

## ПРОФЕССИОГРАФИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ РАБОТНИКОВ ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ КАК ОСНОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ПРОГРАММ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ: АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ

<sup>1</sup>Ковлен Д. В. ORCID ID 0000-0001-6773-9713,  
<sup>2</sup>Ивашев В. В., <sup>1</sup>Пронин В. Д. ORCID ID 0009-0002-8489-8219,  
<sup>1</sup>Пещеров М. Е. ORCID ID 0009-0005-1952-073X,  
<sup>1</sup>Хозяинова С. С. ORCID ID 0000-0002-7231-6018,  
<sup>1</sup>Кондратьева Е. А. ORCID ID 0000-0001-6362-6543,  
<sup>1</sup>Абусева Г. Р. ORCID ID 0000-0002-9525-6361

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования  
«Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: valerypronin1991@yandex.ru;

<sup>2</sup>Общество с ограниченной ответственностью «Газпром газомоторное топливо»,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация

Работники газовой отрасли подвергаются сочетанному воздействию факторов производственной среды и трудового процесса, что обуславливает неоднородность функциональных нарушений и затрудняет применение унифицированных реабилитационных программ. Для повышения эффективности медицинской реабилитации требуется стратификация по профессиографическому профилю. Целью настоящей работы является выявление и характеристика различий функционального состояния работников газовой отрасли в зависимости от профессиографического профиля и обоснование целесообразности дифференциации программ медицинской реабилитации. Проведено наблюдательное сравнительное исследование 740 работников, проходивших III этап медицинской реабилитации в условиях санаторно-курортных организаций. В зависимости от уровня физико-климатической и психосоциальной нагрузки сформированы три группы. Профессиографический профиль рассматривался как совокупность профессиональных обязанностей, условий труда, режима работы и ведущих производственных воздействий, значимых для выбора реабилитационных акцентов. Для дополнительной клинко-функциональной характеристики исследуемого контингента выявленные расстройства были кодированы в категориях Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ). На основании структуры нарушений функций, активности и участия установлены уровни шкалы реабилитационной маршрутизации (ШРМ), что подтвердило соответствие обследованных пациентов III этапу медицинской реабилитации. Оценивали психоэмоциональное состояние, профессиональное выгорание, качество сна и качество жизни, антропометрические параметры, функцию внешнего дыхания, гемодинамические показатели, параметры variability сердечного ритма и функциональные резервы кардиореспираторной и центральной нервной систем. Для многомерной оценки применяли стандартизацию показателей, анализ главных компонент и кластеризацию. Установлены устойчивые межгрупповые различия по психоэмоциональному профилю, показателям артериального давления и частоты сердечных сокращений, автономной регуляции и функциональным резервам, соответствующие характеру профессиональных нагрузок. Многомерный анализ был ассоциирован с воспроизводимым выделением трех функциональных профилей. Профессиографический профиль является основанием для стратификации по типу функциональных изменений, уровню ограничений активности и участия и может использоваться для обоснования направлений дифференцированных программ медицинской реабилитации, при этом их клиническая эффективность требует отдельного проспективного изучения.

Ключевые слова: работники газовой отрасли, медицинская реабилитация, профессиографический профиль, вредные факторы производственной среды, персонализированный подход, функциональное состояние.

## OCCUPATIONAL PROFILE OF GAS INDUSTRY WORKERS AS A BASIS FOR DIFFERENTIATED MEDICAL REHABILITATION PROGRAMS: FUNCTIONAL STATUS ANALYSIS

<sup>1</sup>Kovlen D. V. ORCID ID 0000-0001-6773-9713,  
<sup>2</sup>Ivashev V. V., <sup>1</sup>Pronin V. D. ORCID ID 0009-0002-8489-8219,  
<sup>1</sup>Pescherev M. E. ORCID ID 0009-0005-1952-073X,

**<sup>1</sup>Khozyainova S. S. ORCID ID 0000-0002-7231-6018,**

**<sup>1</sup>Kondrateva E. A. ORCID ID 0000-0001-6362-6543,**

**<sup>1</sup>Abuseva G. R. ORCID ID 0000-0002-9525-6361**

*<sup>1</sup>Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education  
“Military Medical Academy S. M. Kirov” of the Ministry of Defense of the Russian Federation,  
Saint Petersburg, Russian Federation, e-mail: valerypronin1991@yandex.ru;*

*<sup>2</sup>Gazprom Gas-Engine Fuel Limited Liability Company, Saint Petersburg, Russian Federation*

Gas industry workers are exposed to a combination of occupational environment and work-process factors, which leads to heterogeneous functional impairments and complicates the use of standardized rehabilitation programs. Improving the effectiveness of medical rehabilitation requires stratification according to the professionographic profile. The aim of this study was to identify and characterize differences in the functional status of gas industry workers depending on their professionographic profile and to substantiate the feasibility of differentiating medical rehabilitation programs. An observational comparative study was conducted in 740 workers undergoing the third stage of medical rehabilitation in sanatorium-resort organizations. Three groups were formed depending on the level of physical-climatic and psychosocial workload. The professionographic profile was considered as a combination of professional duties, working conditions, work schedule, and leading occupational exposures relevant to the selection of rehabilitation priorities. For additional clinical and functional characterization of the study cohort, the identified disorders were coded using the categories of the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). Based on the structure of impairments in body functions, activities, and participation, levels of the Rehabilitation Routing Scale (RRS) were determined, confirming that the examined patients corresponded to the third stage of medical rehabilitation. Psychoemotional status, occupational burnout, sleep quality and quality of life, anthropometric parameters, pulmonary function, hemodynamic parameters, heart rate variability indices, and functional reserves of the cardiorespiratory and central nervous systems were assessed. Multidimensional assessment included data standardization, principal component analysis, and cluster analysis. Stable intergroup differences were found in psychoemotional profile, blood pressure and heart rate parameters, autonomic regulation, and functional reserves, corresponding to the nature of occupational workloads. Multidimensional analysis was associated with reproducible identification of three functional profiles. The professionographic profile provides a basis for stratification by type of functional changes and level of activity and participation limitations and may be used to substantiate directions for differentiated medical rehabilitation programs; however, their clinical effectiveness requires separate prospective evaluation.

Keywords: gas industry workers, medical rehabilitation, professionographic profile, occupational hazards, personalized approach, functional status.

## **Введение**

Работники газовой отрасли относятся к профессиональным контингентам с выраженным кумулятивным воздействием неблагоприятных факторов производственной среды и организационно-трудовых особенностей, что формирует специфический профиль нарушений здоровья и функциональных резервов. В условиях крупных газодобывающих компаний значительная доля персонала задействована на опасных производственных объектах и выполняет работы в режимах, классифицируемых как «вредные и опасные», а также «тяжелые», сопровождающиеся существенными нагрузками на ключевые функциональные системы организма [1].

Трудовая деятельность в газовой промышленности характеризуется комплексным (сочетанным) воздействием факторов производственной среды и трудового процесса: физических, климато-географических, химических и психосоциальных, – которые нередко реализуются пролонгированно и в условиях вахтовой организации работ, территориальной удаленности объектов и ограниченности социальных контактов. К числу наиболее значимых

экспозиционных факторов относят шум, вибрацию, экстремальные температуры, высокую тяжесть и напряженность труда, а также потенциальные контакты с химическими агентами и продуктами технологических процессов [2, 3]. Современные обзоры по охране труда в нефтегазодобыче подчеркивают полифакторность профессиональных воздействий и необходимость риск-ориентированного подхода к профилактике и восстановительным мероприятиям, поскольку «универсальные» программы нередко не учитывают реальный профиль экспозиций в конкретных профессиографических группах [2, 3].

Особую медико-биологическую значимость для работников газовой отрасли имеют режимы сменной и ночной работы, обусловленные непрерывностью технологического цикла на большинстве объектов добычи и транспорта газа. Эпидемиологические данные свидетельствуют, что длительная сменная занятость ассоциируется с повышением риска ряда хронических заболеваний (включая метаболические нарушения и сахарный диабет второго типа), а также с ухудшением качества сна и восстановительных процессов [4, 5]. Важным аргументом высокой медико-биологической значимости хронодезадаптации является позиция Международного агентства по изучению рака: ночная работа рассматривается как вероятно канцерогенный фактор (Group 2A) в контексте нарушений циркадной регуляции и связанных с ними молекулярно-клеточных механизмов [6].

Шумовой фактор занимает значимое место в структуре профессиональных воздействий. Помимо поражения слухового анализатора, результаты метаанализа Salamah и соавт. показывают статистически значимую ассоциацию хронической производственной шумовой экспозиции с повышением риска артериальной гипертензии у промышленных работников, что позволяет рассматривать шум как фактор, ассоциированный с ранними кардиоваскулярными нарушениями [7].

В арктических регионах важен комбинированный характер экспозиций: производственный шум часто сочетается с воздействием низких температур. По данным Pettersson и соавт., сочетанное воздействие шума и холода ассоциировано с повышением риска смерти от инфаркта миокарда и инсульта, что указывает на потенцирование неблагоприятных эффектов при одновременном действии факторов [8].

Холодовой стресс в газодобыче (низкие температуры, ветер, высокая доля работ на открытом воздухе) рассматривается как самостоятельный патогенетически значимый фактор: по данным Li и соавт., холодовая экспозиция связана с повышением артериального давления и изменениями сосудистого тонуса, повышая «цену адаптации» сердечно-сосудистой системы, особенно при выполнении физической работы [9]. В этих условиях у работников с высокой физико-климатической нагрузкой закономерно ожидаются более выраженные

проявления напряжения регуляторных механизмов по сравнению с персоналом умеренной физической активности и офисным звеном.

Важный вклад в снижение функциональных резервов вносят вибрационный фактор и эргономические перегрузки, характерные для значительной части производственных профессий (операторы технологических установок, обслуживающий персонал, работники ремонтных служб и др.). Показано, что общая вибрация и неблагоприятные биомеханические воздействия связаны с формированием и хронизацией болевых синдромов, прежде всего дорсалгий, а также с ограничением работоспособности и снижением качества жизни [10].

Наряду с физическими воздействиями существенным предиктором ухудшения функционального состояния является профессиональный стресс. Мультидисциплинарные обзоры подчеркивают, что хронический стресс на рабочем месте ассоциирован с неблагоприятными соматическими и психическими исходами, реализуемыми через нейроэндокринные и вегетативные механизмы [11]. Для вахтовых работников нефтегазодобычи арктических регионов описаны более высокие уровни стресса и снижение работоспособности, что дополнительно актуализирует необходимость дифференцированных программ профилактики и медицинской реабилитации с учетом не только экспозиционных, но и организационно-социальных факторов труда [12]. Наконец, исследования в нефтегазовой отрасли фиксируют высокую распространенность тревожно-депрессивной симптоматики у части персонала, что усиливает значимость комплексной оценки функционального состояния, включающей психофизиологические компоненты [13].

Совокупность представленных данных обосновывает подход, согласно которому профессиографический профиль, включающий интенсивность и структуру воздействий, тяжесть и напряженность труда, режим работы, климатогеографические условия и социальные особенности вахтовой организации, может рассматриваться как критерий стратификации работников по типам функциональных нарушений и степени дефицита функциональных резервов. Практическая значимость данного подхода состоит в возможности перехода от унифицированных программ медицинской реабилитации к дифференцированным программам, ориентированным на ведущий патогенетический контур и доминирующее лимитирующее звено. Необходимость оптимизации реабилитационных решений с учетом профессиональных характеристик и структуры заболеваемости подчеркивается и при анализе практики санаторно-курортного обеспечения работников газовой промышленности [14, 15]. Вместе с тем сохраняется дефицит исследований, в которых функциональное состояние работников газовой отрасли системно сопоставлялось бы с профессиографическими группами на основе комплексной клинико-функциональной и психофизиологической оценки. В связи с этим настоящее исследование направлено на выявление особенностей функционального

статуса в трех профессиографических группах, различающихся по уровню физических и климатических нагрузок, с последующим обоснованием персонализации и дифференциации программ медицинской реабилитации.

**Цель исследования** – выявить и охарактеризовать различия функционального состояния работников газовой отрасли в зависимости от профессиографического профиля (уровня и структуры профессиональных нагрузок) и обосновать целесообразность дифференциации программ медицинской реабилитации с учетом выявленных особенностей функционального состояния.

#### **Материал и методы исследования**

Исследование выполнено как наблюдательное сравнительное с анализом исходного функционального состояния работников газовой отрасли, поступивших на III этап медицинской реабилитации в санаторно-курортные организации (СКО). Базами проведения исследования явились СКО ПАО «Газпром» и кафедральная база ВМедА им. С. М. Кирова (Санкт-Петербург).

На этапе предварительного контекстного анализа также использовались документы группового учета, характеризующие условия труда и ключевые медико-статистические показатели за 2020–2023 гг.

Обследованы 740 работников газовой отрасли, поступивших на III этап медицинской реабилитации в СКО. Все включенные в исследование были мужчинами. Возраст обследованных в исследовательской выборке составил  $35,9 \pm 0,38$  –  $36,4 \pm 0,40$  года. Стратификация выполнена по профессиографическому профилю, отражающему уровень и структуру профессиональных нагрузок, с формированием трех групп: группа 1 – с высокой физико-климатической нагрузкой ( $n = 319$ ), группа 2 – с умеренной физико-климатической нагрузкой ( $n = 181$ ), группа 3 – офисного звена с преобладанием психосоциальных нагрузок при меньшей физической компоненте ( $n = 240$ ). Для клинико-функциональной характеристики контингента использовали шкалу реабилитационной маршрутизации (ШРМ): 616 работников соответствовали 2 баллам ШРМ, 124 работника – 3 баллам ШРМ. Таким образом, в исследование включались пациенты с функциональными ограничениями, допускающими активное участие в программе III этапа медицинской реабилитации.

Профессиографический профиль в настоящем исследовании определяли как клинико-реабилитационно значимую совокупность характеристик трудовой деятельности работника: преобладающий тип профессиональных обязанностей, уровень физической нагрузки, наличие климатического воздействия, сменный или вахтовый характер работы, а также ведущие факторы производственной среды, потенциально влияющие на функциональные резервы и выбор реабилитационных акцентов. К группе 1 относили работников производственного

профиля с высокой физико-климатической нагрузкой, для которых были характерны выполнение работ на технологических объектах, большая доля физического труда и воздействие неблагоприятных климатических факторов; к группе 2 – работников с умеренной физико-климатической нагрузкой и смешанным производственно-эксплуатационным характером деятельности; к группе 3 – работников офисного и административно-управленческого звена с преобладанием психосоциальной и информационной нагрузки при меньшей физической компоненте. Поскольку индивидуальные карты специальной оценки условий труда, количественные уровни шума, вибрации, холода, сменности, стажа и персональной физической активности в едином стандартизированном массиве для всех участников не анализировались, группировка использовалась как обобщенная профессиографическая стратификация, а не как индивидуальная экспозиционная модель.

Критериями включения являлись: мужской пол, работа в организациях газовой отрасли, поступление на III этап медицинской реабилитации в СКО, уровень ШРМ 2–3, стабильное клиническое состояние и возможность выполнения психометрического, функционального и инструментального тестирования.

Критериями исключения считали острые заболевания и травмы в период обследования, декомпенсацию хронических заболеваний, противопоказания к нагрузочным функциональным пробам, выраженные когнитивные или психические нарушения, препятствующие заполнению опросников, а также неполноту ключевых данных обследования.

Основными клинико-реабилитационными основаниями направления на III этап рассматривались хронические заболевания и функциональные нарушения кардиореспираторного, опорно-двигательного, неврологического и психовегетативного профилей, а коморбидность учитывалась по данным медицинской документации при поступлении как фактор, способный модифицировать функциональные резервы и переносимость реабилитационных мероприятий.

Методы оценки функционального состояния включали клинико-инструментальные, функциональные и психометрические подходы и охватывали четыре группы показателей: психический статус, сон и качество жизни (Шкалы депрессии, тревоги и стресса (DASS-21), Опросник профессионального выгорания Маслач (MBI), WHOQOL-BREF (опросник качества жизни Всемирной организации здравоохранения), Питтсбургский индекс качества сна (PSQI), физическое развитие, функция внешнего дыхания и гемодинамические показатели (рост, масса тела, индекс массы тела (ИМТ), жизненная емкость легких (ЖЕЛ), объем форсированного выдоха за 1 с (ОФВ<sub>1</sub>), индекс Тиффно, кистевая динамометрия, частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое артериальное давление (САД), диастолическое

артериальное давление (ДАД) и пульсовое артериальное давление (ПАД)), вегетативный гомеостаз по данным вариабельности сердечного ритма (показатели кардиоинтервалографии в покое 5 мин и после ортостатической пробы), а также параметры функциональных резервов кардиореспираторной системы и центральной нервной системы (проба Генча, проба PWC-170, простая зрительно-моторная реакция, критическая частота слияния мельканий).

Для дополнительной клинико-функциональной характеристики контингента и интерпретации выявленных различий использовали Международную классификацию функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ). На основании результатов психометрических, функциональных и инструментальных методов нарушения кодировали в соответствующих категориях МКФ, после чего определяли уровни ШРМ, что соответствовало клинико-функциональным критериям III этапа. Показатели депрессии, тревоги, стресса и профессионального выгорания интерпретировали в контексте эмоциональных функций (b152) и функций энергии и побуждений (b130); показатели качества сна – функций сна (b134); показатели качества жизни и психофизиологической устойчивости – как интегральные характеристики, связанные с участием и адаптацией к условиям труда; показатели функции внешнего дыхания – дыхательных функций (b440); показатели артериального давления, частоты сердечных сокращений и вариабельности сердечного ритма – функций сердечно-сосудистой системы и вегетативной регуляции (b410–b429); показатели пробы Генча и PWC-170 – функций толерантности к физической нагрузке (b455); показатели простой зрительно-моторной реакции и критической частоты слияния мельканий – психомоторных функций (b147) и функций внимания (b140). На уровне активности и участия результаты интерпретировали как наиболее близкие к ограничениям, связанным с выполнением повседневного режима и профессиональной деятельности (d230, d850), преодолением стресса и других психологических требований (d240), а также переносимостью физической нагрузки и длительной двигательной активности в рамках производственных обязанностей.

Статистическую обработку и визуализацию выполняли в среде Python (Google Colab). На первичном этапе оценивали распределение показателей и проводили межгрупповые сравнения количественных и категориальных переменных стандартными критериями. Для выявления многомерной структуры различий применяли стандартизацию данных с последующим компонентным анализом и кластеризацией, а значимость межкластерных различий оценивали дисперсионным анализом с пост-хок процедурами. Критический уровень значимости принимали  $p < 0,05$ .

Исследование проведено в соответствии с этическими принципами Хельсинкской декларации, одобрено локальным этическим комитетом организации-исполнителя; все

участники до включения в исследование предоставили письменное информированное согласие на обследование и использование обезличенных данных в научных целях.

### Результаты исследования и их обсуждение

По результатам оценки исходного психического статуса, качества сна, профессионального выгорания и качества жизни выявлены статистически значимые межгрупповые различия ( $p < 0,05$ ). Группа 1 характеризовалась наиболее выраженной депрессивной симптоматикой по DASS-21, более высоким уровнем эмоционального истощения по MBI по сравнению с группой 2 и наихудшим качеством сна, поскольку интегральный индекс PSQI был максимальным и отличался от групп 2 и 3 ( $p < 0,05$ ). Группа 2 демонстрировала наиболее благоприятный психоэмоциональный профиль, включая минимальные уровни тревожности и стрессовой реакции по DASS-21, а также наивысшие значения компонента «психологическое здоровье» WHOQOL-BREF, при этом значения PSQI занимали промежуточное положение и статистически отличались от групп 1 и 3 ( $p < 0,05$ ). Группа 3 отличалась максимальными показателями тревожности и стрессовой реакции по DASS-21, а также наиболее выраженными проявлениями деперсонализации и снижения личных достижений по MBI, при одновременном сочетании с наивысшими оценками качества жизни по ряду доменов WHOQOL-BREF и наилучшим качеством сна, поскольку PSQI был минимальным и отличался от групп 1 и 2 ( $p < 0,05$ ) (табл. 1).

Таблица 1

Результаты оценки исходного состояния психического статуса работников газовой отрасли, поступивших на III этап медицинской реабилитации в СКО

Наименование исследуемого показателя	Группа 1 (n = 319)	Группа 2 (n = 181)	Группа 3 (n = 240)
DASS-21 (депрессия), (балл)	6,42; 1,00–12,00; ±0,09	6,30; 2,00–9,00; ±0,09	5,63; 2,00–9,00; ±0,07
DASS-21 (тревога), (балл)	5,52; 1,00–10,00; ±0,09	4,95; 2,00–8,00; ±0,09	6,49; 3,00–10,00; ±0,07
DASS-21 (стресс), (балл)	8,15; 5,00–11,00; ±0,06	7,69; 3,00–12,00; ±0,12	8,92; 5,00–13,00; ±0,09
MBI (эмоциональное истощение), (балл)	23,24; 14,00–31,00; ±0,18	19,80; 13,00–29,00; ±0,21	22,65; 15,00–30,00; ±0,19
MBI (деперсонализация), (балл)	6,32; 3,00–10,00; ±0,07	6,16; 3,00–9,00; ±0,08	7,13; 4,00–11,00; ±0,09
MBI (редукция личных достижений), (балл)	31,16; 23,00–40,00; ±0,17	30,85; 23,00–37,00; ±0,19	37,03; 28,00–46,00; ±0,19
WHOQOL-BREF (физическое здоровье), (балл)	61,99; 48,00–81,00; ±0,30	66,11; 52,00–77,00; ±0,34	72,01; 57,00–91,00; ±0,37

WHOQOL-BREF (психологическое здоровье), (балл)	62,53; 51,00–76,00; ±0,27	64,93; 50,00–77,00; ±0,38	62,00; 53,00–73,00; ±0,24
WHOQOL-BREF (социальные отношения), (балл)	53,89; 36,00–71,00; ±0,33	57,19; 45,00–68,00; ±0,34	73,67; 60,00–86,00; ±0,34
WHOQOL-BREF (окружающая среда), (балл)	48,55; 37,00–57,00; ±0,17	59,06; 47,00–71,00; ±0,30	72,08; 52,00– 100,00; ±0,47
PSQI (общий), (балл)	8,96; 1,00–14,00; ±0,12	7,09; 1,00–10,00; ±0,13	4,97; 3,00–12,00; ±0,09

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

По результатам анализа исходных антропометрических характеристик, показателей функции внешнего дыхания и гемодинамических показателей найдены межгрупповые различия ( $p < 0,05$ ). Группа 1 характеризовалась меньшими значениями роста и массы тела и минимальным индексом ИМТ, при сопоставимом с группой 2 уровне ЖЕЛ, однако имела наиболее низкие показатели ОФВ<sub>1</sub> и индекса Тиффно, что отражает снижение бронхиальной проходимости. Одновременно в данной группе регистрировали максимальные значения систолического и диастолического артериального давления и частоты сердечных сокращений. Группа 2 отличалась наибольшим средним ростом при умеренной массе тела и промежуточными значениями ИМТ, наивысшей ЖЕЛ, более высокими по сравнению с группой 1 значениями ОФВ<sub>1</sub> и индекса Тиффно и минимальной ЧСС среди всех групп, при этом показатели артериального давления занимали промежуточное положение. Группа 3 имела наименьший рост и наибольшую массу тела, что обуславливало максимальные значения ИМТ, а также наиболее низкую ЖЕЛ при наилучших значениях ОФВ<sub>1</sub> и индекса Тиффно, что соответствует оптимальной бронхиальной проходимости. Гемодинамические показатели, включая систолическое, диастолическое и пульсовое давление, в офисной группе были минимальными, тогда как ЧСС занимала промежуточное положение (табл. 2).

Таблица 2

Результаты оценки исходного состояния физического развития  
и гемодинамических показателей работников газовой отрасли,  
поступивших на III этап медицинской реабилитации в СКО

Наименование исследуемого показателя	Группа 1 (n = 319)	Группа 2 (n = 181)	Группа 3 (n = 240)
Рост (см)	174,65; 162,00– 185,00; ±0,25	176,04; 165,00– 187,00; ±0,30	173,21; 160,00– 185,00; ±0,30
Вес (кг)	77,34; 61,00– 113,50; ±0,57	80,01; 56,60– 120,20; ±0,89	82,34; 63,00– 119,70; ±0,92

ИМТ (кг/м <sup>2</sup> )	25,34; 18,60–37,50; ±0,17	25,79; 18,30–36,70; ±0,26	27,41; 19,00–39,10; ±0,28
ЖЕЛ (л)	4,50; 3,52–5,49; ±0,02	4,56; 3,69–5,60; ±0,03	4,39; 3,49–5,40; ±0,02
ОФВ1 (л)	3,28; 2,29–4,56; ±0,02	3,46; 2,59–4,54; ±0,03	3,47; 2,61–5,04; ±0,03
Индекс Тиффно (%)	72,86; 56,00–91,00; ±0,29	75,95; 60,00–89,00; ±0,36	78,92; 62,00– 102,00; ±0,42
Кистевая динамометрия (среднее) (кгс)	42,19; 29,00–55,00; ±0,27	41,47; 26,50–55,00; ±0,42	41,48; 30,00–53,50; ±0,30
САД (мм рт. ст.)	135,79; 108,00– 151,00; ±0,50	130,83; 108,00– 149,00; ±0,72	128,77; 107,00– 150,00; ±0,61
ДАД (мм рт. ст.)	89,09; 76,00– 101,00; ±0,30	83,98; 73,00–93,00; ±0,34	82,85; 71,00–93,00; ±0,32
ПАД (мм рт. ст.)	46,70; 32,00–53,00; ±0,20	46,86; 35,00–57,00; ±0,39	45,92; 36,00–57,00; ±0,30
ЧСС (уд./мин)	82,62; 69,00–99,00; ±0,23	78,53; 71,00–88,00; ±0,24	79,61; 70,00–89,00; ±0,23

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

По результатам анализа исходных показателей вариабельности сердечного ритма отмечены межгрупповые различия параметров ( $p < 0,05$ ). Группа 1 характеризовалась минимальными значениями моды интервала R–R и общей спектральной мощности, а также наиболее низкими значениями SDNN и RMSSD, что отражало снижение вариабельности и напряжение регуляторных механизмов. В данной группе регистрировались максимальные значения индекса напряжения по Баевскому, наибольшая доля VLF-компоненты и высокий индекс централизации, что соответствовало выраженной активации эрготропных звеньев регуляции с вовлечением центральных механизмов управления. Группа 2 демонстрировала наиболее благоприятный вегетативный профиль с максимальными значениями SDNN и RMSSD и наибольшей долей HF-компоненты, при этом доля VLF была достоверно ниже, чем в группе 1, а уровень централизации являлся минимальным среди всех групп. Группа 3 отличалась наивысшими значениями общей спектральной мощности и максимальной долей LF-компоненты, что в сочетании с высокими значениями соотношения ИН2/ИН1 при ортостатической нагрузке свидетельствует о выраженной симпатoadреналовой активности. Значения SDNN и RMSSD в офисной группе занимали промежуточное положение, HF-компонента превышала показатели группы 1, но уступала группе 2, индекс адекватности регуляторных систем был минимальным, а индекс централизации занимал промежуточные значения ( $p < 0,05$ ) (табл. 3).

Результаты оценки исходных показателей вегетативного гомеостаза  
у работников газовой отрасли, поступивших на III этап  
медицинской реабилитации в СКО

Наименование исследуемого показателя	Группа 1 (n = 319)	Группа 2 (n = 181)	Группа 3 (n = 240)
ИИ (усл. ед.)	241,05; 207,00– 275,00; ±0,80	200,91; 171,00– 231,00; ±0,98	184,57; 148,00– 222,00; ±1,04
SDNN (мс)	34,80; 33,00–37,00; ±0,04	40,63; 38,00–44,00; ±0,09	37,99; 35,00–41,00; ±0,07
RMSSD (мс)	24,03; 22,00–27,00; ±0,04	29,32; 28,00–32,00; ±0,06	27,52; 26,00–29,00; ±0,05
TP (мс <sup>2</sup> )	2163,18; 1459,00– 4531,00; ±11,96	2966,04; 1793,00– 5007,00; ±20,34	3049,38; 1458,00– 5001,00; ±16,62
% HF (%)	22,55; 19,00–27,00; ±0,06	24,98; 23,00–29,00; ±0,08	24,41; 22,00–27,00; ±0,06
% LF (%)	41,40; 24,00–58,00; ±0,36	46,02; 36,00–54,00; ±0,28	49,67; 40,00–59,00; ±0,24
% VLF (%)	36,05; 23,00–49,00; ±0,29	29,00; 23,00–35,00; ±0,20	25,92; 19,00–33,00; ±0,19
ПАРС (балл)	4,62; 3,00–6,00; ±0,04	4,08; 2,00–6,00; ±0,07	3,50; 1,00–6,00; ±0,07
ИИ2/ИИ1	1,22; 1,10–1,80; ±0,01	1,42; 1,10–1,90; ±0,01	1,65; 1,10–1,90; ±0,01
ИЦ (усл. ед.)	3,49; 3,00–4,00; ±0,04	3,00; 2,70–3,17; ±0,03	3,11; 2,70–3,55; ±0,01

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

По результатам оценки исходных параметров функциональных резервов выявлены статистически значимые межгрупповые различия кардиореспираторных и вегетативных показателей ( $p < 0,05$ ). Группа 1 характеризовалась минимальными значениями мощности пороговой нагрузки по тесту PWC-170 и наиболее низкими результатами пробы Генча, что отражало ограниченность функциональных возможностей при длительных нагрузках. Показатели простой зрительно-моторной реакции в данной группе занимали промежуточное положение, а критическая частота слияния мельканий превышала значения офисной группы, но была ниже показателей группы 2 ( $p < 0,05$ ). Группа 2 демонстрировала наиболее сбалансированный профиль функциональных резервов. Результаты пробы Генча и PWC-170 были достоверно выше в группе 2, чем в группе 1, при этом отмечались наилучшие показатели простой зрительно-моторной реакции и максимальные значения критической частоты слияния мельканий, что свидетельствовало о лучшем резерве центральной нервной системы (ЦНС) среди обследованных групп ( $p < 0,05$ ). Группа 3 отличалась максимальными значениями

мощности пороговой нагрузки в тесте PWC-170 и наилучшими результатами пробы Генча, что соответствовало высокой переносимости физической нагрузки, однако характеризовалось минимальной скоростью зрительно-моторной реакции и наиболее низкими значениями критической частоты слияния мельканий, что могло отражать ограничение функционального резерва ЦНС ( $p < 0,05$ ) (табл. 4).

Таблица 4

Результаты оценки исходных показателей функциональных резервов  
у работников газовой отрасли, поступивших  
на III этап медицинской реабилитации в СКО

Наименование исследуемого показателя	Группа 1 (n = 319)	Группа 2 (n = 181)	Группа 3 (n = 240)
Проба Генча (с)	26,08; 19,00–35,00; ±0,20	29,16; 23,00–43,00; ±0,29	31,11; 22,00–54,00; ±0,38
Мощность пороговой нагрузки (кгм/мин)	970,30; 749,00– 1167,00; ±4,40	1056,83; 858,00– 1294,00; ±5,98	1083,13; 906,00– 1260,00; ±4,68
Простая зрительно-моторная реакция (мс)	246,88; 199,00– 309,00; ±1,08	230,34; 189,00– 276,00; ±1,42	290,02; 209,00– 372,00; ±1,98
Критическая частота слияния мельканий (Гц)	43,01; 40,00–46,00; ±0,07	43,83; 40,00–47,00; ±0,11	39,69; 36,00–43,00; ±0,10

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

В ходе межгруппового анализа количественных показателей установлены статистически значимые различия по ключевым переменным функционального состояния ( $p < 0,05$ ). Статистическая значимость различий наблюдалась при сравнении отдельных групп показателей (BCP, функциональные резервы, психометрические показатели), так и при комплексной оценке характеристик функционального статуса (табл. 5).

Таблица 5

Попарные межгрупповые сравнения по первой и второй  
главным компонентам (PC1, PC2) по критерию Тьюки (HSD)

Компонента	Сравнение	Meandiff	95 % ДИ нижняя	95 % ДИ верхняя	p-adj	Различие значимо
PC1	1 vs 2	-0,1778	-0,6406	+0,2849	0,6389	Нет
	1 vs 3	-5,6698	-6,1047	-5,2354	< 0,001	Да
	2 vs 3	-5,4920	-5,9118	-5,0721	< 0,001	Да
PC2	1 vs 2	+4,2660	+3,9811	+4,5509	< 0,001	Да
	1 vs 3	+2,3312	+2,0634	+2,5989	< 0,001	Да
	2 vs 3	-1,9348	-2,1933	-1,6763	< 0,001	Да

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Дополнительно применен многомерный статистический подход, включавший стандартизацию показателей, компонентный или факторный анализ и последующую кластеризацию методом k-means, что обеспечило воспроизводимое выделение трех групп на основании совокупности признаков. Установлено, что выделенные кластеры статистически значимо различались по ключевым показателям при дисперсионном анализе с пост-хок сравнениями ( $p < 0,05$ ), что свидетельствовало о наличии трех устойчивых функциональных профилей, согласующихся с профессиографической стратификацией.

Интерпретация полученных данных в категориях МКФ показала, что выделенные профессиографические группы различались не только по совокупности количественных показателей, но и по преобладающему профилю нарушений функций организма и связанных с ними ограничений активности и участия. На уровне активности и участия выявленные различия были наиболее близки к ограничениям, связанным с выполнением повседневного режима и профессиональной деятельности (d230, d850), преодолением стресса и других психологических требований (d240), а также с переносимостью физической нагрузки и длительной двигательной активности в рамках производственных обязанностей.

Для группы 1 с высокой физико-климатической нагрузкой наиболее характерными являлись нарушения функций сердечно-сосудистой системы и вегетативной регуляции (b410–b429), дыхательных функций (b440), функций сна (b134), эмоциональных функций (b152), а также функций толерантности к физической нагрузке (b455). Такая структура изменений соответствует функциональному профилю с повышенной «ценой адаптации», напряжением регуляторных механизмов и вероятными ограничениями активности, связанными с переносимостью длительных физических и климатических нагрузок, устойчивостью работоспособности в условиях сменного труда и выполнением производственных обязанностей в неблагоприятной внешней среде.

Группа 2 с умеренной физико-климатической нагрузкой характеризовалась наиболее сбалансированным профилем функций, более благоприятными параметрами автономной регуляции, лучшими резервами кардиореспираторной системы и ЦНС, а также наименее выраженными психоэмоциональными нарушениями. В терминах МКФ это соответствует минимальной выраженности нарушений функций организма и наименьшему риску ограничений активности и участия по сравнению с другими профессиографическими группами.

Для группы 3 офисного звена с преобладанием психосоциальной нагрузки были более характерны нарушения эмоциональных функций (b152), функций энергии и побуждений (b130), психомоторных функций (b147) и функций внимания (b140) при относительно сохранных параметрах физической работоспособности и функции внешнего дыхания. Такая

структура может быть интерпретирована как функциональный профиль, при котором ведущими лимитирующими звеньями являются стресс-ассоциированные нарушения, снижение психофизиологической устойчивости и вероятные ограничения активности и участия, связанные с выполнением многозадачной деятельности, преодолением стресса и длительной профессиональной умственной нагрузкой.

Полученные результаты показывают, что профессиографический профиль может рассматриваться как основание для стратификации работников газовой отрасли по типу функциональных изменений. Наиболее выраженная дифференциация выявлена в группе показателей автономной регуляции: показатели variability сердечного ритма отражали различную степень напряжения регуляторных механизмов и различный вклад симпатических и парасимпатических влияний. Это позволяет интерпретировать показатели вегетативного гомеостаза как интегральные маркеры «цены адаптации» при сочетанном воздействии факторов производственной среды и трудового процесса.

Различия по функциональным резервам и гемодинамическим показателям согласуются с характером профессиональных нагрузок. При высокой физико-климатической экспозиции формируется профиль, соответствующий более выраженному функциональному напряжению и потенциально меньшему резервному диапазону, тогда как при умеренной нагрузке функциональный профиль оказывается относительно более сбалансированным. Для офисного звена характерен иной механизм формирования функционального дефицита, при котором ведущими факторами могут выступать психосоциальная напряженность, высокая информационная нагрузка и особенности восстановления, что отражается в психометрических показателях и части нейрофизиологических параметров.

Совокупность выявленных закономерностей позволяет обоснованно предположить целесообразность дифференциации медицинской реабилитации по профессиографическому признаку. Для производственных профессий с высокой физико-климатической нагрузкой приоритетом может являться коррекция функционального напряжения и восстановление регуляторных механизмов с повышением толерантности к физической нагрузке и оптимизацией восстановления. Для группы с умеренной физико-климатической нагрузкой рационален профилактически-поддерживающий вариант реабилитации с адресной коррекцией лимитирующих звеньев. Для офисного звена необходим акцент на нормализацию восстановления, повышение психофизиологической устойчивости и снижение психоэмоционального напряжения при обязательной опоре на объективные функциональные маркеры.

Таким образом, профессиографическая стратификация может служить практической основой для дифференцированного выбора направлений медицинской реабилитации у работников газовой отрасли.

**Ограничения исследования.** Исследование носило наблюдательный сравнительный характер и оценивало исходное функциональное состояние работников, поступивших на III этап медицинской реабилитации, поэтому полученные данные не позволяют делать причинные выводы о влиянии отдельных производственных факторов и не доказывают эффективность конкретных реабилитационных программ. Индивидуальные количественные параметры специальной оценки условий труда, уровни шума, вибрации, холодовой экспозиции, сменности, стажа, курения и привычной физической активности не были доступны в едином стандартизированном формате для всех участников и не включались в статистическую модель. Женщины в выборку не входили, что ограничивает переносимость результатов на весь персонал газовой отрасли. Предложенная профессиографическая стратификация должна рассматриваться как основание для выбора реабилитационных гипотез и требует проверки в проспективном контролируемом исследовании с оценкой клинически значимых исходов, динамики функционального состояния и отдаленных результатов.

### **Заключение**

Полученные данные позволяют обоснованно предположить целесообразность дифференциации программ медицинской реабилитации работников газовой отрасли с учетом профессиографического профиля, а также функциональных нарушений и связанных с ними ограничений активности, участия и профессионального функционирования, интерпретированных в категориях МКФ и уровнях ШРМ. Реализация такого подхода может способствовать повышению персонализации реабилитационных вмешательств и восстановительной направленности III этапа медицинской реабилитации. В настоящем исследовании эффективность дифференцированных реабилитационных программ не изучалась; предложенные направления требуют дальнейшей клинической валидации в проспективном контролируемом исследовании, включая оценку клинически значимых исходов и отдаленных эффектов, прежде чем они могут быть внедрены в качестве стандартных программ.

### **Список литературы**

1. СТО Газпром 18000.3-023-2022. Единая система управления производственной безопасностью. Вредные производственные факторы. Требования к обеспечению безопасных условий труда на объектах ПАО «Газпром» (утв. распоряжением ПАО «Газпром» от

29.07.2022 № 277; введ. 01.09.2022) 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://gazpromenergo.gazprom.ru/d/textpage/02/1026/sto-gazprom-18000.3-023-2022.pdf> (дата обращения: 17.05.2026).

2. Benson C., Dimopoulos C., Argyropoulos C. D., Varianou Mikellidou C., Boustras G. Assessing the common occupational health hazards and their health risks among oil and gas workers // *Safety Science*. 2021. Vol. 140. P. 105284. DOI: 10.1016/j.ssci.2021.105284.
3. Syurin S., Kizeev A. Occupational health risks in oil and gas workers in the Russian Arctic // *RT&A. Special Issue № 4 (70)*. 2022. Vol. 17. P. 400–410. DOI: 10.24412/1932-2321-2022-470-400-410.
4. Wu Q. J., Sun H., Wen Z. Y. Shift work and health outcomes: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses of epidemiological studies [et al.] // *Journal of Clinical Sleep Medicine*. 2022. Vol. 18. Is. 2. P. 653–662. DOI: 10.5664/jcsm.9642.
5. Chang W. P., Peng Y. X. Influence of rotating shifts and fixed night shifts on sleep quality of nurses of different ages: a systematic literature review and meta-analysis // *Chronobiology International*. 2021. Vol. 38. Is. 10. P. 1384–1396. DOI: 10.1080/07420528.2021.1931273.
6. IARC. Night Shift Work / IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans. Vol. 124. Lyon: International Agency for Research on Cancer, 2020. 436 p. ISBN 978-92-832-0162-5 (print). ISBN 978-92-832-0191-5.
7. Salamah I. I., Sumardiyono S., Murti B. Meta analysis – effect of occupational noise on the risk of hypertension and noise induced hearing loss in industrial workers // *Journal of Epidemiology and Public Health*. 2023. Vol. 8. Is. 4. P. 422–433. DOI: 10.26911/jepublichealth.2023.08.04.01.
8. Pettersson H., Olsson D., Järholm B. Occupational exposure to noise and cold environment and the risk of death due to myocardial infarction and stroke // *Int. Arch. Occup. Environ. Health*. 2020. Vol. 93. Is. 5. P. 571–575. DOI: 10.1007/s00420-019-01513-5.
9. Li Y., Wu J., Xu Y. Cold exposure and the cardiovascular system: from physiological adaptation to pathological risk [et al.] // *Frontiers in Physiology*. 2026. Vol. 16. P. 1740919. DOI: 10.3389/fphys.2025.1740919.
10. Jahn A. J., Andersen H., Christiansen D. H., Seidler A., Dalbøge A. Occupational mechanical exposures as risk factor for chronic low-back pain: a systematic review and meta-analysis // *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*. 2023. Vol. 49. Is. 7. P. 453–465. DOI: 10.5271/sjweh.4114.
11. Khammissa R. A. G., Nemitandani S., Feller G., Lemmer J., Feller L. Burnout phenomenon: neurophysiological factors, clinical features, and aspects of management // *Journal of International Medical Research*. 2022. Vol. 50. Is. 9. P. 03000605221106428. DOI: 10.1177/03000605221106428.

12. Korneeva Y., Simonova N. Job stress and working capacity among fly-in-fly-out workers in the oil and gas extraction industries in the Arctic // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Vol. 17. Is. 21. P. 7759. DOI: 10.3390/ijerph17217759.
13. Pavičić Žeželj S., Cvijanović Pelozo O., Mika F., Stamenković S., Mahmutović Vranić S., Šabanagić Hajrić S. Anxiety and depression symptoms among gas and oil industry workers // *Occupational Medicine*. 2019. Vol. 69. Is. 1. P. 22–27. DOI: 10.1093/ocmed/kqy170.
14. Харебава И. М., Пономаренко Г. Н. Оптимизация системы санаторно-курортного обеспечения работников газовой промышленности // *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2003. № 6. С. 40–43.
15. Соколов А. В., Стома А. В. Санаторно-курортное лечение у работников газовой промышленности // *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2018. № 4. С. 3–11.

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest:** The authors declare that there is no conflict of interest.

**Финансирование:** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

**Financing:** The research was performed without external funding.