

Наговицына Елена Андреевна

**Специфика формирования физиологических механизмов адаптации  
при действии трудовой нагрузки  
у лиц с ограниченными возможностями здоровья**

1.5.5. Физиология человека и животных

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Ижевск – 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ижевский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук, доцент **Васильева Наталья Николаевна**

**Официальные оппоненты:**

**Торшин Владимир Иванович**, доктор биологических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», заведующий кафедрой нормальной физиологии Медицинского института

**Муртазина Елена Павловна**, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий», заведующий лабораторией когнитивной психофизиологии

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Защита диссертации состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 года в \_\_\_ часов на заседании диссертационного совета 21.2.060.02, созданного на базе ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России по адресу: 390026 г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9

С диссертацией можно ознакомиться в библиоцентре ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России (390026, г. Рязань, ул. Шевченко, д. 34, корп. 2) и на сайте [www.rzgmu.ru](http://www.rzgmu.ru).

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,

кандидат медицинских наук, доцент

Короткова Н.В.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность и степень разработанности темы исследования**

Сохранение равновесия между внутренней гомеостатической и внешней вариативной средой – один из главных запросов человечества науке. Величина функционального запаса, который обеспечивает это равновесие, есть адаптационный потенциал (АП). Знание этого показателя и механизмов его формирования относительно работающего человека с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) – важный аспект обеспечения равных прав этой категории граждан на труд.

Испытывающий на себе комплекс производственных и социально-психологических стрессорных влияний организм трудящегося с ОВЗ необходимо рассматривать как динамическую систему, которая непрерывно приспосабливается к факторам среды путём изменения совокупности её элементов и уровня их функционального взаимодействия. Учитывая, что для работодателя человек с ОВЗ – это потенциальный трудовой субъект и рентабельный работник (Девидов В.М., Носкова О.Г., 2016), изучение этих вопросов, возможно только с участием людей данной социальной группы, так как в данном случае мы сталкиваемся не только с особенностями здоровья и ограничениями жизнедеятельности, но и с уникальным самоощущением и ощущением своего положения в обществе (Скок Н.И., 2014). По сведениям федерального реестра инвалидов на 1 ноября 2021г., общая численность данной категории граждан в России составила более 10,5 млн. человек.

В литературе вопросам инвалидности, реабилитации посвящены многочисленные научные труды. Авторы проводят исследование психологической, социально-психологической адаптации у лиц с ОВЗ, и у трудоустроенных в том числе (Клиндар В.А., 2017; Зайцева Т.В., Халуторных О.Н., 2018; Lucas L. et al., 2018; Martz E. et al., 2016; Livneh H. 2019), но изучению физиологических механизмов адаптации посвящено не так много работ.

В условиях современной реальности фокус внимания ряда авторов направлен на изучение основ адаптационного процесса у детей с ОВЗ к условиям

образовательной среды (Коршунов С.Д., 2017; Колесникова О.Б., Алтынова Н.В., 2018; Давлетьярова К.В., 2020; Медведева Е.В., 2021). Исследователями были выявлены локомоторные и реологические механизмы приспособительной деятельности, а также формирование вегетативного расогласования и психоэмоционального напряжения. Л.Ю. Чижик (2010) были исследованы механизмы адаптационно-приспособительной деятельности дыхательной системы спортсменов с ОВЗ. С точки зрения влияния трудовой нагрузки на людей с ОВЗ были рассмотрены вопросы только социально-психологической адаптации (Дивишвили В.М., 2016; Ebuenu I. D., 2018; Лукарт-Горбачева О.В., 2021). Несмотря на столь пристальное внимание к теме профессиональной адаптации лиц с ОВЗ, материалов по изучению физиологических приспособительных механизмов к условиям трудовой деятельности очень мало. Подобное положение вещей в социальной, экономической и научной сферах обусловило актуальность и необходимость проведения комплексного многоаспектного функционально-психологического исследования состояния трудящегося человека с ОВЗ.

### **Цель исследования**

Выявить специфику формирования физиологических механизмов адаптации при действии трудовой нагрузки у лиц с ограниченными возможностями здоровья.

### **Задачи исследования**

1. Оценить половозрастные и медико-социальные особенности механизмов регуляции физиологических функций организма по данным кардиоинтервалографии (КИГ) у лиц с ограниченными возможностями здоровья под действием трудовой нагрузки.

2. Определить половозрастные и медико-социальные особенности стресс-резистентности, социально-психологической адаптации и морфофункциональные показатели обследуемых лиц в процессе трудовой деятельности.

3. Изучить электрофоретическую подвижность клеток буккального эпителия и проанализировать возможность использования данного метода для оценки физиологических механизмов адаптации у лиц с ограниченными возможностями здоровья.

4. Выявить комплекс детерминативных факторов, оказывающий влияние на формирование физиологических механизмов адаптации под воздействием трудовой нагрузки у лиц с ограниченными возможностями здоровья.

### **Методология и методы исследования**

Научная основа методологии диссертационного исследования – концепция адаптационного синдрома Г. Селье, теория функциональных систем П.К. Анохина, учение Ф.З. Меерсона о фенотипической адаптации (Селье Г., 1960; Анохин П.К., 1973; Меерсон Ф.З., 1981).

Исследование проводилось в центрах трудовой реабилитации и абилитации (ЦТРА) – учебно-трудовых лабораториях, созданных для социально-экономической интеграции людей с ОВЗ, где данная категория граждан занималась ручной упаковкой готовой продукции. Благодаря специализированному рабочему месту инвалида (Патент № 209608) трудовую практику смогли пройти люди с различными инвалидизирующими патологиями, группами и категориями расстройств функций организма.

Критериями включения в исследование стали: наличие юридически установленной инвалидности, трудоспособный возраст (18-60 лет), желание заниматься трудовой деятельностью, выраженное путем обращения в центр занятости, наличие подписанного участником информированного согласия, отсутствие ограничения дееспособности. Критерии невключения в исследование: отсутствие юридически установленной инвалидности, возраст младше 18 лет и старше 60 лет, ограничение дееспособности. Критерии исключения из исследования: отсутствие трудовой мотивации, выраженная аритмия при проведении КИГ, фаза обострения инвалидизирующего заболевания.

Объект исследования – люди с ОВЗ: практиканты ЦТРА и работники предприятий, на базе которых были созданы ЦТРА. Всего 130 человек.

Методологические блоки:

1. Оценка регуляторных механизмов, используя аппаратно-программный комплекс «ВНС-Микро» (НейроСофт, Россия, г. Иваново). В работе исследованы показатели КИГ: параметры вариационного размаха ( $MxDMn$ ,  $MxRMn$ ,  $SDNN$ ,  $BP$ ), стресс-индекс ( $SI$ ), величины спектрального анализа: низкочастотные ( $VLf\%$ ,  $LF\%$ ), высокочастотные ( $HF\%$ ) и относительные ( $LF/HF$ ).

2. Психологический блок: тестирование на стресс-резистентность (Щербатых Ю.В., 2005) и социально-психологическую адаптацию с использованием опросника Роджерса-Даймонда (Фетискин Н.П. и др., 2005).

3. Соматометрический блок: измерение массы тела, роста, силы кисти, подсчёт частоты сердечных сокращений (ЧСС), определение артериального давления (АД), жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ), сатурации крови.

Оценка уровня физического состояния (Пирогова Е.А., 1988) и адаптационного потенциала по методике Р.М. Баевского определялись по формуле:

$$УФС = (700 - 3 \times ЧСС - 2,5 \times АД_{ср} - 2,7 \times В + 0,28 \times м) / (350 - 2,6 \times В + 0,21 \times h) \quad (1)$$

где, ЧСС – частота сердечных сокращений,  $АД_{ср}$  – сумма диастолического давления и  $1/3$  разности между систолическим и диастолическим давлением, В – возраст, м – масса тела в кг, h – рост в см

$$АП = 0,011 \times ЧСС + 0,014 \times САД + 0,008 \times ДАД + 0,014 \times В + 0,009 \times М - 0,009 \times h - 0,27 \quad (2)$$

где, АП – адаптационный потенциал, ЧСС – частота сердечных сокращений, САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление, В – возраст, М – масса тела в килограммах, h – рост в сантиметрах.

4. Цитологический блок – исследование микроэлектрофореза буккального эпителия (патент РФ № 2168176). Оценка электрофоретической подвижности (ЭФП) с помощью комплекса «Цитоэксперт» (Удостоверение РФ от 14.06.05 №ФС 022а2005/174405) (Занкеева А.Г., 2009). ЭФП, как гомеостатический показатель поверхностного электрического заряда клетки, отражает изменения,

происходящие на системном уровне, объединяя молекулярные, метаболические и энергетические преобразования (Занкеева А.Г., 2009; Румянцева А.А., 2018).

5. Статистический блок: использовалась лицензированная программа StatTech v. 2.6.4 («Статтех», Россия). Алгоритм анализа включал:

I. Определение нормальности распределения выборки: критерии Шапиро-Уилка и Колмогорова-Смирнова.

II. Сравнение выборок до воздействия трудовой нагрузки и после: t-критерий Стьюдента, t-критерий Уэлча, критерий Манн-Уитни, критерий Краскела-Уоллиса, критерий Даннетта и поправки Холма-Бонферони в рамках апостериорного анализа. Достоверность различий зависимых групп была доказана t-критерием Стьюдента и критерием Вилкоксона. Для определения степени и знака корреляции использовали коэффициент линейной корреляции Пирсона и коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Различие во всех группах сравнения определялось как статистически значимое при  $p < 0,05$ .

III. ROC-анализ: построение ROC-кривых, определение наивысших значений индекса Юдена (Youden's index) и выявление пороговых значений определяемых количественных признаков относительно бинарного классификатора.

Схема дизайна исследования представлена на Рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема дизайна исследования

Человек с ОВЗ при обращении в центр занятости направлялся в ЦТРА. Перед трудовой практикой респонденты проходили собеседование и первичное обследование согласно схеме. За сутки до прохождения анализа ВСП участники получали указания, как подготовиться к исследованию. По окончании трудовой практики участники вновь проходили данное обследование.

### **Научная новизна исследования**

Впервые проведено комплексное исследование физиологических и индивидуально-психологических особенностей адаптации людей с ОВЗ в процессе трудовой деятельности. Проанализированы гомеостатические показатели на разных уровнях: организменном, системном, клеточном. Изучены механизмы адаптации людей с ОВЗ в процессе трудовой деятельности, выявлены их детерминативные факторы, исследовано и доказано влияние временного фактора. Впервые применён метод определения электрофоретической подвижности (ЭФП) буккального эпителия для определения АП человека с ОВЗ при трудоустройстве. При помощи ROC-анализа были выявлены пороговые значения электрофоретической подвижности клеток, стрессчувствительности и возраста поступающего на работу человека с ОВЗ, которые определяют напряжение регуляторных систем после окончания трудовой практики.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Полученные данные дополняют теоретические знания в рамках физиологии труда и реабилитологии. Результаты настоящего исследования могут быть использованы в комплексной оценке адаптационных возможностей людей с ОВЗ для обоснования длительности периодов трудовой нагрузки, для определения звеньев адаптационных механизмов, на которые необходимо повлиять для улучшения результатов и достижения цели профессиональной реабилитации.

Разработана теоретическая основа программного обеспечения для работодателей, трудоустраивающих людей с ОВЗ, позволяющего рационально распределить нагрузку в зависимости от социо-психологических и физиологических особенностей адаптации на рабочем месте.



Результаты дополняют практические рекомендации по оценке реабилитационных возможностей людей с ОВЗ, чтобы применять профессиональную реабилитацию не только как один из видов восстановления, но и как показанную трудовую занятость, приносящую материальный доход.

### **Внедрение результатов в практику**

Полученные данные внедрены в учебный процесс и программу научных исследований кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВО Ижевский ГМУ Минздрава России. Методика определения адаптационных возможностей людей с ОВЗ используется при трудоустройстве на предприятия Удмуртского республиканского отделения «Всероссийского общества инвалидов».

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Процесс трудовой деятельности оказывает благоприятное воздействие на социально-психологическую адаптацию, формирование индивидуального адаптационного потенциала и восстановление вегетативного баланса работающего человека с ограниченными возможностями здоровья.

2. Механизмы регуляции физиологических функций организма, по данным анализа вариабельности сердечного ритма, у людей с ограниченными возможностями здоровья в процессе трудовой деятельности имеют различия в зависимости от группы, категории инвалидности, инвалидизирующего заболевания, а также от пола и возраста.

3. Адаптация людей с ограниченными возможностями здоровья к трудовой деятельности определяется комплексом физиологических и социально-психологических показателей, уровень которых формирует определенный адаптационный потенциал трудящегося человека с ограниченными возможностями здоровья.

### **Степень достоверности и апробация работы**

Достоверность результатов исследования определяется соответствием цели исследования, репрезентативностью выборки, использованием общепринятых, апробированных методик, валидностью и надежностью опросников, методологической строгостью проведения работы на современном

лицензированном оборудовании, с использованием лицензированной статистической программы и соблюдением этических принципов.

Основные результаты исследования доложены на IX Межрегиональной межвузовской научно-практической конференции молодых ученых и студентов, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне, Ижевск, Российская Федерация, 20-23 апреля 2020 г.; XVII конгрессе «Нейронаука для медицины и психологии», Судак, Российская Федерация, 30 мая-10 июня 2021 г.; Международной зимней медицинской школе «Функциональные состояния и регуляторно-адаптивные возможности организма человека», Ижевск, Российская Федерация, 12-16 января 2021 г.; VII съезде физиологов СНГ, Сочи–Дагомыс, Российская Федерация, 3-8 октября 2021 г.; VI междисциплинарной конференции с международным участием «Современные проблемы системной регуляции физиологических функций», посвященной 90-летию со дня рождения академика К.В. Судакова, Москва, Российская Федерация, 6-8 июля 2022 г.; конференции с международным участием «Медицинская физика, физиология и смежные дисциплины в академической и вузовской науке», посвящённой 100-летию МГМСУ им. А.И. Евдокимова, Москва, Российская Федерация, 17-18 ноября 2022 года; VI Международном конгрессе, посвященном А.Ф. Самойлову «Фундаментальная и клиническая электрофизиология. Актуальные вопросы современной медицины», Казань, Российская Федерация, 6-7 апреля 2023 г.; Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Физиология – актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований», посвященной 125-летию со дня рождения академика Петра Кузьмича Анохина, Волгоград, Российская Федерация, 16-17 мая 2023 г.; конференция с международным участием «Системный подход в медицине и образовании», посвящённая Научной школе выдающегося физиолога академика П.К. Анохина, Москва, Российская Федерация, 31 октября – 1 ноября 2024 г.

### **Публикации**

По материалам исследования опубликовано 9 научных работ, включающих полное изложение полученных результатов, исчерпывающе

отражающих основные идеи и положения диссертации, в том числе 4 статьи в журналах, включённых в перечень ВАК при Минобрнауки России, один из которых индексируется в международной цитатно-аналитической базе данных Scopus. Получен 1 патент на полезную модель (№ 209608).

### **Личный вклад автора**

В рамках исследования автором выполнено теоретическое обоснование методики комплексного обследования адаптации людей с ОВЗ в процессе трудовой практики, разработан дизайн исследования, определены цели и задачи. Исследования проводились автором в цехах ЦТРА. Выполнен статистический анализ данных, изложены выводы и выносимые на защиту положения.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, 3 основных глав, обсуждения результатов исследования, заключения, выводов, списка литературы и приложения. Основные главы включают обзор литературы, описание материалов и методов исследования, результаты собственных исследований. Материал работы изложен на 183 страницах, содержит 34 таблицы и 53 рисунка. Список литературы включает 217 источника: 156 отечественных и 61 зарубежных.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Особенности регуляторных механизмов у людей с ОВЗ в процессе трудовой деятельности**

Выборка была разделена на группы по полу, возрасту, категории и группе расстройств функций организма, по инвалидизирующей патологии. Динамика показателей КИГ в зависимости от группового критерия показана в Таблице 1.

Оценивая влияние критерия «группа расстройств функций организма» на состояние механизмов регуляции, у представителей третьей группы выявлено увеличение LF/HF $\phi$  ( $p=0,014$ ) и уменьшение HF% ( $p=0,049$ ), что является маркером снижения тонуса парасимпатической нервной системы (Алексеев А.В. и др., 2008).

Таблица 1 – Динамика показателей КИГ у людей с ОВЗ в процессе трудовой деятельности

Групповой критерий	Этап	LF/HFф(у.е.)	HF%ф	LF%ф	VLF%ф	Slo(у.е.)
Группа расстройств функций организма	2-я группа (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	1,3 [0,8 - 2,9]	23 [12 - 37]	32 ± 12	42 ± 16	190 [119 - 508]
	II	1,5 [1,2 - 3,1]	19 [11 - 29]	32 ± 12	47 ± 15	187 [116 - 367]
	3-й группа (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	1,6 [1 - 1,9]	19 [16 - 28]	29 ± 12	44 ± 18	251 [104 - 392]
	II	<b>2,2 [1 - 3,6]*</b>	<b>14 [11 - 20]*</b>	32 ± 12	50 ± 14	184 [110 - 507]
Категория расстройств функций организма	По общему заболеванию (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	1,2 [0,6 - 1,9]	21 [16 - 38]	28 ± 12	43 ± 18	226 [105 - 445]
	II	<b>2,1 [1 - 3,5]*</b>	<b>15 [11 - 30]*</b>	32 ± 12	45 ± 17	154 [134 - 534]
	С детства (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	1,5 [1,1-3,2]	21 [12-32]	34±12	42±14	212 [120-553]
	II	1,6 [1,3-3,3]	16 [11-24]	33±13	47±17	161 [106-376]
Пол	Мужчины (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	1,2 [0,7 - 1,9]	25 [18 - 36]	32 ± 11	39 ± 14	281 [150 - 528]
	II	<b>1,7 [1,2 - 3,5]*</b>	<b>15 [11 - 25]*</b>	32 ± 13	<b>47 ± 18*</b>	272 [116 - 631]
	Женщины (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	1,6 [1-3]	17 [12-31]	31±13	45±17	166 [94-407]
	II	1,6 [1,1-3,5]	16 [11-27]	33±12	45±17	173 [115-349]
Возраст	30-39 лет (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	1,2 [0,9 - 2,6]	25 [16 - 35]	34 ± 11	36 ± 16	134 [93 - 379]
	II	1,6 [1,3 - 4,7]	<b>15 [10 - 23]*</b>	34 ± 14	44 ± 20	171 [114 - 375]
	40-50 лет (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	1,5 [0,8 - 1,7]	22 [15 - 29]	31 ± 12	43 ± 16	296 [137 - 457]
	II	2,4 [1,2 - 3,6]	<b>15 [13 - 20]*</b>	34 ± 12	48 ± 14	311 [130 - 530]
Инвалидизирующее заболевание	Ограничения в CCC (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	1,7 [1,2 - 2,1]	17 [13 - 31]	30 ± 15	47 ± 21	392 [184 - 508]
	II	2,2 [1,3 - 3,7]	<b>13 [10 - 15]*</b>	29 ± 14	57 ± 15	244 [176 - 415]
	Ограничения психоневрологической сферы (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	1,5 [1 - 3,1]	22 [15 - 35]	36 ± 11	39 ± 14	212 [101 - 649]
	II	1,5 [1,2 - 3]	20 [11 - 29]	342 ± 11	<b>46 ± 17*</b>	<b>161 [106 - 366]#</b>
	Ограничения опорно-двигательного аппарата (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	0,7 [0,5 - 1,4]	27 [17 - 37]	22 ± 10	44 ± 19	212 [143 - 299]
	II	2,1 [1,1 - 4,1]	18 [13 - 26]	<b>35 ± 14*</b>	43 ± 18	<b>505 [356 - 865]*#</b>
Примечание – *p<0,05 в сравнении с исходными значениями; #p<0,05 различие между группами; ф – фоновая проба, о – ортостатическая проба; I – до воздействия трудовой нагрузки, II – после воздействия трудовой нагрузки						

У людей с категорией «гражданин с ОВЗ по общему заболеванию» – увеличение LF/HFф (p=0,004) и уменьшение HF%ф (p=0,038). У мужчин установлено увеличение LF/HFф (p=0,003), уменьшение HF%ф (p=0,003) и

положительная динамика VLF%ф ( $p=0,033$ ). У представителей возрастной группы 30-39 и 40-50 лет значение HF% уменьшилось к концу трудовой практики ( $p=0,023$ ,  $p=0,001$ , соответственно). Выявлена достоверность различий в зависимости от инвалидизирующей патологии ( $p=0,021$ ) по показателю SIo (ортостатический) после прохождения трудовой практики и отсутствие таковых до, а, следовательно, несхожие адаптационные механизмы регуляторных процессов в ответ на трудовую нагрузку: у людей с ограничением опорно-двигательного аппарата (ОДА) показано увеличение SIo ( $p=0,008$ ) и LF%ф ( $p=0,039$ ), с ограничением сердечно-сосудистой системы – снижение HF%ф ( $p=0,023$ ), у лиц с ограничениями психоневрологической сферы – увеличение VLF%ф ( $p=0,018$ ).

### **Особенности механизмов социально-психологической адаптации у людей с ОВЗ в процессе трудовой деятельности**

Выявлено, что основной фактор, влияющий на тенденции стрессчувствительности – это группа расстройств функций организма (Таблица 2). До начала трудовой практики у людей с 2-й и 3-й группой базовая стрессчувствительность существенно отличалась ( $p=0,038$ ). По окончании трудовой практики различия нивелировались. Динамическая стрессчувствительность после трудовой практики имела различия ( $p=0,009$ ).

Таблица 2 – Динамика стрессчувствительности у людей с ОВЗ в зависимости от группы расстройств функций организма

Показатель	Этап	Группа расстройств функций организма	
		2-я группа	3-я группа
Базовая стрессчувствительность (Me [Q25; Q75])	I	<b>80 [65-88]#</b>	<b>90 [85-104]#</b>
	II	71 [66-100]	97 [76-106]
Динамическая стрессчувствительность (Me [Q25; Q75])	I	36 [32-49]	48 [31-72]
	II	<b>31 [22-38] #</b>	<b>55 [32-68] #</b>
Примечание – # $p<0,05$ различие между группами; I – до воздействия трудовой нагрузки, II – после воздействия трудовой нагрузки			

Показатель социально-психологической адаптации «адаптивность» до начала трудовой практики имел различия в зависимости от группы расстройств функций организма ( $p=0,031$ ) и инвалидизирующего заболевания ( $p=0,031$ ), после – отличия нивелировались. Показатель «принятие себя» имел схожую динамику в зависимости от группы расстройств функций организма ( $p=0,036$ ) и инвалидизирующего заболевания ( $p=0,002$ ). Прослеживалась аналогичная закономерность показателя «Внутренний контроль» ( $p=0,006$ ) в зависимости от группы расстройств функций организма в результате значимого увеличения у лиц с третьей группой ( $p=0,02$ ). «Принятие других» значимо отличался после трудовой нагрузки среди представителей разного пола, более выраженный у женщин ( $p=0,046$ ) (Таблица 3).

Таблица 3 – Динамика показателей социально-психологической адаптации у лиц с ОВЗ

Показатель социально-психологической адаптации	Групповой критерий	Этап наблюдения	
		I	II
Адаптивность	Группа расстройств функций организма		
	2-я группа	<b>62 [56-79] #</b>	64 [59-68]
	3-я группа	<b>54 [53-60] #</b>	60 [53-63]
	Инвалидизирующее заболевание		
	Заболевание ССС	53 [47-55]	54 [51-62]
	Пси.-неврол. заболевание	<b>64 [59-79] #</b>	64 [59-70]
	Патология ОДА	<b>58 [51-62] #</b>	60 [56-61]
Принятие себя	Группа расстройств функций организма		
	2-я группа	<b>71±18#</b>	68±18
	3-я группа	<b>61±10#</b>	65±11
	Инвалидизирующее заболевание		
	Заболевание ССС	<b>56±10#</b>	57±13
	Пси.-неврол. заболевание	<b>80±14#</b>	74±20
	Патология ОДА	<b>61±12#</b>	66±8
Принятие других	Пол		
	Женский	61[57-74]	<b>68 [61-78] #</b>
	Мужской	64[53-68]	<b>62 [53-65] #</b>
Внутренний контроль	Группа расстройств функций организма		
	2-я группа	<b>71±16#</b>	69±10
	3-я группа	<b>55±15#*</b>	<b>63±10*</b>
Примечание – # $p<0,05$ различие между группами; * $p<0,05$ в сравнении с исходными значениями; I – до воздействия трудовой нагрузки, II – после воздействия трудовой нагрузки			

## Влияние трудовой нагрузки на морфофункциональные показатели

Результаты динамики АП и УФС представлены в Таблице 4. АП значительно уменьшился после воздействия труда, а, следовательно, уровень адаптации увеличился у представителей категории «гражданин с ОВЗ с детства» ( $p=0,027$ ) и у лиц с ограничением здоровья в психоневрологической сфере ( $p=0,033$ ).

Мониторинг УФС по окончании трудовой нагрузки выявил достоверное увеличение данного показателя у представителей «гражданин с ОВЗ с детства» ( $p=0,024$ ) и снижение у людей с ограничением ОДА ( $p=0,047$ ).

Таблица 4 – Динамика АП и УФС у людей с ОВЗ при трудовой нагрузке

Групповой критерий	Этап	АП (баллы.)	УФС (ед.)
Категория расстройств функций организма	ОВЗ с детства (Me [Q25; Q75])		
	I	2,38 [2,07-2,98]	0,47 [0,3-0,65]
	II	<b>2,36 [1,98-2,83]*#</b>	<b>0,58 [0,38-0,68]*#</b>
	ОВЗ по общему заболеванию, (Me [Q25; Q75])		
	I	2,57 [2,29-2,98]	0,52 [0,37-0,63]
	II	2,66 [2,42-3,11]*	0,43 [0,32-0,58]*
Инвалидизирующее заболевание	Ограничение CCC (Me [Q25; Q75], M $\pm$ SD)		
	I	3,07 [2,47-3,43]	0,34 $\pm$ 0,32
	II	3,1 [2,64-3,42]	0,25 $\pm$ 0,43
	Ограничение психоневрологической сферы (Me [Q25; Q75], M $\pm$ SD)		
	I	2,54 [2,21-3,01]	0,48 $\pm$ 0,21
	II	<b>2,47 [2,06-2,93]*#</b>	0,54 $\pm$ 0,2
	Ограничение опорно-двигательного аппарата (Me [Q25; Q75], M $\pm$ SD)		
	I	2,37 [1,9-2,81]	0,55 $\pm$ 0,17
	II	2,58 [2,09-2,75]	<b>0,45<math>\pm</math>0,16*#</b>
Примечание – * $p<0,05$ в сравнении с исходными значениями; # $p<0,05$ различие между группами; I – до воздействия трудовой нагрузки, II – после воздействия трудовой нагрузки			

## Анализ ЭФП буккального эпителия у людей с ОВЗ

Процент активных клеток из пула 100 клеток и средняя амплитуда движения плазмалеммы клеток – количественный признак исследования. Увеличение показателей отражает улучшение функционального состояния организма. Выявлено увеличение активности клеток у женщин ( $p=0,025$ ), у участников в возрасте 40-50 лет ( $p=0,006$ ). Средняя амплитуда движения

плазмалеммы увеличилась у людей с ограниченными возможностями ССС ( $p=0,046$ ). Результаты работы над цитологическим блоком представлены в табл. 6.

Таблица 6 – Динамика ЭФП буккального эпителия у людей с ОВЗ

Показатель ЭФП	Групповой критерий	I	II
		Me [Q25; Q75]	Me [Q25; Q75]
Активность клеток (%)	Женский пол	13,5 [0-28,6]	<b>26,5 [0-48,3]*</b>
	Возраст 40-50 лет	9 [0-22,5]	<b>37,5 [17,1-53,8]*</b>
Средняя амплитуда движения плазмалеммы (мкм)	Ограничения ССС	0,25 [0-0,28]	<b>0,7 [0,44-0,92]*</b>

Примечание – \* $p<0,05$  в сравнении с исходными значениями; I – до воздействия трудовой нагрузки, II – после воздействия трудовой нагрузки, ССС – сердечно-сосудистая система

### Взаимосвязь показателей психофизиологической адаптации у людей с ОВЗ

Выявлена отрицательная связь общей стрессчувствительности до трудовой нагрузки и показателями КИГ-маркерами активации тонуса ПНС (RMSSDo, pNN50o, MxDMno, MxRMno) после трудовой нагрузки у практикантов с 3-й группой расстройств функций организма и мужчин. Положительная корреляционная взаимосвязь – с КИГ-маркерами увеличения тонуса СНС (ВППo). Результаты представлены в Таблице 7.

Таблица 7 – Результат корреляционного анализа стрессчувствительности до трудовой нагрузки и показателей КИГ после трудовой нагрузки

Показатель	Характеристика корреляционной связи	
	R	p
Расстройство функций организма 3-й группы		
RMSSD2o	-0,739	<0,001*
pNN502o	-0,710	<0,001*
MxDMn2o	-0,768	<0,001*
MxRMn2o	-0,754	<0,001*
ВПП2o	0,729	<0,001*
Мужчины с ОВЗ		
RMSSD2o	-0,719	0,002*
MxDMn2o	-0,712	0,002*
MxRMn2o	-0,724	0,002*
BP2o	-0,708	0,002*

Примечание – \* $p < 0,05$  в сравнении с исходными значениями; o – ортостатическая проба, 2 - по окончании трудовой практики



В Таблице 8 представлен корреляционный анализ полученных показателей КИГ и ЭФП буккального эпителия. У людей с ограничением функций организма 3-й группы была определена тесная отрицательная взаимосвязь между активностью клеток до трудовой практики и КИГ-маркерами активации СНС, после трудовой нагрузки, а положительная взаимосвязь с КИГ-маркерами активации ПНС. У исследуемых в возрасте 40-50 лет выявлена взаимосвязь между активностью клеток до труда и показателем SDNN после.

Таблица 8 – Корреляционный анализ ЭФП и показателей КИГ у людей с ОВЗ

Показатель КИГ	R	p
Ограничения функций организма 3-й группы		
SI2o	-0,727	<0,001*
ИВР2o	-0,757	<0,001*
ВПР2o	-0,801	<0,001*
ВР2o	0,756	<0,001*
Возраст 40-50 лет		
SDNN2o	0,712	<0,001*
Примечание – *p < 0,05 в сравнении с исходными значениями; o – ортостатическая проба, 2 - по окончании трудовой практики		

### Особенности адаптационно-приспособительных механизмов у людей с ОВЗ в зависимости от длительности трудовой практики

Для оценки влияния фактора времени проведены сравнения показателей: длительно работающих на предприятии людей с ОВЗ (более 2 лет) и неработающих людей с ОВЗ (т.е. всех поступивших в ЦТРА); длительно работающих на предприятии людей с ОВЗ (более 2 лет) и практикантов ЦТРА после прохождения трудовой практики; практикантов ЦТРА, работающих 2 и 4 недели (Таблицы 9-11)

Таблица 9 – Сравнение показателей лиц с ОВЗ относительно трудовой занятости

Показатель	Работающие люди с ОВЗ	Неработающие люди с ОВЗ
LF%ф (M±SD)	25,7±1,16	<b>31,36±0,23*</b>
Динамическая стрессчувствительность Me [Q25; Q75]	26,5 [24,9-29,1]	<b>46,9 [45,6-48,2] *</b>
Стрессчувствительность Me [Q25; Q75]	118,4 [112-124,8]	<b>56,61 [48,9-61,2] *</b>
Примечание – * – различия показателей статистически значимы (p<0,05)		

Выявлено, что динамическая стрессчувствительность значимо больше ( $p=0,001$ ), а общая стрессчувствительность значимо меньше ( $p=0,001$ ) у неработающих людей с ОВЗ.

На втором этапе выявлено, что у практикантов ЦТРА динамическая стрессчувствительность больше ( $p=0,007$ ), а общая стрессчувствительность ниже, чем у длительно работающих людей с ОВЗ ( $p=0,001$ ). Высоковольтные спектральные показатели преобладали у длительно работающих людей с ОВЗ: HF%ф ( $p=0,042$ ), HF%о ( $p=0,01$ ). У практикантов ЦТРА преобладали LF/HFф ( $p=0,003$ ), LF/HFo ( $p=0,013$ ), LF%ф ( $p=0,006$ ).

Таблица 10 – Сравнение показателей лиц с ОВЗ относительно трудовой занятости

Показатель $Me [Q_1-Q_3]$	Практиканты ЦТРА	Длительно работающие люди с ОВЗ
Динамическая стрессчувствительность	33 [25–56]	<b>25 [20–34]*</b>
Стрессчувствительность	87 [64–105]	<b>115 [96–138]*</b>
LF/HFф	1,60 [1,13–3,47]	<b>1,18 [0,62–1,82]*</b>
LF/HFo	3,60 [2,11–7,7]8	<b>2,19 [1,21–4,78]*</b>
LF%ф	32 [23–40]	<b>25 [17–34]*</b>
HF%ф	15 [11–27]	<b>25 [15–33]*</b>
HF%о	10 [6–16]	<b>17 [8–24]*</b>
Примечание – * – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ); ф – фоновая проба, о – ортостатическая проба		

Трудовая практика в ЦТРА длилась 2 недели, однако ряд участников продолжили практику далее и проработали 4 недели. Выявлено, что показатели КИГ значимо изменялись только в группе работающих 2 недели: увеличивались LF/HFф ( $p=0,029$ ) и VLF%ф ( $p=0,006$ ), уменьшился показатель HF%ф ( $p=0,001$ ). Достоверность различий в конце трудовой практики обнаружена по показателю ЭФП клеток ( $p=0,038$ ) за счет увеличения у работающих 4 недели ( $p=0,023$ ). Таким образом, у людей с ОВЗ, находящихся на трудовой практике 2 недели, преобладал вегетативный дисбаланс, что свидетельствует в пользу незавершившегося процесса адаптации.

Таблица 11 – Сравнение показателей относительно длительности трудовой практики

Этапы	Длительность трудовой практики	
	2 недели	4 недели
LF/HFф (Me [Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub> ])		
I	1,44 [0,74–2,08]	1,29 [0,99–3,25]
II	<b>2,00 [1,21–3,12]*</b>	1,57 [0,93–4,01]
VLF%ф (Me [Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub> ])		
I	42 [29–53]	43 [39–50]
II	<b>52 [37–58]*</b>	35 [31–44]
HF%ф (Me [Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub> ])		
I	21 [15–36]	20 [13–29]
II	<b>15 [11–26]*</b>	22 [13–27]
Активность клеток(Me [Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub> ])		
I	14 [0–35,5]	10,25 [0–30,25]
II	16 [0–37,5]	<b>39 [11,5–57]*#</b>
Средняя амплитуда колебания клеток (Me [Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub> ])		
I	0,25 [0–0,53]	0,2 [0–0,64]
II	0,45 [0–0,69]	<b>0,46 [0,3–0,78]*</b>
Примечание – *p<0,05 в сравнении с исходными значениями; #p<0,05 различие между группами; I – до воздействия трудовой нагрузки, II – после воздействия трудовой нагрузки		

### Метод ROC-анализа в разработке алгоритма для индивидуальной оценки адаптационных возможностей людей с ОВЗ при трудоустройстве

Для оценки диагностической значимости количественных признаков, применялся метод анализа ROC-кривых. Значение количественного признака в точке cut-off определялось по наивысшему значению индекса Юдена. Данные, характеризующие состояние регуляторных систем, выявленные при анализе КИГ были преобразованы из категориальной шкалы в бинарный вид. Полученная информация была представлена в виде двух категорий: отсутствие напряжения регуляторных систем (низкое и среднее напряжение) и напряжение регуляторных систем (высокое напряжение).

При оценке зависимости напряжения регуляторных систем после проведения трудовой практики от возраста с помощью ROC-анализа была получена следующая кривая (Рисунки 2, 3). Пороговое значение возраста в точке

cut-off, которому не соответствовало наивысшее значение индекса Юдена, но специфичность и чувствительность были наиболее близки, составило 40 лет.

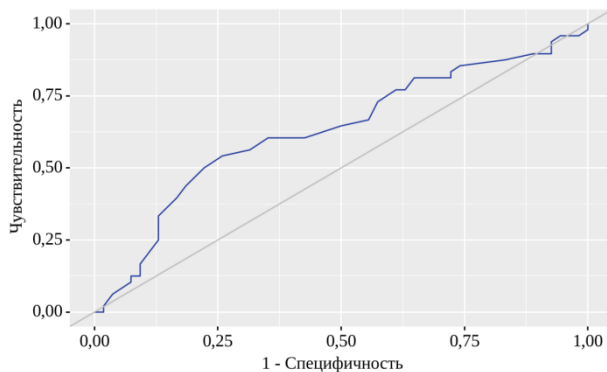


Рисунок 2 – ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности показателя «напряжение регуляторных систем после трудовой практики» от показателя «возраст»

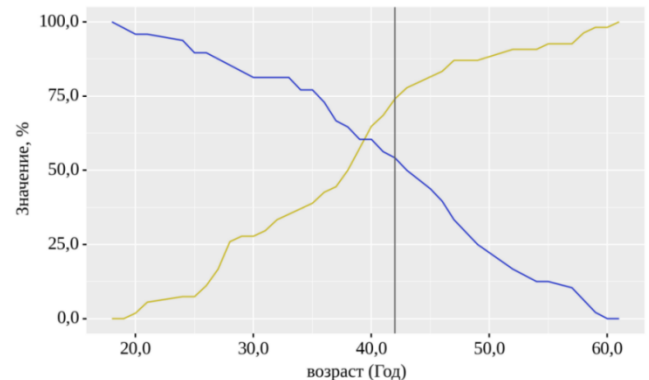


Рисунок 3 – Динамика чувствительности и специфичности модели в зависимости от пороговых значений показателя «возраст»

При проведении ROC-анализа показателя «стрессчувствительность1» (до начала трудовой практики), выявлено, что площадь под ROC-кривой составила  $0,754 \pm 0,081$  ( $p=0,009$ ), а пороговое значение показателя «стрессчувствительность1» в точке cut-off – 87ед. (Рисунки 4, 5).

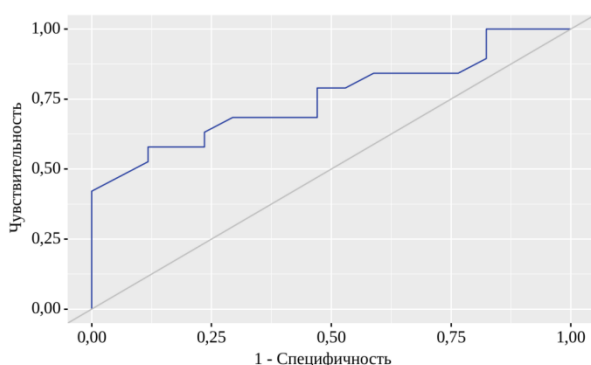


Рисунок 4 – ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности показателя «напряжение регуляторных систем после трудовой практики» от показателя «стрессчувствительность1»

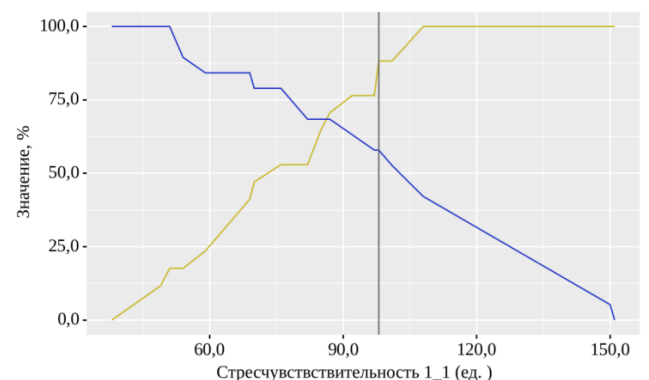


Рисунок 5 – Динамика чувствительности и специфичности модели в зависимости от пороговых значений показателя «стрессчувствительность1»

Площадь под ROC-кривой показателя «активность клеток1» составила  $0,756 \pm 0,068$ , ( $p < 0,001$ ), пороговое значение – 7,5 % (Рисунки 6, 7)

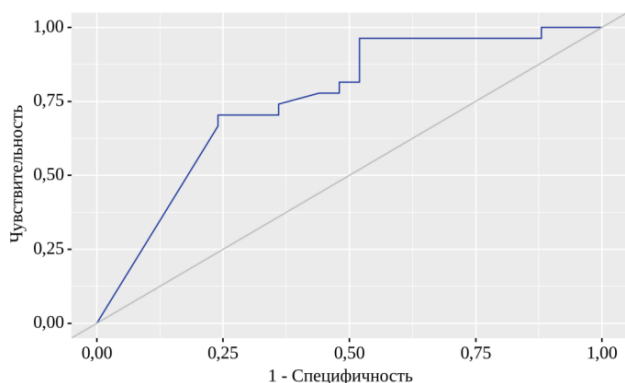


Рисунок 6 – ROC-кривая зависимости вероятности «напряжения регуляторных систем после трудовой практики» от показателя «активность клеток1»

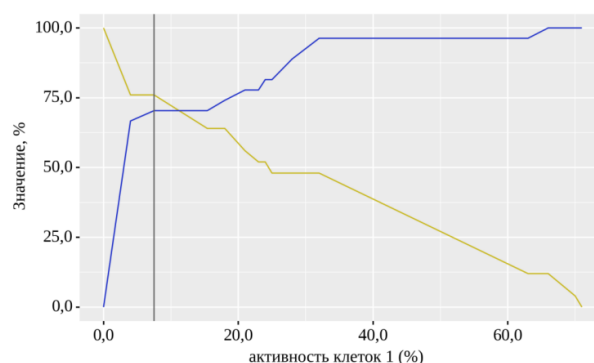


Рисунок 7 – Динамика чувствительности и специфичности модели в зависимости от пороговых значений активности клеток 1

Площадь под ROC-кривой показателя «амплитуда колебания клеток» составила  $0,733 \pm 0,07$ , ( $p = 0,002$ ), пороговое значение – 0,15 мкм. (Рисунки 8, 9)

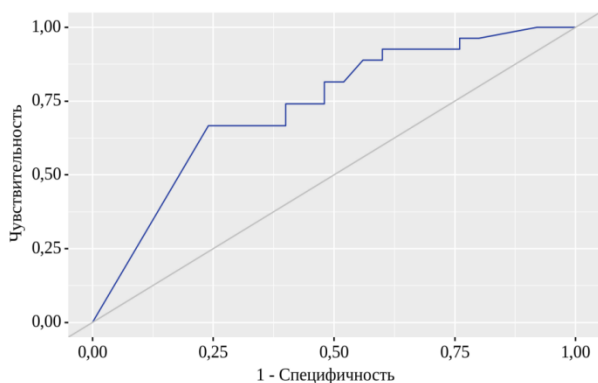


Рисунок 8 – ROC-кривая, зависимости вероятности напряжения регуляторных систем после трудовой практики от средней амплитуды колебания клеток

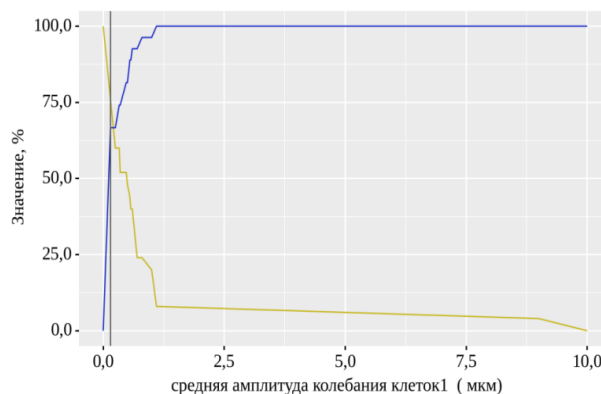


Рисунок 9 – Динамика чувствительности и специфичности модели в зависимости от пороговых значений средней амплитуды колебания клеток

## ВЫВОДЫ

1. Напряжение регуляторных систем в результате нарушения баланса механизмов вегетативной регуляции по окончании 2-4 недель трудовой нагрузки

имели лица с ограниченными возможностями здоровья мужского пола и возрастной группы 30-39 лет, 40-50 лет, с нарушениями опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистой системы и психоневрологической сферы, со степенью расстройств функций организма третьей группы и по общему заболеванию. Процесс адаптации людей с ограниченными возможностями здоровья в возрасте 18-29 лет, женщин, со степенью расстройств функций организма второй группы и инвалидов детства на фоне трудовой деятельности характеризовался более быстрым восстановлением вегетативного баланса.

2. У длительно работающих лиц с ограниченными возможностями здоровья отмечается стабилизация механизмов адаптации, в то время как трудовая нагрузка на протяжении 2-4 недель характеризуется незавершенностью адаптационно-приспособительной деятельности, что проявляется в повышении тонуса симпатической нервной системы, понижении активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, чрезмерном напряжении центрального контура регуляции.

3. Условия трудовой нагрузки оказывали благоприятное воздействие на социально-психологическую адаптацию, в большей степени у людей со степенью расстройств функций организма второй группы и у женщин, а также на уровень физического состояния и адаптационный потенциал у инвалидов детства и у лиц с ограниченными возможностями здоровья психоневрологической сферы. Трудовая нагрузка у людей со степенью расстройств функций организма третьей группы по сравнению со второй сопровождалась повышением динамической стрессчувствительности. Этому способствовал дисбаланс вегетативной нервной системы как реакция на трудовую нагрузку.

4. Метод определения электрофоретической активности буккального эпителия до начала трудовой деятельности у людей с ограниченными возможностями здоровья позволяет определять напряжение регуляторных систем организма под воздействием трудовой нагрузки. Данный метод возможно использовать как скрининг адаптационного потенциала при трудоустройстве.

5. Комплекс детерминативных факторов, определяющий особенности адаптационных механизмов лиц с ограниченными возможностями здоровья в условиях трудовой нагрузки включает в себя как общефизиологические (пол, возраст), так и медико-социальные факторы (категория и степень расстройств функций организма).

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Наговицына, Е.А. Электрофоретическая активность буккального эпителия: особенности и возможности применения для оценки функционального состояния регуляторных систем у инвалидов трудоспособного возраста / Е.А. Наговицына, Н.Н. Васильева, Е.В. Елисеева, А.А. Соловьев // **Вестник Уральской медицинской академической науки.** – 2023. – Т. 20, № 3. – С. 42-52.

2. Наговицына, Е.А. Взаимосвязь показателей спектрального анализа вариабельности ритма сердца и социально-психологической адаптации при воздействии трудовой нагрузки у инвалидов / Е.А. Наговицына, Н.Н. Васильева // **Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье.** – 2024. – Т. 14, № 1. – С. 35-41.

3. Наговицына, Е.А. Формирование адаптационного потенциала и уровня физического состояния у инвалидов в процессе трудовой деятельности / Е.А. Наговицына, Н.Н. Васильева // **Вестник Волгоградского государственного медицинского университета.** – 2024. – Т. 21(3). – С. 87-92.

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

5. Патент на полезную модель № 209608 Российская Федерация МПК В65В 25/20 (2006.01) «Устройство для упаковывания бахил в контейнеры на рабочих местах инвалидов» / Е.А. Наговицына, П.В. Наговицын, С.А. Лосин; заявитель и патентообладатель АНО ДО «Институт профессиональной подготовки персонала и реабилитации инвалидов». - № 2021112641 зарегистрированный в Государственном реестре полезных моделей РФ от 17.03.2022

6. Наговицына, Е.А. Оценка вариабельности ритма сердца и уровня социально-психологической адаптации у инвалидов трудоспособного возраста при поступлении в «Центр трудовой реабилитации и абилитации» / Е.А. Наговицына, Н.Н. Васильева // Сборник трудов XVI международного междисциплинарного конгресса «Нейронаука для медицины и психологии:» – Судак, Крым, Россия; 6 – 16 октября 2020 г. – С. 341.

7. Наговицына, Е.А. Физическое состояние и уровень стресс-чувствительности у лиц с ограниченными возможностями здоровья при поступлении в «Центр Трудовой Реабилитации и Абилитации» / Е.А. Наговицына // Проблемы биологии и медицины. – 2020. – № 1-1 (117). – С. 425-431.

8. Наговицына, Е.А. Оценка вариабельности сердечного ритма и адаптационного потенциала у инвалидов трудоспособного возраста при поступлении в «центр трудовой реабилитации и абилитации» / Е.А. Наговицына, Н.Н. Васильева // Сборник трудов XVII международного междисциплинарного конгресса «Нейронаука для медицины и психологии» – Судак, Крым, Россия, 30 мая-10 июня. 2021г. – С. 275-276.

9. Наговицына, Е.А. Влияние уровня образования на состояние регуляторных функций организма под действием трудовой нагрузки у инвалидов / Е.А. Наговицына, Н.Н. Васильева // Тезисы докладов VI Междисциплинарной конференции с междунар. участием «Современные проблемы системной регуляции физиологических функций», посвященной 90-летию со дня рождения академика К.В. Судакова (6-8.07.2022, г. Москва). – 2022. – С. 377-378.

### СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АП – адаптационный потенциал  
КИГ – кардиоинтервалография  
о – ортостатическая проба  
ОВЗ – ограниченные возможности здоровья  
ОДА – опорно-двигательный аппарат  
ОЗ – общее заболевание  
ПНС – парасимпатическая нервная система  
СНС – симпатическая нервная система

УФС – уровень физического состояния  
ф – функциональная проба  
ЦТРА – Центр Трудовой Реабилитации и Абилитации  
ЭФП – электрофоретическая активность  
ВНС – вегетативная нервная система  
ДАД – диастолическое артериальное  
ДО – дыхательный объем  
ССС – сердечно-сосудистая система