, корково-подкорковом взаимодействии, центральной регуляции ССС [3].

2. «Устойчивость/неустойчивость динамики ЭЭГ». Показатель характеризует ФА ГМ с точки зрения устойчивости нервных процессов, и отражает нарушения, преимущественно, коркового уровня функционирования [18].
3. «Низкий/высокий индекс низкочастотной β_1 -активности». Высокий индекс β_1 -активности свидетельствует о дисфункции стволовых структур диэнцефального уровня (преимущественно неспецифических ядер таламуса), что может проявляться эмоциональным возбуждением, состоянием тревоги, беспокойством, депрессией [19].
4. «Отсутствие/наличие вспышек билатерально-синхронных волн (БСВ)». Показатель рассматривается как признак дисфункции корковых структур, и стволовых образований разного уровня (нижне-, средне- и верхнестволового), участвующих в формировании эмоциональных реакций и регуляции вегетативных функций [20].

Статистическая обработка данных осуществлялась по программам STATISTICA 6 для Windows, включала расчет критерия χ^2 , уровень значимости $p < 0,05$.

Результаты

В табл. 1 приведены результаты оценки ФА ГМ лиц «Основной группы» < 40 лет и > 40 лет по показателям визуального анализа.

Таблица 1

Результаты оценки ФА ГМ лиц «Основной группы» < 40 лет и > 40 лет по показателям визуального анализа

Results of FA GM assessment of individuals in the “Main Group” < 40 years and > 40 years based on visual analysis

Визуальные показатели ЭЭГ в «Основной группе»	Группы лиц разного возраста			
	Лица < 40 лет		Лица > 40 лет	
	Кол-во	%	Кол-во	%
Типы ЭЭГ				
1,2,3-й типы ЭЭГ	7	50	5	50
4-й тип ЭЭГ	7	50	5	50
ВСЕГО	14	100	10	100
Устойчивость/неустойчивость паттерна ЭЭГ				
Устойчивый паттерн ЭЭГ	4	28,6	2	20
Неустойчивый паттерн ЭЭГ	10*	71,4*	8*	80*
ВСЕГО	14	100	10	100
Низкий/высокий индекс β_1				
Низкий индекс β_1	5	35,7	1	10
Высокий индекс β_1	9	64,3	9*	90*
ВСЕГО	14	100	10	100
Отсутствие/наличие вспышек БСВ				
Нет вспышек БСВ	3	21,4	4	40
Есть вспышки БСВ	11*	78,6*	6	60
ВСЕГО	14	100	10	100

Примечание: * – значения, преобладающие в группе, $p < 0,05$

- В «Основной группе» у лиц < 40 лет и > 40 лет:
- в равных пропорциях (50% и 50%) выявлялись ЭЭГ I, II, III-го типов, свидетельствующие о норме [17], и ЭЭГ IV-го типа, отражающие нарушения ФА ГМ на всех уровнях функционирования – корковом, корково-подкоркового взаимодействия, центральной регуляции ССС [3, 17];
 - преобладали неустойчивые паттерны ЭЭГ (71,4% у лиц < 40; 80% у лиц > 40 лет), отражающие нарушения преимущественно коркового уровня функционирования [18];
 - доминировали ЭЭГ с высоким индексом низкочастотной β_1 активности (особенно у лиц > 40 лет – в

90%, $p < 0,05$; у лиц < 40 лет такие ЭЭГ отмечались в 64,3%);

- у лиц < 40 лет преобладали ЭЭГ со вспышками БСВ (78,6%). У лиц > 40 лет ЭЭГ со вспышками и без вспышек выявлялись в примерно равных пропорциях (40% и 60%).

В табл. 2 приведены результаты оценки ФА ГМ лиц «Группы сравнения высокий уровень ПФА» < 40 лет и > 40 лет по показателям визуального анализа.

Таблица 2

Результаты оценки ФА ГМ лиц «Группы сравнения высокий уровень ПФА» < 40 лет и > 40 лет по показателям визуального анализа

Results of FA GM assessment of individuals in the “High PFA Group” < 40 years and > 40 years based on visual analysis

Визуальные показатели ЭЭГ в «Группе сравнения высокий уровень ПФА»	Группы лиц разного возраста			
	Лица < 40 лет		Лица > 40 лет	
	Кол-во	%	Кол-во	%
Типы ЭЭГ				
1,2,3-й типы ЭЭГ	30	76,9*	49	80,3*
4-й тип ЭЭГ	9	23,1	12	19,7
ВСЕГО	39	100	61	100
Устойчивость/неустойчивость паттерна ЭЭГ				
Устойчивый	29	74,4*	40	65,6
Неустойчивый	10	25,6	21	34,4
ВСЕГО	39	100	61	100
Низкий/высокий индекс β_1				
Низкий индекс β_1	30	76,9*	44	72,1*
Высокий индекс β_1	9	23,1	17	27,9
ВСЕГО	39	100	61	100
Отсутствие/наличие вспышек БСВ				
Нет вспышек БСВ	17	43,6	33	54,1
Вспышки БСВ есть	22	56,4	28	45,9
ВСЕГО	39	100	61	100

Примечание: * – значения, преобладающие в группе, $p < 0,05$

В «Группе сравнения высокий уровень ПФА» у лиц < 40 лет и > 40 лет:

– доминировали ЭЭГ I, II и III типов (76,9% и 80,3%), свидетельствующие о норме [17];

– преобладали устойчивые паттерны ЭЭГ (немного чаще у лиц < 40 лет – 74,4%; у лиц > 40 лет – 65,6%), свидетельствующие об отсутствии признаков дисфункции корковых структур [18];

– доминировали ЭЭГ с низким индексом низкочастотной β_1 активности (у лиц < 40 лет – 76,9%; у лиц > 40 лет – 72,1%), свидетельствующие об отсутствии нарушений функций стволовых образований диэнцефального уровня (преимущественно неспецифических ядер таламуса), которые могут проявляться эмоциональным возбуждением, тревогой, беспокойством, депрессией [19, 20];

– ЭЭГ со вспышками и без вспышек выявлялись в примерно равных пропорциях (43,6% и 56,4% у лиц < 40 лет; 54,1% и 45,9% у лиц > 40 лет).

В табл. 3 приведены результаты оценки ФА ГМ лиц «Группы сравнения низкий уровень ПФА» < 40 лет и > 40 лет по показателям визуального анализа.

В «Группе сравнения низкий уровень ПФА» у лиц < 40 лет преобладали ЭЭГ I, II, III-типов (85,2%), соответствующие норме. У лиц > 40 лет ЭЭГ I, II, III-типов, соответствующие норме, и ЭЭГ IV-го типа, свидетельствующие о нарушениях ФА ГМ на всех уровнях функционирования, выявлялись в примерно равных пропорциях (ЭЭГ I, II, III-типов – 54%; ЭЭГ IV-го типа – 46%).

Таблица 3

Результаты оценки ФА ГМ лиц «Группы сравнения *низкий уровень ПФА*» < 40 лет и > 40 лет по показателям визуального анализа

Results of FA GM assessment of individuals in the «*Low PFA Group*» < 40 years and > 40 years based on visual analysis

Визуальные показатели ЭЭГ в «Группе сравнения <i>низкий уровень ПФА</i> »	Группы лиц разного возраста			
	Лица < 40 лет		Лица > 40 лет	
	Кол-во	%	Кол-во	%
Типы ЭЭГ				
1,2,3-й типы ЭЭГ	23	85,2*	27	54
4-й тип ЭЭГ	4	14,8	23	46
ВСЕГО	27	100	50	100
Устойчивость/неустойчивость паттерна ЭЭГ				
Устойчивый	13	48,2	17	34
Неустойчивый	14	51,8	33	66
ВСЕГО	27	100	50	100
Низкий/высокий индекс β_1				
Низкий индекс β_1	19	70,4*	31	62
Высокий индекс β_1	8	29,6	19	38
ВСЕГО	27	100	50	100
Отсутствие/наличие вспышек БСВ				
Нет вспышек БСВ	20	74,1*	25	50
Есть вспышки БСВ	7	25,9	25	50
ВСЕГО	27	100	50	100

Примечание: * – значения, преобладающие в группе, $p < 0,05$

Устойчивые и неустойчивые паттерны ЭЭГ, свидетельствующие о норме, либо нарушениях корковых функций, у лиц < 40 лет выявлялись приблизительно в равных пропорциях (48,2% – устойчивые паттерны ЭЭГ; 51,8% – неустойчивые паттерны ЭЭГ). У лиц > 40 лет преобладали неустойчивые паттерны ЭЭГ (66% – неустойчивые ЭЭГ, 34% – устойчивые ЭЭГ).

В обеих возрастных подгруппах преобладали ЭЭГ с низким индексом β_1 . У лиц < 40 лет таких ЭЭГ было 70,4%, у лиц > 40 лет – 62%.

ЭЭГ без вспышек БСВ доминировали у лиц < 40 лет (74,1%). У лиц > 40 лет ЭЭГ без вспышек, и со вспышками БСВ отмечались в равных пропорциях (50% и 50%).

Обсуждение

Сравнительный анализ ФА ГМ у лиц разного возраста (< 40 и > 40 лет), проведенный у сотрудников атомной отрасли, чья деятельность связана с экстремальными условиями Крайнего Севера, и выполняющих профессиональные обязанности в условиях средней полосы центральной части России, выявил значительные нарушения у первых по сравнению со вторыми.

У лиц, выполняющих работы в условиях Крайнего Севера в обеих возрастных подгруппах, ФА ГМ характеризовалась нарушением функций корковых структур, и стволовых образований диэнцефального уровня, проявляющихся эмоциональным возбуждением, тревогой, беспокойством [20]. ЭЭГ со вспышками БСВ, свидетельствующими о дисфункции корковых структур, и стволовых образований разного уровня (нижне-, средне- и верхнестволового), которые участвуют в формировании эмоциональных реакций и регуляции вегетативных функций, преобладали у лиц < 40 лет, и в примерно равных пропорциях выявлялись у лиц > 40 лет. В примерно равных пропорциях в обеих возрастных подгруппах выявлялись ЭЭГ I, II, III-типов, соответствующие норме, и ЭЭГ IV-го типа, свидетельствующие о нарушениях ФА

ГМ на всех уровнях функционирования. Эти данные свидетельствовали о выполнении сотрудниками профессиональных обязанностей в состоянии эмоционального напряжения, при осуществлении сложных психических процессов в условиях нарушения функций корковых структур. Эмоциональное напряжение в большей степени проявлялось у лиц < 40 лет, в меньшей – у лиц > 40 лет.

У сотрудников атомной отрасли, выполняющих профессиональные обязанности в условиях средней полосы центральной части России, в «Группе сравнения *высокий уровень ПФА*» в обеих возрастных подгруппах ФА ГМ обследованных лиц характеризовалась доминированием признаков, свидетельствующих о норме. Большинство показателей – Тип ЭЭГ; Устойчивость/неустойчивость динамики ЭЭГ; Низкий/высокий индекс низкочастотной β_1 -активности – соответствовали норме. Это означало, что сотрудники выполняли профессиональные обязанности в спокойной обстановке и сложные психические процессы, обеспечиваемые корой ГМ, осуществляли в условиях сохранности функций корковых структур.

В «Группе сравнения *низкий уровень ПФА*» ФА ГМ у лиц < 40 лет частично была сходной с ФА ГМ у лиц такого же возраста в «Группе сравнения *высокий уровень ПФА*» (по показателям Тип ЭЭГ, Низкий/высокий индекс β_1), и значительно – по всем рассматриваемым признакам – отличалась от ФА ГМ у лиц «*Основной группы*». У лиц > 40 лет ФА ГМ по большинству показателей (Тип ЭЭГ; Устойчивость/неустойчивость динамики ЭЭГ; Отсутствие/наличие вспышек БСВ) была сходной с «*Основной группой*», отличаясь от неё только одним признаком – низким индексом низкочастотной β_1 -активности.

Эти данные можно рассматривать как свидетельство выполнения профессиональных обязанностей сотрудниками < 40 лет на уровне, близком к уровню лиц такого же возраста с высоким уровнем ПФА. Выполнение профессиональных обязанностей сотрудниками > 40 лет было сходным с выполнением профессиональных обязанностей лицами «*Основной группы*».

По данным литературы, показатели ЭЭГ, с помощью которых оценивалась ФА ГМ обследованных лиц (Тип ЭЭГ, Устойчивость/неустойчивость динамики ЭЭГ, Низкий/высокий индекс низкочастотной β_1 -активности, Отсутствие/наличие вспышек билатерально-синхронных волн (БСВ)), отражающие как соответствие норме – здоровым людям, так и нарушения, возникающие при различной патологии и неблагоприятных воздействиях окружающей среды, рассматриваются как маркеры стрессового воздействия на организм человека [20].

Проведенное исследование ФА ГМ у сотрудников атомной отрасли, деятельность которых связана с экстремальными условиями Крайнего Севера, и выполняющих профессиональные обязанности в условиях средней полосы центральной части России, по показателям ЭЭГ, которые рассматриваются как маркеры стрессового воздействия на организм человека, позволяет обоснованно предположить:

- деятельность сотрудников атомной отрасли, выполняющих работы в условиях Крайнего Севера, осуществляется в условиях стрессового воздействия климатических условий на организм человека;
- деятельность сотрудников атомной отрасли, выполняющих профессиональные обязанности в климатических условиях средней полосы центральной части России, имеющих высокий уровень ПФА, осуществляется без стрессового воздействия климатических условий на организм человека;

– деятельность сотрудников атомной отрасли, выполняющих профессиональные обязанности в климатических условиях средней полосы центральной части России, имеющих низкий уровень ПФА, в возрасте

< 40 лет осуществляется без стрессового воздействия климатических условий на организм человека; в возрасте > 40 лет осуществляется при стрессовых воздействиях, не связанных с климатом.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гудков А.Б., Попова О.Н., Лукманова Н.Б. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов севера. Обзор литературы // *Экология человека*. 2012. №1. С. 12-17. Doi:10.17816/humeco17513.
2. Багнетова Е.А. Малукова Т.И. Болотов С.В. К вопросу об адаптации организма человека к условиям жизни в северном регионе // *Успехи современного естествознания*. 2021. №4. С. 111-116. Doi: 10.17513/use.37616.
3. Торубаров Ф.С., Зверева З.Ф., Лукьянова С.Н. ЭЭГ показатели состояния центральной нервной системы у лиц с различными уровнями психофизиологической адаптации // *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2019. Т.15. №4. С. 965-7.
4. Торубаров Ф.С., Зверева З.Ф., Царёв А.Н., Кретов А.С. Значение психофизиологического обследования в системе медицинского обеспечения профессиональной надёжности работников ГК «Росатом», контактирующих с источником ионизирующей радиации // *Современные проблемы медицины труда: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию академика РАН Н.Х.Амирова*. Казань, 10 апреля 2019. Казань: Казанский ГМУ, 2019. С. 180-182.
5. Бобров А.Ф., Бушманов А.Ю., Седин В.И., Щебланов В.Ю. Системная оценка результатов психофизиологических обследований // *Медицина экстремальных ситуаций*. 2015. №3. С. 13-19.
6. Бушманов А.Ю., Калинина М.Ю., Щебланов В.Ю., Седин В.И., Бобров А.Ф., Фортунатова Л.И. Функциональная надёжность в системе медико-психофизиологического обеспечения работников объектов использования атомной энергии. М.: ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, 2022. 92 с.
7. Корсакова Н.К., Рощина И.Ф. К истории концепции А.Р.Лурии о трех структурно-функциональных блоках мозга человека // *Медицинская психология в России*. 2021. Т.13. №2. С. 3-9. Doi: 10.24412/2219-8245-2021-2-3.
8. Лурия А.Р. Лекции по общей психологии. СПб.: Питер, 2006. 320 с.
9. Дамулин И.В. Особенности структурной и функциональной организации головного мозга // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2016. №11. С. 163-168. Doi: 10.17116/jnevro201611611163-168.
10. Березин Ф.Б., Мирошников М.П., Соколова Е.Д. Методика многостороннего исследования личности (структура, ос-
- новы интерпретации, некоторые области применения). М.: Фоллиум, 1994. 175 с.
11. Капустина А.Н. Многофакторная личностная методика Р. Кеттелла. СПб.: Речь, 2006. 99 с.
12. Мухордова О.Е., Шрейбер Т.В. Прогрессивные матрицы Равена: Методические рекомендации. Ижевск: Удмуртский университет, 2011. 70 с.
13. Бажин Е.Ф., Голынкина Е.А., Эткинд А.М. Опросник уровня субъективного контроля (УСК). М.: Смысл, 2019. 15 с.
14. Корельская И.Е., Кузнецов А.А. Экспресс оценка состояния центральной нервной системы человека по параметрам простой зрительно-моторной реакции // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016. №8. С. 194-197.
15. Баевский Р.М. Концепция физиологической нормы и критерии здоровья // *Российский физиологический журнал им. И.М.Сеченова*. 2003. №4. С. 473-87.
16. Организация и проведение психофизиологических обследований работников организаций, эксплуатирующих особо радиационно опасные и ядерно опасные производства и объекты в области использования атомной энергии, при прохождении работниками медицинских осмотров в медицинских организациях ФМБА России: Методические рекомендации ФМБА России 2.2.9.84-2015. М., 2015. 10 с.
17. Жирмунская Е.А., Лосев В.С. Системы описания и классификации электроэнцефалограмм человека. М.: Наука, 1984. 84 с.
18. Лукьянова С.Н. Биоэлектрическая активность коры и некоторых подкорковых образований при экспериментальном неврозе // *Журнал высшей нервной деятельности им. И.П.Павлова*. 1976. №3. С. 539-547.
19. Вахренева О.А. Клинические, социально-психологические характеристики больных неврастениями и их индивидуальная интегративная психотерапия: Дис...канд. мед. наук. СПб., 2014. 244 с.
20. Паишкова А.А., Дахтин И.С., Харисова Н.С. Электроэнцефалографические биомаркеры экспериментально индуцированного стресса // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Психология»*. 2017. Т.10. №4. С. 68-82. Doi: 10.14529/psy170407.
21. Бабурин И.Н., Караваева Т.А., Колотильщикова Е.А., Слезин В.Б., Шульц Е.В. Биоэлектрическая активность мозга у больных с различными клиническими типами невротических расстройств (по данным спектрального анализа) // *Вестник психотерапии*. 2010. №3. С. 19-29.

REFERENCES

1. Gudkov A.B., Popova O.N., Lukmanova N.B. Ecological and Physiological Characteristics of Climatic Factors of the North. Literature Review. *Ekologiya Cheloveka = Human Ecology*. 2012;1:12-17 (In Russ.). Doi: 10.17816/humeco17513.
2. Bagnetova Ye.A. Malyukova T.I. Bolotov S.V. On the Issue of Adaptation of the Human Body to Living Conditions in the Northern Region. *Uspekhi Sovremennogo Yestestvoznaniya = Advances in Current Natural Sciences*. 2021;4:111-116 (In Russ.). Doi: 10.17513/use.37616.
3. Torubarov F.S., Zvereva Z.F., Luk'yanova S.N. EEG Indicators of the State of the Central Nervous System in Individuals with Different Levels of Psychophysiological Adaptation. *Saratovskiy Nauchno-Meditsinskiy Zhurnal = Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2019;15:4:965-967 (In Russ.).
4. Torubarov F.S., Zvereva Z.F., Tsarov A.N., Kretov A.S. The Importance of Psychophysiological Examination in the System of Medical Support for Professional Reliability of Rosatom State Corporation Employees in Contact with a Source of Ionizing Radiation. *Sovremennyye Problemy Meditsiny Truda = Modern Problems of Occupational Medicine. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference Dedicated to the 80th Anniversary of Academician of the Russian Academy of Sciences N.Kh Amirova*. Kazan, April 10, 2019. Kazan, Kazanskiy GMU Publ., 2019. P 180-182 (In Russ.).
5. Bobrov A.F., Bushmanov A.Yu., Sedin V.I., Shcheblanov V.Yu. Systematic Assessment of the Results of Psychophysiological Examinations. *Meditsina Ekstremal'nykh Situatsiy = Medicine of Extreme Situations*. 2015;3:13-19 (In Russ.).
6. Bushmanov A.Yu., Kalinina M.Yu., Shcheblanov V.Yu., Sedin V.I., Bobrov A.F., Fortunatova L.I. *Funktsional'naya Nadozhnost' v Sisteme Mediko-Psikhofiziologicheskogo Obespecheniya Rabotnikov Ob'yektov Ispol'zovaniya Atomnoy Energii = Functional Reliability in the System of Medical and Psychophysiological Support for Workers at Nuclear Facilities*. Moscow, FMBTS im. A.I. Burnazyana Publ., 2022. 92 p. (In Russ.).
7. Korsakova N.K., Roshchina I.F. On the History of A. R. Luria's Concept of the Three Structural and Functional Blocks of the Human Brain. *Meditsinskaya Psikhologiya v Rossii =*

- Medical Psychology in Russia. 2021;13;2:3-9 (In Russ.). Doi: 10.24412/2219-8245-2021-2-3.
8. Luriya A.R. *Lektsii po Obshchey Psikhologii* = Lectures on General Psychology. St. Petersburg, Piter Publ., 2006. 320 p. (In Russ.).
 9. Damulin I.V. Features of the Structural and Functional Organization of the Brain. *Zhurnal Nevrologii i Psikhatrii im. S.S. Korsakova* = S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry. 2016;11:163-168 (In Russ.). Doi: 10.17116/jnevro2016116111163-168.
 10. Berezin F.B., Miroshnikov M.P., Sokolova Ye.D. *Metodika Mnogostoronnego Issledovaniya Lichnosti (Struktura, Osnovy Interpretatsii, Nekotoryye Oblasti Primeneniya)* = Methodology of a Multifaceted Study of Personality (Structure, Principles of Interpretation, Some Areas of Application). Moscow, Folium Publ., 1994. 175 p. (In Russ.).
 11. Kapustina A.N. *Mnogofaktornaya Lichnostnaya Metodika R. Kettella* = Multifactorial Personality Technique of R. Cattell. St. Petersburg, Rech' Publ., 2006. 99 p. (In Russ.).
 12. Mukhordova O.Ye., Shreyber T.V. *Progressivnyye Matritsy Ravena* = Raven's Progressive Matrices. Methodological Recommendations. Izhevsk, Udmurtskiy Universitet Publ., 2011. 70 p. (In Russ.).
 13. Bazhin Ye.F., Golyunkina Ye.A., Etkind A.M. Oprosnik Urovnya Sub'yektivnogo Kontrolya (USK) = Subjective Control Level Questionnaire (SCLQ). Moscow, Smysl Publ., 2019. 15 p. (In Russ.).
 14. Korel'skaya I.Ye., Kuznetsov A.A. Express Assessment of the State of the Human Central Nervous System Based on the Parameters of a Simple Visual-Motor Response. *Mezhdunarodnyy Zhurnal Prikladnykh i Fundamental'nykh Issledovaniy* = International Journal of Applied and Fundamental Research. 2016;8:194-197 (In Russ.).
 15. Bayevskiy R.M. Concept of Physiological Norm and Health Criteria. *Rossiyskiy Fiziologicheskiy Zhurnal im. I.M. Sechenova* = Russian Journal of Physiology. 2003;4:473-87 (In Russ.).
 16. *Organizatsiya i Provedeniye Psikhofiziologicheskikh Observovaniy Rabotnikov Organizatsiy, Ekspluatiruyushchikh Obo Radiatsionno Opasnyye i Yaderno Opasnyye Proizvodstva i Ob'yekty v Oblasti Ispol'zovaniya Atomnoy Energii, pri Prokhozhdenii Rabotnikami Meditsinskikh Osmotrov v Meditsinskikh Organizatsiyakh FMBA Rossii* = Organization and Conduct of Psychophysiological Examinations of Employees of Organizations Operating Particularly Radiation-Hazardous and Nuclear-Hazardous Production Facilities and Atomic Energy Facilities, During Medical Examinations at Medical Organizations of the Federal Medical and Biological Agency of Russia. Methodological Recommendations of the Federal Medical and Biological Agency of Russia 2.2.9.84-2015. Moscow, FMBTS im. A.I. Burnazyana Publ., 2015. 10 p. (In Russ.).
 17. Zhirmunskaya Ye.A., Losev V.S. *Sistemy Opisaniya i Klassifikatsii Elektroentsefalogramm Cheloveka* = Systems for Description and Classification of Human Electroencephalograms. Moscow, Nauka Publ., 1984. 84 p.
 18. Luk'yanova S.N. Bioelectrical Activity of the Cortex and Some Subcortical Formations in Experimental Neurosis. *Zhurnal Vysshey Nervnoy Deyatel'nosti im. I.P. Pavlova* = I.P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity. 1976;3:539-547 (In Russ.).
 19. Vakhreneva O.A. *Klinicheskiye, Sotsial'no-Psikhologicheskiye Kharakteristiki Bol'nykh Nevrasteniye i ikh Individual'naya Integrativnaya Psikhoterapiya* = Clinical, Socio-Psychological Characteristics of Patients with Neurasthenia and their Individual Integrative Psychotherapy. Cand. Thesis (Med.). St. Petersburg Publ., 2014. 244 p. (In Russ.).
 20. Pashkov A.A., Dakhtin I.S., Kharisova N.S. Electroencephalographic Biomarkers of Experimentally Induced Stress. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya «Psikhologiya»* = Bulletin of South Ural State University. Series "Psychology". 2017;10;4:68-82 (In Russ.). Doi: 10.14529/psy170407.
 21. Baburin I.N., Karavayeva T.A., Kolotil'shchikova Ye.A., Slezin V.B., Shul'ts Ye.V. Bioelectrical Activity of the Brain in Patients with Various Clinical Types of Neurotic Disorders (According to Spectral Analysis). *Vestnik Psikhoterapii* = Bulletin of Psychotherapy. 2010;3:19-29 (In Russ.).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.

Поступила: 20.02.2026. **Принята к публикации:** 25.03.2026.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study had no sponsorship.

Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.

Article received: 20.02.2026. **Accepted for publication:** 25.03.2026.