

## МЕДИЦИНА ТРУДА OCCUPATIONAL MEDICINE

© СУХОВА А.В., ПРЕОБРАЖЕНСКАЯ Е.А., 2025



Сухова А.В., Преображенская Е.А.

### Возможности применения немедикаментозных методов для снижения риска развития артериальной гипертензии у работников вредных производств

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 141014, Мытищи, Россия

#### РЕЗЮМЕ

**Введение.** Вредные физические производственные факторы, такие как шум и вибрация, обладая прогипертенгическим действием, вызывают неспецифические негативные реакции со стороны сердечно-сосудистой системы и обуславливают повышенный риск развития артериальной гипертензии (АГ), что требует дополнительных мер профилактики. В этом плане перспективным представляется терапевтический метод транскраниальной электростимуляции (ТЭС-терапии), направленно воздействующей на нейроэндокринную регуляцию, стресс-адаптацию и функциональные показатели сосудистого тонуса.

**Цель исследования** — оценить эффективность ТЭС-терапии в профилактике и снижении риска развития АГ у работников вредных производств.

**Материалы и методы.** В исследование включены 85 работников вредных производств, занятых в производственных процессах, сопровождающихся значительным шумом и вибрацией, и имеющих повышенный риск развития АГ. При выполнении профилактической программы с применением ТЭС-терапии оценивали состояние здоровья по показателям суточного мониторинга артериального давления, величине адаптационного потенциала, вариабельности сердечного ритма, психологическим показателям: тест Спилберга, теста «Самочувствие, активность, настроение» (САН), опросник качества жизни SF-36.

**Результаты.** ТЭС-терапия способствует нормализации артериального давления ( $p < 0,05$ ), показателей вариабельности сердечного ритма ( $p < 0,05$ ), отражающих снижение тонуса симпатической нервной системы ( $p < 0,05$ ), снижению индекса функциональных изменений. Применение ТЭС-терапии привело к улучшению показателей качества жизни SF-36 ( $p < 0,05$ ) и психоэмоционального состояния за счёт снижения уровня реактивной тревожности, повышения показателей теста САН.

**Ограничения исследования.** Оценка эффективности ТЭС-терапии проводилась у 85 работников вредных производств с повышенными уровнями шума и вибрации, имеющих увеличенный риск развития АГ.

**Заключение.** Результаты исследования позволяют рекомендовать включение ТЭС-терапии в систему управления персонализированным профессиональным риском развития АГ у работников вредных производств, связанных с повышенными уровнями шума и вибрации.

**Ключевые слова:** риск артериальной гипертензии; вредные производства; шум; вибрация; немедикаментозные методы; транскраниальная электростимуляция; профилактика

**Соблюдение этических стандартов.** Программа исследования одобрена Комитетом по биомедицинской этике ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора (протокол № 16 от 18.02.2021). Все участники дали информированное добровольное письменное согласие на участие в исследовании.

**Для цитирования:** Сухова А.В., Преображенская Е.А. Возможности применения немедикаментозных методов для снижения риска развития артериальной гипертензии у работников вредных производств. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2025; 69(6): 593–599. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2025-69-6-593-599> <https://elibrary.ru/i1hwff>

**Для корреспонденции:** Сухова Анна Владимировна, e-mail: annasukhova-erisman@yandex.ru

**Участие авторов:** Сухова А.В. — концепция и дизайн исследования, сбор и статистическая обработка материала, написание текста, работа с литературой, редактирование. Преображенская Е.А. — концепция и дизайн исследования, сбор и статистическая обработка материала, написание текста, работа с литературой, редактирование. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Поступила: 01.10.2025 / Принята к печати: 08.10.2025 / Опубликовано: 17.12.2025

Anna V. Sukhova, Elena A. Preobrazhenskaya

## The possibilities of using non-medicinal methods to reduce the risk of hypertension in workers of harmful industries

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi, 141014, Russian Federation

### ABSTRACT

**Introduction.** Harmful physical factors of production, such as noise and vibration, having a prohypertensive effect, cause nonspecific adverse responses of the cardiovascular system and cause an increased risk of arterial hypertension (AH), which requires additional preventive measures. In this regard, the therapeutic method of transcranial electrical stimulation (TES therapy), which has a targeted effect on neuroendocrine regulation, stress adaptation, and some functional parameters of vascular tone, seems promising.

**The aim of the study.** To evaluate the effectiveness of TES therapy in preventing and reducing the risk of arterial hypertension in workers of harmful industries.

**Materials and methods.** The study included eighty five workers of harmful industries engaged in production processes accompanied by significant noise and vibration, and who have an increased risk for hypertension. During the implementation of the preventive program using TES therapy, the state of health was assessed according to daily blood pressure monitoring (DBPM), adaptive potential, heart rate variability, and psychological indicators (Spielberger test, Well-being, Activity, Mood (SAN) test, SF-36 quality of life questionnaire).

**Results.** TES therapy helps to normalize blood pressure ( $p < 0.05$ ), heart rate variability ( $p < 0.05$ ), reflecting a decrease in the tone of the sympathetic nervous system ( $p < 0.05$ ), and a decrease in the index of functional changes. The use of TES therapy led to an improvement in the psycho-emotional state due to a decrease in the level of reactive anxiety, an increase in the SAN test, and an improvement in the SF-36 quality of life ( $p < 0.05$ ).

**Research limitations.** The study is limited to evaluating the effectiveness of TES therapy in 85 workers of harmful industries with increased noise and vibration levels, who have an increased risk of hypertension.

**Conclusion.** The results of the study make it possible to recommend the inclusion of TES therapy in the management system for personalized occupational risk of hypertension among workers in harmful industries associated with increased noise and vibration levels.

**Keywords:** risk of arterial hypertension; harmful industries; noise; vibration; non-medicinal methods; transcranial electrical stimulation; prevention

**Compliance with ethical standards.** The research program was approved by the Committee on Biomedical Ethics of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman" of Rospotrebnadzor (Protocol No. 16 of February 18, 2021). All participants gave informed voluntary written consent to participate in the study.

**For citation:** Sukhova A.V., Preobrazhenskaya E.A. The possibilities of using non-medicinal methods to reduce the risk of hypertension in workers of harmful industries. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii / Health Care of the Russian Federation, Russian journal.* 2025; 69(6): 593–599. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2025-69-6-593-599> <https://elibrary.ru/i1hwff> (in Russian)

**For correspondence:** Anna V. Sukhova, e-mail: annasukhova-erisman@yandex.ru

**Contribution of the authors:** Sukhova A.V. — the concept and design of the study, collection and static processing of material, writing a text, collection of literature data, editing; Preobrazhenskaya E.A. — the concept and design of the study, collection and static processing of material, writing a text, collection of literature data, editing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

**Funding.** The study had no sponsorship.

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

Received: October 1, 2025 / Accepted: October 8, 2025 / Published: December 17, 2025

## Введение

Современный этап социально-экономического развития страны характеризуется негативными тенденциями в состоянии здоровья населения, связанными с неблагоприятной демографической ситуацией, ростом естественной убыли населения, высоким уровнем смертности населения трудоспособного возраста (в 2022 г. показатель составил 5,4 на 1000 населения), сокращением численности занятого населения. По данным Росстата, из общего числа умерших в 2022 г. 30% составляли лица трудоспособного возраста, среди причин смертности 55% составляли сердечно-сосудистые заболевания. В последнее десятилетие наблюдается ежегодный рост уровней заболеваемости по болезням системы кровообращения.

Исследования последних лет свидетельствуют о значительном влиянии условий труда на состояние здоровья работающих, показатели повышенной заболеваемости и смертности трудоспособного населения [1]. У мужчин, занятых во вредных условиях труда, распространённость артериальной гипертензии (АГ) в 1,9–2,7 раза выше по сравнению с сопоставимой по возрасту группой мужчин, занятых в допустимых условиях труда. Наиболее высокие темпы роста АГ отмечаются у работающих во вред-

ных условиях труда, соответствующих классам условий труда 3.2–3.3 [2–6]. Установлено, что физические производственные факторы, такие как шум и вибрация, обладая стрессогенной активностью и прогипертоническим действием, вызывают неспецифические реакции со стороны сердечно-сосудистой системы [7–11].

Сложившаяся ситуация диктует необходимость поиска и разработки новых методов, направленных на первичную профилактику АГ с учётом различных факторов риска. Исследованиями последних лет показана эффективность немедикаментозных методов лечения на ранних стадиях развития АГ, в частности, рефлексотерапии, физиотерапии, мануальной терапии, преимуществами которых является возможность одновременного воздействия на различные патогенетические механизмы развития АГ, отсутствие выраженных побочных эффектов в процессе лечения [12–16].

Среди физиотерапевтических методов, направленно влияющих на нормализацию гомеостатических процессов и обладающих потенциальной эффективностью в отношении коррекции повышенного уровня артериального давления (АД), наиболее перспективным является транскраниальная электростимуляция (ТЭС). В основе ТЭС лежит воздействие импульсного тока низкой частоты,

**Таблица 1.** Динамика показателей СМАД и ИФИ до и после лечения методом ТЭС-терапии

**Table 1.** Trend in daily blood pressure monitoring indices and the index of functional changes before and after transcranial electrical stimulation treatment

Показатель Indicator	До лечения Before treatment	После лечения After treatment
Среднесуточное САД, мм рт. ст.   Average daily SAD, mm Hg	143,4 ± 15,7	122,70 ± 7,49*
Среднесуточное ДАД, мм рт. ст.   Average daily DBP, mm Hg	94,3 ± 7,8	82,6 ± 6,7*
Гипертонический индекс времени САД, %   Hypertensive time index SBP, %	65,8 ± 2,7	24,5 ± 3,3*
Гипертонический индекс времени ДАД   Hypertensive time index DBP, %	57,7 ± 2,3	23,8 ± 2,5*
Величина утреннего подъёма САД, мм рт. ст.   The value of the morning SBP ascent, mm Hg	54,3 ± 2,4	36,4 ± 2,5*
Величина утреннего подъёма ДАД, мм рт. ст.   The value of the morning DBP ascent, mm Hg	37,4 ± 1,5	22,7 ± 1,3*
Скорость утреннего подъёма САД, мм рт. ст.   The speed of the morning SBP ascent, mm Hg	36,6 ± 0,8	19,5 ± 0,3*
Скорость утреннего подъёма ДАД, мм рт. ст.   The speed of the morning DBP ascent, mm Hg	38,5 ± 0,6	15,1 ± 0,2*
Суточный индекс САД   Daily SBP index, %	5,1 ± 1,2	18,2 ± 1,4*
Суточный индекс ДАД   Daily DBP index, %	5,8 ± 1,5	16,2 ± 1,2*
ИФИ   Functional change index	3,10	2,1*

Примечание. Здесь и в табл.2: \*  $p < 0,05$  по сравнению с данными до лечения.

Note: SBP — systolic blood pressure, DBP — diastolic blood pressure. Here and in Tables 2:\* — the reliability of the difference in indices when compared with before and after treatment data at  $p < 0.05$ .

которое подавляет активирующее влияние ретикулярной формации на кору головного мозга и гиппокамп, что приводит к снижению сосудистого тонуса и восстановлению метаболических процессов [17, 18].

**Цель** исследования — оценить эффективность ТЭС-терапии в профилактике и снижении риска развития АГ у работников вредных производств.

### Материалы и методы

В исследование включены 85 работников вредных производств, занятых в производственных процессах, сопровождающихся значительным шумом и вибрацией (дробильщики, машинисты мельниц, слесари-ремонтники, проходчики, бурильщики) с установленным диагнозом АГ 1 стадии, по степени повышения АД — 1 и 2 степени. Все обследованные — мужчины в возрасте 40–55 лет, средний возраст  $45,8 \pm 5,3$  года, средний стаж работы во вредных условиях труда — 15–25 лет ( $17,7 \pm 4,6$  года).

В число обследованных вошли работники обогатительных фабрик (дробильщики, машинисты мельниц, слесари-ремонтники), приоритетным неблагоприятным фактором производственной среды у которых был шум интенсивностью 88–90 дБА (класс условий труда 3.2) и подземные горнорабочие (проходчики, бурильщики), подвергавшиеся сочетанному воздействию шума с эквивалентным уровнем 92–95 дБА (класс условий труда 3.2) и общей или локальной вибрации, превышающей предельно допустимый уровень (класс условий труда 3.1–3.2).

**Критерии включения:** АГ 1 стадии, по степени повышения АД — 1 и 2 степени, мужской пол, трудоспособный возраст, работа в условиях воздействия шума и вибрации, информированное согласие. **Критерии исключения:** женский пол, отказ от участия в исследовании, перенесённые черепно-мозговые травмы, острые нарушения мозгового кровообращения и транзиторные ишемические атаки в анамнезе, нарушение сердечного ритма, противопоказания к проведению ТЭС-терапии.

ТЭС-терапия проводилась на аппарате «Трансаир-01» по лобно-сосцевидной методике, воздействие прямоугольными импульсными токами частотой 1000 Гц,

сила тока — до появления ощущений лёгкого покалывания или безболезненной вибрации под электродами, в течение 30 мин ежедневно, курс 10–12 процедур. По показаниям назначалась медикаментозная терапия.

Оценка эффективности лечения основывалась на результатах обследования пациентов до и после курса лечения по показателям суточного мониторингирования артериального давления (СМАД) (монитор МДП-НС-02с, «ДМС»), адаптационных возможностей организма — по индексу функциональных изменений (ИФИ)\*. Оценку состояния вегетативной нервной системы проводили по показателям вариабельности сердечного ритма (BCR) (регистратор ЭКГ "Medilog AR"). Клинико-психологическое обследование включало оценку тревожности по Спилбергеру–Ханину, тест «Самочувствие, активность, настроение (САН), оценку качества жизни по SF-36

Статистическую обработку результатов проводили с использованием критериев  $\chi^2$  и Вилкоксона. Достоверными считали различия при  $p < 0,05$ .

### Результаты

После курса лечения у 64,5% обследованных пациентов отмечалось улучшение клинического состояния в виде уменьшения головных болей, головокружения, нарушения сна, раздражительности. На фоне терапии достоверно снижались среднесуточные показатели систолического (САД) и диастолического (ДАД) АД по данным СМАД (табл. 1).

Гипертонический индекс времени САД и ДАД, оценивающий время, в течение которого регистрируется повышенное АД, на фоне лечения достоверно ( $p < 0,05$ ) снизился. Также отмечена положительная динамика по показателям величины и скорости утреннего подъёма САД и ДАД ( $p < 0,05$ ). На фоне лечения с применением ТЭС суточный индекс (СИ), отражающий степень ночного снижения АД, достоверно увеличился на 11–13% и составил  $18,2 \pm 1,4$  и  $16,2 \pm 1,2\%$  для САД и ДАД соответ-

\* Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.; 1997

**Таблица 2.** Динамика показателей ВСР до и после лечения методом ТЭС-терапии**Table 2.** Trend in HRV indices before and after TES-therapy treatment

Показатель Index	До лечения Before treatment	После лечения After treatment
SDNN, мс (ms)	126,4 ± 21,5	149,6 ± 23,3*
SDANN, мс (ms)	122,1 ± 17,8	133 ± 21,6
RMSSD, мс (ms)	21,2 ± 3,9	29,1 ± 5,2
pNN50%, %	3,2 ± 1,1	6,3 ± 1,3*
Индекс напряжённости, усл. ед. Tension index, conv. units	147,8 ± 8,4	104,6 ± 7,7*
LF/HF	5,4 ± 0,37	2,82 ± 0,12*

ственно ( $p < 0,05$ ), что свидетельствует о нормализации суточного ритма АД и снижении риска сердечно-сосудистых осложнений. На фоне лечения ТЭС количество больных с нормальным суточным ритмом АД («дипперы») увеличилось с 45 до 65%. Одновременно снизилась доля пациентов, относящихся к категориям «нондипперы» (недостаточная степень ночного снижения АД, СИ < 10%) и «овердипперы» (избыточная степень ночного снижения АД, суточный индекс СИ > 20%).

В результате лечения ТЭС отмечалась положительная динамика адаптационных возможностей организма ( $p < 0,05$ ), и по уровню ИФИ < 2,6 категории достаточной, удовлетворительной адаптации достигли 60% пациентов.

Динамика показателей ВСР до и после лечения методом ТЭС представлена в табл. 2. Анализ показателей ВСР до начала лечения свидетельствовал о преобладании симпатических влияний в регуляции сердечного ритма и напряжении регуляторных механизмов, что подтверждалось низкими значениями показателей SDNN (стандартное отклонение интервалов NN) и SDANN (стандартное откло-

нение средних интервалов NN) и повышением индекса LF/HF (отношение мощности низкочастотного спектра к мощности высокочастотного спектра) до 5,4 (при норме 1,5–2,0). На фоне усиления симпатических влияний отмечалось снижение показателей ВСР, характеризующих активность парасимпатической нервной системы: RMSSD (квадратный корень из среднего квадратов разностей величин последовательных пар нормальных интервалов RR), pNN50% (доля последовательных нормальных интервалов RR, различие между которыми превышает 50 мс). Среднее значение показателя RMSSD, отражающего способность синусового узла к концентрации сердечного ритма, составило 21,2 мс (при норме 27 ± 12 мс).

На фоне ТЭС-терапии отмечалось достоверное улучшение показателей ВСР, повышение активности парасимпатической вегетативной нервной системы, отвечающей за процессы восстановления. Среднее значение pNN50% после курса терапии увеличилось в 2 раза (с 3,2 до 6,3%;  $p < 0,05$ ). Установлено достоверное снижение индекса LF/HF до 2,82, что свидетельствует об уменьшении вегетативного дисбаланса.

Индекс напряжённости регуляторных систем после лечения снизился со 147,8 до 104,6 ( $p < 0,05$ ), что свидетельствует об уменьшении напряжения регуляторных систем организма и ещё раз подтверждает эффективность применения ТЭС в регуляции сердечного ритма.

Применение метода ТЭС привело к улучшению психоэмоционального состояния, снижению реактивной тревожности, повышению уровня самочувствия, активности и настроения по тесту САН ( $p < 0,05$ ; табл. 3).

Применение ТЭС оказало положительное влияние на параметры качества жизни у работников с артериальной гипертензией, отмечено достоверное повышение показателей, отражающих физическую составляющую здоровья (физическое, ролевое физическое функционирование, общее здоровье), а также отмечалась нормализация показателей психологического здоровья ( $p < 0,05$ ).

**Таблица 3.** Клинико-психологические показатели до и после лечения методом ТЭС-терапии**Table 3.** Clinical and psychological indices before and after transcranial electrical stimulation treatment

Тест Test	Показатель Index	До лечения Before treatment	После лечения After treatment
Тест Спилберга Spielberger test	Реактивная тревожность, баллы   Reactive anxiety, scores	42,7 ± 3,2	34,7 ± 3,4*
	Личностная тревожность, баллы   Personal anxiety, points	42,5 ± 5,6	38,6 ± 2,9
Тест САН (самочувствие, активность, настроение) Test well-being, activity, mood	Самочувствие, баллы   Well-being, points	2,5 ± 0,7	5,7 ± 0,8*
	Активность, баллы   Activity, points	2,6 ± 0,5	6,3 ± 0,7*
	Настроение, баллы   Mood, points	2,3 ± 0,6	6,9 ± 0,4*
Опросник качества жизни SF-36 Quality of Life Questionnaire SF-36	Физическое функционирование   Physical functioning	34,8 ± 1,8	55,4 ± 1,9**
	Ролевое физическое функционирование Role-playing physical functioning	17,7 ± 1,9	38,7 ± 2,0**
	Боль   Pain	31,5 ± 1,7	43,5 ± 2,0**
	Общее здоровье   General health	38,4 ± 2,0	40,2 ± 1,8
	Жизнеспособность   Vitality	37,2 ± 2,1	43,8 ± 2,0
	Социальная функционирование   Social functioning	37,9 ± 1,7	48,5 ± 1,7
	Ролевое эмоциональное функционирование Role-playing emotional functioning	27,8 ± 1,8	51,3 ± 1,8*
	Психическое здоровье   Mental health	47,3 ± 1,9	67,4 ± 1,7*

Примечание. \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  по сравнению с данными до лечения.

Note. \*\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  when compared with before and after treatment

## Обсуждение

АГ является как отдельным самостоятельным заболеванием, так и модифицируемым фактором риска хронических неинфекционных заболеваний [19]. Болезни системы кровообращения по распространённости и тяжести осложнений занимают ведущее место в структуре общей заболеваемости, причин инвалидности и преждевременной смертности населения трудоспособного возраста [20].

У работающих во вредных условиях труда профессиональный риск АГ выше в 1,2–2,5 раза. Установлена высокая частота АГ у работников, контактирующих с комплексом производственных факторов (пыль, шум, вибрация, тяжесть и напряжённость труда, охлаждающий микроклимат), достоверное увеличение риска развития АГ при стаже работы более 10 лет (31,3% против 17,2 в группе сравнения) [21].

АГ рассматривается как стресс-индуцированная патология, для выявления и оценки роли стресса как фактора риска АГ используются различные клинические протоколы и опросники [22]. Хронический стресс, связанный с чрезмерным нервно-психическим и физическим напряжением, приводит к переутомлению и перенапряжению нервной системы, вызывает изменения суточного профиля АД, ВСР, снижение адаптационных резервов организма.

Важная роль в поддержании гомеостаза в организме принадлежит стресс-лимитирующей системе эндогенных опиоидных рецепторов, обеспечивающей выход из стресса, нормализацию психофизиологического состояния, репарацию повреждённых тканей, активацию иммунной системы. Показано, что в патогенезе многих стресс-индуцированных и психосоматических заболеваний лежит эндорфинодефицит, что даёт основание включать в комплекс лечебно-профилактических мероприятий методы, направленные на его коррекцию [18].

В лечении и профилактике АГ наряду с медикаментозной терапией широко используются физиотерапевтические методы, направленные на усиление тормозных влияний центральной нервной системы, снижение активности симпатико-адреналовой системы, нормализацию вегетативного дисбаланса, уменьшение активности ренин-ангиотензиновой системы. Исследования показали эффективность применения ТЭС при болевых, стрессовых и дисметаболических синдромах [16]. В основе метода ТЭС лежит активация стресс-лимитирующей и опиоидергической систем.

Одним из механизмов положительного эффекта ТЭС-терапии в нашем исследовании может являться актива-

ция эндорфинных структур, что приводит к увеличению синтеза оксида азота, оказывающего прямое воздействие на тонус сосудов, к повышению активности протеинкиназы С и тирозинкиназы, которые играют важную роль во внутриклеточной передаче сигнала, что обуславливает улучшение регуляторных взаимоотношений структур головного мозга [23], восстанавливает центральную регуляцию гемодинамики и приводит к нормализации периферического кровообращения [24–26]. Гипотензивный эффект при применении ТЭС можно объяснить улучшением показателей адаптационных реакций, снижением уровня кортизола и  $\beta$ -адренергической реактивности мембран эритроцитов [27]. В другом исследовании установлено, что ТЭС повышает эффективность восстановительного лечения работников социальной сферы, имеющих АГ [23], и лечения психосоматических расстройств у работников промышленных предприятий [28] за счёт коррекции психоэмоционального статуса, нормализации деятельности вегетативной нервной системы, улучшения функционального состояния организма.

Помимо физиотерапевтических методов воздействия, для эффективной профилактики АГ требуется коррекция профессиональных и непрофессиональных факторов риска АГ, включая применение эффективных индивидуальных и коллективных средств защиты, повышение мотивации к здоровому образу жизни, в том числе отказ от вредных привычек, повышение физической активности, занятия спортом, рациональное и сбалансированное питание, профилактика стрессовых ситуаций.

**Ограничения исследования.** Исследование ограничено оценкой эффективности ТЭС-терапии у 85 работников вредных производств с повышенными уровнями шума и вибрации, имеющих повышенный риск развития АГ.

## Заключение

ТЭС-терапия способствует оптимизации функционального состояния организма за счёт снижения АД и нормализации его суточного профиля, повышению адаптационных возможностей, нормализации вегетативного тонуса, улучшению психоэмоционального состояния и качества жизни у работников, имеющих повышенный риск развития АГ. Результаты проведенного исследования позволяют рекомендовать включение ТЭС-терапии в систему управления персонализированным профессиональным риском развития АГ у работников вредных производств, связанных с повышенными уровнями шума и вибрации.

## ЛИТЕРАТУРА

- Бухтияров И.В., Кузьмина Л.П., Измерова Н.И., Головкова Н.П., Непершина О.П. Совершенствование механизмов выявления ранних признаков нарушения здоровья для сохранения трудового долголетия. *Медицина труда и промышленная экология*. 2022; 62(6): 377–87. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-6-377-387> <https://elibrary.ru/atkio>
- Федина И.Н., Преображенская Е.А., Серебряков П.В., Панкова В.Б. Экстрауральные эффекты при профессиональной тугоухости. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(6): 531–6. <https://elibrary.ru/xvlsol>
- Тиунова М.И., Власова Е.М., Носов А.Е., Устинова О.Ю. Влияние производственного шума на развитие артериальной гипертензии у работников металлургических производств. *Медицина труда и промышленная экология*. 2020; 60(4): 264–7. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-4-264-267> <https://elibrary.ru/ieeyxj>
- Li X., Dong Q., Wang B., Song H., Wang S., Zhu B. The influence of occupational noise exposure on cardiovascular and hearing conditions among industrial workers. *Sci. Rep.* 2019; 9(1): 11524. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47901-2>
- Pretzsch A., Seidler A., Hegewald J. Health effects of occupational noise. *Curr. Pollution Rep.* 2021; 7(3): 344–58. <https://doi.org/10.1007/s40726-021-00194-4>
- Otoghile B., Ediale J., Ariyibi N.O., Otoru O., Kuni J.I., Maan N.D. Effects of occupational noise on blood pressure. *Glob. J. Health Sci.* 2019; 11(3): 63–7. <https://doi.org/10.5539/gjhs.v11n3p63>
- Спирин В.Ф., Старшов А.М. К некоторым проблемам хронического воздействия производственного шума на организм работающих (обзор литературы). *Анализ риска здоровью*. 2021; (1): 186–96. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.1.19> <https://elibrary.ru/mzkpls>
- Панев Н.И., Коротенко О.Ю., Филимонов Е.С., Гостяева Е.П. Риски развития артериальной гипертензии при вибрационной болезни у работников угольной промышленности. *Гигиена и санитария*. 2024; 103(7): 693–9. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-7-693-699> <https://elibrary.ru/hewclm>
- Благодина Т.Ф., Болотнова Т.В., Куимова Ж.В., Оконецникова Н.С., Ревнивых И.Ю., Камшилова О.А. и др. Влияние вредных про-

- изводственных факторов на состояние сердечно-сосудистой системы у работающих на промышленном предприятии. *Медицинская наука и образование Урала*. 2023; 24(3): 25–33. <https://elibrary.ru/egqaum>
10. Землянова М.А., Зайцева Н.В., Кирьянов Д.А., Шляпников Д.М., Лебедева Т.М. Биомаркеры производственно-обусловленной эндотелиальной дисфункции у работников рудо-обогатительных производств в условиях длительной экспозиции шума. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(1): 56–62. <https://elibrary.ru/ygfbkd>
  11. Руквишников В.С., Панков В.А., Кулешова М.В., Катаманова Е.В., Картапольцева Н.В., Русанова Д.В. и др. Теории сенсорного конфликта при воздействии физических факторов: основные положения и закономерности формирования. *Медицина труда и промышленная экология*. 2015; 55(4): 1–6. <https://elibrary.ru/trllor>
  12. Шишонин А.Ю., Галиев Э.А., Яковлева Е.В., Жуков К.В., Вечер А.А., Гаспарян Б.А. и др. Физические методы коррекции артериальной гипертензии: современные представления. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2024; 101(3-1): 41–7. <https://doi.org/10.17116/kurort202410103141> <https://elibrary.ru/zgzbn1>
  13. Лебедева О.Д., Ачилов А.А., Баранов А.В., Ачилова Ш.А., Мустафаев Р.Д. Оптимизация комплексного лечения больных артериальной гипертензией. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2021; 98(3–2): 116. <https://elibrary.ru/joueiv>
  14. Ефименко Н.В., Абдрахманова Р.З., Моисеев В.В., Старокожко Л.Е., Амиянц В.Ю., Черевашенко Л.А. Санаторно-курортное лечение пациентов с артериальной гипертензией с применением транскраниальной магнитотерапии. *Физиотерапевт*. 2023; (2): 70–7. <https://doi.org/10.33920/med-14-2302-08> <https://elibrary.ru/pwsvm>
  15. Агасаров Л.Г., Алханова Т.В., Киргизова О.Ю., Фролков В.К. Механизмы и принципы коррекции метаболического синдрома (обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2019; (3): 40–7. <https://doi.org/10.24411/2075-4094-2019-16385> <https://elibrary.ru/zorkkn>
  16. Мизин В.И., Ежов В.В., Дудченко Л.Ш., Яновский Т.С., Смолянинова О.П., Игнатова Т.Б. и др. Эффективность транскраниальной электростимуляции в синдромно ориентированной санаторно-курортной медицинской реабилитации. *Физическая и реабилитационная медицина*. 2021; 3(2): 35–46. <https://doi.org/10.26211/2658-4522-2021-3-2-35-46> <https://elibrary.ru/endfhd>
  17. Бяловский Ю., Булатецкий С., Иванов А., Дерягина Л., Глушкова Е., Ракитина И. Транскраниальная электростимуляция как эффективный физиотерапевтический метод. *Врач*. 2019; 30(1): 17–26. <https://elibrary.ru/yvjcwd>
  18. Лебедев В.П., Малыгин А.В., Тусов С.В. ТЭС терапия для коррекции синдрома дефицита эндорфинов. *Главный врач Юга России*. 2021; (1): 20–1. <https://elibrary.ru/eqgkxl>
  19. Баланова Ю.А., Шальнова С.А., Куценко В.А., Имаева А.Э., Капустина А.В., Муромцева Г.А. и др. Вклад артериальной гипертензии и других факторов риска в выживаемость и смертность в российской популяции. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2021; 20(5): 164–74. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-3003> <https://elibrary.ru/xbqbic>
  20. Валеева Э.Т., Гимранова Г.Г., Шайхлисламова Э.Р. Производственные и непроизводственные факторы риска развития болезней системы кровообращения у работников нефтяной промышленности. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНССО*. 2021; (3): 4–8. <https://elibrary.ru/gfcsvm> <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-4-8>
  21. Благинина Т.Ф., Болотнова Т.В., Куимова Ж.В., Ревнивых И.Ю., Камшилова О.А., Марутян О.Л. и др. Оценка профессионального риска хронических неинфекционных заболеваний у работающих во вредных условиях труда. *Медицинская наука и образование Урала*. 2023; 24(1): 15–21. <https://elibrary.ru/opdzn1>
  22. Амбатьелло Л.Г. Стресс-индуцированная артериальная гипертензия. *Терапевтический архив*. 2022; 94(7): 908–13. <https://doi.org/10.26442/00403660.2022.07.201733> <https://elibrary.ru/jqzvnc>
  23. Смирнова И.Н., Алайцева С.В., Антипова И.И., Тицкая Е.В., Бредихина Е.Ю. Транскраниальная электростимуляция в коррекции адаптационно-психологического статуса у больных гипертонической болезнью с хроническим эколого-производственным психоэмоциональным напряжением. *Медицина и образование в Сибири*. 2013; (6): 31. <https://elibrary.ru/vxoidz>
  24. Благинина Т.Ф., Болотнова Т.В. Нейросенсорная тугоухость – предиктор эндотелиальной дисфункции при некоторых неинфекционных заболеваниях у работающих (обзор междисциплинарных исследований). *Кубанский научный медицинский вестник*. 2020; 27(2): 113–26. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2020-27-2-113-126> <https://elibrary.ru/zfhqfe>
  25. Андреева И.Н., Акишина И.В. Транскраниальная электростимуляция. *Астраханский медицинский журнал*. 2012; 7(1): 22–7. <https://elibrary.ru/ozeytd>
  26. Зарубина Е.Г., Шалдыбина Ю.Э., Прохоренко И.О. Изменение параметров микроциркуляции под воздействием ТЭС-терапии. *Вестник современной клинической медицины*. 2018; 11(3): 20–6. [https://doi.org/10.20969/VSKM.2018.11\(3\).20-26](https://doi.org/10.20969/VSKM.2018.11(3).20-26) <https://elibrary.ru/ovufyp>
  27. Смирнова И.Н., Люберцева Е.И., Бредихина Е.Ю., Барабаш Л.В. Транскраниальная и нейроадаптивная электростимуляция в лечении больных с гипертонической болезнью: сравнительный анализ эффективности. *CardioComatika*. 2017; 8(1): 70–1. <https://elibrary.ru/zifbgi>
  28. Хадарцев А.А., Токарев А.Р., Токарева С.В., Хромушин В.А. Транскраниальная электростимуляция в лечении психосоматических расстройств у работников промышленного предприятия. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2019; 96(2): 39–44. <https://doi.org/10.17116/kurort20199602139> <https://elibrary.ru/nktxuv>

## REFERENCES

1. Bukhriayrov I.V., Kuzmina L.P., Izmerova N.I., Golovkova N.P., Nepershina O.P. Improvement of mechanisms of detecting early signs of health disorders for preservation labor longevity. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2022; 62(6): 377–87. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-6-377-387> <https://elibrary.ru/iatkio> (in Russian)
2. Fedina I.N., Preobrazhenskaya E.A., Serebryakov P.V., Pankova V.B. Extraaural effects in the occupational hearing loss. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; 97(6): 531–6. <https://elibrary.ru/xvlsol> (in Russian)
3. Tiunova M.I., Vlasova E.M., Nosov A.E., Ustinova O.Y. Influence of industrial noise on the development of arterial hypertension in workers of metallurgical manufactures. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2020; 60(4): 264–7. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-4-264-267> <https://elibrary.ru/ieyxj> (in Russian)
4. Li X., Dong Q., Wang B., Song H., Wang S., Zhu B. The influence of occupational noise exposure on cardiovascular and hearing conditions among industrial workers. *Sci. Rep.* 2019; 9(1): 11524. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47901-2>
5. Pretzsch A., Seidler A., Hegewald J. Health effects of occupational noise. *Curr. Pollution Rep.* 2021; 7(3): 344–58. <https://doi.org/10.1007/s40726-021-00194-4>
6. Otoghile B., Ediale J., Ariyibi N.O., Otoru O., Kuni J.I., Maan N.D. Effects of occupational noise on blood pressure. *Glob. J. Health Sci.* 2019; 11(3): 63–7. <https://doi.org/10.5539/gjhs.v11n3p63>
7. Spirin V.F., Starshov A.M. On certain issues related to chronic exposure to occupational noise and impacts exerted by it on workers' bodies (literature review). *Health Risk Analysis*. 2021; (1): 185–94. <https://elibrary.ru/vqkqzp>
8. Panev N.I., Korotenko O.Yu., Filimonov E.S., Gostyaeva E.P. Risk factors for the development of arterial hypertension in vibration disease in coal industry workers. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2024; 103(7): 693–9. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-7-693-699> <https://elibrary.ru/hewclm> (in Russian)
9. Blaginina T.F., Bolotnova T.V., Kuimova Zh.V., Okonechnikova N.S., Revnivikh I.Y., Kamshilova O.A., et al. Influence of harmful production factors on the condition of the cardiovascular system in workers at an industrial enterprise. *Meditsinskaya nauka i obrazovanie Urala*. 2023; 24(3): 25–33. <https://elibrary.ru/egqaum> (in Russian)
10. Zemlyanova M.A., Zaitseva N.V., Kirianov D.A., Shlyapnikov D.M., Lebedeva T.M. Biomarkers of work-related endothelial dysfunction in employees of ore-dressing production occupied in conditions of long-term noise exposure. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(1): 56–62. <https://elibrary.ru/ygfbkd> (in Russian)
11. Rukavishnikov V.S., Pankov V.A., Kuleshova M.V., Katamanova E.V., Kartapoltseva N.V., Rusanova D.V., et al. On theory of sensory conflict under exposure to physical factors: main principles and

- concepts of formation. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2015; 55(4): 1–6. <https://elibrary.ru/trllor> (in Russian)
12. Shishonin A.Yu., Galiev E.A., Yakovleva E.V., Zhukov K.V., Vetcher A.A., Gasparyan B.A., et al. Physical methods of correction of arterial hypertension: modern concepts. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kul'tury*. 2024; 101(3–1): 41–7. <https://doi.org/10.17116/kurort202410103141> <https://elibrary.ru/zgzbni> (in Russian)
13. Lebedeva O.D., Achilov A.A., Baranov A.V., Achilova Sh.A., Mustafaev R.D. Optimization of complex treatment of patients with arterial hypertension. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kul'tury*. 2021; 98(3–2): 116. <https://elibrary.ru/joueiw> (in Russian)
14. Efimenko N.V., Abdurakhmanova R.Z., Moiseev V.V., Starokozhko L.E., Amiyants V.Yu., Cherevashchenko L.A. Resort treatment of patients with arterial hypertension using transcranial magnetic therapy. *Fizioterapevt*. 2023; (2): 70–7. <https://doi.org/10.33920/med-14-2302-08> <https://elibrary.ru/pwstvm> (in Russian)
15. Agasarov L.G., Aphanova T.V., Kirgizova O.Y., Frolkov V.K. Mechanisms and principles of correction of metabolic syndrome (literature review). *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. Elektronnoe izdanie*. 2019; (3): 40–7. <https://doi.org/10.24411/2075-4094-2019-16385> <https://elibrary.ru/zorkkn> (in Russian)
16. Mizin V.I., Ezhov V.V., Dudchenko L.Sh., Yanovsky T.S., Smolyaninova O.P., Ignatova T.B., et al. The effectiveness of cranial electrotherapy stimulation in syndromic-oriented health resort medical rehabilitation. *Fizicheskaya i reabilitatsionnaya meditsina*. 2021; 3(2): 35–46. <https://doi.org/10.26211/2658-4522-2021-3-2-35-46> <https://elibrary.ru/endfhd> (in Russian)
17. Byalovsky Yu., Bulatetsky S., Ivanov A., Deryagina L., Glushkova E., Rakitina I. Transcranial electrical stimulation as an effective physiotherapy technique. *Vrach*. 2019; 30(1): 17–26. <https://elibrary.ru/yvjcwjd> (in Russian)
18. Lebedev V.P., Malygin A.V., Trusov S.V. TES therapy for the correction of endorphin deficiency syndrome. *Glavnyi vrach Yuga Rossii*. 2021; (1): 20–1. <https://elibrary.ru/eqgkxl> (in Russian)
19. Balanova Yu.A., Shalnova S.A., Kutsenko V.A., Imaeva A.E., Kapustina A.V., Muromtseva G.A., et al. Contribution of hypertension and other risk factors to survival and mortality in the Russian population. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2021; 20(5): 164–74. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-3003> <https://elibrary.ru/xbqbic> (in Russian)
20. Valeeva E.T., Gimranova G.G., Shaikhislamova E.R. Work-Related and behavioral risk factors of diseases of the circulatory system in oil industry workers. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2021; (3): 4–8. <https://elibrary.ru/gfcsvm> <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-336-3-4-8> (in Russian)
21. Blaginina T.F., Bolotnova T.V., Kuimova Zh.V., Revnivikh I.Yu., Kamshilova O.A., Marutyan O.L., et al. Assessment of the occupational risk of chronic non-communicable diseases in working under harmful conditions. *Meditsinskaya nauka i obrazovanie Urala*. 2023; 24(1): 15–21. <https://elibrary.ru/opdznz> (in Russian)
22. Ambatiello L.G. Stress-induced arterial hypertension. *Terapevticheskiy arkhiv*. 2022; 94(7): 908–13. <https://doi.org/10.26442/00403660.2022.07.201733> <https://elibrary.ru/jqzvcn> (in Russian)
23. Smirnova I.N., Alaytseva S.V., Antipova I.I., Titskaya E.V., Bredikhina E.Yu. Transcranial electrical stimulation in correction of adaptive and psychological status at patients with idiopathic hypertension with chronic ecological occupational psychoemotional stress. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri*. 2013; (6): 31. <https://elibrary.ru/vxoidz> (in Russian)
24. Blaginina T.F., Bolotnova T.V. Sensorineural hearing loss as a predictor of endothelial dysfunction in some non-communicable diseases in the working population (a review of interdisciplinary studies). *Kubanskii nauchnyi meditsinskii vestnik*. 2020; 27(2): 113–26. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2020-27-2-113-126> <https://elibrary.ru/zfhqfe> (in Russian)
25. Andreeva I.N., Akishina I.V. The transcranial electrostimulation. *Astrakhanskii meditsinskii zhurnal*. 2012; 7(1): 22–7. <https://elibrary.ru/ozeytd> (in Russian)
26. Zarubina E.G., Shaldybina Yu.E., Prokhorenko I.O. Parametric variation of microcirculation affected by TES-therapy. *Vestnik sovremennoi klinicheskoi meditsiny*. 2018; 11(3): 20–6. [https://doi.org/10.20969/VSKM.2018.11\(3\).20-26](https://doi.org/10.20969/VSKM.2018.11(3).20-26) <https://elibrary.ru/ovufyp> (in Russian)
27. Smirnova I.N., Lyubertseva E.I., Bredikhina E.Yu., Barabash L.V. Transcranial and neuroadaptive electrical stimulation in the treatment of patients with hypertension: a comparative analysis of effectiveness. *CardioSomatika*. 2017; 8(1): 70–1. <https://elibrary.ru/zifbgj> (in Russian)
28. Khadartsev A.A., Tokarev A.R., Tokareva S.V., Hromushin V.A. The role of transcranial electrostimulation in the treatment of psychosomatic disorders in industrial workers. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kul'tury*. 2019; 96(2): 39–44. <https://doi.org/10.17116/kurort20199602139> <https://elibrary.ru/nktxuv> (in Russian)

## Информация об авторах

Сухова Анна Владимировна, доктор мед. наук, зав. отделением разработки методов восстановительного лечения и медицинской реабилитации Института общей и профессиональной патологии имени академика РАМН А.И. Потапова, ФБУН «ФНЦГ имени Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия. E-mail: annasukhova-erisman@yandex.ru

Преображенская Елена Александровна, доктор мед. наук, вед. науч. сотр. отделения разработки клинико-диагностических методов исследования Института общей и профессиональной патологии имени академика РАМН А.И. Потапова, ФБУН «ФНЦГ имени Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия. E-mail: preobrazhenskaya.ea@fncg.ru

## Information about the authors

Anna V. Sukhova, DSc (Medicine), head, Department of development of methods of rehabilitation treatment and medical rehabilitation, Institute of General and Professional Pathology named after Academician of the Russian Academy of Medical Sciences A.I. Potapov, Federal Scientific Research Center for Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi, 141014, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-1915-1138> E-mail: annasukhova-erisman@yandex.ru

Elena A. Preobrazhenskaya, DSc (Medicine), leading researcher, Department of development of clinical and diagnostic research methods, Institute of General and Occupational Pathology named after Academician A.I. Potapov of the Russian Academy of Medical Sciences, Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi, 141014, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1941-0491> E-mail: preobrazhenskaya.ea@fncg.ru