

*На правах рукописи*

БЕЛОЗЕРОВА Наталья Валерьевна



**ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ  
ДЫХАТЕЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ ВО ВРЕМЯ СНА У РАБОТНИКОВ,  
СВЯЗАННЫХ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ  
(на примере работников железнодорожного транспорта)**

3.2.4. Медицина труда

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Москва - 2023

Работа выполнена в ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель: **Горохова Светлана Георгиевна**  
доктор медицинских наук, профессор

Официальные оппоненты: **Гребеньков Сергей Васильевич**  
доктор медицинских наук, профессор /  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Северо-Западный государственный  
медицинский университет им. И.И. Мечникова»  
Министерства Здравоохранения Российской  
Федерации (ФГБОУ ВО «СЗГМУ им.  
И.И.Мечникова» МЗ РФ), заведующий кафедрой  
медицины труда.

**Жеглова Алла Владимировна**  
доктор медицинских наук, профессор / Институт  
общей и профессиональной патологии им.  
академика РАМН А.И. Потапова ФБУН  
«Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф.  
Эрисмана» Федеральной службы по надзору в  
сфере защиты прав потребителей и благополучия  
человека (ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана»  
Роспотребнадзора), главный научный сотрудник  
Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Новосибирский государственный  
медицинский университет» Министерства  
здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится «18» декабря 2023 г. в 14.00 на заседании  
Диссертационного совета 24.1.176.01 на базе Федерального государственного  
бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт  
медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» (ФГБНУ «НИИ МТ») по  
адресу: 105275, г. Москва, пр. Буденного, д. 31.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «НИИ МТ» и на  
официальном сайте ФГБНУ «НИИ МТ» - [www.irioh.ru](http://www.irioh.ru)

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
доктор биологических наук, профессор **Рубцова Нина Борисовна**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Задачи охраны здоровья работающего населения в целях обеспечения активной трудовой деятельности определены в документах ВОЗ и МОТ о взаимосвязи между здоровьем и трудом, в указах Президента Российской Федерации №254 «О Стратегии развития здравоохранения в РФ на период до 2025 года» от 6 июня 2019г. и №400 «О Стратегии национальной безопасности РФ» от 2 июля 2021г. Выявление состояний, снижающих производительность, безопасность труда и при этом ассоциированных с социально значимыми заболеваниями, определяющими показатели заболеваемости и смертности населения трудоспособного возраста - актуальная задача, требующая активных, нестандартных решений (Бухтияров И.В., 2022; Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Денисов Э.И., 2016; Онищенко Г.Г., 2014, 2020; Попова А.Ю., 2022).

Существенный аспект качества выполнения трудовых обязанностей и безопасности на рабочем месте связан с хронической сонливостью на работе, которая становится причиной разного рода профессиональных ошибок, в т.ч. нарушений сосредоточенности и внимания во время вождения, ДТП (Дорохов В.Б., 2013; Зильбер А.П., 1994; Bioulac S., 2018; Horstmann S., 2000; Luzzi V., 2022; Terán-Santos J., 1999, 2017; Young T., 2011). Получены убедительные данные о связи повышенной дневной сонливости и синдрома обструктивного апноэ сна (СОАС) - наиболее значимого нарушения дыхания во сне - установлено, что СОАС связан с заболеваниями, определяющими допуск к работам с вредными и опасными производственными факторами, в т.ч. с артериальной гипертензией (АГ), сердечно-сосудистыми осложнениями, внезапной смертью (Аксельрод А.С. с соавт., 2019; Бабак С.Л. с соавт., 2015; Белозерова Н.В., 2021; Бузунов Р.В., 2022; Буниатян М.С., Атьков О.Ю., 2016; Полуэктов М.Г., 2013; Bassetti C. с соавт., 1996; Pelizza P.I. 2017; Randerath W. с соавт., 2011).

Проблема сонливости и связанных с ней дыхательных нарушений во время сна у железнодорожников разноплановая. Истинная распространенность СОАС

в этой профессиональной группе не установлена, и видимо выше, чем в общей популяции (11-24% у мужчин) (Colquhoun С. с соавт.,2015), что может быть обусловлено высокой напряженностью труда, сменным графиком и другими вредными факторами (Атьков О.Ю., 2016; Вильк М.Ф., 2022; Капцов В.А., 2009; Панкова В.Б., 2021; Цфасман А.З.,2000, 2007; Bioulac S.,2018; Luzzi V.,2022; Pelizza P.I.,2017). Вместе с этим, у работников локомотивных бригад с большой частотой выявляются сердечно-сосудистые заболевания и ожирение, рассматриваемые как факторы риска СОАС. Учитывая связь повышенной сонливости на работе и СОАС с вероятностью профессиональных ошибок, в т.ч. ДТП, в ряде стран разработаны регламентирующие документы по (не)допуску к вождению автотранспорта при СОАС (Duffy J. с соавт., 2015; Ghosh D. с соавт., 2016; Canadian Railway Medical Rules, 2018; Gurubhagavatula I., 2020). При подтверждении диагноза СОАС работников допускают к управлению транспортом только после эффективного лечения. В Российской Федерации подобной практики нет.

Исходя из этого, разработка данной проблемы важна для научно обоснованного целевого выявления нарушений сна и дыхательных нарушений во время сна у водителей транспорта, в т.ч. железнодорожников, и, в первую очередь, у работников операторских специальностей («операторов»). Необходимо повысить эффективность лечения СОАС на основе современных принципов персонализированной медицины с учетом регламентов допуска к профессиональной деятельности. До настоящего времени эти профессиональные аспекты остаются мало изученными, что определяет актуальность данного исследования.

#### **Степень разработанности темы исследования.**

Установлено, что функциональное состояние и работоспособность в разных профессиональных группах связаны с факторами производственной среды: шум, вибрация, рабочий стресс, электромагнитные поля, неблагоприятный микроклимат, напряженность и режим труда и т.д. (Бухтияров И.В., Денисов Э.И., Измеров Н.Ф., Капцов В.А., Цфасман А.З. и др.). Вредные факторы труда у

железнодорожников, связанных с обеспечением безопасности движения, негативно влияют на заболеваемость и профессиональное долголетие (Атьков О.Ю., 2008; Вильк М.Ф., 2007, 2022; Гутор Е.М., 2022; Жидкова Е.А., 2021, 2022; Осипова И.В., 2013, Пфаф В.Ф., 2015; Цфасман А.З., 2007). Однако вопросы взаимосвязи условий труда с повышенной сонливостью и нарушениями дыхания во время сна изучены крайне мало: есть единичные работы о распространенности СОАС, снижении эффективности работы и увеличении риска значимых ошибок во время работы из-за сонливости у железнодорожников, обеспечивающих безопасность движения (Атьков О.Ю., Буниатян М.С., Дорохов В.Б., Сериков В.В.). В то же время в сомнологии (научной медицине сна) выполнены исследования, демонстрирующие связь нарушений дыхания во сне, в т.ч. СОАС, с такими физиологическими показателями как АД, ИМТ, ритм сердца, доказана связь ночных эпизодов десатураций с АД; выявлена вероятность развития жизнеугрожающих аритмий, снижение показателей выживаемости у пациентов с СОАС (Бабак С.Л., Белов А.М., Бузунов Р.В., Зелвеян П.А., Пальман А.Д., Полуэктов М.Г., Bassetti С., Bioulac S., Fietze I., Luzzi V., Penzel T., Pelizza P.I., Peppard P., Young T.). Однако в них не рассматриваются профессиональные аспекты проблемы. С точки зрения риск-ориентированного подхода, предполагающего комплексную систему управления профессиональными рисками, включая медицинские аспекты, остаются неразработанными научно обоснованные методы формирования групп риска работников по СОАС в рамках предварительных и периодических медицинских осмотров для обеспечения личной и коллективной безопасности. Нет персонализации лечебных программ на основе фенотипирования СОАС с учетом особенностей профессиональной деятельности. Все это говорит о необходимости изучения сонливости и дыхательных нарушений во время сна у работников транспорта, что и определило цели, задачи, структуру и содержание настоящего исследования.

**Цель исследования:** изучить характеристики сна и дыхательные расстройства во время сна у работников железнодорожного транспорта,

связанных с обеспечением безопасности движения, и обосновать программу их эффективного выявления и персонализированного лечения на примере работников, проходящих обследование в целях экспертизы профпригодности.

**Задачи исследования:**

1. Изучить производственные и непроизводственные факторы, потенциально способные вызывать нарушения сна и дыхательные нарушения во время сна у железнодорожников, связанных с обеспечением безопасности движения; определить структуру факторов риска СОАС у этой категории работников.
2. Дать сравнительную характеристику сна у железнодорожников операторских и неоператорских специальностей.
3. Определить информативность стандартных подходов к выявлению сонливости и нарушений дыхания во сне у работников, оценить их применимость в реальной практике для целевого отбора в группы диагностики СОАС.
4. Разработать методику и алгоритм формирования целевых групп работников, подлежащих углубленному обследованию для постановки или исключения диагноза «синдром обструктивного апноэ сна».
5. Оценить распространенность и тяжесть дыхательных нарушений во время сна, фенотипы СОАС по данным углубленной диагностики у железнодорожников, проходящих обследование в целях экспертизы трудоспособности.
6. Научно обосновать тактику персонализированного выбора методов коррекции нарушений дыхания во сне на основе фенотипирования СОАС.

**Научная новизна.** Впервые выполнено комплексное изучение производственных и непроизводственных факторов нарушений сна и дыхания во время сна у железнодорожников. Определена структура факторов риска СОАС и показан вклад условий операторской работы в формирование СОАС. Выявлены значимые взаимосвязи СОАС с состояниями, определяющими заболеваемость и допуск к профессиональной деятельности, такими как ожирение, АГ, сахарный

диабет (СД) 2 типа. Показана высокая распространенность СОАС в этой когорте и охарактеризована тяжесть СОАС у лиц, обследуемых для экспертизы трудоспособности. Впервые выполнен сравнительный анализ показателей структуры сна у железнодорожников операторских и неоператорских профессий. Выявлены различия в показателях эффективности сна, времени бодрствования внутри сна (WASO), которые ассоциированы с дневной сонливостью. Изучена информативность опросника Epworth - стандартного инструмента для выявления дневной сонливости - и показана его недостаточная информативность в изучаемой группе работников. Научно обоснована и разработана методика формирования целевых групп для углубленной диагностики СОАС, доказана возможность ее практического применения.

Впервые на основе современных математических методов выделены фенотипы СОАС, имеющие наибольшее значение у железнодорожников, в т.ч. операторов, что позволило определить персонализированный подход к ведению пациентов с СОАС. Доказана эффективность данного подхода для восстановления допуска работников к операторской деятельности.

**Теоретическая и практическая значимость исследования.** На примере железнодорожников показано значение факторов условий операторского труда (высокая напряженность, ночные смены), которые вносят большой вклад в развитие СОАС. Выявлены изменения в показателях сна, ассоциированных с сонливостью в рабочее время. Изучены разработанные методика и алгоритм формирования групп риска работников по развитию СОАС для углубленной диагностики и лечения. Выделены клинические фенотипы СОАС, наиболее значимые для операторов, и показаны подходы к персонализированной тактике ведения при данных фенотипах СОАС в аспекте профессионального долголетия.

**Методология и методы исследования.** Исследование выполнено на основе системного подхода с применением гигиенических, клинических, лабораторно-инструментальных методов, медицинского наблюдения, анкетирования; использовано описание, измерение, сравнение, логический, информационно-аналитический и статистический анализ данных, принципы оценки условий

труда согласно утвержденному «Руководству по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Р 2.2.2006-05», методология оценки профессионального риска в медицине труда.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. У работников железнодорожного транспорта, связанных с обеспечением безопасности движения, СОАС определяется комплексом взаимосвязанных факторов, характеризующих клинический статус (ожирение, АГ, СД) и трудовую деятельность (стаж, напряженность труда, трудовые смены).
2. Использование разработанной методики формирования группы с риском СОАС у работников, проходящих обследование в целях экспертизы профпригодности.
3. Персонализированный подход к лечению СОАС на основе научно обоснованного выделения фенотипов этого синдрома, имеющих наибольшее значение в профессиональной группе железнодорожников.

**Степень достоверности результатов и апробация результатов.**

Исследование одобрено независимым этическим комитетом №2 ЧУЗ «ЦКБ «РЖД-медицина». Достоверность определяется репрезентативностью, достаточным объемом полученных данных. В работе использованы современные методики обследования, статистического анализа. Результаты получены на сертифицированном оборудовании. Научные выводы, положения и рекомендации аргументированы, подкреплены убедительными фактическими материалами.

Основные положения и результаты диссертации представлены и обсуждены на Российском Национальном Конгрессе с международным участием «Профессия и здоровье» (Владивосток, 2021, Нижний Новгород, 2023), Национальном конгрессе терапевтов (Москва, 2019, 2023), Национальном конгрессе пульмонологов (Москва, 2023), II Всероссийском конгрессе «ЗОНТ: здоровье, образование, наука, технологии» (Москва, 2023), XXIII Конгрессе Российского общества холтеровского мониторирования и неинвазивной



электрофизиологии (Саранск, 2022), Всероссийских конференциях «Актуальные проблемы сомнологии» (Москва, 2016, 2018, 2020), 11th Conference of the European Study Group on Cardiovascular Oscillations (ESGCO) (Италия, Пиза, 2020), конференции ОАО «РЖД» по проблемам сомнологии в промышленной медицине (Москва, 2017), на заседаниях кафедры профпатологии и производственной медицины ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ (Москва, 2019-2023), заседании Ученого совета ФГБНУ «НИИ МТ» (Москва, 2022).

**Личный вклад автора.** Автор самостоятельно осуществляла набор пациентов, клинико-инструментальное, в т.ч. сомнологическое, обследование, разработку методического инструментария (учетные формы, клинические карты пациентов), составление базы данных пациентов и также статистическую обработку, анализ результатов, написание текста диссертации. Личный вклад составил 80-85%.

**Публикации.** По материалам исследования опубликовано 10 научных работ, в т.ч. 5 статей, из них 3 в журналах SCOPUS, 2 - в рекомендованных ВАК Минобрнауки России, и свидетельство Роспатента №2023621039 от 30.03.2023 о регистрации базы данных «Показатели, влияющие на вероятность синдрома обструктивного апноэ сна у работников операторских профессий».

**Внедрение результатов.** Результаты диссертационной работы использованы в работе «РЖД-Медицина», в т.ч. при подготовке проекта приказа «Об утверждении Перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ, непосредственно связанных с движением поездов и маневровой работой» (на утверждении в МЗ РФ). Методика формирования групп риска СОАС применяется в ЧУЗ «Центральная клиническая больница «РЖД-медицина». Материалы внедрены в учебный процесс кафедры профпатологии и производственной медицины ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 161 странице машинописного текста, состоит из оглавления, введения, 4 глав, включающих обзор литературы, описание материалов и методов, результатов собственных исследований, их обсуждение, выводов, практических рекомендаций, списка

литературы их 239 источников, из которых 172 - на иностранных языках. Содержит 28 таблиц, 25 рисунков.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** аргументирована актуальность темы, поставлены цель и задачи исследования, определены научная новизна и практическая значимость, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В **первой главе** представлен обзор отечественных и зарубежных публикаций, раскрывающих условия труда железнодорожников, связанных с безопасностью движения, их влияние на здоровье, современное представление о дыхательных нарушениях во время сна, влияние СОАС на профессиональную деятельность и профпригодность; отражены сложные, нерешенные аспекты изучаемой проблемы.

Во **второй главе** представлены дизайн исследования (рисунок 1), описание материала и методов исследования.

Основные критерии включения работников в исследование: профессия — железнодорожники; трудоспособный возраст; наличие храпа и хотя бы одного из состояний: ожирения ( $ИМТ \geq 30 \text{ кг/м}^2$ ), АГ, СД 2 типа; информированное согласие. Группу операторов выделяли по принципу классификации профессий по характеру и целям, организации трудового процесса и рабочей нагрузки, Руководству Р 2.2.2006-05, документам ОАО «РЖД».

Из 967 первично обследованных отобраны 204 человека с подозрением на наличие СОАС. В 1 группу ( $n=154$ ) вошли железнодорожники операторских профессий, в т.ч. работники локомотивных бригад - 112, диспетчеры-операторы - 42 человека; во 2 группу ( $n=50$ ) - не операторы.

Сонливость оценивали по опроснику Epworth. Нарушения дыхания во время сна диагностировали путем ПСГ или КРМ. Сон типировали по классификации Рейхтшаффена и Кейлса. Диагноз СОАС ставили по критериям Международной классификации расстройств сна (МКРС-3). По показаниям применялись суточное мониторирование ЭКГ, АД, другие методы.

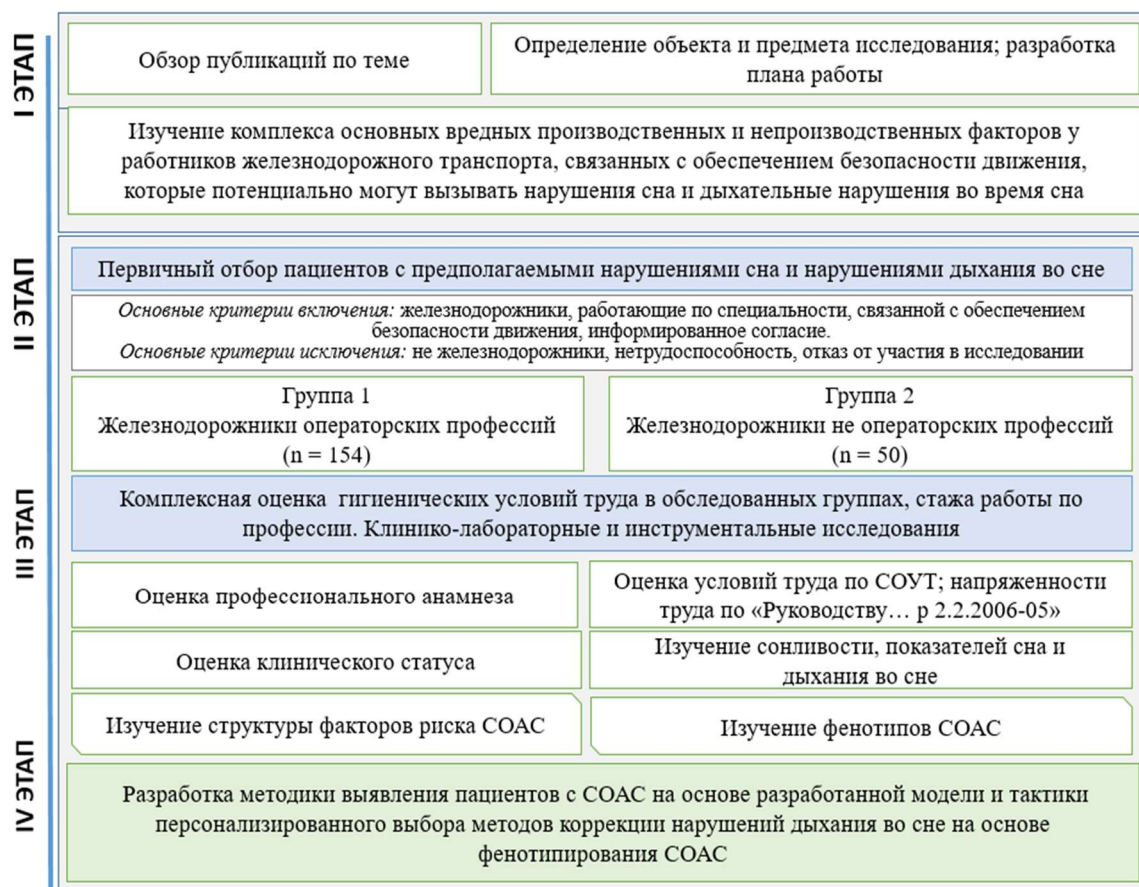


Рисунок 1 - Дизайн исследования

Математико-статистическая обработка результатов проведена методами параметрической и непараметрической статистики; применяли корреляционный, регрессионный, кластерный анализ, метод главных компонент (Пакеты MS Office 2007 и IBM SPSS Statistics 20).

В **третьей главе** изложены собственные результаты исследования.

Анализ условий труда железнодорожников показал, что в 1 группе общим вредным фактором у машинистов локомотивов и диспетчеров-операторов была напряженность труда, а шум, АПФД были только у работников локомотивных бригад (машинистов локомотивов). По СОУТ максимальное значение класса условий труда по шуму и напряженности - 3.1 (таблица 1). Особенностью у машинистов и их помощников является воздействие нескольких вредных производственных факторов, среди которых наиболее значимы внутрикабинный шум, вибрация, электромагнитные излучения, колебание микроклиматических параметров, напряженность труда, психоэмоциональные нагрузки, действие

промышленных аэрозолей. Условий труда, соответствующих подклассу  $\geq 3.3$ , не было. Во 2 группе класс условий труда был в диапазоне 2-3.1 по шуму и напряженности труда.

Таблица 1 - Комплексная оценка условий труда изучаемых групп работников

Факторы производственной среды и трудового процесса	Класс условий труда по СОУТ			
	Группа 1		Группа 2	
	машинисты локомотивов	диспетчеры-операторы	монтеры пути	прочие специальности
Химический	2	—	2	—
Биологический	—	—	—	—
АПФД	2—3.1	—	2	—
Шум	3.1	2	3.1	2
Инфразвук	2	2	2	2
Вибрация общая	2	2	2	2
Вибрация локальная	2	2	2	2
Неионизирующие излучения	2	2	2	2
Ионизирующие излучения	—	—	—	—
Тяжесть трудового процесса	2	2	2	2
Напряженность трудового процесса	3.1	2—3.1	3.1	2—3.1

Предполагая занижение подкласса условий труда при СОУТ, дополнительно оценивали напряженность труда по Руководству Р 2.2.2006-05. Согласно полученным данным, в ряде случаев класс условий труда соответствовал 3.3 в группе 1, 3.1 - в группе 2 (таблица 2), что выше указанного в СОУТ. Таким образом, итоговый класс условий труда в группе операторов значимо выше.

Таблица 2 - Оценка напряженности труда работников в изучаемых группах (по Руководству Р 2.2.2006-05)

Показатель напряженности трудового процесса	Класс условий труда	
	группа 1	группа 2
Интеллектуальные нагрузки	3.1	2
Сенсорные нагрузки	3.3	2
Эмоциональные нагрузки	3.3	3.1
Монотонность нагрузок	3.1	2
Режим работы	3.2	2

При изучении условий труда особое внимание уделено факторам, потенциально связанным с нарушениями сна (напряженность труда, ночные смены). Все в 1 группе работали со сменным режимом в ночные смены.

Средняя продолжительность рабочей смены - 12 часов. В 70% были переработки, внеочередные выходы на работу. Смены начинались в разное время, поездная работа выполнялась в поздневечернее и ночное время с захватом ранних утренних часов. Продолжительность отдыха в пунктах оборота была недостаточной или отсутствовала, что усиливало утомление. Во 2 группе работа была дневной по 8 часов, изредка встречалась нерегулярная работа в ночные часы в связи с экстренными ситуациями. Средний стаж в 1 группе:  $24,2 \pm 9,3$  года, во 2 группе -  $26,5 \pm 8,8$  года ( $p > 0,05$ ).

В целом у работников операторских профессий выделены следующие неблагоприятные факторы, влияющие на сон: длительный стаж, напряженность труда, ночные смены, у машинистов - малое время отдыха или отсутствие его. Наиболее вероятно сочетание факторов, ведущее к более выраженному напряжению механизмов адаптации к внешнему десинхронозу.

Сравнение общих и клинических характеристик (таблица 3) говорит о сопоставимости групп по возрасту, полу, характеру основных заболеваний.

Таблица 3 - Клиническая характеристика обследованных работников

Показатель	Группа 1 (n=154)	Группа 2 (n=50)
Средний возраст, лет	44,7±9,2	45,7±8,9*
Мужчины, n (%)	116 (75)	44 (88)*
Женщины, n (%)	38 (25)	6 (12)*
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	36,2±8,1	34,1±7,4*
Ожирение, n (%)	114 (74)	37 (74)*
СД, n (%)	21 (14)	9 (18)*
АГ, n (%)	104 (67,5)	38 (76)*
Нарушения ритма и проводимости сердца в ночные часы n, (%):		
СА-блокада	42 (27)	14 (28)*
АВ-блокада II степени	13 (8)	6 (12)*
	35 (23)	12 (24)*
Профессиональная нейросенсорная тугоухость, n (%)	0	0*
Вибрационная болезнь, n (%)	0	0*
ИБС, n, (%)	0	1 (2)*

\*  $p > 0,05$ .

В 1 группе не было ИБС, что обусловлено профессией. Взаимосвязь стажа и заболеваний, потенциально связанных с расстройствами сна (СД, АГ, нарушения ритма сердца в ночные часы) была слабой, но статистически значимой.

**Оценка дневной сонливости.** Опросник Epworth заполнили 45% работников (92 в 1-й и 23 во 2-й группе), 55% отказались. У 33 (36%) из 1 группы и 10 (43,5%) из 2 группы были признаки избыточной дневной сонливости (сумма баллов  $\geq 7$ ). Распределение по выраженности сонливости показано на рисунке 2.

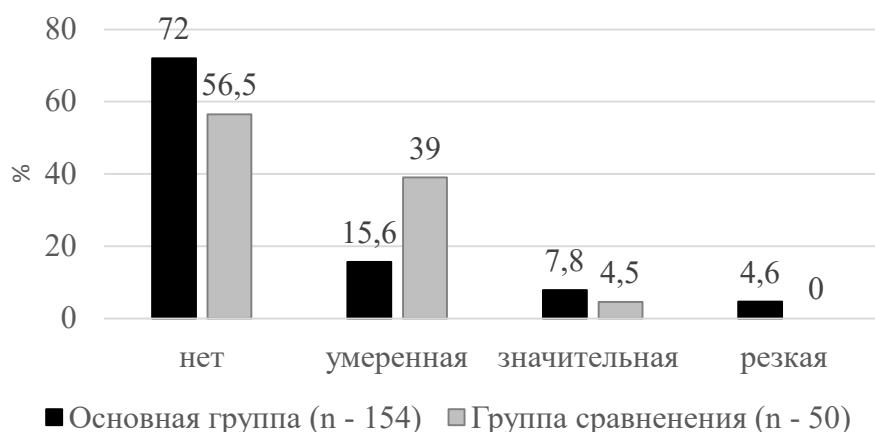


Рисунок 2 - Распределение работников по наличию и выраженности дневной сонливости по опроснику Epworth

В общей когорте диагноз СОАС подтвержден диагностическими исследованиями у 118 человек, в т.ч. умеренной и тяжелой степени у 60 (51%). Не выявлено взаимосвязи между данными о сонливости по опроснику Epworth и нарушениями дыхания во сне, подтвержденными КРМ. Доказана малоинформативность применения опросников в данных профессиональных группах.

**Характеристика нарушений сна в обследованных группах по данным полисомнографии.** Полученные показатели сна представлены в таблице 4. Нарушения сна, храп выявлены у всех обследованных, но они различались по характеристикам. Корреляционный анализ данных в общей группе выявил достоверное ухудшение эффективности сна и увеличение числа пробуждений с возрастом и стажем: эффективность уменьшалась по мере их увеличения (высоко достоверная корреляция), было увеличено время бодрствования внутри

сна, много поверхностного сна. По латентности ко сну, общему времени сна, представленности медленного сна (среднего и глубокого), REM-фазы и микроактивации, корреляций нет. Выявлены различия в структуре сна у операторов в виде уменьшения полезного сна и увеличения числа пробуждений, что может быть причиной выраженной дневной сонливости.

Таблица 4 - Сравнительная характеристика показателей сна в обследованных группах железнодорожников, медиана (25%; 75% процентиль)

Показатель	Группа 1 (n=39)	Группа 2 (n=11)	P
Эффективность 1, %	84,4 [56,3; 95,8]	81,5 [70,7; 95,6]	0,79
Эффективность 2, %	89,3 [62,3; 98,2]	90,8 [71,4; 97,5]	0,15
Эффективность 3, %	38,2 [14,3; 55,7]	39,6 [10,6; 51,8]	0,46
Пробуждения, n	31,0 [8,0; 67,0]	30,0 [11,0; 66,0]	0,46
WASO (мин.)	48,0 [7,5; 146,5]	46,5 [10,0; 145,0]	0,86
Arousal, n	17,4 [4,5; 37,7]	24,3 [11,0; 44,6]	0,87
Латентность ко сну (мин.)	11,5 [0; 65]	10,0 [0; 69,1]	0,56
Общее время сна (час)	6,64 [3,51; 8,64]	6,66 [4,81; 8,4]	0,54
Стадия 1, %	7,0 [1,9; 23,8]	5,8 [0,9 ;21,3]	0,54
Стадия 2, %	55,0 [38,9; 76,7]	53,0 [44,0; 68,1]	0,47
Стадия 3, %	17,4 [4,5; 37,7]	23,1 [4,2; 38,9]	0,04
Стадия 4, %	0,0 [0,0; 5,1]	0,0 [0,0; 0,4]	0,88
REM-сон, %	19,1 [0,7; 29,1]	18,0 [6,4; 28,6]	0,31

#### Характеристика нарушений дыхания во сне в обследованных группах.

СОАС выявлен у 87 (56,5%) в 1 группе, у 33 (66%) во 2 группе ( $p > 0,05$ ). Достоверных различий в распределении по степени тяжести не обнаружено (таблица 5). Группы достоверно различались по индексу апноэ/гипопноэ (ИАГ). У операторов диапазон значений ИАГ был очень большим, максимальные значения ( $>100$ ) определялись только в этой группе. Выявлена слабая статистически значимая связь стажа работы и СОАС, стажа работы и ИАГ.

Таблица 5 - Показатели дыхательных нарушений во время сна в сравниваемых группах

Показатель	Группа 1 (n=154)	Группа 2 (n=50)	P
СОАС, n (%)	87 (56,5)	33 (66)	$>0,05$
Индекс апноэ / гипопноэ	13,3±1,5	16,2±2,7	0,001
Легкая степень, n (%)	45 (51,7)	16 (48, 5)	$>0,05$ ( $\chi^2=0,103$ )
Умеренная степень, n (%)	17 (19,6)	7 (21,2)	
Тяжелая степень, n (%)	25 (28,7)	10 (30,3)	

**Сон и СОАС.** Корреляционный анализ связи показателей сна по данным ПСГ и СОАС в общей группе выявил статистически значимую положительную умеренную взаимосвязь СОАС и микроактиваций (arousal), достоверную отрицательную умеренную связь СОАС и представленностью глубокого сна (стадия 3). Достоверная статистически значимая слабая связь была между ИАГ и макропробуждениями, умеренная - между ИАГ и микроактивациями, отрицательная слабая - между ИАГ и представленностью глубокого сна.

Таким образом, нарушения сна при СОАС у железнодорожников-операторов проявляются уменьшением полезного сна и увеличением числа пробуждений, что может быть причиной выраженной сонливости.

#### **Оценка структуры факторов риска СОАС в изучаемых группах.**

Структура факторов риска СОАС проанализирована методом главных компонент. В общей группе выделены четыре главные компоненты. Наибольшие факторные нагрузки признаков: в 1 компоненте - пол, ожирение, АГ и нарушения ритма сердца в ночное время, во 2-й - работа с ночными сменами, напряженность труда, в 3-й - СД, в 4-й - стаж работы. Суммарно эти компоненты объясняют изменчивость переменной (СОАС) на 71,6%. В двух из них присутствуют признаки, связанные с трудовой деятельностью, что говорит об их вкладе в СОАС. Общая дисперсия клинических признаков (ожирение, АГ, СД) составила 38,7%, трудовой деятельности (стаж, напряженность труда, ночные смены) - 32,8%.

В 1 группе (операторы): в 1-й компоненте наибольшие факторные нагрузки имели пол, ожирение, АГ и нарушения ритма сердца ночью, во 2-й - профессия, в 3-й - стаж работы. Во 2 группе (неоператорская работа): в 1-й компоненте наибольшие факторные нагрузки имели АГ и нарушения ритма сердца в ночные часы, во 2-й - стаж работы, СД, ожирение. В 3-й - профессия/специальность.

Таким образом, у лиц, обеспечивающих безопасность движения, и профессиональные (стаж работы, высокая напряженность труда, ночные смены) и соматические (ожирение и АГ) факторы вносят вклад в генез СОАС.



**Методика формирования группы риска СОАС.** С позиций медицины труда группа риска - это совокупность пациентов с высокой вероятностью СОАС и связанных расстройств, которым показано целенаправленное углубленное обследование для выявления нарушений дыхания во сне для сохранения трудоспособности при выполнении критически важной работы. Согласно разработанной методике, формирование группы риска по СОАС включает сбор анамнеза с уточнением наличия храпа, АГ, СД, нарушений ритма сердца во сне; сбор профессионального анамнеза с оценкой факта сонливости на рабочем месте (с учетом графика работы); клинический осмотр с определением ИМТ, АД, ритма сердца; осмотр ротоносоглотки с оценкой по шкале Маллампати; заполнение работником опросника Epworth с дальнейшей интерпретацией; заключение о вероятности СОАС.

Работника включают в группу риска СОАС по правилу:

- один или несколько признаков: храп, сонливость на работе или дневная, АГ, СД, нарушения ритма сердца, ожирение ( $\text{ИМТ} \geq 30 \text{ кг/м}^2$ );
- строение ротоглотки 3-4 класса по Маллампати, сумма баллов  $\geq 7$  по Epworth.

Алгоритм формирования группы риска СОАС показан на рисунке 3. При включении в группу риска СОАС пациента направляют на углубленное обследование с ПСГ/КРМ. Если есть неопределенность в интерпретации признаков 1 группы и отрицательные признаки 2 группы, пациента обследуют повторно в последующие 3-6 месяцев.



Рисунок 3 - Алгоритм формирования групп риска СОАС

Данная методика была использована при обследовании пациентов, поступивших в стационар с экспертными целями. Факторы риска СОАС, требовавшие проведения ПСГ или КРМ, выявлены в 21% случаев.

Информативность прогностической модели диагностики, изучаемой при разработке методики формирования группы работников с риском СОАС, была определена с помощью нейронной сети - многослойного перцептрона. Значение AUC-ROC составило 0,869, что говорит о достаточно высокой информативности модели в выявлении СОАС.

**Фенотипы СОАС в изучаемой когорте.** Для выбора наиболее эффективных методов, определяющих исходы и продление трудоспособности по специальности, целесообразна персонализация подходов на основе определения фенотипа болезни. Клинические фенотипы в изучаемой когорте выделяли путем кластеризации. Анализ включал клинико-демографические признаки - пол, возраст, профессия, ночные смены, стаж, АГ, ожирение, нарушения ритма сердца в ночные часы, СД (всего 9); характеристики сна - сонливость по Epworth, эффективность сна 1, 2, 3, общее время сна, REM сон, WASO, пробуждения, микроактивации, ИАГ, стадии 1-4, латентность ко сну, степень СОАС (всего 16). Рассматривали результаты кластеризации при 3-6 кластерах, разделении и объединении клинико-демографических признаков и характеристик сна. Наилучшие характеристики имело разделение на 3 кластера: 1) легкий СОАС с очень высокой сонливостью, ожирением; чаще был у работающих с ночными сменами; 2) очень тяжелый СОАС без выраженной сонливости, с наибольшей распространенностью АГ, нарушений ритма сердца в ночное время (вдвое большей, чем при фенотипах 1 и 3); с умеренным ожирением; 3) тяжелый СОАС с выраженной сонливостью, наибольшим ожирением, вдвое более высокой частотой СД, чем при фенотипах 1 и 2, но с меньшей распространенностью АГ; чаще при меньшем стаже. Они выявлялись у 64,6, 20,7 и 14,7% железнодорожников и обозначали как фенотип с очень высокой дневной сонливостью, фенотип с АГ и нарушениями ритма сердца и фенотип с

метаболическими расстройствами (ожирение, СД). Сопоставление параметров сна в выделенных фенотипах выявило как сходства, так и различия между ними.

Фенотип 1: в целом, сохранена структура сна, но недостаточна эффективность полезного сна (39%), больше число пробуждений (32,7) и время бодрствования внутри сна (55,5 мин.); латентность ко сну в норме; индекс микроактиваций выше нормы (21/час). Вероятно, выраженная сонливость обусловлена в большей степени циркадным десинхронозом, неудовлетворенностью сном из-за ночных смен, а также низкой эффективностью полезного сна и большим числом микроактиваций.

Фенотип 2: самые выраженные нарушения структуры сна. Снижены общая эффективность и эффективность полезного сна большое время засыпания (латентность ко сну 42 мин.), число пробуждений (55) и времени бодрствования внутри сна (75 мин.); большое число микроактиваций (32/час.); серьезно снижена представленность глубокого сна (11,8%). Эти нарушения сна характерны для тяжелого СОАС. Отсутствие сонливости при данном фенотипе обусловлено сокрытием симптомов или невозможностью объективной самооценки состояния из-за хронической гипоксии на фоне СОАС.

Фенотип 3: самая низкая эффективность глубокого сна (31%), что более неблагоприятно, так как и приводит к дневной сонливости; большое число микроактиваций (30/час), пробуждений (34,6) и WASO (74 мин.), поверхностных стадий сна, недостаток глубокого (16% от ОВС) и REM-фазы сна (15,2% от ОВС).

Далее рассмотрены *результаты динамического наблюдения пациентов с фенотипом СОАС + ожирение*, которым была выполнена бариатрическая операция (рукавная резекция желудка) (n=39, средний возраст 45,6±6,3 года, 23 мужчины, 16 женщин). Период наблюдения после операции от 3 до 18 мес.

До бариатрической операции ИМТ в этой группе составлял 46,3±4,6 кг/м<sup>2</sup>, после операции в конечной точке наблюдения достоверно снижен до 32 (30; 34), (p<0,001). По результатам ПСГ или КРМ, исходный ИАГ в среднем составил 32,7±28,1 эп/ч., после операции снизился до 8,7±9,0 (p<0,001), а у 17 (44%)

пациентов стал ниже 5. Уменьшение тяжести СОАС выявлено у 36 (92%), переход из тяжелой степени в умеренную у 5 (29%), в легкую у 8 (47%) из 17 пациентов; СОАС умеренной степени у всех перешел в легкую. Случаев утяжеления СОАС не было, у 17 (44%) он отсутствовал. Отмечено большее снижение ИМТ при большей тяжести СОАС.

По данным протоколов ЦВЭК, 18 из 49 работников с фенотипом СОАС + ожирение были отстранены от работы (11 из 1 группы и 7 из 2 группы). Всем им выполнена рукавная резекция желудка. При динамическом наблюдении в течение 2,5 лет при достижении целевых цифр ИМТ в профессии восстановлены 15 (83%) человек (рисунок 4).

В четвертой главе дан анализ, обсуждение результатов исследования.



Рисунок 4 - Анализ результатов восстановления работников в профессии при фенотипе СОАС + ожирение

## Заключение

Дыхательные нарушения во время сна у работников, связанных с обеспечением безопасности движения, распространены и требуют целенаправленной диагностики. Традиционный медицинский осмотр чаще всего не позволяет выявить у них СОАС, так как обследуемые не осознают симптомы или скрывают из-за страха потерять работу. Комплексный подход к оценке дневной сонливости и факторов риска СОАС позволяет активно выявлять и своевременно лечить эти состояния. Ключевым является формирование при медосмотрах целевых групп риска СОАС лиц, связанных с безопасностью движения, на основе определения совокупности соматических и

профессиональных факторов, обуславливающих СОАС, и персонализированный подход к лечению с учетом фенотипа. Такой подход позволяет сохранить, а у части работников и восстановить, утраченную профессиональную трудоспособность.

## ВЫВОДЫ

1. Среди факторов развития СОАС у железнодорожников, связанных с обеспечением безопасности движения, основную долю составляют группы, характеризующие клинический статус (ожирение, АГ, СД) и трудовую деятельность (стаж, напряженность труда, ночные смены); общая дисперсия 38,7 и 32,8%, соответственно.
2. Стаж работы железнодорожников прямо связан с нарушением качества сна (меньшей эффективностью, увеличением времени бодрствования внутри сна, увеличением представленности поверхностного сна). Выявлены различия в структуре сна у железнодорожников операторских специальностей - уменьшение полезного сна и увеличение числа пробуждений - что может вызывать выраженную сонливость.
3. Информативность опросника Epworth для выявления дневной сонливости у железнодорожников недостаточна (чувствительность 55,6%, специфичность 43,5%). Взаимосвязь между данными о сонливости по этому опроснику и нарушениями дыхания во сне в этой профессиональной группе отсутствует.
4. В рутинной практике медосмотров железнодорожников риск нарушений дыхания во сне в настоящее время не определяют. Предложены и исследованы методика, алгоритм формирования целевой группы риска СОАС на основе разработанной модели оценки риска СОАС (показатель информативности  $AUC\ ROC = 0,869$ ).
5. Распространенность СОАС у железнодорожников, обеспечивающих безопасность движения, обследуемых в целях экспертизы трудоспособности, составила 68%, у 41% из них - с умеренной и тяжелой степенью выраженности.

6. Выделены фенотипы СОАС, имеющие наибольшее значение у железнодорожников (СОАС + сонливость, СОАС + ожирение, СОАС + АГ). Показаны возможности персонализированного подхода к тактике ведения при данных фенотипах СОАС.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Среди работников, связанных с обеспечением движения, следует выделять целевые группы для углубленного обследования на предмет СОАС по предложенной методике.
2. В сформированных группах риска рекомендуется проводить оценку профессиональных факторов риска СОАС (напряженность труда, нерациональные графики работ, ночные смены), определять дневную сонливость и ее выраженность, проводить профилактику циркадного десинхроноза.
3. В целевых группах риска нарушений дыхания во сне, выделенных по профессиональному признаку (операторские профессии) и клиническим факторам риска, наличию сонливости, раз в два года проводить полисомнографию для выявления СОАС.
4. При выборе тактики лечения следует учитывать фенотип СОАС. У работников, связанных с движением транспорта, обязательно учитывать варианты СОАС + ожирение, СОАС + АГ, СОАС + сонливость, которые определяют профессиональную трудоспособность (допуск к работе) и риски для безопасности движения.

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

1. Буниатян М.С. Взаимосвязь ночных подъемов систолического артериального давления и десатурационных изменений у пациентов с синдромом обструктивного апноэ сна по результатам неинвазивного непрерывного мониторинга артериального давления / М.С. Буниатян, А.Г. Балацина, Н.В. Белозерова, С.Г. Горохова//Сборник тезисов X Всероссийской конференции «Актуальные проблемы сомнологии». Под

- ред. М.Г. Полуэктова, К.Н. Стрыгина. - М.: ПМГМУ им. И.М. Сеченова - 2016. - С. 21-22.
2. Буниатян М.С. Особенности обструктивного апноэ сна в свете инвалидизации и профнепригодности работников железнодорожного транспорта / М.С. Буниатян, Н.В. Белозерова, О.Ю. Атьков // Медицина труда и промышленная экология. - 2016. - №4. - С. 10-14.
  3. Буниатян М.С. Синдром обструктивного апноэ сна: проблема пациента или угроза общественной безопасности? / М.С. Буниатян, Н.В. Белозерова, Е.З. Лабарткава, Э.А. Войчик, В.А. Котенко // Сборник тезисов XI Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы сомнологии». Под ред. М.Г. Полуэктова, К.Н. Стрыгина. - М.: ПМГМУ им. И.М. Сеченова - 2018. - С. 12.
  4. Penzel T. Peripheral Arterial Tonometry Used to Distinguish Central And Obstructive Sleep Apnea Events / T. Penzel, N. Belozeroва, M. Glos, I. Fietze, G. Pilar // 11th Conference of the European Study Group on Cardiovascular Oscillations (ESGCO). 2020. DOI:10.1109/ESGCO49734.2020.9158143.
  5. Белозерова Н.В. Влияние значимого снижения индекса массы тела на тяжесть синдрома обструктивного апноэ сна у пациентов с ожирением после бариатрической операции / Н.В. Белозерова, М.С. Буниатян, Л.А. Рогова, К.А. Яхьяев, А.В. Юрасов, С.Г. Горохова // Сборник тезисов XII Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы сомнологии». Под ред. М.Г. Полуэктова, К.Н. Стрыгина. - М.: ПМГМУ им. И.М. Сеченова. - 2020. - С. 9-10.
  6. Белозерова Н.В. Влияние значимого снижения индекса массы тела на тяжесть синдрома обструктивного апноэ сна у пациентов с ожирением после бариатрической операции / Н.В. Белозерова, М.С. Буниатян, Л.А. Рогова, К.А. Яхьяев, А.В. Юрасов, С.Г. Горохова // Эндокринология: новости, мнения, обучение. - 2021. - 10(3). - С. 38-45.
  7. Белозерова Н.В. Определение фенотипа синдрома обструктивного апноэ во сне как основа выбора тактики лечения лиц трудоспособного возраста / Н.В. Белозерова, С.Г. Горохова, М.С. Буниатян // Эффективная фармакотерапия. - 2021. - 17(33). - С. 42-47.
  8. Горохова С.Г. Оценка синдрома обструктивного апноэ/гипопноэ сна у железнодорожников с факторами риска ишемической болезни сердца / С.Г. Горохова, Н.В. Белозерова, М.С. Буниатян // Материалы 16-го Российского Национального Конгресса с международным участием «Профессия и здоровье», 21-24 сентября 2021г., Владивосток. - М.: НКО АМТ. - 2021. - С. 155-158.
  9. Белозерова Н.В. Фенотипирование синдрома обструктивного апноэ во сне: данные кластерного анализа / Н.В. Белозерова, М.С. Буниатян, С.Г. Горохова, Е.О. Журих / 23-й Конгресс Российского общества холтеровского мониторирования и неинвазивной электрофизиологии (РОХМиНЭ), 15-й Всероссийский конгресс «Клиническая электрокардиология», VIII Всероссийская конференция детских

- кардиологов ФМБА России. // Российский кардиологический журнал. - 2022. - №27. - С. 50.
10. Свидетельство Роспатента о регистрации базы данных № 2023621039 от 30.03.2023 «Показатели, влияющие на вероятность синдрома обструктивного апноэ сна у работников операторских профессий».
11. Белозерова Н.В. Критерии выделения группы риска синдрома обструктивного апноэ сна у работников операторских профессий / Н.В. Белозерова, С.Г. Горохова, М.С. Буниатян, О.Ю. Атьков // Медицина труда и промышленная экология. - 2023. - 63(7). - С. 439-446.

### СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АД — артериальное давление  
АГ — артериальная гипертензия  
ДТП — дорожно-транспортное происшествие  
ИАГ — индекс апноэ / гипопноэ  
ИБС — ишемическая болезнь сердца  
ИМТ — индекс массы тела  
КРМ — кардиореспираторный мониторинг  
ОВС — общее время сна  
ПСГ — полисомнография  
СД — сахарный диабет  
СОАС — синдром обструктивного апноэ сна  
СОУТ — специальная оценка условий труда  
ЦВЭК — центральная врачебная экспертная комиссия  
WASO — время бодрствования внутри сна