

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643551>

EDN: RGOJXG

# Возможность прогнозирования исходов адаптационного процесса к трудовой нагрузке у мужчин-инвалидов трудоспособного возраста

Е.А. Наговицына, Н.Н. Васильева

Ижевская государственная медицинская академия, Ижевск, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Трудоустройство для инвалидов — не только путь реабилитации и интеграции в общество, но и стрессогенная нагрузка с комплексом техногенных и социально-психологических влияний. С учётом особого самоощущения своего статуса у людей с инвалидностью формируется динамическая система адаптационно-приспособительных механизмов к трудовой нагрузке. Именно поэтому изучение процессов адаптации к труду должно включать не только психосоциальные аспекты, как это описано в большинстве литературных источников, но и учитывать состояние регуляторных систем организма.

**Цель.** Изучить возможность прогнозирования исходов адаптационного процесса к трудовой нагрузке у мужчин-инвалидов трудоспособного возраста.

**Материалы и методы.** Группа исследования состояла из 59 мужчин-инвалидов трудоспособного возраста. Респонденты проходили трудовую практику в специально созданных центрах трудовой реабилитации и абилитации. Определяли уровень социально-психической адаптации по методике Роджерса–Даймонда, морфометрические показатели (вес, рост, жизненная ёмкость лёгких, артериальное давление, пульс), кардиоинтервалы с анализом динамики волновых показателей (SI, HF, LF, VLF, LF/HF).

**Результаты.** При сравнении волновых показателей кардиоинтервалографии в динамике было выявлено статистически значимое изменение показателя LF/HF ( $p < 0,001$ ) в сторону увеличения, что свидетельствует о напряжении адаптационных механизмов и смещении вегетативной тонуса в сторону симпатических влияний. Но динамическое увеличение показателя VLF% ( $p = 0,045$ ), зафиксированное при дальнейшем анализе, показало подключение надсегментарной регуляции функций внутренних органов. Исследование социально-психологической адаптации не выявило существенных изменений. Оценка показателей морфометрии проводилась в зависимости от комплексного показателя напряжения систем регуляции, определённого после применения трудовой нагрузки по данным анализа кардиоинтервалографии. Анализ производили при помощи построения ROC-кривых, что выявило критические значения возраста и индекса массы тела у человека с инвалидностью. Следовательно, данные показатели являются предикторами неблагоприятной реакции регуляторных систем на воздействие труда. Так, если при трудоустройстве человека с инвалидностью его возраст будет равен или выше 35 лет, то с вероятностью 80% ( $p = 0,005$ ) возможно предполагать напряжение адаптационных механизмов как реакцию на воздействие труда. Аналогичная зависимость выявлена в отношении индекса массы тела: если при поступлении на работу его значение будет равняться или превышать 26, то с вероятностью 80% ( $p = 0,004$ ) у работающего инвалида возникнет вегетативный дисбаланс.

**Заключение.** Выявлены особенности адаптационных механизмов у мужчин-инвалидов к трудовой нагрузке. Полученные данные можно применять для прогнозирования напряжения регуляторных систем внутренних органов на трудовое воздействие, а также с практической точки зрения для составления эффективного режима труда и отдыха, графика рабочей недели и определения уровня трудовой нагрузки. Комплексный биопсихосоциальный подход необходим для полной оценки адаптационных механизмов, чтобы трудоустройство для человека с инвалидностью имело реабилитационный характер, а для работодателя — экономически оправданный эффект.

**Ключевые слова:** механизмы адаптации; инвалид; трудоустройство; кардиоинтервалография; ROC-анализ; вегетативный дисбаланс.

## Как цитировать:

Наговицына Е.А., Васильева Н.Н. Возможность прогнозирования исходов адаптационного процесса к трудовой нагрузке у мужчин-инвалидов трудоспособного возраста // Экология человека. 2025. Т. 32, № 5. С. 315–323. DOI: 10.17816/humeco643551 EDN: RGOJXG

Рукопись поступила: 29.12.2024

Рукопись одобрена: 25.06.2025

Опубликована online: 10.07.2025

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643551>

EDN: RGOJXG

# Predicting Adaptation Outcomes to Occupational Load in Working-Age Men with Disabilities

Elena A. Nagovitsyna, Natalia N. Vasilyeva

Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Employment for individuals with disabilities serves not only as a means of rehabilitation and social integration but also represents a stress-inducing factor involving a combination of technogenic and socio-psychological influences. Given the specific self-perception of their status, persons with disabilities develop a dynamic system of adaptive-compensatory mechanisms in response to occupational load. Therefore, the study of labor adaptation processes should encompass not only psychosocial aspects, as emphasized in most scientific data, but also consider the functional state of the body's regulatory systems.

**AIM:** To assess the possibility of predicting adaptation outcomes to occupational load in working-age men with disabilities.

**METHODS:** The study group consisted of 59 working-age men with disabilities. The participants underwent employment-based practice in specialized rehabilitation and habilitation centers. The assessment included the Rogers–Diamond method for socio-psychological adaptation, morphometric parameters (weight, height, vital lung capacity, blood pressure, heart rate), and cardiointervalography with analysis of wave-related parameters (SI, HF, LF, VLF, LF/HF).

**RESULTS:** A comparative over-time analysis of cardiointervalography wave parameters revealed a statistically significant increase in the LF/HF ratio ( $p < 0.001$ ), indicating increased strain on adaptive mechanisms and a shift in autonomic tone toward sympathetic dominance. However, the increase in the VLF% index ( $p = 0.045$ ), recorded during further analysis, indicated the involvement of suprasegmental regulation of visceral functions. No significant changes were observed in socio-psychological adaptation. Morphometric parameters were assessed in relation to a composite index of regulatory system strain, determined after occupational load based on cardiointervalography data. ROC curve analysis was used to identify critical threshold values for age and body mass index in individuals with disabilities. Accordingly, these parameters can be regarded as predictors of unfavorable regulatory system responses to occupational exposure. Thus, if a person with a disability is employed at the age of 35 years or older, there is an 80% probability ( $p = 0.005$ ) of developing strain on adaptive mechanisms mechanisms as a response to occupational exposure. A similar correlation was identified with respect to body mass index: if, upon employment, the BMI is equal to or exceeds 26, there is an 80% probability ( $p = 0.004$ ) that an employed individual with a disability will develop autonomic imbalance.

**CONCLUSION:** The study identified specific features of adaptive responses to occupational load in working-age men with disabilities. The obtained data can be used to predict strain on the regulatory systems of internal organs in response to occupational exposure, as well as, from a practical standpoint, to design an effective work-rest schedule, weekly work timetable, and to determine the appropriate level of occupational load. A comprehensive biopsychosocial approach is required for a thorough evaluation of adaptive mechanisms, ensuring that employment serves a rehabilitative role for individuals with disabilities and delivers cost-effective results for employers.

**Keywords:** adaptive mechanisms; disability; employment; cardiointervalography; ROC analysis; autonomic imbalance.

## To cite this article:

Nagovitsyna EA, Vasilyeva NN. Predicting adaptation outcomes to occupational load in working-age men with disabilities. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2025;32(5):315–323. DOI: 10.17816/humeco643551 EDN: RGOJXG

Received: 29.12.2024

Accepted: 25.06.2025

Published online: 10.07.2025

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643551>

EDN: RGOJXG

# 劳动年龄段男性残疾人对劳动负荷适应过程结局的预测可能性

Elena A. Nagovitsyna, Natalia N. Vasilyeva

Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, Russia

## 摘要

**论证。**对残疾人而言，就业不仅是康复和融入社会的重要途径，也是一种伴随多种技术性和社会心理因素的应激性负荷。鉴于残疾人对自身身份的特殊感知，逐步形成了一套针对劳动负荷的动态适应性调节机制。因此，劳动适应过程的研究不仅应涵盖社会心理层面，如多数文献所述，还应综合评估机体调节系统的状态。

**目的。**探讨预测劳动年龄段男性残疾人对劳动负荷适应过程结局的可能性。

**材料与方法。**研究对象为59名劳动年龄段的男性残疾人。这些受试者在专门设立的职业康复与能力重建中心接受了劳动实践训练。采用罗杰斯-戴蒙德量表评估社会心理适应水平，测量形态计量指标（体重、身高、肺活量、血压、脉搏），并记录心动周期参数，分析其波动性指标（SI、HF、LF、VLF、LF/HF）。

**结果。**心动周期波动指标动态比较显示，LF/HF比值显著升高（ $p < 0.001$ ），提示适应机制处于紧张状态，植物神经张力向交感神经主导方向偏移。但在后续分析中记录到的VLF%指标的动态升高（ $p = 0.045$ ），表明内脏功能的超节段调节机制开始介入。社会心理适应性评估未见显著差异。形态计量指标的评估是根据劳动负荷后通过心动周期变异分析确定的调节系统紧张综合指标进行的。分析通过构建ROC曲线进行，结果揭示了残疾人年龄和体质指数的临界值。因此，这些指标可视为调节系统对劳动负荷产生不良反应的预测因子。因此，如果残疾人就业时年龄达到或超过35岁，则有80%的概率（ $p = 0.005$ ）可预测其适应机制将出现紧张反应，作为对劳动负荷的反应。类似的关联也见于体质指数：如果残疾人入职时其体质指数达到或超过26，则有80%的概率（ $p = 0.004$ ）会出现自主神经失衡。

**结论。**揭示了劳动年龄段男性残疾人对劳动负荷的适应机制特征。所得数据可用于预测内脏调节系统对劳动负荷的紧张反应，并可在实践中用于制定有效的工作与休息制度、每周工作安排及劳动强度等级。全面的生物-心理-社会整合模式对于全面评估残疾人适应机制至关重要，既能确保其就业具有康复性质，也能为用人单位带来经济上的合理回报。

**关键词：**适应机制；残疾人；就业；心动周期变异分析；ROC分析；自主神经失衡。

## 引用本文：

Nagovitsyna EA, Vasilyeva NN. 劳动年龄段男性残疾人对劳动负荷适应过程结局的预测可能性. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2025;32(5):315-323. DOI: 10.17816/humeco643551 EDN: RGOJXG

收到: 29.12.2024

接受: 25.06.2025

发布日期: 10.07.2025

## ОБОСНОВАНИЕ

Трудовая деятельность для лиц с инвалидностью — это не только путь экономической интеграции, но и сложная биосоциальная нагрузка, оказывающая, с одной стороны, реабилитационное воздействие, с другой — являющаяся стрессогенным фактором антропологического, социального и техногенного характера. С учётом этого организм работника с инвалидностью целесообразно рассматривать как динамическую систему приспособления к постоянно меняющимся условиям социально-трудовой среды. Изучение механизмов адаптации, определение адаптационного потенциала трудящегося инвалида — существенный элемент обеспечения данной категории граждан равными возможностями на труд, представленными в нескольких нормативных актах Российской Федерации.

Анализируя отечественную и зарубежную литературу, можно отметить, что исследования адаптации людей с инвалидностью, активно изучаемые в социальных и психологических аспектах, мало затрагивают физиологические механизмы [1–3]. В ряде работ, авторы которых предприняли попытку изучить особенности физиологической адаптации к условиям образовательной среды у лиц молодого возраста с ограниченными возможностями здоровья, показано, что формируются чрезмерный вегетативный дисбаланс, смещение вегетативного тонуса, психоэмоциональное напряжение и снижение силы нервных процессов, приводящие к истощению функциональных резервов [4]. Эти данные подчёркивают необходимость изучения механизмов адаптационной деятельности и разработки методов коррекции подобных состояний.

Одной из общепринятых методик, позволяющей выявить вегетативные механизмы адаптации организма, является кардиоинтервалография (КИГ) при проведении функциональных проб. Изменчивость кардиоритма — это индикатор баланса вегетативной нервной системы. Благодаря математическим, статистическим, геометрическим, частотным методам анализа КИГ можно определить вклад симпатической или парасимпатической нервной системы в процесс регуляции функций внутренних органов [5]. Авторами изучается уровень адаптационных возможностей не только в зависимости от пола, возраста, расы, профессиональной деятельности, но и в зависимости от величины аллостатической нагрузки, что и является определяющим при формировании компенсированного состояния у инвалидов [6, 7].

При исследовании адаптации на воздействие трудовой нагрузки немаловажным является вопрос неинвазивности применяемых методик, чтобы иметь возможность изучать приспособительные механизмы непосредственно на рабочем месте, в процессе трудовой деятельности. Данному требованию отвечает антропометрический метод. Антропометрия — это группа методов исследования человека, которая объединяет в себе

морфометрию, или измерение параметров тела (вес, рост и т.д.), физиометрию, или измерение функциональных параметров организма (жизненная ёмкость лёгких, артериальное давление, частота сердечных сокращений, динамометрия и т.д.), и оценку внешнего строения тела (соматоскопию). Подобные методики широко применяются при анализе физического состояния населения [8], степени реабилитационных возможностей инвалидов [9], приспособительных механизмов, например, к условиям Арктики [10] или к физической активности [11].

Необходимость определения психосоциального компонента при изучении адаптационных механизмов работающего инвалида вызвана социальными и, как следствие, психологическими изменениями в жизни человека с ограниченными возможностями здоровья при трудоустройстве. Авторы активно изучают данное направление [12], но работ по применению комплексного биопсихосоциального подхода мало. На примере ряда исследований доказано, что уровень социально-психологической адаптации имеет взаимосвязь с состоянием регуляторных систем организма, определённых на основе методики КИГ [13, 14], в других литературных источниках измерение вариативности кардиоинтервалов — скрининг социального и психологического благополучия человека [15].

Таким образом, анализ КИГ как индикатора регуляторных механизмов, измерение антропометрических показателей и определение уровня социально-психологической адаптации необходимы для разработки критериев оценки психофизиологической адаптации у людей с инвалидностью при трудоустройстве для выбора благоприятного режима и уровня трудовой нагрузки.

**Цель исследования.** Изучить возможность прогнозирования исходов адаптационного процесса к трудовой нагрузке у мужчин-инвалидов трудоспособного возраста.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках исследования были созданы специальные центры трудовой реабилитации и абилитации (ЦТРА). ЦТРА — это учебно-трудовые лаборатории, созданные в трёх городах на территории Удмуртской Республики для интеграции людей с инвалидностью в социально-экономическую среду, где инвалиды занимались ручной упаковкой готовой продукции. Благодаря специализированному рабочему месту инвалида (патент № 209608) трудовую практику смогли пройти люди с различными инвалидизирующими патологиями, группами и категориями инвалидности. Согласно статистическим данным, в структуре работающих инвалидов преобладают мужчины, в связи с чем в исследовании сделан акцент на инвалидов-мужчин для поиска возможных путей оптимизации процессов трудовой адаптации и увеличения вовлечённости в трудовую деятельность. Таким образом, объектом исследования стали 59 мужчин трудоспособного возраста

(18–59 лет) с инвалидностью. Критерием отбора в исследование явились мужской пол, наличие документально подтверждённой инвалидности, трудоспособный возраст, наличие дееспособности, трудовая мотивация, наличие подписанного информированного согласия. Направление в ЦТРА мужчины получали при обращении в центры занятости при поиске работы и проходили трудовую практику на протяжении двух недель. Относительно группы инвалидности выборка имела следующую структуру: 68% — инвалиды, имеющие 2-ю группу инвалидности, 32% — 3-ю группу инвалидности. Относительно инвалидизирующего заболевания распределение следующее: 15% — заболевания сердечно-сосудистой системы, 46% — психоневрологические заболевания, 17% — патология опорно-двигательного аппарата, 22% — другие заболевания. Исследование проводили во всех созданных ЦТРА с декабря 2019 г. по май 2022 г. .

Все исследования с участием людей соответствуют этическим стандартам национального комитета по исследовательской этике и Хельсинкской декларации 1964 г. и её последующим изменениям. От каждого участника получено информированное добровольное согласие (протокол локального этического комитета № 683 от 28.01.2020).

Для оценки состояния вегетативного баланса и напряжения регуляторных функций организма использовали метод измерения КИГ при помощи аппаратно-программного комплекса «ВНС-Микро» фирмы «НейроСофт» (Россия, Иваново). Накануне исследования испытуемые получали инструкцию по подготовке к исследованию: выспаться, последний приём пищи не позднее чем за 1,5–2 ч до процедуры. Исследование проводили в положении испытуемого лёжа, со стандартным наложением электродов, в течение 5 мин, далее испытуемый вставал. В вертикальном положении КИГ записывали также в течение 5 мин. После проведения пробы на записанном графике убирали «шум» и проводили статистический и волновой анализ полученных данных. Были получены следующие показатели: SI, HF, LF, VLF, HF%, LF%, VLF%, LF/HF, где HF — высокочастотные колебания, характеризующие вклад парасимпатической нервной системы в формирование вегетативного баланса, LF — низкочастотные колебания, VLF — очень низкочастотные колебания,

характеризующие вклад симпатической нервной системы в процесс вегетативной регуляции [16]. SI выявляет напряжение регуляторных систем. Данный показатель часто используется в исследованиях и трактуется как уровень адаптационных возможностей организма [17, 18]. Также рассчитывали показатель «напряжение регуляторных систем по Р.М. Баевскому».

Были определены антропометрические данные: рост, вес, артериальное давление, пульс и жизненная ёмкость лёгких. При помощи опросника по методике Роджерса–Даймонда выявлен уровень психосоциальной адаптации [19].

Данный комплекс измерений был проведён дважды: до начала трудовой практики и по истечении двухнедельного срока трудовой нагрузки.

Статистический блок исследования проведён в несколько этапов с использованием программы Stattech v. 2.6.1 (ООО «Статтех», Россия).

На первом этапе определили характер распределения выборки с помощью критериев Шапиро–Уилка и Колмогорова–Смирнова, что обусловило дальнейшие методы описательной статистики: среднее  $\pm$  стандартное отклонение ( $M \pm SD$ ) для нормального распределения или медиана с квартилями ( $Me [Q1–Q3]$ ) в остальных случаях.

На втором этапе, исследуя динамику группы и сдвиги в значениях в зависимых выборках, применяли *t*-критерий Стьюдента для зависимых групп или критерий Вилкоксона. Различия считали статистически достоверными при  $p < 0,05$ .

На заключительном этапе провели ROC-анализ, построили ROC-кривые. Для выявления пороговых значений показателей были найдены наивысшее значение индекса Юдена в точке cut-off.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В табл. 1 представлены результаты, полученные при анализе динамики показателей КИГ. Определено, что вегетативный баланс смещается в сторону низкочастотных колебаний (LF/HF);  $p < 0,001$ . Используемый метод — критерий Уилкоксона (рис. 1). Изменение показателя HF% при фоновой пробе ( $p < 0,003$ ) доказало,

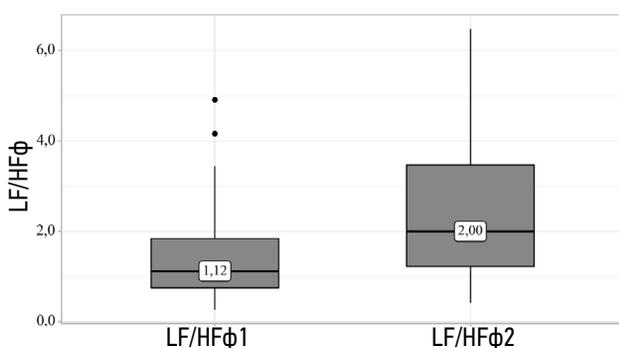


Рис. 1. Динамика показателя LF/HFφ.  
Fig. 1. Changes of the LF/HF index.

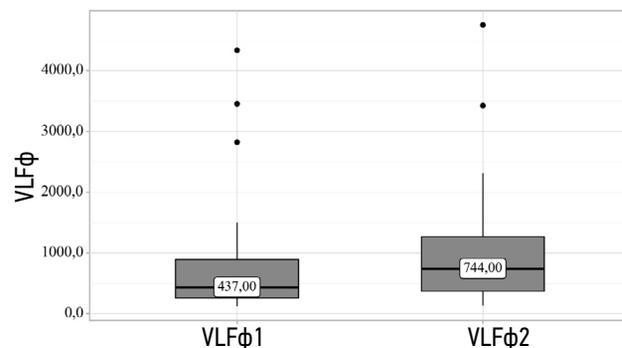
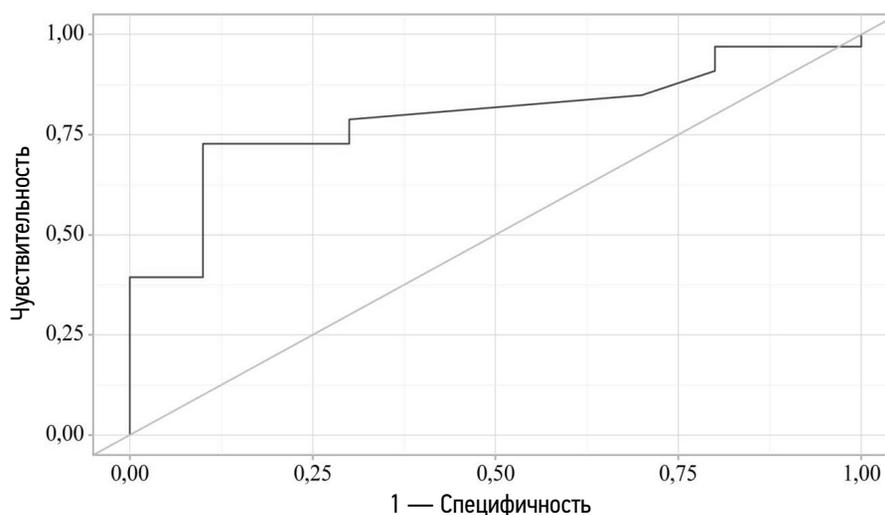


Рис. 2. Динамика показателя VLFφ.  
Fig. 2. Changes of the VLFφ index.

**Таблица 1.** Анализ динамики показателей кардиоинтервалографии**Table 1.** Changes of cardiointervalography parameters

Этапы наблюдения				<i>p</i>
До начала трудовой нагрузки		После окончания трудовой нагрузки		
<b>LF/HFφ</b>				
Me	Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub>	Me	Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub>	<0,001*
1,2 (n=25)	0,7–1,84	2 (n=25)	1,22–3,47	
<b>HF%φ</b>				
Me	Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub>	Me	Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub>	0,003*
25 (n=25)	18–36	15 (n=25)	11–25	
<b>VLF%φ</b>				
M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	0,033*
39±14 (n=25)	33–44	47±18 (n=25)	40–55	

*Примечание.* \* Различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ); φ — фоновая проба.

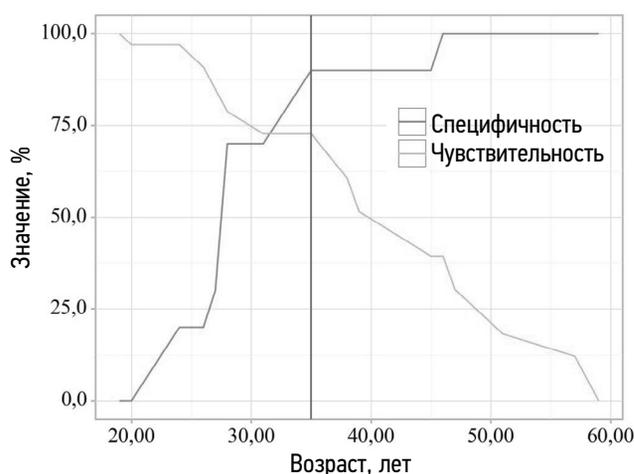


**Рис. 3.** ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности показателя напряжения регуляторных систем после трудовой практики от возраста.  
**Fig. 3.** ROC curve showing the relationship between age and the probability of regulatory system strain after occupational exposure.

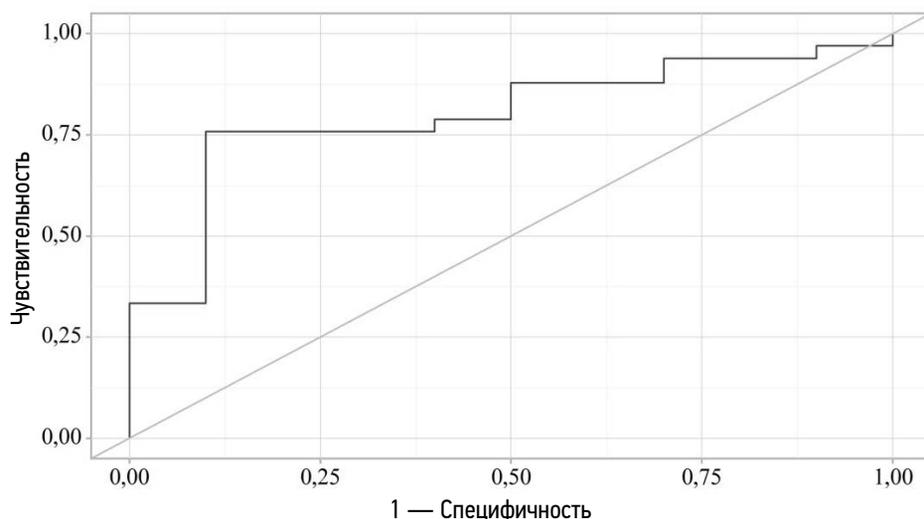
что причина выявленного вегетативного дисбаланса — снижение вклада в процесс регуляции внутренних органов парасимпатической нервной системы. Однако дальнейшее исследование изменений КИГ выявило значительный вклад надсегментарного уровня регуляции в процесс поддержания внутреннего равновесия, что определяется статистически значимым увеличением VLF% ( $p=0,045$ ). Используемый метод — критерий Уилкоксона (рис. 2).

При анализе данных КИГ, полученных в результате ортостатической пробы у мужчин-инвалидов, достоверных изменений выявлено не было. Однако в опубликованных нами ранее работах при исследовании общей выборки работающих инвалидов обнаружена корреляционная взаимосвязь показателей ортостатической пробы и стресс-чувствительности [20].

Данные КИГ, полученные после воздействия трудовой нагрузки, использовали для оценки влияния труда



**Рис. 4.** Анализ чувствительности и специфичности модели в соответствии с возрастными пороговыми значениями.  
**Fig. 4.** Analysis of model sensitivity and specificity according to age threshold values.



**Рис. 5.** ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности показателя напряжения регуляторных систем после трудовой практики от индекса массы тела.

**Fig. 5.** ROC curve showing the relationship between body mass index and the probability of regulatory system strain after occupational exposure.

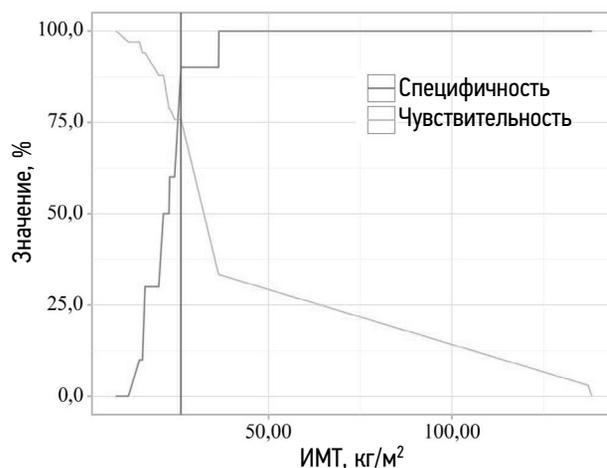
на людей с инвалидностью. Так, при помощи ROC-анализа показателя напряжения регуляторных систем по Баевскому были определены критические значения возраста и индекса массы тела (ИМТ), приводящие к вегетативному дисбалансу при прохождении трудовой практики.

ROC-анализ — это метод логистической регрессии, позволяющий определить вероятность наступления события, представленного в виде бинарной переменной [21]. В нашем случае бинарной переменной стало наличие или отсутствие напряжения регуляторных систем после прохождения трудовой практики. Была доказана связь данного показателя и возраста трудоустроиваемого мужчины-инвалида, а также возраст, выше которого у работника с инвалидностью велика вероятность наступления напряжения регуляторных систем как реакция на трудовую нагрузку.

Площадь под ROC-кривой (рис. 3) составила  $0,80 \pm 0,07$  с 95% ДИ:  $0,65-0,94$ . Полученная модель статистически значима ( $p=0,005$ ). Пороговое значение возраста в точке cut-off, которому соответствовало наивысшее значение индекса Юдена (рис. 4), составило 35 лет. Следовательно, при значении возраста, равном 35 лет или выше, с вероятностью 80% (относительная величина площади под ROC-кривой) будет наступать напряжение регуляторных систем после трудовой нагрузки.

Доказана связь показателя напряжения регуляторных систем и ИМТ трудоустроиваемого мужчины-инвалида, а также ИМТ, выше которого у работника-инвалида с большой вероятностью наступает вегетативный дисбаланс как реакция на трудовое воздействие.

Площадь под ROC-кривой (рис. 5) составила  $0,800 \pm 0,071$  с 95% ДИ:  $0,66-0,94$ . Полученная модель статистически значима ( $p=0,004$ ). Пороговое значение ИМТ в точке cut-off, которому соответствовало наивысшее значение индекса Юдена (рис. 6), составило 26. Это



**Рис. 6.** Анализ чувствительности и специфичности модели в зависимости от пороговых значений индекса массы тела (ИМТ).

**Fig. 6.** Analysis of model sensitivity and specificity according to body mass index (BMI) threshold values.

говорит о том, что при значении ИМТ, равном 26 и выше, с вероятностью 80% (относительная величина площади под ROC-кривой) возможно напряжение регуляторных систем, обусловленное трудовой нагрузкой.

При исследовании социально-психологической адаптации трудящихся инвалидов не выявлено статистически значимой динамики. В ранее опубликованных работах показано, что некоторые показатели имели достоверные изменения в зависимости от группы инвалидности и инвалидизирующего заболевания среди всех работающих инвалидов (мужчин и женщин) [20].

## ОБСУЖДЕНИЕ

Трудоустройство для человека с инвалидностью, принимая во внимание особое самовосприятие субъекта

и стрессогенность данного процесса, — это специфический вид нагрузки, стимулирующий формирование определённых адаптационных механизмов приспособления к данному воздействию. Вновь сгенерированная функциональная система трудоустройства как поведенческого акта имеет трудовой навык в качестве системообразующего фактора, а мотивационный компонент — критерий отбора в исследование. Анализируя данные, полученные в исследовании, выявлены особенности механизмов, приводящих к достижению приспособительного результата. Так, с точки зрения вегетативной регуляции определено, что трудовая нагрузка приводит к разбалансировке этих алгоритмов регулирования. Для поддержания гомеостатических показателей в определённом физиологическом коридоре необходимо увеличить вклад надсегментарного уровня регуляции, что мы определили благодаря волновому анализу КИГ. По данным литературы, увеличение показателя VLF при действии физических нагрузок в тренировочном процессе характерно для лиц с заболеваниями психической сферы [16], что подтверждают наши данные, так как в структуре выборки по инвалидизирующему заболеванию преобладали психиатрические нарушения (46%).

В наших предыдущих исследованиях показана взаимосвязь показателей стресс-чувствительности и вегетативного баланса у работающих инвалидов [20], однако исследование психосоциальной адаптации у мужчин-инвалидов не выявило статистически значимых изменений. Наиболее важные данные были обнаружены при анализе морфометрических измерений. Выявленные при помощи ROC-анализа критические значения возраста (35 лет) и ИМТ (26), вероятно, помогут определить риск развития напряжения адаптационных механизмов у инвалидов на трудовое воздействие, что может привести к ухудшению состояния здоровья. Зная эти показатели, работодатель сможет скорректировать уровень нагрузки и рабочий режим, чтобы труд для будущего сотрудника имел прежде всего реабилитационный характер. Трудоустраиваемым мужчинам-инвалидам с выявленными предикторами можно рекомендовать короткую рабочую неделю, сокращённый рабочий день, увеличение количества перерывов для отдыха.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведённый анализ выявил вегетативный дисбаланс, проявившийся снижением парасимпатического влияния и активацией надсегментарного уровня регуляции у инвалидов-мужчин к трудовому воздействию, что говорит о незавершённости адаптационных механизмов.

2. Взаимосвязь показателей, определённых в начале трудовой практики, и комплексного показателя напряжения регуляторных систем после её окончания дала возможность прогнозировать уровень напряжения адаптационных механизмов у людей с инвалидностью при воздействии трудовой нагрузки.

3. Выявленные предикторы вегетативного дисбаланса, вызванного трудовой нагрузкой у мужчин-инвалидов, и их пороговые значения (возраст 35 лет и старше, ИМТ 26 и выше) можно применять для векторного прогноза реакции человека с инвалидностью на труд.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Е.А. Наговицына — проведение исследования, сбор и анализ результатов; Н.Н. Васильева — руководитель проекта, анализ результатов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Этическая экспертиза.** Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом Ижевской государственной медицинской академии (протокол № 683 от 28.01.2020).

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

**Источники финансирования.** Отсутствуют.

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

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

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

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

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

## ADDITIONAL INFORMATION

**Author contributions:** E.A. Nagovitsyna: investigation, data curation, formal analysis; N.N. Vasilyeva: supervision, formal analysis. All the authors confirm that their authorship meets the ICMJE criteria (all authors made substantial contributions to the conceptualization, investigation, and manuscript preparation, and reviewed and approved the final version prior to publication).

**Ethics approval:** The study was approved by the Local Ethics Committee of Izhevsk State Medical Academy (Protocol No. 683 dated January 28, 2020).

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

**Funding sources:** No funding.

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

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

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

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

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

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

- Mira T, Monteiro D, Costa AM, et al. Tokyo 2020: A sociodemographic and psychosocial characterization of the portuguese paralympic team. *Healthcare (Basel)*. 2022;10(7):1185. doi: 10.3390/healthcare10071185
- Lucas L, Katiri R, Kitterick PT. The psychological and social consequences of single-sided deafness in adulthood. *Int J Audiol*. 2018;57(1):21–30. doi: 10.1080/14992027.2017.1398420
- Khasawneh MA. The effect of the spread of the new COVID-19 on the psychological and social adaptation of families of persons with disabilities in the Kingdom of Saudi Arabia. *Health Psychol Rep*. 2020;9(3):264–275. doi: 10.5114/hpr.2020.99003
- Davletyarova KV, Korshunov SD, Krivshchekova SG, Kapilevich LV. Physiological parameters of motor adaptation in children with disability. *Human physiology*. 2020;46(5):46–59. doi: 10.31857/S0131164620040049 EDN: ZTYISJ
- Gullett N, Zajkowska Z, Walsh A, et al. Heart rate variability (HRV) as a way to understand associations between the autonomic nervous system (ANS) and affective states: A critical review of the literature. *Int J Psychophysiol*. 2023;192:35–42. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2023.08.001
- Viljoen M, Claassen N. Allostatic load and heart rate variability as health risk indicators. *Afr Health Sci*. 2017;17(2):428–435. doi: 10.4314/ahs.v17i2.17
- Yuda E. Allostatic and Heart Rate Variability Analysis. *Brain Nerve*. 2023;75(11):1231–1237. doi: 10.11477/mf.1416202510
- Cooper R, Shkolnikov VM, Kudryavtsev AV, et al. Between-study differences in grip strength: a comparison of Norwegian and Russian adults aged 40–69 years. *Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2021;12(6):2091–2100. doi: 10.1002/jcsm.12816
- Bodrova RA, Aukhadeev EI, Akhunova RR, Khusainova ER. Approaches to the technical means of rehabilitation selection using the ICF. *Physical and Rehabilitation Medicine, Medical Rehabilitation*. 2019;1(4):64–71. doi: 10.36425/2658-6843-2019-4-64-71 EDN: MBIYFU
- Averyanova IV, Maksimov AL, Kharin AV. Interrelations of somatometric characteristics, hemodynamic parameters and capillary blood flow in young men of the Magadan region. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2018;25(3):45–50. doi: 10.33396/1728-0869-2018-3-45-50 EDN: YRFLXF
- Lukina LB, Tarasenko IR, Trotsenko NN, et al. The influence of high-intensity training on the physical fitness of North-Caucasus Federal University students. *Science and Sport: Current Trends*. 2021;9(2):74–81. doi: 10.36028/2308-8826-2021-9-2-74-81 EDN: KCZIGE
- Guidi J, Lucente M, Sonino N, Fava GA. Allostatic load and its impact on health: a systematic review. *Psychother Psychosom*. 2021;90(1):11–27. doi: 10.1159/000510696
- Immanuel S, Teferra MN, Baumert M, Bidargaddi N. Heart rate variability for evaluating psychological stress changes in healthy adults: a scoping review. *Neuropsychobiology*. 2023;82(4):187–202. doi: 10.1159/000530376
- Goodyke MP, Hershberger PE, Bronas UG, Dunn SL. Perceived social support and heart rate variability: an integrative review. *West J Nurs Res*. 2022;44(11):1057–1067. doi: 10.1177/01939459211028908
- Font-Farré M, Farche ACS, de Medeiros Takahashi AC, et al. Cardiac autonomic modulation response before, during, and after submaximal exercise in older adults with intellectual disability. *Front Physiol*. 2021;12:70–84. doi: 10.3389/fphys.2021.702418
- Young HA, Benton D. Heart-rate variability: a biomarker to study the influence of nutrition on physiological and psychological health? *Behav Pharmacol*. 2018;29(2 and 3-Spec Issue):140–151. doi: 1097/FBP.000000000000383
- Shlyk NI. Variability of heart rate at rest and orthostasis at different ranges of values of MxDMn in cross-country skiers in the training process. *Science and Sport: Current Trends*. 2020;8(1):83–96. doi: 10.36028/2308-8826-2020-8-1-83-96 EDN: WZWSLJ
- Kuzelin VA, Egorkina SB. Heart rate variability as a marker of adaptive reserves of American football players. In: *Human physiology: proceedings of the All-Russian scientific conference*. Cheboksary; 2016:126–128. (In Russ.) EDN: VZLFBV
- Fetiskin NP, Kozlov VV, Manuilov GM. Socio-psychological diagnostics of personality development and small groups: textbook. a manual for universities. Moscow: Publishing House of the Institute of Psychotherapy; 2002. 488 p. (In Russ.) ISBN: 5-89939-086-7
- Nagovitsyna EA, Vasilyeva NN. The relationship between the indicators of spectral analysis of heart rate variability and sociopsychological adaptation to work load in people with disabilities. *Bulletin of the Medical Institute 'REAVIZ: Rehabilitation, Doctor, and Health*. 2024;14(1):35–41. doi: 10.20340/vmi-rvz.2024.1.PHYS.1 EDN TUGVAC
- Mitkin NA, Drachev SN, Krieger EA, et al. Sample size calculation for cross-sectional studies. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2023;30(27):509–522. doi: 10.17816/humeco569406 EDN: LOEJVM

## ОБ АВТОРАХ

## \* Наговицына Елена Андреевна;

адрес: Россия, 426034, Ижевск, ул. Коммунаров, д. 281;

ORCID: 0000-0003-3772-3395;

eLibrary SPIN: 5539-4595;

e-mail: elena34nv@yandex.ru

## Васильева Наталья Николаевна, д-р мед. наук;

ORCID: 0000-0001-7062-9988;

eLibrary SPIN: 3899-4753;

e-mail: doctornava@list.ru

## AUTHORS' INFO

## \* Elena A. Nagovitsyna;

address: 281 Kommunarov st, Izhevsk, Russia, 426034;

ORCID: 0000-0003-3772-3395;

eLibrary SPIN: 5539-4595;

e-mail: elena34nv@yandex.ru

## Natalia N. Vasilyeva, MD, Dr. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0001-7062-9988;

eLibrary SPIN: 3899-4753;

e-mail: doctornava@list.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author