

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Орлов Дмитрий Валерьевич

**Гигиенические и медико-социальные аспекты совершенствования
организации труда медицинских работников ПЦР-лаборатории**

3.2.1. Гигиена

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор
Латышевская Наталья Ивановна

Волгоград – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	13
1.1. Условия труда и здоровье медицинских работников в период пандемии COVID-19	16
1.2. Условия труда и состояние здоровья работников медицинских диагностических лабораторий.....	24
1.2.1. Физиологические особенности системной гемодинамики работников клинико-диагностических лабораторий	299
1.2.2. Физиологические особенности психоэмоционального статуса работников клинико-диагностических лабораторий	31
1.3. Проблемы обеспечения качества диагностики и эффективности деятельности ПЦР-лабораторий в зависимости от эпидситуации	34
ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ, ОБЪЕМ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	37
2.1. Гигиенические исследования	37
2.2. Физиологические исследования	39
2.3. Медико-социальные исследования	47
2.4. Методы математической обработки полученных данных	47
ГЛАВА 3. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ ПЦР-ЛАБОРАТОРИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЭПИДЕМИЧЕСКИХ СИТУАЦИЯХ	49
3.1. Гигиеническая оценка физических факторов условий труда	50
3.2. Оценка биологического фактора условий труда ПЦР-лабораторий	55
3.3. Оценка тяжести и напряженности труда работников ПЦР-лабораторий	56
3.4. Общая гигиеническая оценка условий труда работников ПЦР-лабораторий и априорная оценка риска здоровью работников ПЦР-лабораторий в период пандемии.....	60
ГЛАВА 4. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ РАБОТНИКОВ ПЦР-ЛАБОРАТОРИЙ В РАЗЛИЧНЫХ ЭПИДСИТУАЦИЯХ....	63

4.1. Сравнительная оценка вариабельности сердечного ритма и сатурации работников ПЦР-лабораторий в различных эпидемических ситуациях.....	63
4.2. Оценка показателей системной гемодинамики работников ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19	67
4.3. Показатели теплового состояния работников ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19	71
4.4. Сравнительная оценка психоэмоционального статуса медицинских работников ПЦР-лаборатории в различных эпидемических ситуациях.....	79
4.5. Оценка социального самочувствия работников ПЦР-лабораторий	90
ГЛАВА 5. ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ И УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ГИГИЕНИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ С УЧЕТОМ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЦР-ДИАГНОСТИКИ	92
5.1. Профилактические мероприятия по минимизации обоснованных рисков здоровью работников ПЦР-лабораторий.....	92
5.2. Управленческие решения по оптимизации условий и организации труда работников ПЦР-лабораторий.....	93
5.2.1. Метод имитационного моделирования	94
5.2.2. Совершенствование рабочих процессов с использованием средств видеонаблюдения в условиях пандемии COVID-19	101
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	113
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	139
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	141

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Гигиена труда медицинских работников – направление гигиенической науки, постоянно пополняющееся новыми исследованиями, актуальность которых обусловлена разработкой и внедрением в практику новых технологий, инновационных аппаратных и медикаментозных возможностей лечения, что приводит к появлению недостаточно изученных факторов условий их труда (Гарипова Р. В., 2014; Бектасова М. В. с соавт., 2021; Болобонкина Т. А., 2023; Бонадаревский-Колотий В. А., 2023; Елисеев Ю. Ю., 2023; Кобякова О. С. с соавт., 2020; Петрухин Н. Н., 2021; Кочетова О. А., 2024; Валеева Э. Р., 2019; Ратушная Н. Ш., 2023; Kaufmann M., et al., 2020; Lahdentausta L, et al., 2022 и др.). Особую актуальность такие исследования приобретают в связи с возрастанием «вирусных угроз» человеку и человечеству, примером которых является пандемия коронавирусной инфекции COVID-19 (COVID-19). При этих условиях медицинские работники, выполняющие свои профессиональные обязанности, относятся к группе высокого риска инфицирования вирусом SARS-CoV-2 (Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus 2) (Басырова А. Р. с соавт., 2021; Бухтиярова И. В. с соавт., 2021; Белова Е. В. с соавт., 2024; Казак А. А., 2022; Ликстанов М. И. с соавт., 2021; Ather A., Patel B., ,2020 Nguyen L. H., Drew D. A., 2021).

Необходимо отметить особую значимость лабораторной диагностики в современной медицине. По данным ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения), удельный вес лабораторных исследований составляет 75-90 % от общего числа различных видов диагностики, а более 70 % врачебных решений принимается на основании полученных лабораторных данных. В гигиенических публикациях отечественных и зарубежных авторов достаточно полно представлены вопросы гигиены труда в клинко-диагностических лабораториях и испытательных лабораторных центрах. Возникновение пандемии COVID-19 показало, что критически важным элементом системы противоэпидемических

мероприятий стала лабораторная диагностика РНК (рибонуклеиновой кислоты) SARS-CoV-2 методом полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Вместе с тем практически отсутствуют исследования, посвященные гигиенической оценке условий труда и обоснованию профессиональных рисков здоровью работников ПЦР-лабораторий при их функционировании в различных эпидемических ситуациях.

Не вызывает сомнения предположение эпидемиологов и гигиенистов, что пандемия COVID-19 не является последней чрезвычайной ситуацией эпидемического характера. Данное обстоятельство обосновывает актуальность проведения исследований и разработки профилактических мероприятий, направленных на минимизацию рисков здоровью сотрудников ПЦР-лабораторий, осуществляющих профессиональную деятельность в различных эпидемических ситуациях.

Степень разработанности темы исследования. В современных гигиенических публикациях представлены вопросы гигиены труда в клинко-диагностических лабораториях (биохимических, бактериологических, специализированных) (Балавнева А. А., Бакальская Е. В., 2022; Важенина А. А., 2020; Ненахов И. Г. с соавт., 2018; Alinejhad M. et al., 2020). Условия труда в этих организациях характеризуются комплексом факторов химической и физической природы. Проведенный литературный поиск не выявил публикаций, посвященных гигиене труда работников ПЦР-лабораторий. Вместе с тем возникновение пандемии COVID-19 привело к значительному увеличению количества таких лабораторных организаций, а также занятых в них специалистов. Соответственно изменилось не только их количество, но и, возможно, характер и условия труда медиков. С ростом числа выполняемых исследований увеличилось количество ошибочных результатов, что может быть обусловлено возросшей нагрузкой на персонал при многократно увеличенном объеме исследований. Следовательно, необходимо физиолого-гигиеническое обоснование режимов труда и отдыха работников в новых условиях их профессиональной деятельности. Исследования, посвященные изучению

адаптации и динамике работоспособности врачей и фельдшеров-лаборантов ПЦР-лабораторий в пандемийный период, отсутствуют. Особо актуальна оценка функционального состояния медиков в связи с использованием средств индивидуальной защиты (СИЗ), в первую очередь спецодежды, в реальных условиях профессиональной деятельности. Интересна работа группы исследователей под руководством И. В. Бухтиярова с соавторами (2022), посвященная оценке теплового состояния организма при использовании СИЗ от биологических факторов врачами и медицинскими сестрами инфекционной больницы. Однако использование СИЗ сотрудниками ПЦР-лабораторий осуществляется в иных условиях профессиональной деятельности, что также обосновывает необходимость изучения и анализа.

Актуальным является изучение потенциальной опасности ДНК(РНК)-контаминации (инфицирование дезоксирибонуклеиновой или рибонуклеиновой кислотами) при проведении диагностики COVID-19 методом ПЦР. Вероятной причиной может быть нарушение технологий и санитарно-гигиенических требований функционирования ПЦР-лаборатории (например, увеличение объемов медицинских отходов, в том числе содержащих продукты амплификации и т. п.), что обосновывает необходимость научного подтверждения. Также в условиях пандемии и увеличения потребности в проведении ПЦР-исследований актуальной является проблема обеспечения качества работы, анализа структуры и величины трудозатрат персонала медицинской лаборатории, особенно при выполнении ручной постановки ПЦР на РНК SARS-CoV-2.

Такими образом, представляется своевременным и актуальным выполнение комплексного гигиенического и медико-социального исследования особенностей труда специалистов ПЦР-лабораторий как во внепандемийное время, так и в период пандемии COVID-19 с позиций профессионального риска здоровью и обеспечения качества выполняемой работы.

Цель исследования – разработка научно обоснованных профилактических мероприятий и управленческих решений по оптимизации условий и организации

труда медицинских работников ПЦР-лаборатории в условиях пандемии COVID-19 и постпандемийный период.

Задачи исследования.

1. Провести сравнительную комплексную гигиеническую оценку условий труда и аргументировать приоритетные профессиональные риски здоровью медицинских работников ПЦР-лаборатории в различных эпидемических ситуациях.

2. Осуществить сравнительную оценку функционального состояния сердечно-сосудистой системы работников ПЦР-лабораторий в период коронавирусной инфекции и в постпандемийный период.

3. Изучить и оценить отдельные показатели теплового состояния работников при использовании средств индивидуальной защиты в динамике рабочей смены.

4. Дать сравнительную характеристику психоэмоционального статуса и социального самочувствия медиков в период коронавирусной инфекции и постпандемийный период.

5. Разработать комплекс профилактических мероприятий и управленческих решений по минимизации рисков здоровью работников лабораторий ПЦР-диагностики.

Научная новизна. Впервые дана комплексная оценка условий труда медицинских работников ПЦР-лабораторий; осуществлена сравнительная характеристика факторов рабочей среды в пандемийный и постпандемийный периоды. Показаны ведущие факторы риска здоровью работников, в том числе дана их сравнительная характеристика в различных эпидемических ситуациях. Доказано, что одним из ведущих факторов условий труда, определяющим потенциальный риск здоровью работников ПЦР-лабораторий, является низко- и среднечастотная прерывистая локальная вибрация, воздействие которой обусловлено необходимостью удержания пробирки-эпидорфа с биоматериалом при ее установке на площадке встряхивателя.

Результаты исследования показали, что труд работников ПЦР-лабораторий с использованием средств индивидуальной защиты от биологического фактора в течение пяти часов приводит к выраженному напряжению терморегуляции, риск перегрева – высокий. Также доказано напряжение механизмов саморегуляции системной гемодинамики, степень выраженности которых зависит от особенностей функционального состояния сердечно-сосудистой системы, а также от вегетативного статуса медицинских работников. Оценка психоэмоционального статуса медиков, сформированного в период пандемии, выявила статистически более значимую выраженность тревоги и дезадаптации, достигающей у части из них клинического уровня, чем у медиков в постпандемийный период.

Теоретическая и практическая значимость работы. Выполненное исследование позволило обосновать продолжительность работы в «грязной» зоне при использовании СИЗ от биологических факторов, не приводящую к формированию риска нарушения теплового состояния – 3,5 часа. Данный факт аргументирует необходимость регламентации продолжительности рабочей смены с целью сохранения здоровья и работоспособности. Частота сердечных сокращений и теплоощущения приближались к верхним значениям, характеризующим предельно-допустимое тепловое состояние человека.

Апробирован и внедрен в работу ГБУЗ «Городская детская поликлиника № 2» и иммунологической лаборатории ГБУЗ «Волгоградский областной центр по профилактике и борьбе со СПИДом и инфекционными заболеваниями» метод планирования трудовой нагрузки с использованием имитационного моделирования в AnyLogic (The AnyLogic Company, Россия), позволяющего визуализировать и оптимизировать лабораторные процессы. Разработана и внедрена система видеонаблюдения работы ПЦР-лаборатории, позволившая оптимизировать логистику и усовершенствовать организацию рабочего места (рабочих поверхностей) посредством объективной визуализации процедуры диагностики.

Связь с планом научно-исследовательских работ университета и отраслевыми программами. Научное исследование выполнено в соответствии с

планом НИР ФГБОУ ВО ВолГМУ Минздрава России ЕГИСУ АААА-А20-120013190110-1.

Методология и методы исследования. Для достижения поставленной цели и решения поставленных задач применялись общенаучные и специальные методы исследования: гигиенические, физиологические, а также современные статистические методы получения и обработки информации. Результаты собственных исследований проанализированы и последовательно изложены в пяти главах.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Труд работников ПЦР-лабораторий по вредности и опасности в период пандемии COVID-19 относится к третьему классу четвертой степени (3.4), в постпандемийный период – к третьему классу третьей степени (3.3). По тяжести и напряженности в постпандемийный период является допустимым (2 класс), в период пандемии COVID-19 – тяжелым и напряженным, третий класс первой степени (класс 3.1).

2. Условия и организация труда работников ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19 детерминируют нарушения механизмов саморегуляции системной гемодинамики, психоэмоционального статуса, формирование утомления вплоть до истощения функциональных резервов. Тепловое состояние организма к концу 5-ти часовой рабочей смены классифицируется как выраженное напряжение терморегуляции, риск перегревания – высокий.

3. Разработан комплекс профилактических мероприятий и управленческих решений по минимизации рисков здоровью работников лабораторий ПЦР-диагностики, которые позволяют обеспечивать устойчивость лабораторной службы к будущим вызовам и биологическим угрозам.

Личный вклад автора в исследование. Личный вклад автора заключается в постановке цели и задач исследования. Автор сформулировал направления, создал и обосновал программу исследования. Самостоятельно проводил комплекс гигиенических и отдельных физиологических исследований в условиях реальных условий функционирования ПЦР-лаборатории в различных эпидситуациях.

Разрабатывал и составлял план внедрения профилактических мероприятий по снижению рисков здоровью работников ПЦР-лабораторий. Обобщал, анализировал и интерпретировал полученные результаты, выделяя ключевые моменты с формулированием основных положений, выводов и практических рекомендаций, что легло в основу публикаций результатов исследования по выполненной работе в журналах, рекомендованных высшей аттестационной комиссией. Раздел диссертационного исследования, посвященный разработке метода имитационного моделирования в AnyLogic, осуществлялся совместно со специалистами Волгоградского государственного технического университета. Автором осуществлялся хронометраж процессов (измерение времени на каждом этапе лабораторного производства, включая работу оборудования при полной загрузке), внесение данных в таблицу с параметрами: помещение, номер этапа, время на одного человека, название оборудования, характеристики, время работы оборудования, количество тестов, количество персонала. В целом доля личного участия автора в формировании цели, задач работы, планировании ее разделов, организации, проведении исследований и анализе результатов составила более 82 %.

Внедрение результатов исследования в практику. Полученные результаты диссертационного исследования позволили разработать комплекс профилактических мероприятий и управленческих решений для минимизации рисков здоровью работников ПЦР-лабораторий, внедренных в ГБУ здравоохранения «Городская детская поликлиника № 2», г. Волжский (акт внедрения, приложение А), в иммунологической лаборатории ГБУЗ «Волгоградский областной центр по профилактике и борьбе со СПИДом и инфекционными заболеваниями» (акт внедрения, приложение Б). Результаты исследования используются при проведении семинарских занятий и лекций на кафедре общей гигиены и экологии ИОЗ им. Н.П. Григоренко ВолгГМУ (акт внедрения, В).

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов работы подтверждается использованием современных методов и

методик, адекватных поставленной цели и задачам, грамотной статистической обработкой полученных данных и анализом результатов.

Диссертационная работа апробирована на расширенном заседании проблемной комиссии «Физиология. Гигиена, Медицинская биология. Микробиология. Медицина и спорт» и кафедры общей гигиены и экологии, кафедры профильных гигиенических дисциплин, кафедры нормальной физиологии ВолгГМУ (протокол № 6 от 26.06.2026).

Результаты исследования доложены и обсуждены на: региональной научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня образования Сталинградской областной санэпидстанции, Волгоград, октябрь, 2019 г.; международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию ТГМУ им. Абуали ибни Сино «Медицинская наука XXI века – взгляд в будущее», Душанбе, ноябрь, 2019 г.; XVII-ой международной научной конференции «Качество внутреннего воздуха и окружающей среды», Москва, 11-18 сентября 2019 г.; X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Анализ риска здоровью – 2020», Пермь, май, 2020 г.; конференции Прикаспийских государств «Актуальные вопросы современной медицины», Астрахань, октябрь, 2020 г.; XVIII-ой международной научно-практической конференции «Качество внутреннего воздуха и окружающей среды – Indoor Air Quality And Environment», Москва, 25-29 сентября 2020 г.; XIX-ой научно-практической конференции с международным участием «Обмен веществ при адаптации и повреждении – дни лабораторной диагностики на Дону», 20-е ноября 2020 г.; Круглый стол ВолгГМУ «Проблемы и профилактика табакокурения», Волгоград, 30.05.2022.; VII-ой международной научно-практической конференции «Менеджмент в здравоохранении: вызовы и риски XXI века. Волгоград, 2023»; X-ой международной научно-практической конференции «Менеджмент в здравоохранении: вызовы и риски XXI века, Волгоград, 2026 г.

Реализация результатов исследования. Результаты исследования реализованы в практической деятельности ГБУ здравоохранения «Городская детская поликлиника № 2», в иммунологической лаборатории ГБУЗ

«Волгоградский областной центр по профилактике и борьбе со СПИДом и инфекционными заболеваниями» и образовательном процессе ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Научные положения диссертации соответствуют паспорту научной специальности 3.2.1. Гигиена, пункты 3, 9.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 145 страницах стандартного машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, главы с описанием материалов и методов исследования, трех глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и приложений. Работа иллюстрирована 23 таблицами и 9 рисунками. Библиографический список содержит 191 источник, включающий 151 научный труд, опубликованный отечественными авторами, и 40 научных публикаций зарубежных авторов.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 16 печатных работ, в том числе 4 статьи в ведущих рецензируемых научных изданиях и журналах, рекомендуемых ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, включая 2 статьи из перечня журналов, индексируемых базами данных Scopus и RSCI.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Гигиена труда медицинских работников является одним из наиболее динамично развивающихся направлений современной гигиенической науки. Профессиональная группа медиков объединяет около трех миллионов человек [10, 136, 137]. В ее состав входят специалисты различных врачебных специальностей, медики со средним медицинским образованием, а также персонал клинико-диагностических лабораторий. Интерес к труду медицинских работников многогранен и перманентен. Требуют изучения и анализа проблемы организации труда и менеджмента, юридического и правовой аспекты деятельности медицинских организаций и специалистов в современных экономических условиях [45, 65, 116, 126, 133, 149]. Однако наибольшее количество исследований как в отечественной, так и зарубежной научной литературе посвящено изучению условий труда медиков, воздействию профессиональных факторов на их организм, формированию нарушений состояния здоровья, в том числе возникновению профессиональных заболеваний [8, 11, 26, 69, 81, 96, 117, 141].

Объектом постоянного внимания гигиенистов являются врачебные специальности стоматологического профиля. Это и классические работы В. А. Катаевой (2002) и, конечно, большое количество публикаций, представляющих современные данные об особенностях труда стоматологов в связи с появлением новых технологий, аппаратных и медикаментозных возможностей лечения, формирующих условия труда [9, 17, 23, 25, 63, 64, 70, 151, 178].

Необходимо отметить возросший интерес гигиенистов к труду медперсонала скорой помощи, для которого характерны непредсказуемость ситуации, выполнение профессиональных функций в условиях дефицита времени, ночные смены, отсутствие регламентированного перерыва для приема пищи и отдыха, сочетающиеся с воздействием вредных факторов физической

природы (вибрация, шум), а также факторов, формирующих тяжесть и напряженность труда [10, 14, 47, 62, 140, 161, 185].

В работах, посвященных изучению условий труда врачей терапевтического профиля показано, что биологический фактор является ведущим при их формировании. При контакте с пациентами, имеющими респираторно-вирусную инфекцию, возможно ухудшение иммунной защиты организма, снижение устойчивости к воздействию других вредных факторов производственной среды [41, 90, 174].

Особое внимание в исследованиях по гигиене труда медицинских работников уделяется оценке воздействия факторов в связи с внедрением в их деятельность инновационных технологий, диагностического и лечебного оборудования. Наиболее распространенным из таких факторов является электромагнитное поле (ЭМП). И. П. Салдан с соавторами (2019) показал, что на рабочих местах с аппаратами для магнитотерапии регистрировались уровни ЭМП, в несколько раз превышающие нормативные [28]. Необходимо отметить, что в современных условиях имеет место определенный дефицит исследований, посвященных изучению профессиональных заболеваний, обусловленных трудовой деятельностью медицинских работников [146]. В имеющихся немногочисленных источниках литературы предполагается, что фактический уровень профессиональной заболеваемости медиков существенно выше официальных цифр, что не позволяет в полной мере оценить широту ее распространения [44, 96, 129].

Анализ отечественной и зарубежной литературы, посвященной гигиене труда медицинских работников, показал, что одним из важных направлений исследований должны быть данные о психоэмоциональном состоянии. Оно включает в себя широкий спектр эмоций, настроений и чувств, испытываемых человеком в определенный момент времени или на протяжении более длительного периода. Применительно к медицинским работникам, зная особенности организации и условий их труда, можно вполне согласиться с таким определением. Негативные тенденции в психоэмоциональном состоянии

постепенно приводят к формированию синдрома профессионального выгорания (СПВ), изучению которого посвящено огромное количество публикаций. Этот синдром наблюдается более чем у 30 % работников здравоохранения [124]. Г. А. Сорокин с соавторами показали, что наибольшему риску профессионального выгорания подвергаются врачи, имеющие синдром хронической усталости [108]. Основными факторами стресса и причинами усталости являются: объем и интенсивность работы (31,2 % врачей), продолжительность рабочего времени (31,5 %), дисбаланс усилий и вознаграждения (26,9 %).

Приведенный выше краткий обзор публикаций по гигиене труда медицинских работников показал, что при всем разнообразии условий их труда есть фактор, который представляет профессиональный риск для медиков практически всех специальностей – это биологический фактор. До настоящего времени в России профессиональная патология, обусловленная действием биологических факторов, занимала пятое ранговое место, уступая заболеваниям, связанным с воздействием физических факторов, физического перенапряжения, аэрозолей и химических веществ [109]. В то же время, неоспорим тот факт, что инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи (ИСМП), являются одной из проблем современной медицины и представляют серьезную угрозу как для пациентов, так и медицинских работников [85]. Наличие штаммов, обладающих устойчивостью к различным антибактериальным препаратам, циркулирующих в воздухе медицинских организаций, обуславливает высокий биологический риск развития госпитальных инфекций и профессиональных заболеваний медицинских работников [110]. Кардинально ситуация с заболеваемостью медиков, связанная с биологическим фактором, изменилась с началом пандемии COVID-19. Если до 2020 г. в РФ основными профессиональными заболеваниями от воздействия биологического фактора были туберкулез и вирусные гепатиты, то начиная с 2020 г., мир столкнулся еще с одним инфекционным заболеванием

профессиональной этиологии – заражением медработников новой коронавирусной инфекцией [170].

1.1. Условия труда и здоровье медицинских работников в период пандемии COVID-19

Особую актуальность приобретает обозначенная проблема в современных условиях в связи с возрастанием «вирусных угроз» человеку и человечеству, примером которых является пандемия COVID-19. При этом одной из самых уязвимых групп, относящихся к группе очень высокого риска инфицирования вирусом SARS-CoV-2 при выполнении своих трудовых обязанностей, является сообщество медицинских работников [48, 138, 149]. Результаты международного исследования говорят о том, что у медицинского персонала, работающего с пациентами, зараженными новой коронавирусной инфекцией, риск (hazard ratio) заболеть в 11,6 раз выше, чем у обычных людей [179].

Рассуждая о возможных рисках COVID-19 для медицинских работников необходимо отметить актуальность разработки инструментов для качественной и количественной оценки профессионального риска заражения коронавирусной инфекцией. Таким инструментом может быть разработанная Всемирной организацией здравоохранения анкета для оценки риска инфицирования COVID-19 [167]. Позднее данный инструмент был адаптирован для использования в Российской Федерации [113]. На сегодняшний день разработаны и апробированы матрица для оценки биологического фактора на рабочем месте и анкета, которые позволяют проводить масштабные исследования и формировать базы данных с последующей оценкой риска заражения и разработкой мер профилактики COVID-19 [60].

Новой задачей для медицины и гигиены труда являются экспертиза связи заболевания COVID-19, постковидного синдрома с профессией, а также экспертиза профпригодности к работе в условиях пандемии COVID-19 [145]. В этой связи работа медиков в условиях новой коронавирусной инфекции

обосновала задачу в кратчайшие сроки принять необходимые меры по предупреждению ее распространения, а перед органами и учреждениями здравоохранения – создать необходимые условия оказания медицинской помощи пациентам с COVID-19 [39, 77].

Важными документами, подтверждающими контакт работника с новым биологическим фактором (вирусом SARS-CoV-2), признаны санитарно-гигиеническая характеристика условий труда и карта эпидемиологического расследования очага инфекционного заболевания [60]. В работе И. В. Бухтиярова (2021) приводятся данные об условиях труда и профессиональной заболеваемости медицинских работников, а также результаты экспертиз связи заболевания COVID-19 с профессией и экспертизы профессиональной пригодности. Автор отмечает, что данная проблема требует научно обоснованных заключений в области экспертных вопросов по отслеживанию профессиональных заболеваний новой коронавирусной инфекцией COVID-19 среди медицинского и немедицинского персонала, а также в области отдаленных последствий, прогноза профессиональной эффективности и определения степени утраты трудоспособности [15].

А. Р. Басырова с соавторами установили, что в период пандемии новой коронавирусной инфекции условия труда медицинских работников соответствовали третьему классу третьей степени вредности в основном за счет биологического фактора, а также тяжести трудового процесса и высокого уровня стресса [48]. С. В. Гребеньков с соавторами также отнесли условия труда медицинского персонала, привлекаемого к работе с пациентами с COVID-19, к классу 3.3 (вредный III степени), что влечет за собой проведение организационных мероприятий по оптимизации режимов труда и отдыха. При этом для отдельных категорий медицинских работников с учетом наличия риска для жизни и здоровья и возможности возникновения тяжелой формы острого профессионального заболевания сообразно оценивать классом 4 (опасный) [36]. Того же мнения придерживаются исследователи, которые считают, что при эпидемии в условиях повышенных нагрузок, стресса,

использования средств индивидуальной защиты (СИЗ) условия труда медицинских работников можно оценить как очень вредные и экстремальные классов 3.4–4. [38, 190, 191]. Отмечается, что средства индивидуальной защиты, предохраняя, одновременно могут создавать новые риски. Также необходимо отметить, что возбудитель инфекции – коронавирус SARS-CoV-2 относится ко II группе патогенности и при производственном воздействии класс условий труда определяется как 3 класс 3 степени (3.3). Это обстоятельство позволяет решать вопросы связи COVID-19 с профессией у медицинских работников [4, 109].

Работа в условиях высокой степени тяжести и напряженности трудового процесса неизбежно вызывает функциональные изменения в организме медицинского работника. Группа ученых во главе с И. В. Бухтияровым разработали методику физиологической оценки функционального состояния медицинского персонала во время COVID-19 [84]. Авторы установили ведущие вредные факторы трудового процесса и производственной среды у медицинского персонала ковидного госпиталя: нервно-эмоциональные, сенсорные (зрительные) нагрузки (время работы с дисплеем более 5 часов), сменный график, работа в экстремальных условиях воздействия биологического фактора. Работа в таких условиях более 6 месяцев вызывает снижение функций центральной нервной системы (ЦНС), повышение времени зрительно-моторной реакции, увеличение когнитивных дисфункций, формирование неблагоприятного функционального состояния и переутомления. Был обоснован режим работы в условиях пандемии – не более 4 месяцев.

В этой связи важно отметить, что COVID-19 – не только чрезвычайная ситуация в области физического здоровья. Коронавирусная инфекция также оказала влияние на глобальное психическое здоровье людей [176]. Однако вирус не мог не затронуть медицинских работников, поскольку врачи повсеместно подвергаются более высокому риску заражения из-за постоянного контакта с пациентами [122, 162]. По данным Е. В. Синбуховой с соавтором,

депрессию различной степени выраженности имели 67,8 % врачей. При этом средней тяжести и тяжелую депрессию имели 14,86 % врачей. Медицинские сестры имели депрессию различной степени выраженности в 59,18 % случаев. Средней тяжести и тяжелую депрессию имели 8,84 % сестер. Высокий уровень ситуативной и личностной тревожности выявился у 83,9 % врачей и 64,53-79,52 % медицинских сестер [125]. По мнению авторов, такой высокий уровень депрессии у врачей и медицинских сестер может быть предвестником синдрома профессионального выгорания.

В диссертационной работе Т. А. Платоновой установлено, что во время пандемии COVID-19 только 20,3 % работников медицинских организаций конструктивно воспринимали стрессовые факторы, 55,8 % имели определенные сложности в этом процессе и 24,0 % обладали наиболее деструктивными вариантами восприятия стресса [97]. Получены данные о накопительном эффекте при длительном негативном воздействии стресса на психоэмоциональное состояние медиков и необходимости реализации мероприятий по профессиональной поддержке персонала, обучению его более конструктивным тактикам восприятия стресса [87, 147, 150]. В разгар пандемии COVID-19 крайне важно защитить психическое здоровье медицинских работников для того, чтобы поддерживать работоспособность, необходимую для лечения пациентов. Данное обстоятельство обосновывает значимость определения возможных предикторов развития синдрома эмоционального выгорания [94, 99, 147].

Актуальной является задача накопления научных данных о заболеваемости медиков в период пандемии. Показано, что ухудшение условий труда медперсонала в период пандемии COVID-19 представляет риск нарушения профессионального здоровья работающих. Это требует разработки действенных механизмов, предусматривающих ответственность заинтересованных государственных структур и работодателей за отношение к производственной среде и здоровью работников, которые входят в группу высокого профессионального риска заражения COVID-19 [31].

В отдельных публикациях показано, что ведущими факторами риска заражения коронавирусной инфекцией у медицинских работников были контакт с заболевшими, его теснота и продолжительность, работа с биоматериалом больных, недостаточная обеспеченность и дефекты применения средств индивидуальной защиты, отсутствие качественного инструктажа перед работой с пациентами, инфицированными SARS-CoV-2 [46, 179]. В этой связи интерес представляет исследование Е. В. Беловой с соавторами, посвященное определению уровня вероятного риска заражения медицинских работников COVID-19 [86]. Авторами определен наиболее значимый для медицинских работников фактор риска, влияющий на распространение COVID-19, – несоблюдение социальной дистанции в 1,5 м (49,5 %) и отсутствие масок при работе с пациентами.

Представляют интерес данные о профессиональной заболеваемости медработников в период пандемии. Так, в 2020 году второе ранговое место в структуре профессиональной патологии в зависимости от воздействующего вредного производственного фактора заняли заболевания, связанные с действием биологических агентов. Спорным представлялся вопрос заболеваемости с временной нетрудоспособностью медиков в период пандемии, так как в условиях их реальной деятельности подтвердить факт именно производственного заражения сотрудника медицинской организации далеко не всегда возможно [49]. По мнению авторов, речь может идти лишь о наличии взаимосвязи рисков профессионального заболевания с местом работы. Длительность заболевания не зависит от того, где работает сотрудник и какие профессиональные функции он выполняет. Дело в том, что медицинские работники могут подвергаться риску заражения вирусом и вне рабочего места. Однако работа в «красной зоне» существенно повышает данные риски, независимо от категории медицинского персонала (врачи, медицинские сестры и т. п.). Все это обуславливает чрезвычайную важность обеспечения инфекционной безопасности и соблюдения мер индивидуальной защиты сотрудников.

Интересно, что среди госпитализированных пациентов-медиков преобладал средний (49,6 %) и младший медицинский персонал (20,6 %), что находит подтверждение в данных литературы. Многими авторами подчеркивается, что медицинские сестры и санитарки более длительно находятся в контакте с больными и, следовательно, имеют более высокий риск инфицирования, чем врачи [148, 182].

Особой задачей является обеспечение безопасности персонала отделений лучевой диагностики во время пандемии COVID-19. Известно, что компьютерная томография (КТ) органов грудной клетки имеет решающее значение для понимания степени тяжести и оценки динамики коронавирусной инфекции, в том числе по причине использования полуколичественной оценки степени поражения легких как предиктора летальных исходов [107]. О. О. Алешина с соавторами показали, что создание на базе городских поликлиник амбулаторных КТ-центров (АКТЦ), в которых предусматривались зонирование и разделение на «чистую» и «грязную» зоны, позволило снизить долю выбывших из работы рентгенолаборантов на 33,5 % [82].

Вышеизложенная информация подчеркивает важность разработки мероприятий по недопущению инфицирования медицинского персонала, что достигается в том числе применением средств индивидуальной защиты (СИЗ) от биологических факторов [168, 171].

Согласно современным нормативным документам, которые регламентируют деятельность лабораторий по диагностике SARS-CoV-2, медицинские работники обязаны использовать средства индивидуальной защиты от биологического фактора [102]. Применение СИЗ является необходимой мерой предупреждения профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний [98, 153].

Проблема обеспечения мероприятий по неспецифической профилактике коронавирусной инфекции стала предметом пристального изучения со стороны как отечественных, так и зарубежных ученых и требует отдельного обсуждения [29, 50]. Защита медицинского персонала, как группы риска по заболеваемости

новой коронавирусной инфекцией, является одной из задач, решение которой позволяет обеспечить эффективную работу системы здравоохранения в период пандемии. Условием сокращения передачи возбудителя в профессиональной среде является наличие всех необходимых средств индивидуальной защиты, обучение технологиям биологической безопасности [41, 143].

Всемирная организация здравоохранения рекомендовала медицинским работникам в период пандемии COVID-19 носить перчатки при непосредственном уходе за пациентами. Чаще всего медперсонал использует латексные перчатки. Есть сведения о повышенной чувствительности к латексу у медицинских работников, которая наблюдается с частотой от 2,8 до 17 % [163]. В исследовании Т. Montero-Vilchez с соавторами показано, что у медицинских работников при ношении перчаток наблюдаются трансэпидермальная потеря воды, повышенная температура кожи и эритема [169]. Также трансэпидермальная потеря воды, температура и эритема были значительно больше на площади, покрытой маской по сравнению с фильтрующим окошком. Ученые пришли к выводу, что гомеостаз кожи и барьерная функция эпидермиса могут быть нарушены при использовании перчаток и масок.

Еще одной проблемой использования медицинских масок является снижение концентрации кислорода и повышение концентрации углекислого газа во вдыхаемом воздухе. Содержание диоксида углерода при использовании СИЗ для защиты органов дыхания без подачи воздуха может многократно превышать предельно допустимую концентрацию в воздухе рабочей зоны (ПДК р. з.). Чрезмерное содержание углекислого газа в сочетании с пониженным содержанием кислорода во вдыхаемом воздухе является причиной дискомфорта, раздражения кожи и может привести к временной утрате трудоспособности [61].

Особого гигиенического изучения и обоснования требует проблема использования медиками в период пандемии спецодежды [16]. В рекомендациях ВОЗ обосновано использование СИЗ по типу противочумных

костюмов, которые обеспечивают надежную защиту [118]. Однако необходимо отметить, что в условиях кадрового дефицита медицинским работникам приходилось от 4 до 12 ч работать в «красной зоне» в защитных костюмах [152, 166]. В основном спецодежда изготавливается из материалов, которые характеризуются низкой воздухо- и паропроницаемостью, что способствует перегреванию организма даже при нормативных значениях температуры воздуха. Исследования А. Б. Юдина с соавторами показали, что использование костюма при температуре воздуха 25 °С и легкой физической нагрузке не приводит к неблагоприятным сдвигам в тепловом состоянии работников, не вызывает достоверных изменений показателей кардиореспираторной системы при работе в течение 8 часов [92]. В то же время есть экспериментальные данные, показывающие, что у медицинского персонала при использовании спецодежды отмечается ухудшение функционального состояния организма и снижение работоспособности, связанные с нарушением теплового обмена организма и эргономическими характеристиками [88, 175, 176].

В работе В. Г. Батова и С. М. Кузнецова проводились замеры в климатической камере при температуре воздуха 25 и 30 °С, относительной влажности воздуха не более 75 %, скорости движения воздуха не более 0,4 м/с. В исследовании приняли участие 13 практически здоровых мужчин-добровольцев в возрасте 20-35 лет. Общая продолжительность измерений составляла 4 часа, что соответствовало рекомендуемому времени использования СИЗ [6, 33]. Было показано, что степень влияния защитной одежды на тепловое состояние организма добровольцев зависит от качества СИЗ, в том числе от материала, из которого выполнена защитная одежда: костюмы из полимер-вискозной пыленепроницаемой, водоотталкивающей ткани саржевого переплетения и ткани «Барьер 2Х» оказывали наименьшую нагрузку на тепловое состояние организма.

В работе А. В. Конюхова с соавторами проводилась физиолого-гигиеническая оценка теплового состояния организма работников медицинских специальностей, находящихся в период рабочей смены в специальной одежде,

используемой при опасности заражения COVID-19. При этом время нахождения участников исследования в инфицированной зоне составляло 5 часов (с утра и до перерыва на обед). Большую часть рабочей смены добровольцы отмечали чувство перегрева с обильным потоотделением, когда средние значения относительной влажности пододежного пространства по истечении 3 часов наблюдений соответствовали $50,1 \pm 16 \%$, что на $16,2 \%$ превышало исходный уровень [67]. Также изучение теплового состояния работников, выполняющих профессиональные обязанности в «заразной» зоне (тяжесть трудового процесса 3.2) при использовании средств индивидуальной защиты от биологических факторов, выявило негативную динамику ряда показателей теплового и функционального статуса организма, обусловленную затруднением теплоотдачи путем испарения пота с поверхности тела [135]. Для профилактики отрицательного влияния СИЗ от биологических факторов на тепловое и функциональное состояние организма медицинских работников целесообразно регламентировать режим труда и отдыха: организация перерывов при комфортных микроклиматических условиях каждые 3 ч с продолжительностью не менее 30 минут.

Таким образом, анализ отечественных и зарубежных источников показал, что исследования особенностей условий труда и здоровья медиков, в том числе в пандемийный период, и связанных с ними производственных факторов риска весьма многочисленны. Показано, что работники медицинских организаций как социально значимая категория населения страны, имеют высокий эпидемический риск COVID-19. Однако выявлено, что остаются практически «в тени» изучение и оценка условий труда, обоснование профессиональных рисков специалистов лабораторной диагностики.

1.2. Условия труда и состояние здоровья работников медицинских диагностических лабораторий

В современной медицине наибольший объем по количеству представляемой информации занимает лабораторная диагностика. Согласно данным ВОЗ, удельный вес лабораторных исследований составляет 75-90 % от общего числа различных видов диагностики, и более 70 % врачебных решений принимается на основании лабораторных данных [19, 71]. Лабораторная диагностика представляет собой совокупность методов, направленных на аналитические манипуляции с исследуемыми материалами посредством применения разнообразного специализированного оборудования. Одной из ключевых задач данного вида диагностики является обнаружение или подтверждение патологического процесса, не определяемого другими методами исследования [93].

По оценкам Busines Stat в 2023 г. объем рынка лабораторной диагностики в России составил 413,2 млн исследований. По сравнению с уровнем 2021 г. (482,7 млн исследований) показатель уменьшился на 14 %. Основной причиной стало снижение числа исследований на выявление коронавируса. При этом спад сдерживался за счет постоянного спроса на «традиционные» исследования: клинический анализ крови, «госпитальная четверка» (выявление антител к вирусу иммунодефицита человека, гепатитам В и С и сифилису) [1].

С увеличением количества исследований расширяется лабораторная база, осваиваются новые методы исследований и испытаний, одновременно растет количество исследований, выполненных высокотехнологичными методами при помощи сложного аналитического оборудования [51]. При этом множатся потенциально вредные, а порой и опасные контакты в аспекте воздействия вредных веществ и соединений, физических факторов, а также параметров тяжести и напряженности труда.

Необходимо отметить, что в современных гигиенических публикациях представлены вопросы гигиены труда только в клинико-диагностических лабораториях и испытательных лабораторных центрах [5, 79, 181]. Так, в работе группы авторов, выполнивших оценку трудового процесса сотрудников испытательных лабораторных центров (ИЛЦ) показано, что условия труда

специалистов этих организаций относятся по тяжести трудового процесса к классу 3.1 (тяжелый, 1 степени), а по напряженности – к напряженному 2-й степени (3.2) [79]. В диссертационной работе И. Г. Ненахова отмечается, что комплекс факторов производственной среды испытательного лабораторного центра оказывает негативное влияние на функциональное состояние центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, что способствует развитию утомления, снижению работоспособности и формированию синдрома профессионального выгорания [78].

Обоснованию мер по сохранению здоровья работников испытательных лабораторных центров посвящена также диссертационная работа А. А. Важениной [18]. Автором определены факторы (химической и биологической природы, тяжесть трудового процесса), обуславливающие вредные (3 класс; 1 и 3 степени) условия труда, способные оказать неблагоприятное воздействие на здоровье работников. Выявлен средний уровень заболеваемости с временной утратой трудоспособности у специалистов испытательного лабораторного центра, а болезни органов дыхания отнесены к производственно обусловленным.

Доказано, что такие факторы риска как принадлежность к профессии, стаж работы в профессии, возраст работников, класс условий труда по химическому фактору, оказывают влияние на формирование заболеваемости. В основных профессиональных группах, связанных с проведением санитарно-гигиенических и микробиологических лабораторных исследований, соответственно, установлена малая и высокая категория профессионального риска для здоровья работников.

Группой авторов были изучены условия труда и состояние здоровья с учетом иммунного статуса медицинского персонала клинико-диагностических (биохимических и бактериологических) лабораторий в 7-ми крупных лечебно-профилактических учреждениях [21]. Было показано, что среди неблагоприятных производственных факторов ведущими в биохимических лабораториях явились химический (превышение в воздухе рабочей зоны

хлористого водорода в 4-5,5 раза) и физический (повышенный уровень шума, низкая искусственная освещенность), а в бактериологических лабораториях – биологический (бактериальная обсемененность воздуха) и физический (повышенный уровень шума, низкая искусственная освещенность). Также выявлено, что в структуре общей заболеваемости обследованных работников биохимических и бактериологических лабораторий 1-е ранговое место в обеих группах сотрудников занимают болезни органов дыхания (65,7 и 48,5 % соответственно), 2-е место – болезни органов пищеварения (16,4 и 19,1 %), на 3-м месте у сотрудников биохимических лабораторий – болезни костно-мышечной системы (14,1 %), у сотрудников бактериологических лабораторий – болезни кожи и подкожной клетчатки (8,9 %). На 4-м и 5-м ранговых местах находятся болезни мочеполовой системы и системы кровообращения.

В последующей работе тот же автор показал, что в воздухе рабочей зоны биохимических лабораторий обнаружены азотная, серная, соляная и уксусная кислоты, хлор, этанол, озон, концентрации которых были на уровне и ниже предельно-допустимых, однако одновременно воздействовали на персонал лабораторий. В 2-х из 6-ти обследованных лабораторий в рабочих помещениях обнаружен хлористый водород в концентрации 20,4-28,6 мг/м³, которая превышала предельно допустимую концентрацию (ПДК) (5,0 мг/м³) в 4-5,5 раза. В воздухе рабочей зоны помещений бактериологических лабораторий были определены вещества химической природы: хлор – 0,1 мг/м³ (ПДК 1,0 мг/м³), озон – 0,05 мг/м³ (ПДК 0,1 мг/м³), этанол – 20,0 мг/м³ (ПДК 2000,0 мг/м³), концентрации которых оказались ниже предельно-допустимых. Соответственно, данные условия труда являются вредными третьей степени (класс 3.3) [83].

Как указано выше, пандемия, вызванная новой коронавирусной инфекцией, кардинально изменила условия работы медицинских работников, занятых в клинико-диагностических лабораториях.

По мнению ряда авторов, физиологическое состояние персонала стало ключевым фактором, который определял эффективность профессиональной

деятельности. Физическое здоровье медработников в период пандемии COVID-19 подвергалось значительным перегрузкам за счет действия следующих факторов: увеличение продолжительности рабочего дня, работа в средствах индивидуальной защиты от биологического фактора, постоянный контакт с потенциально инфицированным материалом, хронический стресс и др. В связи с этим у работников клинико-диагностических лабораторий отмечались следующие физиологические и психофизиологические изменения: хроническая стресс-реакция, нарушения сна и терморегуляции, дисфункция сердечно-сосудистой и дыхательных систем, снижение иммунитета, развитие синдрома профессионального выгорания, ухудшение когнитивных функций, эмоциональная истощенность, повышенный уровень тревожности и др. [27, 40, 42, 132].

Использование медицинским персоналом средств индивидуальной защиты от действия биологического фактора приводило к повышению температуры тела, увеличенному потоотделению, нарушению терморегуляции, снижению остроты зрения, снижению работоспособности и повышению утомляемости [27]. Применение СИЗ также существенно повышало нагрузку на механизмы регуляции (нервная и гуморальная) основных процессов жизнедеятельности и исполнительные органы (опорно-двигательный аппарат, сердечно-сосудистая и дыхательная системы и др.) [67, 91].

1.2.1. Физиологические особенности системной гемодинамики работников клинико-диагностических лабораторий

Хронический стресс, вызванный длительным действием указанных выше производственных факторов, отрицательно влияет на функционирование основных систем жизнеобеспечения, в том числе деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем [42, 91]. В то же время в доступной научной литературе недостаточно сведений о закономерностях изменений системной гемодинамики и внешнего дыхания у медицинских работников диагностических лабораторий в период пандемии.

К числу основных методик для экспресс-оценки показателей сердечно-сосудистой системы относятся тонометрия, суточное мониторирование артериального давления, электрокардиография, кардиоинтервалография и др. Данный подход позволяет не только фиксировать изменения ключевых физиологических параметров, но и выявлять доклинические признаки переутомления и дезадаптации.

Важнейшим параметром системной гемодинамики является частота сердечных сокращений, которая существенно изменяется под влиянием физической, температурной и психоэмоциональной нагрузки, в том числе обусловленной применением средств индивидуальной защиты от биологического загрязнения. В частности, при осуществлении профессиональной деятельности с использованием СИЗ частота сердечных сокращений достигает максимума уже на 5-й минуте работы, а суммарный прирост частоты сердечных сокращений (ЧСС) по сравнению с покоем составляет 64,5 уд./мин. При этом снижение ЧСС до исходных значений отмечается лишь к 12-й минуте восстановительного периода [89].

При выполнении персоналом аналогичной работы без использования средств индивидуальной защиты от биологического фактора частота сердечных сокращений достигает максимума ко 2-й минуте работы, а суммарный прирост по сравнению с исходным состоянием составляет 47,8 уд./мин. При этом во время

периода отдыха значительное снижение ЧСС происходит уже на 3-й минуте, а до прежних значений данный параметр восстанавливается к 7-й минуте [89].

В международном исследовании, в котором изучалась динамика физиологических показателей у медицинских работников при использовании СИЗ различного уровня защиты, было показано, что частота сердечных сокращений температура тела и частота дыхательных движений увеличивались значительно быстрее при работе в костюмах повышенного уровня защиты [183].

Другим важным параметром функционирования сердечно-сосудистой системы является величина артериального давления. Показано, что суточное мониторирование артериального давления у работников клинко-диагностических лабораторий позволяет оценить многие параметры системной гемодинамики не только днем, но и в ночные часы, выявить скрытые проявления дисрегуляции артериального давления (в том числе артериальную гипертензию), а также нарушения периферической гемодинамики, связанные с риском для жизни [43].

Одной из частых причин сердечно-сосудистых катастроф у работников клинко-диагностических лабораторий является стресс, ассоциированный с профессиональной деятельностью. В частности, установлено, что длительный рабочий день при трудовом стаже 10 лет и более ассоциирован с повышением вероятности развития ишемической болезни сердца (ИБС), особенно у мужчин. Кроме того, установлено увеличение риска повторных приступов ИБС при длительности работы 40 часов в неделю и более на протяжении 4-х лет после перенесенного инфаркта миокарда [111]. Известно, что выраженный профессионально обусловленный стресс связан со снижением вариабельности сердечного ритма (ВСР) в результате угнетения парасимпатических влияний и усиления симпатических. Причем максимальное снижение ВСР отмечается перед началом ночной смены [111].

Таким образом, хронический, профессионально обусловленный стресс приводит к длительному преобладанию влияний со стороны симпатического отдела вегетативной нервной системы и подавлению активности

парасимпатического отдела. Это свидетельствует о высокой вероятности проявления патологии сердечно-сосудистой системы в результате выраженного дистресса у медицинских работников клинико-диагностических лабораторий, в том числе у персонала ПЦР-лабораторий. Представляется целесообразным проведение подобных исследований в группе работников ПЦР-лабораторий с целью оценки вегетативного статуса и возможного развития профессионального стресса. Это позволит выявить не только доклинические признаки переутомления и дезадаптации, но и серьезные нарушения системной гемодинамики и другие проявления дистресса.

1.2.2. Физиологические особенности психоэмоционального статуса работников клинико-диагностических лабораторий

Результаты многочисленных научных исследований подтверждают наличие высокого уровня психоэмоциональных нарушений у медицинского персонала клинико-диагностических лабораторий. В частности, кросс-секционное исследование M. Sun, X. Li et al. (2023), которое включало в себя результаты 1014 сотрудников, занятых в сборе биологического материала в условиях замкнутого цикла, показало, что среди медицинского персонала 27,2 % имеют повышенную тревожность, 33,5 % – клиническую депрессию и 50,1 % – нарушения сна. В том же исследовании продемонстрировано, что показатели депрессии и тревожности имеют положительную корреляцию с возрастом сотрудников и страхом возможного инфицирования возбудителями особо опасных заболеваний. Данная работа подчеркивает необходимость оптимизации условий труда, контроля продолжительности рабочих смен, своевременной ротации персонала и регулярного мониторинга психоэмоционального состояния медицинского персонала [150, 177].

В ряде исследований отмечается, что работа в клинико-диагностических лабораториях является предрасполагающим фактором для развития синдрома эмоционального выгорания [32, 68, 123, 146]. В частности, М. В. Корехова, И. А.

Новикова с соавт. (2019) указывают на то, что профессиональный стресс в деятельности медицинских работников сопровождается истощением адаптационных резервов и существенным снижением качества выполняемой работы. При переходе данного процесса в стадию дезадаптации становятся неизбежными увеличение времени выполнения стандартных манипуляций и рост числа ошибок, что потенциально может привести к крайне неблагоприятным последствиям со стороны как медицинского персонала, так и пациента [68].

Многие авторы подчеркивают, что увеличивается распространение синдрома эмоционального выгорания в сфере здравоохранения, в целом, и в работе персонала клинико-диагностических лабораторий, в частности [119, 134]. В исследовании О. В. Таншиной с соавторами (2020) отмечается, что работа медсестер в условиях борьбы с пандемией COVID-19 сопряжена с высоким уровнем стресса и требует разработки комплексных программ психологической поддержки [134]. В этой связи некоторые авторы считают, что уровень эмоционального интеллекта является значимым фактором, который определяет эффективность адаптации медицинского персонала к профессиональным нагрузкам и степень напряжения регуляторных механизмов [37].

Высокий уровень общего эмоционального интеллекта (ЭИ) персонала клинико-диагностических лабораторий обеспечивает более эффективную регуляцию системной гемодинамики и может служить критерием профессионального отбора для работы в «красной» зоне [144]. Применение ЭИ в качестве профессионально важного качества для работников лабораторий в медицинских учреждениях позволит использовать данный параметр в качестве маркера качества подготовки и переподготовки сотрудников, а также для профилактики профессионального выгорания.

Большая распространенность депрессивных и тревожных расстройств, а также нарушений сна среди работников диагностических лабораторий требует разработки и внедрения персонализированных программ психофизиологического сопровождения, оптимизации режима труда и отдыха на основе физиолого-гигиенического анализа факторов профессиональной деятельности.

Вышеизложенная информация позволяет сделать вывод, что клиническая лабораторная диагностика в здравоохранении РФ сегодня нуждается в серьезной реорганизации, предполагающей переоснащение соответствующих подразделений с целью минимизации имеющихся мест вредных и опасных производственных факторов, тяжести и напряженности труда работников. Одновременно нуждается в решении вопрос о рациональном использовании имеющихся материально-технических и кадровых ресурсов [53]. По мнению П. Н. Золотарева основными путями улучшения оказания медицинских лабораторных услуг является обеспечение доступности их для различных категорий населения, формирование профессиональной грамотности медицинских и немедицинских работников и разработка медицинской информационной системы [51].

Проведенный литературный поиск выявил практически полное отсутствие исследований, посвященных гигиене труда работников ПЦР-лабораторий как в отечественных, так и в зарубежных публикациях. Вместе с тем возникновение пандемии COVID-19 привело к значительному увеличению количества таких лабораторных организаций, а также занятых в них специалистов. Соответственно, изменилось не только их количество, но и, возможно, характер и условия труда медиков.

Проблема COVID-19 является актуальной для медицинских работников всех категорий (врачей, средних и младших сотрудников), а также персонала, по роду своей деятельности контактирующего с заболевшими новой коронавирусной инфекцией [80]. В полной мере это относится к врачам и фельдшерам-лаборантам ПЦР-лабораторий. По степени риска заражения коронавирусной инфекцией работники этих структурных подразделений отнесены к категории профессиональной деятельности с высоким риском [30, 86, 160]. В то же время комплексные исследования условий труда и факторов риска здоровью работников ПЦР-лабораторий отсутствуют. Представлены отдельные результаты изучения теплового состояния медиков, работающих в этих подразделениях, что обусловлено особой актуальностью использования средств индивидуальной защиты в период пандемии COVID-19 и их влияния на теплообмен [27, 67].

1.3. Проблемы обеспечения качества диагностики и эффективности деятельности ПЦР-лабораторий в зависимости от эпидситуации

Не вызывает сомнения предположение эпидемиологов и гигиенистов, о том, что пандемия COVID-19 не последняя чрезвычайная ситуация эпидемического характера. Важнейшая составляющая часть комплекса мероприятий, направленных на борьбу с распространением COVID-19 – лабораторная диагностика. Данное обстоятельство требует проведения исследований и разработки априорных мероприятий по безопасности сотрудников медицинских организаций, в том числе ПЦР-лабораторий, и обеспечения их готовности к новым эпидемиологическим вызовам и биологическим угрозам.

Прямым методом этиологической диагностики возбудителя COVID-19 является детекция РНК SARS-CoV-2 с применением метода амплификации нуклеиновых кислот (МАНК) [24]. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) с обратной транскрипцией является основным методом выявления возбудителя COVID-19, «золотым стандартом» для специфической лабораторной диагностики [106].

Получение достоверных результатов лабораторных исследований на COVID-19 в короткие сроки имеет существенное значение для повышения эффективности мероприятий, направленных на предупреждение распространения инфекции. В период пандемии стало понятно, что существующие ПЦР-лаборатории зачастую оказались не готовыми к многократно возросшей нагрузке. С ростом числа выполняемых исследований увеличилось количество ошибок [106]. Ошибочные результаты ПЦР могут быть связаны с неправильным отбором клинических образцов, нарушениями температурного режима при хранении и передаче образцов в лабораторию. Остается актуальной проблема ДНК(РНК)-контаминации в лаборатории при проведении диагностики COVID-19 методом ПЦР. Поступление и накопление в лаборатории большого количества образцов клинического материала, увеличение объемов медицинских отходов, в том числе содержащих продукты амплификации – основные причины, повышающие риск

возникновения контаминации [35, 106]. Негативное влияние ложноположительных результатов заключается в получении некорректных (завышенных) данных об уровне заболеваемости COVID-19, безосновательной изоляции или госпитализации неинфицированных лиц, что увеличивает нагрузку на медицинский персонал и лабораторную службу [180, 184].

Важно отметить, что во многих медицинских лабораториях данный анализ выполняется в неавтоматизированном режиме, что подразумевает существенную трудоемкость исследования. Однако ее величина, а равно и нагрузка на персонал при вариабельном потоке исследований до сих пор количественно не оценена по причине отсутствия систематизированных подходов к изучению трудозатрат сотрудников лаборатории [56, 154].

Ряд авторов также обращает внимание на проблему вынужденных простоев медицинских работников в процессе ПЦР-тестирования COVID-19, они связаны с особенностями ручной постановки ПЦР-тестирования [12, 56].

По мнению Т. А. Платоновой (2025) остаются вопросы эффективного управления персоналом с позиций формирования профессиональных («hard skills») и развития надпрофессиональных («soft skills») компетенций, необходимых для эффективной работы, а также быстрой социально-психологической адаптации сотрудников в кризисных ситуациях [97]. Важными представляются вопросы продолжительности рабочей смены, отсутствия приверженности гигиене и антисептике рук [95]. В контексте безопасности персонала в условиях пандемического распространения SARS CoV-2 недостаточно изучена эффективность различных гигиенических технологий и инженерно-технических решений. Только отдельные исследования посвящены оценке эффективности применения СИЗ [16, 131]. Зачастую даже в современных ПЦР-лабораториях регистрация и отслеживание образцов при проведении анализа осуществляются в ручном режиме. Большая проблема – перенос результатов, показываемых прибором, в лабораторный журнал и в лабораторную информационную систему (ЛИС). Всегда есть вероятность возникновения ошибок из-за человеческого фактора.

В работе В. В. Назаровой с соавторами выделены индикаторы качества всех этапов ПЦР-исследований и мероприятия, достоверно влияющие на качество лабораторных исследований; определены меры, позволяющие снизить время оборота теста для ПЦР: распределение потоков биоматериала, оптимизация работы операторов, закупка дополнительного оборудования, система обратной связи с пациентами, система информирования органов инфекционного контроля [58]. Наконец, важно отметить, что интегральным показателем, характеризующим готовность лабораторной службы проводить диагностику новой коронавирусной инфекции, является мощность этого подразделения. Материально-техническая база, кадровые ресурсы, организация труда, информатизация оказывают свое влияние на максимальную расчетную мощность, текущую реальную и оперативную производительность лабораторий. Выявлено, что факторами, значительно влияющими на деятельность лаборатории, являются численность кадрового состава, наличие автоматических станций выделения нуклеиновых кислот, число амплификаторов. Своевременное комплексное материально-техническое обеспечение, квалифицированные кадры являются базисом успешного решения поставленных задач лабораторной диагностики [66].

Таким образом, в условиях сохраняющихся высоких биологических угроз необходимы комплексные гигиенические и социальные исследования, которые позволят обосновать профессиональные и поведенческие риски здоровью работников ПЦР-лабораторий. Важной представляется разработка управленческих решений, направленных на минимизацию гигиенических и биологических рисков с учетом используемых технологий ПЦР-диагностики, а также профилактических мероприятий, направленных на оптимизацию адаптации организма врачей и фельдшеров-лаборантов к работе в условиях реальной лабораторно-диагностической деятельности.

ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ, ОБЪЕМ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Диссертационная работа выполнялась в течение 2021-2025 гг. Базами для проведения исследований являлись: ПЦР-лаборатория ГБУ здравоохранения «Городская детская поликлиника № 2», г. Волжский, ПЦР-лаборатория ФБЦЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Волгоградской области», иммунологическая лаборатория ГБУЗ «Волгоградский областной центр по профилактике и борьбе со СПИДом и инфекционными заболеваниями». В соответствии с целью и поставленными задачами все натурные исследования и измерения проводились как в период пандемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в 2021-2022 гг., так и постпандемийный период (2023-2024 гг.). Соответственно выполнение работы осуществлено в три этапа.

1-й этап (2021-2022 гг.) – осуществлена оценка профессиональных факторов, позволившая охарактеризовать труд работников ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19; выполнен комплекс физиологических, психофизиологических и медико-социальных исследований;

2-й этап (2023-2024 гг.) – повторно осуществлена гигиеническая оценка условий труда работников ПЦР-лабораторий, дана их сравнительная характеристика, а также изучено функциональное состояние работников в постпандемийный период.

3-й этап (2024-2025 гг.) – на основе полученных данных разработаны профилактические мероприятия и управленческие решения, направленные на минимизацию рисков здоровью работников, осуществлена их апробация.

2.1. Гигиенические исследования

Комплекс гигиенических методов исследования сформирован с учетом методологических требований, изложенных в «Руководстве по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса». Критерии и классификация условий труда. Р 2.2.2006-05» [120, 191].

Основные профессии – врач-лаборант, фельдшер-лаборант. С целью оценки труда работников ПЦР-лабораторий по степени тяжести и напряженности осуществлено хронометражное наблюдение в течение 20-ти человеко-смен.

Проанализированы функции работников, определены виды выполняемых операций, выполнено проектирование трудовых процессов, подготовлены карты для проведения хронометража.

Измерение и оценка уровней физических факторов на рабочих местах проводились общепринятыми методами с использованием оборудования для санитарно-гигиенических исследований, прошедшего поверку. Определялись следующие физические характеристики в рабочих зонах ПЦР-лаборатории: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха (прибор testo-400). Показатели световой среды измерялись при помощи люксметра-яркометра-пульсометра «Эколайт – 01»; измерение уровней звука – шумомером-анализатором спектров ОКТАВА-110А-В3.

Измерение и оценка параметров локальной вибрации производилась в соответствии с требованиями ГОСТ 31192.1-2004, ГОСТ 31192.2-2005; использовался анализатор 10-го класса точности АССИСТЕНТ V3RT [34, 35].

Полученные результаты сравнивались с допустимыми величинами, представленными в следующих нормативно-методических документах:

- СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [101, 191];
- Руководство «Р 2.2.2006-05» [120];
- МУК 4.3.1895-04 «Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания: методические указания» [75];
- МУК 4.3.2756-10 «Методические указания по измерению и оценке микроклимата производственных помещений» [76].

2.2. Физиологические исследования

Для решения задач сравнительной оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы и психоэмоционального статуса работников ПЦР-лабораторий в период коронавирусной инфекции и в постпандемийный период сформированы две группы медиков:

- основная группа: женщины, 32 человека (средний возраст $32,48 \pm 1,45$, стаж работы в ПЦР-лаборатории – от 6 до 9 месяцев), осуществляющие профессиональные функции в период пандемии COVID-19;

- группа сравнения: женщины, 12 человек (средний возраст $35,68 \pm 4,45$, стаж работы в ПЦР-лаборатории – от 9 месяцев до 2,3 года, осуществляющие профессиональные функции в постпандемийном периоде.

Критериями включения в программу исследования явились: здоровые с медицинской точки зрения работники, профессиональная деятельность в ПЦР-лабораториях учреждений здравоохранения Волгограда (1,0 ставки) не менее 0,5 года. Критерии исключения: стаж работы менее 0,5 года.

Исследование проведено в соответствии с обязательным соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинской декларации 1975 года с дополнениями 2008 года. Работниками заполнялась форма «Добровольное информированное согласие на проведение исследования», разработанное в соответствии с требованиями локального этического комитета ФГБОУ ВО ВолГМУ Минздрава России.

Основные направления физиологических исследований были сформированы исходя из данных обзора литературы по изучаемой проблеме: потенциально возможные вредные факторы – напряженность труда работников ПЦР-лабораторий, изменения функционального статуса при использовании средств индивидуальной защиты.

В подготовленном обзоре литературы было отмечено, что в период пандемии COVID-19 важным представляется недопущение инфицирования медицинского персонала, что достигается, в том числе, применением средств

индивидуальной защиты (СИЗ) от биологических факторов. Особого гигиенического изучения и обоснования требует проблема использования в период пандемии спецодежды работниками ПЦР-лабораторий. Данное обстоятельство обосновало необходимость изучения и оценки теплового состояния медиков в динамике рабочей смены при использовании комплекта СИЗ от биологического фактора.

Оценка теплового состояния работников ПЦР-лабораторий осуществлялась в соответствии с рекомендациями МУК 4.3.1895-04 «Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания».

Был определен набор показателей наиболее информативных и адекватных в условиях профессиональной деятельности врачей и лаборантов ПЦР-лабораторий: температура кожи в пяти точках (лоб, грудь, кисть, бедро, голень) [21]. Для расчета температуры тела измерялась подязычная температура (T_t). Датчик помещали под язык ближе к его основанию. Во время процедуры измерений рот оставался закрытым. Согласно ГОСТ Р ИСО 9886—2008 измеренную температуру можно рассматривать в качестве удовлетворительной аппроксимации ректальной температуры при условии: температура воздуха в закрытом помещении 18-30 °С; время, в течение которого рот остается закрытым до снятия показаний, – 5 минут.

Рассчитывались: средневзвешенная температура кожи ($T_{ск}$, °С), средняя температура тела ($T_{стт}$, °С), теплосодержание ($\Delta Q_{мс}$). Также оценивались теплоощущения (T_o) по семибалльной шкале, динамика и топография кожных температур.

Для расчетов использовались формулы:

$$T_{ск}^{\circ C} = 0,07 T_{лба} + 0,5 T_{грудь} + 0,05 T_{кисти} + 0,18 T_{бедро} + 0,2 T_{голень} \quad (1)$$

На основании данных средневзвешенной температуры кожи ($T_{ск}$) и температуры тела (T_t) рассчитывалась средняя температура тела ($T_{стт}$, °С) по формуле 2:

$$T_{стт} = K \times T_t + (1 - K) \times T_{свк} \quad (2)$$

Величина K рассчитывалась по формуле:

$$K = 0,037 \times T_o + 0,519 \quad (3)$$

где T_o – теплоощущения (баллы).

Теплосодержание в организме ($Q_{тс}$, кДж/кг) определялось по формуле:

$$Q_{тс} = C \times T_{ст} \quad (4)$$

где C – удельная теплоемкость тканей, равная 3,48 кДж/кг.

Накопление тепла в организме в процессе работы ($\Delta Q_{тс}$ кДж/кг) определялось по формуле:

$$\Delta Q_{тс} = C \times \Delta T_{ст} \quad (5)$$

где $\Delta T_{ст}$ – изменение средней температуры тела.

Ощущения влажности кожи оценивали по четырехбалльной шкале:

1 – кожа сухая; 2 – кожа слегка влажная; 3 – кожа влажная; 4 – осязаемое потоотделение [70].

Важным показателем, позволяющим оценить работоспособность медицинских работников, является треморометрия, которая определялась делением значения общего числа касаний на время выполнения теста определяется количество касаний в 1 секунду [20].

Оценка теплового состояния осуществлялась в условиях двух режимов работы медиков:

1-й – продолжительность работы 3,5 часа; данное время соответствовало рекомендациям использования комплектов СИЗ от биологического фактора в течение 3,5-4-х часов [6];

2-й – продолжительность работы 5 часов без перерыва на обед в связи с производственной необходимостью.

Все измерения проводились дважды за смену: перед началом рабочего дня и по окончании смены. С целью валидации получаемых данных все измерения проводились два раза с использованием двух видов приборов: термометр контактный ТК-5.01ПТ и комплекс регистраторов температуры TRKO 1G. Различия в величине получаемых результатов не превышали $\pm 0,03$ °C.

Оценка полученных результатов выполнялась в соответствии с требованиями:

- МУК 4.3.1895-04 «Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания» [75];

- МР 2.2.8.0017-10 «Режимы труда и отдыха работающих в нагревающем микроклимате в производственном помещении и на открытой местности в теплый период года (утв., 28 декабря 2010 г.)» [76].

Оценка риска перегревания организма работников ПЦР-лабораторий при использовании СИЗ от биологического фактора осуществлялась в соответствии с рекомендациями МУК 4.3.2756-10 «Методические указания по измерению и оценке микроклимата производственных помещений» [76].

Также в условиях реальной профессиональной деятельности оценивался гемодинамический профиль медицинского персонала лабораторий, включавший в себя комплекс наиболее информативных параметров системного кровообращения:

- систолическое артериальное давление (САД, мм рт. ст.) и диастолическое артериальное давление (ДАД, мм рт. ст.); с помощью электронного автоматического тонометра для измерения артериального давления методом Н. С. Короткова;

- частота сердечных сокращений (ЧСС, мин.⁻¹); с помощью электронного автоматического тонометра и пульсоксиметра;

- пульсовое давление (ПД, мм рт. ст.); по формуле $ПД = САД - ДАД$;

- среднее гемодинамическое артериальное давление (СрАД, мм рт. ст.); по формуле $СрАД = ДАД + 0,427 \times ПД$, где ДАД – диастолическое артериальное давление, ПД – пульсовое давление [104];

- ударный объем сердца (УОС, мл); по модифицированной в клинике формуле Старра $УОС = (90,97 + 0,54 \times ПД - 0,57 \times ДАД - 0,61 \times В) \times k$, где ПД – пульсовое давление, ДАД – диастолическое артериальное давление, В – возраст в

годах, k – коэффициент, индивидуальный для каждого возрастного периода, полученный при сравнении инвазивного и расчетного УОС;

– минутный объем сердца (МОС, мл/мин.); по формуле $МОС = УОС \times ЧСС$; – общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС, $\text{дин} \times \text{с}/\text{см}^5$) – по формуле $ОПСС = СрАД \times 1333 \times 60 / МОС$, где 1333 – коэффициент пересчета мм рт. ст. в дины ($1 \text{ мм рт. ст.} = 1333 \text{ дин}/\text{см}^2$), СрАД – среднее артериальное давление, МОС – минутный объем сердца];

– потребление миокардом кислорода; по формуле ПМК (усл. ед.) = САД $\times$ ЧСС, где САД – систолическое артериальное давление, ЧСС – частота сердечных сокращений; нормальное значение ПМК = до 12 тыс. усл. ед. [42].

Для оценки вегетативного баланса организма медицинских работников ПЦР-лабораторий использовалась методика анализа вариабельности сердечного ритма. В данном случае система кровообращения рассматривалась в качестве индикатора адаптационных реакций целостного организма. Указанный метод основан на статистическом анализе продолжительности кардиоинтервалов, то есть временных промежутков между пиками соседних зубцов R на электрокардиограмме, записанной в положении лежа на спине в состоянии относительного покоя.

Во время рабочего дня (до и после смены) оценивались следующие временные параметры вариабельности сердечного ритма:

- NN (мс) – средняя продолжительность интервалов R-R;
- SDNN (мс) – стандартное отклонение величин интервалов R-R; которое отражает суммарный эффект вегетативной регуляции системы кровообращения;
- ИН (усл. ед.) – индекс напряжения регуляторных систем (индекс Баевского);
- СИМ (усл. ед.) – индекс активности симпатического отдела вегетативной нервной системы;
- ПАР (усл. ед.) – индекс активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

Кроме того, до и после смены оценивались показатели системы крови:

- SpO₂ (%) – показатель насыщения артериальной крови кислородом, измеренный неинвазивным способом.

Все измерения также проводились дважды: в начале рабочей смены и по ее окончании, которая длилась 5 часов без перерыва на обед в связи с производственной необходимостью. С целью валидации получаемых данных измерения ЧСС проводились два раза с использованием двух видов приборов: автоматический тонометр Omron M3 Basic (Omron Matsusaka Co. Ltd., Япония) и пульсоксиметр Элокс-01М (ЗАО Инженерно-медицинский центр «Новые Приборы», Россия). Различия в полученных значениях не превышали ± 2 уд./мин. Все полученные данные обработаны вариационно-статистическим методом с вычислением: 1) средних величин (M), среднеквадратического отклонения ($\pm\sigma$), 95 % доверительного интервала (95 % ДИ) для выборок с нормальным распределением; 2) медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей (или 25 % и 75 % перцентилей) для выборок ненормальным распределением. Проверка распределения выборки на нормальность проводилась с помощью критерия Шапиро-Уилка (при $n < 50$).

Значительный массив современных исследований свидетельствует о том, что профессиональная деятельность медицинских работников в условиях пандемии выступает фактором риска развития психологического дистресса и дезадаптивных психоэмоциональных состояний [38, 84, 94, 97, 99, 122, 147, 162]. В связи с этим была поставлена задача оценить уровень тревожности и особенности психоэмоционального состояния персонала ПЦР-лабораторий.

Для решения поставленных задач был использован комплекс валидизированных психодиагностических инструментов:

- шкала оценки тревожности Ч.Д. Спилбергера и Ю.Л. Ханина, 2014 (англ. STAI, State-Trait Anxiety Inventory) – оценка тревожности по признакам эмоционального состояния [40, 125, 132, 147];

- методика оценки функционального состояния «Самочувствие, Активность, Настроение» (САН) авторы В. А. Доскин, Н. А. Лаврентьева, В. Б. Шараю с соавторами, 1973.

Шкала оценки тревожности STAI является психодиагностическим инструментом, который позволяет дифференцированно измерять два аспекта тревожности: ситуативную, как состояние, связанное с конкретной стрессовой ситуацией, и личностную, как устойчивую характеристику личности, ее склонность воспринимать различные ситуации, как угрожающие. Таким образом, тест Спилбергера-Ханина является одним из самых популярных и надежных опросников для определения уровня стресса.

Несмотря на то, что тест САН не предназначен для диагностики клинической депрессии, он является высокочувствительным индикатором субъективного функционального состояния человека. Данная методика позволяет надежно объективизировать признаки эмоционального истощения и астенизации, что проявляется в виде снижения эмоционального фона, повышения утомляемости, общего ухудшения самочувствия и снижения побудительной мотивации. Контроль указанных параметров критически важен для мониторинга состояния персонала в условиях трудовой деятельности в экстремальных условиях.

Работа медиков в ПЦР-лаборатории связана с использованием дисплеев, что обуславливает значительные нервно-эмоциональные, сенсорные (зрительные) нагрузки. Работа в таких условиях более 6 месяцев вызывает снижение функций центральной нервной системы (ЦНС), повышение времени зрительно-моторной реакции, увеличение когнитивных дисфункций [84]. В данном исследовании для оценки функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС) и работоспособности медицинского персонала ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19 использовалась вариационная хронорефлексометрия. Данный метод основан на статистическом анализе динамических характеристик времени простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР). Время зрительно-моторной реакции тесно связано и зависит от концентрации внимания. При высокой концентрации внимания время ПЗМР уменьшается, при низкой – увеличивается [103]. По величине латентных периодов, то есть временных интервалов между предъявлением раздражителя и началом ответной реакции,

судили об уровне активации нервной системы и работоспособности по М. П. Мороз [74].

До и после рабочей смены оценивались следующие показатели:

1) среднее арифметическое (M) – среднее значение времени реакции, отражающее среднюю скорость реагирования на стимул (чем меньше M , то выше скорость реакции);

2) стандартное отклонение (s) – показатель стабильности сенсомоторного реагирования (чем меньше s , тем более стабильной является скорость реакции);

3) мода (M_o) – показатель, анализируемый при оценке латентного периода ПЗМР;

4) максимальное значение в ряду данных (P_{max});

5) временной интервал от сигнала до начала движения (dt);

6) время реакции (T) – латентный период, интегральный показатель функционального состояния ЦНС, отражающий возбудимость, лабильность и реактивность нервной системы;

7) функциональный уровень системы (ФУС, усл. ед.) – величина, которая определяется положением вариационной кривой относительно оси абсцисс, то есть абсолютным значением времени ПЗМР (чем больше ФУС, тем выше функциональный уровень ЦНС);

8) устойчивость реакции (УР, усл. ед.) – показатель, характеризующий устойчивость ЦНС и отражающий степень концентрации внимания (чем больше УР, тем меньше показатель рассеивания времени реакции);

9) уровень функциональных возможностей сформированной функциональной системы (УФВ, усл. ед.) – показатель, отражающий способность организма формировать адекватную заданию функциональную систему и длительно ее удерживать.

При анализе указанных хронорефлексометрических показателей рассчитывались также усредненные критерии по правой и левой руке, разность между ними и среднее значение, что позволило оценить функциональное состояние ЦНС в целом.

2.3. Медико-социальные исследования

Одной из социальных проблем современной медицины является проблема обеспеченности организаций врачебными кадрами и специалистами со средним медицинским образованием. Можно предположить, что в период пандемии эта проблема встанет более остро в связи с повышенными нагрузками, обусловленными большим объемом исследований. В этой связи важным представляется изучение и оценка социального самочувствия персонала, под которым подразумевается информация о том, насколько работники реализуют свои ожидания и притязания на текущем месте работы. Индикаторами социального самочувствия работников являются HR-индикаторы, такие как удовлетворенность, вовлеченность, лояльность и мотивация персонала [72, 139]. В данном исследовании определялась удовлетворенность работников ПЦР-лабораторий с использованием методики измерения показателя ВЦИОМ (Всероссийский центр изучения общественного мнения), предполагающего ответ на вопрос «Удовлетворены ли вы в целом своей нынешней работой?» с вариантами ответов «вполне удовлетворен», «скорее удовлетворен», «скорее не удовлетворен», «совершенно не удовлетворен» и «затрудняюсь ответить» [130].

2.4. Методы математической обработки полученных данных

Все полученные данные обработаны вариационно-статистическим методом с вычислением средних величин (M), ошибок репрезентативности ($\pm m$), среднеквадратичного отклонения ($\pm \delta$), достоверность различий определялась по t -критерию Стьюдента. Для выявления значимости изменений физиологических показателей, взаимоотношений между ними проведен корреляционный анализ, рассчитано 536 коэффициентов парной корреляции, оценка их достоверности производилась по t -критерию с помощью таблицы Стьюдента [54].

При изучении показателей гемодинамики все полученные данные также обработаны вариационно-статистическим методом с вычислением: средних величин (M), среднеквадратического отклонения ($\pm\sigma$), 95 % доверительного интервала (95 % ДИ) для выборок с нормальным распределением; медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей (или 25 % и 75 % перцентилей) для выборок ненормальным распределением. Проверка распределения выборки на нормальность проводилась с помощью критерия Шапиро-Уилка (при $n < 50$), достоверность различий до и после рабочей смены оценивалась с помощью рангового Т-критерия Уилкоксона, а достоверность различий показателей работников основной группы и группы сравнения – с использованием U-критерия Манна-Уитни. Данные представлены в таблице 2.4.1.

Таблица 2.4.1 – Общее количество осуществленных измерений показателей

№ п/п	Измеряемые показатели	Единица измерения	Количество измерений или протоколов
1	2	3	4
1.	Хронометраж рабочей смены	человеко-смена	20
2.	Параметры микроклимата: Температура воздуха (t): Относительная влажность воздуха Скорость движения воздуха	°C % м/с	184 184 184
3.	Параметры локальной вибрации	дБА	16
4.	Параметры шума и вибрации на рабочих местах	дБА	32
5.	Параметры искусственного освещения	лк	24
6.	Параметры теплового состояния: Т кожи в пяти точках Т ректальная Рассчитано: Т _{ск} °C Т _{стг} °C ΔQ _{тс}	°C °C °C °C кДж/кг	156 156 30 30 30
7.	Показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы:	человек	44
8.	Вариационная хронорефлексометрия	сек, усл. ед.	88
9.	Оценка тревожности (Ч.Д. Спилбергер-Ю.Л. Ханин)	человек	44
10.	Тест САН	человек	44
11.	Изучение удовлетворенности работников своей деятельностью	респонденты	68

ГЛАВА 3. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ ПЦР-ЛАБОРАТОРИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЭПИДЕМИЧЕСКИХ СИТУАЦИЯХ

Как отмечено выше, в современной медицине наибольший объем по количеству представляемой информации занимает лабораторная диагностика. Более 70 % врачебных решений принимается на основании полученных лабораторных данных [1, 19, 71]. Особенно возросло количество таких исследований в период пандемии COVID-19 за счеткратно увеличивающихся ПЦР-анализов.

По окончании пандемии уменьшилось количество функционирующих ПЦР-лабораторий и, возможно, изменились характер и условия работы специалистов. Учитывая, что комплексные исследования условий труда и факторов риска здоровью работников ПЦР-лабораторий практически отсутствуют, интерес представляет сравнительная оценка условий труда работников ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19 и в постпандемийное время.

Необходимо отметить, что проблема COVID-19 является актуальной для медицинских работников всех категорий (врачей, средних и младших сотрудников), а также персонала, по роду своей деятельности контактирующего с пациентами с новой коронавирусной инфекции [80]. В полной мере это относится и к врачам и фельдшерам-лаборантам ПЦР-лабораторий. По степени риска заражения коронавирусной инфекцией работники этих структурных подразделений отнесены к категории видов профессиональной деятельности с высоким риском [7, 86, 160].

Исследование проводилось на базах: ПЦР-лаборатория ГБУ здравоохранения «Городская детская поликлиника № 2» (1), г. Волжский, ПЦР-лаборатория ФБЦЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Волгоградской области» (2), иммунологическая лаборатория ГБУЗ «Волгоградский областной центр по профилактике и борьбе со СПИДом и инфекционными заболеваниями» (3).

Профессиональные функции врача-лаборанта и фельдшера-лаборанта в ПЦР-лабораториях предполагают работу в «грязной» зоне боксов (подготовка реактивов, подготовка проб для амплификации и закладка проб в амплификатор) и работу в «чистой» зоне за компьютером (интерпретация результатов амплификации с использованием программного модуля амплификатора, работа с документацией и отчетами). Эти операции выполняет один и тот же сотрудник, переходя из одной зоны в другую.

3.1. Гигиеническая оценка физических факторов условий труда

В связи с отсутствием публикаций по изучению и оценке условий труда в ПЦР-лабораториях был использован методический подход по предварительной идентификации факторов производственной среды на рабочих местах врача-лаборанта и фельдшера-лаборанта в соответствии с положениями приказа от 21.11.2023 № 817н [105]. Данный подход позволил обосновать потенциально вредные производственные факторы физической природы в данных структурах: изучению и оценке подлежат параметры микроклимата, освещения, производственного шума и локальной вибрации.

Также необходимо отметить, что идентификация потенциально вредных и опасных производственных факторов предполагает учет жалоб работников. В данном исследовании выявлено, что наибольшее количество жалоб врачи и фельдшеры ПЦР-лабораторий предъявляли на боли в руках, что связано, по их мнению, с действием локальной вибрации и стереотипными рабочими движениями рук.

Параметры микроклимата в помещениях ПЦР-лаборатории в холодный период года обеспечивались за счет водяного отопления; в теплый период – кондиционированием воздушной среды; полученные результаты принципиально не отличались в базовых лабораториях (Таблица 3.1.1). Усредненные параметры составили: в «чистой» зоне температура воздуха $22,20 \pm 2,11$ °С; относительная влажность $62,13 \pm 4,33$ %; скорость движения воздуха $0,2 \pm 0,03$ м/с; в «грязной»

зоне, соответственно, температура воздуха $22,60 \pm 2,23$ °C; относительная влажность $69,32 \pm 3,68$ %; скорость движения воздуха $0,2 \pm 0,02$ м/с. Полученные данные соответствуют допустимым условиям (класс 2). Вместе с тем необходимо отметить, что периодически при замерах относительной влажности определялись повышенные ее значения ($73,45$ - $76,42$ %). Отдельными авторами показана высокая степень влияния относительной влажности воздуха на динамику развития COVID-19, что позволяет делать прогнозы возникновения периодов наиболее опасной эпидемиологической обстановки [158].

Таблица 3.1.1 – Параметры микроклимата в помещениях ПЦР-лабораторий, $M \pm m$

Место исследования	Температура воздуха, °C	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	ТНС-индекс, °C
«Чистая» зона	$22,20 \pm 2,11$	$63,13 \pm 4,33$	$0,2 \pm 0,02$	22,23
«Грязная» зона	$22,60 \pm 2,23$	$69,35 \pm 3,68$	$0,2 \pm 0,02$	23,65

Выполнена сравнительная оценка организации освещения на основных рабочих местах ПЦР-лабораторий как профессионально-значимого фактора (Таблица 3.1.2). Все помещения имели естественное и искусственное освещение. Как правило, функционировало совмещенное и комбинированное освещение, обеспечивающее специалисту оптимальные условия видимости при выполнении лабораторных исследований и манипуляций. Установлено, что относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность по данным хронометража составляла не менее 70 %.

Искусственное освещение рабочих мест создавалось за счет комбинированного и совмещенного освещения, создаваемого люминесцентными и светодиодными лампами. На всех рабочих местах параметры естественного и искусственного освещения соответствовали гигиеническим требованиям. Выполненный анализ равномерности освещения показал, что оно было равномерным во всех помещениях лабораторий. Таким образом, показатели

освещенности на рабочих местах можно отнести ко второму допустимому классу условий труда (2 класс) в соответствии с требованиями Р 2.2.2006-05.

Различий в организации освещения основных помещений в ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19 и во время обычной эпидемической ситуации не выявлено.

Таблица 3.1.2 – Характеристика параметров освещения на рабочих местах медицинских работников ПЦР-лабораторий

Обследованные лаборатории	Естественное освещение		Искусственное освещение	
	КЕО при комбинированном освещении, %	КЕО при совмещенном или комбинированном освещении, %	Уровень освещенности при общем освещении, лк	Коэффициент пульсации, %
	Не менее 4,0	Не менее 2,4	Не менее 500	Не более 10
1	3,6	4,4	520,5±15,6	7,8
2	6,2	6,8	638,6±27,3	10,0
3	4,8	5,2	536,4±17,5	9,4

Во всех производственных помещениях ПЦР-лабораторий шум обусловлен работающими кондиционерами. Уровни шума на всех рабочих местах не превышали допустимых уровней звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами от 63 до 8000 Гц.

Особое внимание при проведении оценки условий труда специалистов ПЦР-лабораторий уделено фактору «вибрация». Выяснено, что при выполнении каждого анализа на 1 этапе медицинские специалисты ПЦР-лабораторий каждую пробирку-эпидорф с биоматериалом и добавленными реактивами должен установить на площадку встряхивателя «Вортекс» и удерживать эпидорф около 10 секунд. Подобные действия повторяются и на 2 этапе при работе с мини-эпидорфами. В целом за смену работник находится в контакте с прерывистой локальной вибрацией в период пандемии COVID-19 – от 1,5 до 2,5 часа (Рисунок 3.1.1 и 3.1.2).



Рисунок 3.1.1 – Процесс встряхивания пробирки эпиндорф на встряхивателе «Вортекс» (вортексирование)



Рисунок 3.1.2 – Встряхивание (вортексирование) в реальных условиях работы ПЦР-лаборатории в пандемию

Были измерены параметры локальной вибрации (Таблица 3.1.3) при выполнении работ на встряхивателе Вортекс V3 с коническим универсальным адаптером на 1, 2 и 3 этапах ПЦР-реакции.

При этом скорость вращения площадки встряхивателя и удерживаемого эпиндорфа была в пределах 75-200 Гц, что соответствует среднечастотной вибрации. Известно, что воздействие именно среднечастотной локальной вибрации представляет наибольший риск негативных изменений в состоянии здоровья работников [45, 157].

Таблица 3.1.3 – Характеристика локальной вибрации на рабочем месте медицинских работников ПЦР-лабораторий

Ось	Тип	Уровни виброускорения, дБ, в октавных полосах частот, Гц								Корректированный уровень, дБ Wh eq
		8	16	31,5	63	125	250	500	1000	
ПДУ										
XYZ	Leq	123,0	123,0	129,0	135,0	141,0	147,0	153,0	159,0	126,0
Превышение ПДУ										
	Leq	-15,5	-16,7	12,7	3,7	-9,1	-18,3	-29,1	-49,0	8,7
	Max	0,3		-9,7	-8,3	-6,1	-3,5	-2,9	-2,4	10,2
	Leq	-17,5	-7,3	15,8	2,5		-16,7	-23,9	-38,2	11,5
	Max	1,0		-7,6		-7,4		-6,1	-5,3	-8,3
	Leq	-11,7		14,0	8,5		-11,9	21,4	35,9	11.2
	Max									

В данном исследовании установлено, что уровень воздействия локальной вибрации превышает ПДУ на октавных частотах от 8 до 63 Гц. При этом наибольшие отклонения от гигиенических нормативов фиксируются по Y-оси, которая перпендикулярна ладони работника и оси Z, расположенной параллельно предплечью. Максимальное превышение зафиксировано по оси Y и составило 11,5 дБ.

В соответствии с указаниями Руководства Р 2.2.2006-05 и ГОСТ 31192.1–2004 (ИСО 5349-1:2001) при воздействии на работника в течение рабочего дня (смены) как постоянной, так и непостоянной вибрации (общей, локальной) для оценки условий труда измеряют или рассчитывают продолжительность ее действия [34, 120]. Осуществленный хронометраж работы специалистов ПЦР-лабораторий в постпандемийный период позволил определить время контакта с прерывистой локальной вибрацией не более 20 минут за смену. Класс условий труда работников ПЦР-лабораторий по фактору «вибрация» представлен в Таблице 3.1.4.

Таблица 3.1.4 – Характеристика условий труда медицинских работников ПЦР-лабораторий по фактору «локальная вибрация»

Этап исследования	Уровни виброускорения, дБ, в октавной частоте 125 Гц по осям			Усредненное время воздействия ЛВ (мин.)	Превышение ПДУ	Класс условий труда
	X	Y	Z			
Пандемия COVID-19	140.5	145.1	141.9	70 и более	+	3.4
Постпандемийный период	140.5	145.1	141.9	20	+	3.2

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что одним из ведущих и определяющих потенциальный риск здоровью работников этих структурных подразделений, факторов условий труда является прерывистая локальная вибрация. Эффект воздействия вибрации на организм человека зависит от ее уровня и продолжительности воздействия. В период пандемии время контакта с источником среднечастотной прерывистой локальной вибрации достигал 2,5 часов. Длительное воздействие низко- и среднечастотной вибрации обуславливает в основном развитие ангиодистонического синдрома и костно-мышечных нарушений [55]. Ранними признаками поражения верхних конечностей являются сосудистые поражения, снижение мышечной силы кисти, изменения структуры сухожилий. В нашем исследовании воздействие локальной вибрации сочетается с физическими перегрузками, обусловленными большим количеством стереотипных движений с участием мышц кистей и пальцев рук при длительном удержании на весу мелких объектов (эпиндорфов и миниэпиндорфов), что, по мнению ряда авторов, может усугублять действие вибрации [100, 112].

3.2. Оценка биологического фактора условий труда ПЦР-лабораторий

Одним из ведущих производственных факторов условий труда этих специалистов является биологический фактор поскольку особенностями их

деятельности является потенциальный контакт с патогенными микроорганизмами II группы патогенности. Согласно пунктам 5.2.1 и 5.2.3 Руководства Р 2.2.2006-05 условия труда работников специализированных медицинских учреждений относят (*без проведения измерений*) к классу (подклассу) 3.3 [120]. В период пандемии это, прежде всего, вирус SARS-CoV-2. Во внепандемийный период у работников ПЦР-лабораторий возможен потенциальный контакт с возбудителями ВИЧ-инфекции, гепатита С, геморрагических лихорадок и других вирусных заболеваний, что также обосновывает класс условий труда по биологическому фактору как вредный 3 класса 3 степени (по факту потенциальной опасности инфицирования высоко контагиозными возбудителями) [102, 105].

3.3. Оценка тяжести и напряженности труда работников ПЦР-лабораторий

Осуществленное хронометражное наблюдение позволило оценить условия труда работников ПЦР-лабораторий по степени тяжести и напряженности трудового процесса (Таблицы 3.3.1 и 3.3.2).

Выявлено, что выполнение ПЦР-исследования связано с большим количеством мелких ручных операций, обусловленных необходимостью на каждом этапе взять пробирку в руку, затем открыть крышку пробирки, открыть флакон с реактивом, набрать реактив в дозатор, закрыть флакон с реактивом, закапать реактив в эпиндорф, закрыть крышку эпиндорфа, переместить пробирку на 2-3 м, установить эпиндорф на конический адаптер «Вортекса», удерживать его и при этом включить, а позже выключить прибор, затем забрать эпиндорф, вернуть его в ламинатор и разместить на специальной плашке для закладки проб в амплификатор.

Таким образом, работа только с одной пробиркой на каждом этапе предусматривает 12-14 однообразных действий. Учитывая, что в пандемийный период фельдшер-лаборант или врач выполняли анализ от 350 до 800 проб, за смену количество мелких стереотипных движений составляло от 8000 до 22000 на первом этапе. Аналогичные действия выполняются на 2 этапе диагностической

процедуры и частично на 3 этапе. В целом, количество мелких стереотипных движений за смену достигало 41-45 тысяч, что соответствует классу условий труда 3.1 по степени тяжести (Таблица 3.3.1) В период спокойной эпидситуации количество проб резко снижается, не превышая 180-200 за рабочую смену, что позволяет классифицировать тяжесть труда работников ПЦР-лабораторий по данному критерию как допустимый (2 класс).

Таблица 3.3.1 – Сравнительная оценка условий труда работников ПЦР-лабораторий по тяжести трудового процесса

№	Показатели	Период пандемии		Период вне пандемии	
		Фактическое значение	Класс, степень	Фактическое значение	Класс, степень
1.	Физическая динамическая нагрузка (кг·м)	–	1	–	1
2.	Масса поднимаемого и перемещаемого вручную груза (кг)	–	1	–	1
3.	Стереотипные рабочие движения (количество)	–	3.1	–	2
4.	Статическая нагрузка (кгс с)	–	1	–	–
5.	Рабочая поза	Периодическое, до 50 % времени смены, нахождение в неудобной и/или фиксированной позе	3.1	Периодическое, до 25 % времени смены, нахождение в неудобной (работа с поворотом туловища, неудобным размещением конечностей и др.)	2
6.	Наклоны корпуса (количество за смену)	160-80	2	35-45	2
7.	Перемещение в пространстве (км)	–	1	–	1
8.	Окончательная оценка тяжести труда	–	3.1	–	2

Характер рабочей позы медика во время выполнения основных профессиональных функций относится к типу «неудобная», так как отдельные операции выполняются с наклоном или поворотом туловища, с поднятыми выше уровня плеч руками. По данным хронометража в пандемийный период эти действия составляют более 50 % времени рабочей смены (класс условий труда 3.1), во время спокойной эпидситуации не превышает 25 % (класс условий труда 2).

Изучение и оценка показателей напряженности труда работников ПЦР-лабораторий позволили классифицировать их труд как вредный первой степени. В соответствии с требованиями Руководства Р 2.2.2006-05: 4 показателя имеют оценку класса 3.1, а оставшиеся показатели относятся к 1 и/или 2 классам (Таблица 3.3.2). В постпандемийный период работа медиков в ПЦР-лабораториях по напряженности относится к допустимому классу за счет снижения нагрузки по двум показателям (время наблюдения за экранами видеотерминалов и, соответственно, снижение длительности сосредоточенного наблюдения; отсутствие работы в условиях дефицита времени). Кроме того, в период пандемии работникам приходилось работать в две, а иногда и в три смены. Показанные различия объясняются увеличением в 4-5 раз количества выполняемых исследований и, следовательно, большей интенсивностью труда.

Выполнение большого количества ПЦР-исследований за рабочую смену в период пандемии COVID-19 может явиться причиной контаминации нуклеиновыми кислотами в лабораториях, что в свою очередь представляет риск получения ложноположительных ответов и диктует необходимость останавливать лабораторное исследование на время проведения и контроля деконтаминационных мероприятий [106, 172]. Все это, в свою очередь, увеличивает время пребывания работников в неудобной рабочей позе (отмывание и дезинфекция помещений и ламинаторов). Полученные в данном исследовании различия в оценке условий труда медицинских работников ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19 и во время обычной эпидемической ситуации согласуются с мнением авторов о том, что наращивание объемов тестирования в

пандемийный период ограничивается технологическими, материальными и человеческими возможностями существующих лабораторий [56].

Таким образом, выявленные различия условий труда медицинских работников ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19 и во время обычной эпидемической ситуации позволяют сделать вывод о более высоком риске развития профессиональных заболеваний, связанных с функциональным перенапряжением суставов пальцев, запястья и мышечно-связочного аппарата кисти в условиях работы с прерывистой локальной вибрацией в период пандемии COVID-19. Необходимо физиолого-гигиеническое обоснование продолжительности рабочей смены медицинских работников с учетом реальной нагрузки и трудозатрат персонала лаборатории при осуществлении ПЦР-тестирования. Также требуется продолжить исследования в части оптимизации рабочего места специалистов ПЦР-лабораторий, так как эргономические, инженерно-технические и демпфирующие вмешательства могут быть вполне эффективны для снижения профессионального риска, обусловленного характером и условиями труда.

Таблица 3.3.2 – Сравнительная оценка условий труда работников ПЦР-лабораторий по напряженности трудового процесса

№ №	Показатели	Период пандемии		Период вне пандемии	
		Фактическое значение	Класс, степень	Фактическое значение	Класс, степень
Интеллектуальные нагрузки					
1.	Восприятие сигналов (информации) и их оценка	Восприятие сигналов, но не требуется коррекция действий	2	Восприятие сигналов, но не требуется коррекция действий	2
2.	Характер выполняемой работы	Работа в условиях дефицита времен	3.1	Работа по установленному графику с возможной его коррекцией по ходу деятельности	2
Сенсорные нагрузки					

№ №	Показатели	Период пандемии		Период вне пандемии	
		Фактическое значение	Класс, степень	Фактическое значение	Класс, степень
3.	Длительность сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	51-75	3.1	25-50	2
4.	Наблюдение за экранами видеотерминалов (часов в смену)	До 4	3.1	До 3	2
Эмоциональные нагрузки					
5.	Степень ответственности за результат собственной деятельности. Значимость ошибки	Влечет за собой дополнительные усилия со стороны вышестоящего руководства	2	Влечет за собой дополнительные усилия со стороны вышестоящего руководства	2
Режим работы					
6.	Наличие регламентированных перерывов и их продолжительность	Перерывы регламентированы, недостаточной продолжительности : от 3 до 7 % рабочего времени	2	Перерывы регламентированы, достаточной продолжительности: 7 % и более рабочего времени	1
7.	Фактическая продолжительность рабочего дня	6-7	1	6-7	1
8.	Сменность работы	Трехсменная работа (работа в ночную смену)	3.1	Односменная (без ночной смены)	1
Общая оценка напряженности труда		3.1		2	

3.4. Общая гигиеническая оценка условий труда работников ПЦР-лабораторий и априорная оценка риска здоровью работников ПЦР-лабораторий в период пандемии

Таким образом, труд работников ПЦР-лабораторий по тяжести и напряженности в постпандемийный период является допустимым (2 класс), в период пандемии COVID-19 – тяжелым и напряженным, третий класс первой степени (класс 3.1).

Таблица 3.4.1 – Общая оценка условий труда и априорная оценка риска здоровью работников ПЦР-лабораторий в период пандемии

Рабочее место работников ПЦР-лабораторий (период пандемии)	КУТ при воздействии производственных факторов							Итоговый КУТ*	Категория априорного ПР здоровью**	Срочность мероприятий
	Химический	Микроклимат	Локальная вибрация	Освещение	Биологический	Тяжесть труда	Напряженность труда			
	2	2	3.4	2	3.3	3.1	3.1	3.4	Очень высокий (непереносимый) риск	Работы нельзя начинать или продолжать до снижения риска

Таблица 3.4.2 – Общая оценка условий труда и априорная оценка риска здоровью работников ПЦР-лабораторий в постпандемийный период

Рабочее место работников ПЦР-лабораторий (постпандемийный период)	КУТ при воздействии производственных факторов							Итоговый КУТ*	Категория априорного ПР здоровью**	Срочность мероприятий
	Химический	Микроклимат	Локальная вибрация	Освещение	Биологический	Тяжесть труда	Напряженность труда			
	2	2	3.2	2	3.3	2	2	3.3	Высокий	Требуется неотложные меры по снижению риска

Оценка условий труда позволила обосновать ведущие неблагоприятные производственные факторы – локальная вибрация и биологический фактор. Раздел 5.11.1 руководства Р 2.2.2006-05 рекомендует выставлять общую оценку

по наиболее высокому классу и степени вредности. Таким образом, условия труда работников ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19 относятся к классу 3.4, в постпандемийный период – к классу 3.3.

Как трактует Руководство, условия труда 3-го класса 4-й степени (3.4) – это условия труда, при которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности), отмечается значительный рост числа хронических заболеваний и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Осуществленный расчет априорного риска здоровью работников ПЦР-лабораторий установил его категорию в период пандемии COVID-19 как очень высокий (непереносимый) риск, в постпандемийный период как высокий [121].

ГЛАВА 4. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ РАБОТНИКОВ ПЦР-ЛАБОРАТОРИЙ В РАЗЛИЧНЫХ ЭПИДСИТУАЦИЯХ

Основную группу составили медицинские работники ПЦР-лабораторий в количестве 32 человека. В группу сравнения вошли 12 человек; уменьшение численности группы связано с закрытием ПЦР-лабораторий и, соответственно, уменьшением численности работающих медиков.

4.1. Сравнительная оценка вариабельности сердечного ритма и сатурации работников ПЦР-лабораторий в различных эпидемических ситуациях

В условиях пандемии COVID-19 клинико-диагностические лаборатории, проводящие тест на наличие коронавируса с использованием полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией в реальном времени, в большинстве случаев работают со значительной перегрузкой [134]. Значительный рост спроса на данный вид лабораторного исследования имел место в период пандемии COVID-19 и обусловлен увеличением количества больных новой коронавирусной инфекцией. При этом, как отмечалось выше, в соответствии с требованиями нормативных документов, регламентирующих организацию работы лаборатории по диагностике SARS-CoV-2, медицинский персонал обязан использовать средства индивидуальной защиты, которые являются необходимой мерой профилактики профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний [98, 153].

Тем не менее, на весьма высоком уровне сохраняется риск заражения сотрудников учреждений, имеющих собственные лаборатории, возбудителями острых респираторных инфекций, в том числе вызванных коронавирусом (SARS-CoV-2) [98]. Кроме того, медицинский персонал во время рабочей смены испытывает нарушения теплообмена из-за использования СИЗ [27]. Это также

повышает нагрузку на регуляторные механизмы жизнедеятельности и исполнительные органы [67].

Также необходимо отметить, что при оценке труда работников ПЦР-лабораторий по степени тяжести и напряженности была показана значимость таких факторов как сенсорные и эмоциональные перегрузки, вынужденная рабочая поза, нерациональный режим труда и отдыха, потенциальный риск контакта с возбудителем опасной инфекции при работе в «грязной» зоне и др.

Хронический стресс, вызванный указанными выше факторами, оказывает негативное воздействие, прежде всего, на сердечно-сосудистую и дыхательную системы, как основные компоненты жизнеобеспечения [42]. В связи с этим представлялось актуальным в качестве объективного критерия оценки риска здоровью изучить состояние системной гемодинамики медицинского персонала ПЦР-лабораторий по диагностике COVID-19 в период пандемии, в том числе вызванной использованием средств индивидуальной защиты от биологического фактора, а также по его окончании [89, 111].

В Таблице 4.1.1 представлены результаты сравнения показателей вариабельности сердечного ритма и сатурации работников ПЦР-лабораторий до и после рабочей смены.

Таблица 4.1.1 – Параметры вариабельности сердечного ритма и сатурации работников ПЦР-лабораторий в период пандемии (n=33; Me [Q₁, Q₃])

Показатель	До начала рабочей смены	По окончании рабочей смены
NN, мс	793,0 [679,0; 837,5]	776,0 [740,0; 918,5]
SDNN, мс	37,0 [30,5; 49,0]*	42,0 [29,0; 57,5]
ИН, усл. ед.	124,3 [108,0; 243,0]	113,0 [77,0; 239,5]
СИМ, усл. ед.	6,8 [4,0; 11,5]	8,0 [3,0; 11,5]
ПАР, усл. ед.	8,0 [4,0; 11,5]*	10,0 [5,5; 12,5]
SpO ₂ , %	97,9 [96,5; 98,6]	97,7 [97,0; 98,0]

Примечание: * – значимые различия с соответствующим показателем, измеренным после рабочей смены ($p \leq 0,05$).

Как следует из Таблицы 4.4.1, при сравнении параметров variability сердечного ритма значения медианы показателей SDNN и ПАР до рабочей смены оказались меньше, чем после нее ($p \leq 0,05$). По остальным параметрам временного анализа variability сердечного ритма различия между сравниваемыми группами были статистически незначимы ($p > 0,05$). Это свидетельствует о том, что у работников ПЦР-лабораторий в процессе выполнения профессиональных обязанностей к концу рабочей смены наблюдается существенное напряжение регуляторных механизмов, в том числе увеличение суммарного эффекта вегетативной регуляции системы кровообращения и повышение тонуса парасимпатической нервной системы. В частности, после рабочей смены у работников основной группы отмечается увеличение значения стандартного отклонения величин интервалов R-R (37,0 мс против 42,0 мс) и повышение значения индекса активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (8,0 усл. ед. против 10,0 усл. ед.).

В Таблице 4.1.2 представлены результаты сравнения показателей variability сердечного ритма и сатурации до и после рабочей смены в постпандемийный период.

Таблица 4.1.2 – Параметры variability сердечного ритма и сатурации работников ПЦР-лабораторий в постпандемийный период (n=12; Me [Q₁, Q₃])

Показатель	До начала рабочей смены	По окончании рабочей смены
NN, мс	756,0 [673,0; 825,0]	765,0 [691,0; 843,0]
SDNN, мс	38,3 [31,0; 52,0]*	42,0 [35,0; 52,0]
ИН, усл. ед.	127,0 [73,0; 192,0]	118,0 [91,0; 177,0]
СИМ, усл. ед.	4,4 [2,0; 7,0]	3,9 [2,0; 6,0]
ПАР, усл. ед.	10,9 [6,0; 14,0]*	10,7 [8,0; 14,0]
SpO ₂ , %	97,8 [97,0; 98,0]	97,9 [97,0; 98,0]

Примечание: * – значимые различия с соответствующим показателем, измеренным после рабочей смены ($p \leq 0,05$).

Как следует из Таблицы 4.1.2, при сравнении параметров variability сердечного ритма значение медианы показателя SDNN до рабочей смены оказалось меньше, чем после нее ($p \leq 0,05$). В то же время в этой группе значение показателя ПАР до рабочей смены было больше, чем после нее ($p \leq 0,05$). По остальным параметрам временного анализа variability сердечного ритма различия между сравниваемыми группами были статистически незначимы ($p > 0,05$). Это свидетельствует о том, что, как в пандемийный период, так и по его окончании, в процессе выполнения профессиональных обязанностей к концу рабочей смены наблюдается напряжение регуляторных механизмов. Это проявляется в увеличении суммарного эффекта вегетативной регуляции системы кровообращения. В то же время наблюдается снижение тонуса парасимпатической нервной системы. В частности, после рабочей смены отмечается рост значения стандартного отклонения величин интервалов R-R (38,3 мс против 42,0 мс) и небольшое падение значения индекса активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (10,9 усл. ед. против 10,7 усл. ед.).

В Таблице 4.1.3 представлены результаты сравнения показателей variability сердечного ритма и сатурации до рабочей смены работников ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19 в постпандемийный период.

Таблица 4.1.3 – Сравнительная оценка параметров variability сердечного ритма и сатурации до рабочей смены (Me [Q₁, Q₃])

Показатель	Период пандемии	Постпандемийный период
NN, мс	793,0 [679,0; 837,5]	756,0 [673,0; 825,0]
SDNN, мс	37,0 [30,5; 49,0]	38,3 [31,0; 52,0]
ИИ, усл. ед.	124,3 [108,0; 243,0]	127,0 [73,0; 192,0]
СИМ, усл. ед.	6,8 [4,0; 11,5]	4,4 [2,0; 7,0]
ПАР, усл. ед.	8,0 [4,0; 11,5]	10,9 [6,0; 14,0]
SpO ₂ , %	97,9 [96,5; 98,6]	97,8 [97,0; 98,0]

Как следует из Таблицы 4.1.3, при сравнении параметров variability сердечного ритма до начала рабочей смены не было обнаружено статистически

значимых различий ($p>0,05$). Это свидетельствует о том, что медицинские работники обеих групп до начала выполнения профессиональных обязанностей не отличаются по особенностям вегетативного баланса организма.

В Таблице 4.1.4 представлены результаты сравнения показателей variability сердечного ритма и сатурации после рабочей смены работников ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19 и в постпандемийный период.

Таблица 4.1.4 – Параметры variability сердечного ритма и сатурации после рабочей смены ($Me [Q_1, Q_3]$)

Показатель	Период пандемии	Постпандемийный период
NN, мс	793,0 [679,0; 837,5]	765,0 [691,0; 843,0]
SDNN, мс	37,0 [30,5; 49,0]	42,0 [35,0; 52,0]
ИН, усл. ед.	124,3 [108,0; 243,0]	118,0 [91,0; 177,0]
СИМ, усл. ед.	6,8 [4,0; 11,5]	3,9 [2,0; 6,0]
ПАР, усл. ед.	8,0 [4,0; 11,5]	10,7 [8,0; 14,0]
SpO ₂ , %	97,9 [96,5; 98,6]	97,9 [97,0; 98,0]

Как следует из Таблицы 4.1.4, при сравнении параметров variability сердечного ритма в основной группе и группе сравнения после рабочей смены не обнаружено статистически значимых различий ($p>0,05$). Это свидетельствует о том, что медицинские работники после 5-часового выполнения профессиональных обязанностей при различных эпидситуациях достоверно не отличаются по особенностям вегетативного баланса организма.

4.2. Оценка показателей системной гемодинамики работников ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19

Результаты исследования параметров системной гемодинамики сотрудников ПЦР-лабораторий до и после рабочей смены в период пандемии COVID-19 представлены в Таблице 4.2.1. Как следует из данной Таблицы среднее значение частоты сердечных сокращений в покое до рабочей смены было $76,5 \pm 6,46$ ударов в минуту. По окончании рабочей смены значение данного

показателя оказалось выше, составив $79,4 \pm 6,75$ ударов в минуту. Различия по указанному параметру были статистически значимы ($p=0,025$). При этом значения частоты сердечных сокращений до и после рабочей смены находились в пределах нормы для взрослого здорового человека ($60-90 \text{ мин.}^{-1}$) [89].

Таблица 4.2.1 – Параметры системной гемодинамики работников ПЦР-лабораторий до и после рабочей смены, $M \pm \sigma$

Параметры гемодинамики	До начала рабочей смены	По окончании рабочей смены	tэмп.	t≤0,05
САД, мм рт. ст.	120,2±10,23	122,3±14,83	1,21	2,03
ДАД мм рт. ст.	76,8±8,95	77,2±10,58	0,30	2,03
ПД мм рт. ст.	43,4±6,23	45,1±9,48	1,11	2,03
СрАД мм рт. ст.	95,4±1,57	96,4±2,03	0,91	2,03
ЧСС, мин.	76,5±6,46*	79,4±6,75	2,04	2,03
УОС, мл	50,3±9,14	51,1±9,96	0,63	2,03
МОС, мл/мин.	3834,4±660,94*	4044,4±805,72	2,04	2,03
ОПСС, дин х с/см ³	2070,8±91,1	2002,7±98,91	1,07	2,03
ПМК, усл. ед.	9198,1±198,79*	9747,7±298,21	2,33	2,03

Примечание: * – значимые различия при $p \leq 0,05$

Вместе с тем, отмечалось возрастание нагрузки на сердечно-сосудистую систему, связанное с осуществлением профессиональной деятельности. Саморегуляторной реакцией в данном случае является увеличение частоты сердечных сокращений, что объясняется отсутствием рабочей гипертрофии миокарда у большинства сотрудников лабораторий.

Среднее значение минутного объема сердца до рабочей смены было равно $3834,4 \pm 660,94$ мл/мин. При этом после рабочей смены значение данного показателя оказалось выше, достигнув $4044,4 \pm 805,72$ мл/мин. Различия между выборками по указанному параметру были статистически значимы ($p=0,027$). Значения минутного объема сердца до и после рабочей смены также находились в пределах нормы для взрослого здорового человека ($3500-5000 \text{ мл/мин.}$) [104]. Тем не менее, отмечалось увеличение нагрузки на системную гемодинамику, обусловленное выполнением профессиональных обязанностей. Нарастание

минутного объема сердца в данном случае происходило за счет повышения частоты сердечных сокращений при отсутствии значимого увеличения ударного объема сердца.

Среднее значение потребления миокардом кислорода в покое до рабочей смены было $9198,1 \pm 198,79$ усл. ед. После рабочей смены значение данного показателя оказалось выше, составив $9747,7 \pm 298,21$ усл. ед. Различия по указанному параметру гемодинамики были статистически значимы ($p=0,026$). Значения потребления миокардом кислорода до и после рабочей смены находились в пределах нормы для взрослого здорового человека (до 12 тыс. усл. ед.) [104]. Вместе с тем, отмечалось усиление нагрузки на сердце, связанное с выполнением должностных обязанностей. Саморегуляторной реакцией в данном случае является повышенный уровень метаболических процессов, сопровождаемый увеличением потребления миокардом кислорода.

По параметрам вегетативного статуса значимые различия между сравниваемыми выборками отсутствовали ($p>0,05$). Это свидетельствует об отсутствии существенных сдвигов во время 5-часовой рабочей смены в регуляторных механизмах, определяющих вариабельность сердечного ритма у работников ПЦР-лабораторий. Следовательно, значения основных параметров функционирования вегетативной нервной системы у медицинского персонала после рабочей смены в лаборатории не превышали таковые до начала работы.

Вместе с тем значение медианы насыщения артериальной крови кислородом в покое до рабочей смены было 98,2 % (межквартильный интервал 98-99 %). После рабочей смены значение данного показателя оказалось на 0,9 % ниже, составив $97,3 \pm 0,38$ % (межквартильный интервал 97-98 %). Различия по указанному параметру были статистически значимы. Значения насыщения артериальной крови кислородом до и после рабочей смены находились в пределах нормы для взрослого здорового человека (96-98 %). При этом отмечалось закономерное снижение сатурации, связанное с повышенной утилизацией кислорода функционально активными системами (прежде всего, сердечно-сосудистой и мышечной) в связи с осуществлением профессиональной

деятельности. Компенсаторной реакцией в данном случае являлось увеличение частоты сердечных сокращений и, как следствие, минутного объема сердца.

Таким образом, в течение 5-часовой рабочей смены у медицинского персонала лабораторий отмечался умеренный рост ключевых показателей системной гемодинамики. В частности, в результате выполнения профессиональных обязанностей минутный объем сердца после рабочей смены повысился на 5,2 % в основном за счет нарастания частоты сердечных сокращений. При этом сама частота сердечных сокращений после рабочей смены увеличилась на 3,7 %. Потребление же миокардом кислорода в конце рабочей смены повысилось на 5,6 %, а уровень сатурации при этом закономерно снизился на 0,9 %.

Вместе с тем нарастание значений указанных параметров системного кровообращения свидетельствует о повышении напряжения саморегуляторных механизмов и развитии утомления. Предполагается, что более продолжительная работа медицинского персонала ПЦР-лабораторий в СИЗ от биологического фактора, может привести к формированию выраженной профессиональной усталости, а, следовательно, к снижению качества выполняемой работы.

Таким образом, результаты данного этапа исследования позволяют сделать вывод о том, что труд персонала ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19, в том числе работа с использованием средств индивидуальной защиты от биологического фактора, приводит к напряжению механизмов саморегуляции системной гемодинамики. Степень выраженности напряжения указанных механизмов существенно зависит от особенностей функционального состояния сердечно-сосудистой системы, а также от вегетативного статуса медицинских работников. В этой связи необходимо физиолого-гигиеническое обоснование продолжительности пребывания медицинских работников ПЦР-лабораторий в «грязной» зоне в средствах индивидуальной защиты от биологического фактора, что представлено в подглаве 4.2.

4.3. Показатели теплового состояния работников ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19

Важнейшим направлением, получившим особую значимость во время возросших вирусных угроз, является разработка и внедрение мер неспецифической профилактики инфекционных заболеваний. Проблема обеспечения мероприятий по неспецифической профилактике коронавирусной инфекции стала предметом пристального изучения со стороны как отечественных, так и зарубежных ученых [29,50]. Были введены требования по соблюдению социальной дистанции, выявлению и ограничению контактов, карантинным мероприятиям, изоляции, обязательному использованию средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожи рук [103, 167, 189]. Согласно рекомендациям ВОЗ, медицинский персонал, привлекаемый к работе в условиях риска заражения, должен использовать СИЗ от биологических агентов по типу противочумных костюмов [167].

Несомненно, многие из этих мер, обеспечивая надежную защиту, как минимум создают неудобство в повседневной жизни и в профессиональной деятельности. Есть данные, что используемые комбинезоны ухудшают функциональное состояние организма и снижают работоспособность в связи с неудовлетворительными эргономическими характеристиками [175, 176, 183]. Некоторые являются причиной не только функциональных нарушений организма, но и представляют реальный риск здоровью. Наиболее изучено влияние СИЗ на органы дыхания и кожные покровы [142].

Согласно современным нормативным документам, которые регламентируют деятельность лабораторий по диагностике SARS-CoV-2, медицинские работники обязаны использовать средства индивидуальной защиты от биологического фактора [102]. Применение СИЗ является необходимой мерой предупреждения профессиональных и профессионально

обусловленных заболеваний [98, 153]. В полной мере это относится к работникам ПЦР-лабораторий.

В период пандемии COVID-19 работа медиков в ПЦР-лабораториях наряду с перечисленными рисками в условиях и организации труда, обоснованными в главе 3, может быть связана с потенциальным риском нарушения теплового состояния из-за необходимости использования средств индивидуальной защиты от биологического фактора [49, 103, 134].

В связи с изложенным выше была поставлена задача изучить тепловое состояние работников ПЦР-лабораторий в динамике рабочего дня. Необходимо отметить, что функционал врача-лаборанта и фельдшера-лаборанта в ПЦР-лабораториях включает в себя: работу в «грязной» зоне боксов (подготовка реактивов, подготовка проб для амплификации и закладка проб в амплификатор) и работу в «чистой» зоне за компьютером (интерпретация результатов амплификации с использованием программного модуля амплификатора, работа с документацией и отчетами); эти операции выполняет один и тот же сотрудник, переходя из одной зоны в другую. Выполняемая работа – сидя-стоя с незначительным физическим напряжением (категория работ по энерготратам – Ia).

Анализ публикаций, посвященных изучению теплового состояния работников при использовании средств индивидуальной защиты от биологических факторов, показал, что практически все исследования проводились в условиях климатической камеры с моделированием трудовой деятельности медицинского персонала (тяжести физической нагрузки) и температурного режима производственных помещений [6, 67]. В работе Т. К. Лосик с соавторами представлены результаты изучения теплового состояния медицинских работников клиники, принимавших на лечение больных с новой коронавирусной инфекцией в условиях реальной профессиональной деятельности [70]. Подобные изыскания в условиях деятельности ПЦР-лабораторий не выполнялись.

В исследовании приняли участие 32 практически здоровых сотрудника обозначенных выше лабораторий (все женщины), средний возраст $32,48 \pm 1,45$ лет, стаж работы в ПЦР-лаборатории – от 6 до 9 месяцев. Определялся комплекс показателей, наиболее информативных и доступных для измерения в условиях реальной профессиональной деятельности [21, 156, 160]. Оценка полученных результатов выполнялась в соответствии с требованиями методических указаний [75]. Динамика работоспособности оценивалась по результатам контактной треморометрии (делением значения общего числа касаний на время выполнения теста определяется количество касаний в 1 секунду) [20].

Для выполнения исследования были обоснованы два режима рабочей смены. При первом режиме время нахождения в «грязной зоне» длилось 3,5 часа; данная продолжительность исходила из рекомендаций использования комплекта СИЗ в течение 3,5-4-х часов [6]. Второй режим – продолжительность работы в «грязной зоне» составляла 5 часов без перерыва на обед в связи с производственной необходимостью, что часто имело место во время пандемии COVID-19.

Измерения показателей теплообмена и динамики работоспособности осуществлялись до начала рабочей смены и в течение 20-30 минут после ее окончания в соответствии с требованиями МУК 4.3.1895—04 и ГОСТ Р ИСО 9886—2008 [МУК, ГОСТ].

Параметры микроклимата в помещениях ПЦР лаборатории обеспечивались за счет водяного отопления и, при необходимости, кондиционирования воздушной среды; осуществленные измерения позволили классифицировать микроклимат как допустимый (глава 3, Таблица 3.1.1).

В данном исследовании медицинские работники в качестве СИЗ использовали костюм защитный медицинский нестерильный, ТУ 32.50.50-001-0182609432-2020 (регистрационное удостоверение № РЗН 2020/11730), включающий комбинезон, шапочку, бахилы, перчатки. Также использовались респиратор медицинский защитный фильтрующий из нетканых материалов 3-

го класса защиты (FPP3) и защитные герметичные очки, обувь медицинская (сабо), выполненная из полиуретана; бахилы высокие с завязками, выполненные из полипропилена. Комбинезон надевался на хирургический костюм, выполненный из хлопчатобумажной ткани.

Результаты определения основных показателей теплового состояния работников ПЦР-лабораторий в начале и в конце смены при продолжительности работы в «грязной» зоне 3,5 часа представлены в Таблице 4.3.1.

Таблица 4.3.1 – Показатели теплового состояния работников ПЦР-лаборатории при 3,5-часовой продолжительности рабочей смены, $M \pm m$

Показатели	Критерии теплового состояния		Фактические показатели	
	оптимальное	верхняя граница допустимого	начало смены	конец смены
Т кожи лба, С°	-	-	32,38±0,20	33,92±0,18*
Т кожи груди, С°	-	-	32,08±0,18	34,47±0,19
Т кожи кисти, С°	-	-	31,26±0,17	32,94±0,20*
Т кожи бедра, С°	-	-	31,40±0,08	33,58±0,17*
Т кожи голени, С°	-	-	30,54±0,26	32,82±0,18
Т тела (подъязычная), С°	-	-	36,76±0,04	37,23±0,04*
Т ск°, С°	31,6-32,8	33,4	31,62±0,21	33,65±0,24*
Т стт°, С°	35,3-35,8	36,3	35,28±0,11	35,60±0,12*
ΔQ_{mc} (кДж/кг)	±0,87	2,60	-	+1,12
ЧСС, уд./мин.	11-18	20	73,30±2,82	85,21±4,23*
То, (баллы)	4,0	5,0	4,01±0,10	5,79±0,12*
Влагоощущение, баллы	-	-	2,83±0,9	3,6±1,2
Треморометрия (число касаний в 1 с)	-	-	5,94±1,41	6,22±2,25

Примечание: * – различия статистически значимы, $p < 0,05$; ** – различия между группами статистически значимы, $p < 0,01$; *** – различия между группами статистически значимы, $p < 0,001$

Выявлено достоверное увеличение практических всех определяемых величин. При этом такой наиболее значимый критерий теплового состояния, как средневзвешенная температура кожи, в конце смены достигал $33,65 \pm 0,24$ °С, что превышало верхнюю границу допустимой величины (33,4 °С). Показатели ЧСС и T_{sk} приближались к верхним значениям, характеризующим предельно-допустимое тепловое состояние человека (для продолжительности работ не более трех часов за рабочую смену).

Особо необходимо отметить, что уже через 3,5 часа работы увеличивается теплосодержание до 1,12 кДж/кг, что указывает на слабое напряжение терморегуляции, риск перегревания – малый и соответствует классу условий труда 2. Возможные последствия – снижение физической работоспособности до 15 % и производительности труда до 12 % [76].

В целом анализ полученных данных в соответствии с требованиями МУК 4.3.1895-04 свидетельствует о некотором напряжении аппарата терморегуляции, но соответствует допустимому при продолжительности работы не превышающих трех часов.

Результаты, полученные в данном исследовании, коррелируются с данными, представленными в работе В. Е. Батова и С. М. Кузнецова [6]. Авторы показали, что четырехчасовая работа средней степени тяжести при температуре воздуха 25 °С в защитной одежде приводит к достижению допустимых показателей теплового состояния (средневзвешенная температура кожи, средняя температура тела) при эксплуатации всех исследуемых костюмов. Максимальное время до момента достижения допустимых величин – 220 минут.

Анализ результатов изучения теплового состояния работников ПЦР-лабораторий в начале и конце смены при пятичасовой продолжительности работы в «грязной» зоне представлен в Таблице 4.3.2.

Показано достоверное возрастание температуры кожи во всех измеряемых точках. Величина температуры тела (подъязычная температура) достигла $37,85 \pm 0,07$ °C (при верхней границе допустимого значения 37,5 °C) при выполнении работ категории Ia.

Значения средневзвешенной температуры кожи ($34,20 \pm 0,24$ °C) и средней температуры тела ($36,9 \pm 0,06$ °C) достоверно превышали верхнюю границу допустимого. В целом по показателям «средняя температура тела ($T_{\text{сгт}}$, °C)» и «теплоощущения» (в конце смены достигли $6,28 \pm 0,30$ баллов ($p \leq 0,01$)), тепловое состояние соответствовало градации «предельно допустимое».

Также в организме работников ПЦР-лабораторий имело место достоверное увеличение теплосодержания до величины +3,13 кДж/кг, что соответствует выраженному напряжению терморегуляции, риск перегревания – высокий и соответствует классу условий труда 3.2 (МУК 10г.).

Результаты треморометрии (увеличение числа касаний более чем на 20%) свидетельствует о существенном снижении работоспособности по истечении пяти часов работы.

Таким образом, полученные в данном исследовании показатели свидетельствуют о напряжении реакций терморегуляции при использовании медиками СИЗ уже через 3,5 часа работы. Тепловое состояние, сформированное при пятичасовой продолжительности рабочей смены в ПЦР-лаборатории, создаёт реальный риск перегревания и связанных с ним нарушений здоровья.

Степень риска перегревания работающих в конкретных условиях по предложению Р. Ф. Афанасьевой с соавторами прежде всего определяется величиной накопленного тепла в организме [3]. А. В. Конюхов с соавторами, изучая в условиях эксперимента особенности теплового состояния добровольцев при использовании СИЗ от биологического фактора «Тайвек 600 Плюс», определили повышение температуры «оболочки» тела и его «ядра» уже к третьему часу работы [67].

Таблица 4.3.2 – Показатели теплового состояния работников ПЦР-лаборатории при 5-ти часовой продолжительности рабочей смены, $M \pm m$

Показатели	Критерии теплового состояния		Фактические показатели	
	оптимальное	верхняя граница допустимого	начало смены	конец смены
Т кожи лба, С°	-	-	32,12±0,22	33,46±0,38**
Т кожи груди, С°	-	-	32,13±0,35	33,49±0,38*
Т кожи кисти, С°	-	-	31,62±0,24	33,38±0,40***
Т кожи бедра, С°	-	-	31,82±0,35	33,39±0,30*
Т кожи голени, С°	-	-	30,34±0,26	31,90±0,32***
Т тела (подъязычная), С°	-	-	36,68±0,06	37,85±0,07**
Т _{ск} °, °С	31,6-32,8	33,4	31,84±0,24	34,20±0,24
Т _{стг} °С	35,3-35,8	36,3	35,37±0,08	36,9±0,06**
ΔQ _{мс} (кДж/кг)	±0,87	2,60	-	+3,13
ЧСС, уд./мин.	11-18	20	73,30±2,82	97,21±14,23*
То (баллы)	4,0	5,0	4,28±1,01	6,28±0,30**
Влагоощущение, баллы	-	-	2,92±0,8	3,92±1,4
Треморометрия (число касаний в 1 с)	-	-	5,44±1,82	9,42±3,35

Примечание: * – различия статистически значимы, $p < 0,05$; ** – различия между группами статистически значимы, $p < 0,01$; *** – различия между группами статистически значимы, $p < 0,001$

Увеличение теплосодержания при этом достигало $2,6 \pm 1,6$ кДж/кг, а среднее значение ЧСС – 98 ± 18 уд./мин., что соответствует умеренному риску перегревания и сопровождается ухудшением самочувствия, снижением работоспособности. Такая неконтролируемая гипертермия, по мнению многих авторов, приводит к нарушениям механизмов терморегуляции, дисфункции центральной нервной системы [70]. По мнению этих авторов, при увеличении

степени напряжения терморегуляторных реакций через 3 часа работы необходим перерыв в течение 30 минут без СИЗ в помещении с комфортными параметрами микроклимата для восстановления теплового состояния организма [6, 70].

Полученные данные корреспондируют с результатами исследования А. В. Конюхова с соавторами, которые показали, что при использовании средств индивидуальной защиты от биологического фактора при комфортных микроклиматических условиях имел место рост некоторых критериальных показателей обследованных лиц, в частности, до верхней границы допустимых значений теплового состояния. Это свидетельствует о ведущем влиянии СИЗ на терморегуляцию организма и обуславливает необходимость их снижения в процессе производственной деятельности и требует ограничить максимальную продолжительность рабочей смены в заданных условиях тремя часами с последующим перерывом для восстановления теплового состояния и водно-солевого баланса [67].

По мнению Т. К. Лосик с соавторами, в целях улучшения теплового состояния организма медработников для нормализации теплового состояния персонала, использующего комплект СИЗ от биологических факторов, по истечении трех часов работы в «грязной» зоне необходим 30-минутный перерыв с пребыванием в помещении с комфортными параметрами микроклимата без СИЗ [70].

4.4. Сравнительная оценка психоэмоционального статуса медицинских работников ПЦР-лаборатории в различных эпидемических ситуациях

Во время пандемии COVID-19 большое количество научных публикаций было посвящено психологическому состоянию медицинских работников [114, 119]. Представлялось важным изучить уровень стресса, тревоги и дезадаптации у медицинских работников различных специальностей для разработки индивидуальных рекомендаций по преодолению возникших сложностей [40].

Как уже отмечалось, в условиях пандемии организация трудового процесса медицинских работников ПЦР-лабораторий может привести к формированию профессиональных факторов, не соответствующих гигиеническим требованиям. Длительная работа в таких условиях может явиться причиной функциональных изменений, в том числе нарушений психоэмоционального статуса у персонала ПЦР-лабораторий.

На Рисунке 4.4.1 представлены результаты оценки психоэмоционального и физического состояния работников ПЦР-лабораторий в начале рабочего дня по методике «Самочувствие, активность, настроение».

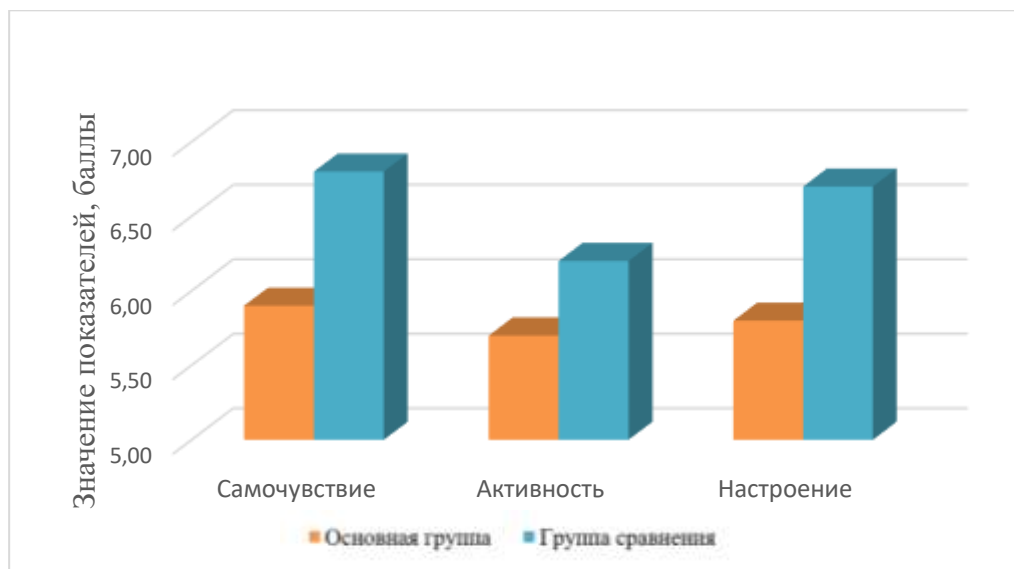


Рисунок 4.4.1 – Функциональное состояние работников ПЦР-лабораторий основной группы и группы сравнения в начале рабочего дня

Как следует из Рисунка 4.4.1, в начале рабочего дня обе группы находятся в зоне благоприятного эмоционального состояния (значения показателей превышают 4 балла). Однако уровень самочувствия, активности и настроения у медицинских работников основной группы (период пандемии) статистически значимо ниже, чем у работников группы сравнения (постпандемийный период) по всем трем шкалам ($p < 0,01$). Данный факт свидетельствует о том, что накопившееся утомление у части сотрудников ПЦР-лабораторий во время пандемии COVID-19 имеет хронический характер.

На Рисунке 4.4.2 представлены результаты оценки психоэмоционального и физического состояния работников ПЦР-лабораторий в конце рабочего дня по методике «Самочувствие, активность, настроение».

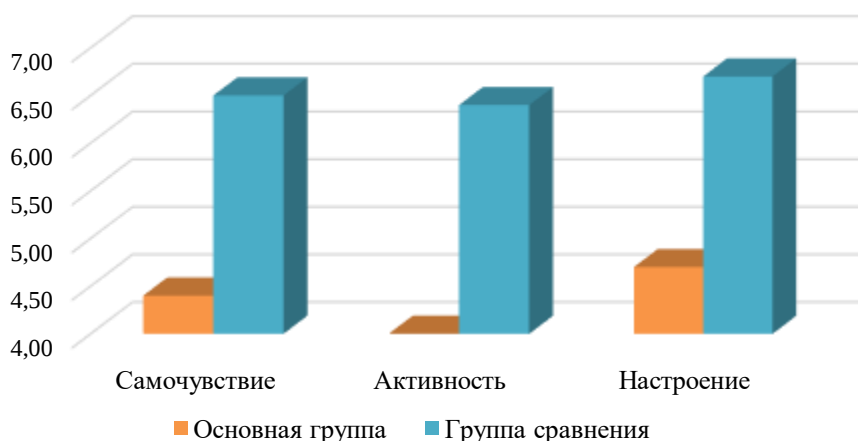


Рисунок 4.4.2 – Функциональное состояние работников ПЦР-лабораторий основной группы и группы сравнения в конце рабочего дня

Как следует из Рисунка 4.4.2, в конце рабочего дня изучаемые показатели у работников группы сравнения, несмотря на некоторое снижение, остаются в зоне благоприятного эмоционального состояния (значения показателей превышают 4 балла). В то же время у медицинских работников основной группы (период пандемии) медианные значения показателей, отражающих дезадаптацию, приближаются к уровню неблагоприятного состояния ($p < 0,001$). К концу рабочего дня более 50 % сотрудников ПЦР-лабораторий, которые работали в «грязной»

зоне, имеют неблагоприятный уровень (значения показателей менее 4-х баллов) по одной и более шкалам теста САН. В групп сравнения соответствующая доля не превышает 10 %. Следовательно, профессиональная деятельность работников ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19 характеризуется четкой тенденцией к формированию дезадаптации.

Данное обстоятельство позволяет рекомендовать при проведении периодических медицинских осмотров формировать группы риска среди медицинских работников ПЦР-лабораторий и проводить специфические медико-профилактические мероприятия. Также необходимой представляется разработка и внедрение режима труда и отдыха для этой категории медицинских работников с учетом как динамики их психоэмоционального статуса, так и прочих функциональных показателей.

В Таблице 4.3.3 приведены данные по соотношению ситуативной и личностной тревожности у работников ПЦР-лабораторий основной группы (период пандемии COVID-19) и медиков группы сравнения (постпандемийный период) вне зависимости от периода рабочей смены (тест Спилбергера-Ханина проводился в нерабочее время).

Таблица 4.3.3 – Соотношение уровня ситуативной и личностной тревожности в основной и контрольной группах (Me [Q₁, Q₃])

Показатель	Основная группа	Группа сравнения	Значение p
Ситуативная тревожность, баллы	37,0 [33,5; 42,0]*	27,0 [23,0; 33,5]	0,0001
Личностная тревожность, баллы	44,0 [39,0; 48,0]*	39,0 [30,5; 43,5]	0,0040

Примечание: * – значимое различие с контрольной группой ($p \leq 0,05$)

Как следует из Таблицы 4.3.3, медианный уровень как ситуативной, так и личностной тревожности в основной группе оказался значимо выше, чем у работников группы сравнения ($p < 0,001$ и $p < 0,01$, соответственно). При этом значение личностной тревожности в основной группе приближалось к границе

высокого нормативного уровня (45 баллов). Кроме того, 36,0 % работников этой группы имели уровень личностной тревожности выше указанной границы. В группе сравнения таких сотрудников оказалось лишь 18,2 %. Это свидетельствует о том, что тревога у трети работающих в «грязной» зоне имеет хронический характер.

Доля лиц с клинически высоким уровнем ситуативной тревожности (более 45 баллов) в основной и группе сравнения составила 12,10 и 6,06 % соответственно. При этом различия по уровню ситуативной тревожности между данными группами оказались более выраженными, чем по личностной. Это связано с тем, что сотрудники ПЦР-лабораторий, отнесенные к основной группе, в большей степени воспринимают условия своей работы как угрожающие.

Таким образом, профессионально обусловленная стресс-реакция у персонала ПЦР-лабораторий, работающего в период пандемии COVID-19, приводит к выраженной дезадаптации, что требует особого внимания к данной категории работников и применения индивидуальных траекторий медико-гигиенического сопровождения.

Функциональное состояние центральной нервной системы (ЦНС) во время профессиональной деятельности работников ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19 и во внепандемный период было изучено методом вариационной хронорефлексометрии [74]. Данная методика представляет наиболее информативные показатели состояния нервных процессов организма и его индивидуально-типологических особенностей [52].

Результаты сравнения параметров хронорефлексометрии работников ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19 до и после рабочей смены представлены в Таблице 4.4.1.

Как следует из Таблицы 4.4.1, при сравнении параметров хронорефлексометрии в основной группе значения медианы показателей M , s , M_0 , dt , T до рабочей смены оказались меньше, чем после нее ($p \leq 0,05$). В то же время, значения медианы показателей R_{max} , ΦUC , UP , $УФВ$ до рабочей смены оказались больше, чем после нее ($p \leq 0,05$). Это свидетельствует о том, что в этой

группе у работников ПЦР-лабораторий в процессе выполнения профессиональных обязанностей к концу рабочей смены наблюдается ухудшение функционального состояния центральной нервной системы и снижение работоспособности.

Таблица 4.4.1 – Параметры хронорефлексометрии в основной группе до и после рабочей смены (n=33; Me [Q₁, Q₃])

Показатель	До рабочей смены				После рабочей смены			
	Левая рука	Правая рука	Среднее	Разность	Левая рука	Правая рука	Среднее	Разность
М, с	303,8* [293; 317]	299,8* [290; 317]	302,0* [293; 322]	3,25 [0; 10]	358,0 [325; 414]	348,0 [322; 424]	354,0 [324; 413]	4,75 [-10; 9]
s, с	44,0* [36; 65]	43,3* [34; 61]	43,0* [35; 61]	0,4 [-1; 2]	80,0 [53; 114]	79,0 [52; 115]	81,0 [53; 112]	2,0 [-1; 6]
Mo, с	0,29* [0,27; 0,31]	0,29 [0,27; 0,29]	0,29* [0,27; 0,30]	0 [0; 0]	0,33 [0,29; 0,37]	0,31 [0,27; 0,35]	0,32 [0,28; 0,37]	0 [0; 0,02]
Pmax, с	0,30* [0,26; 0,34]	0,30* [0,26; 0,34]	0,31* [0,26; 0,34]	0 [-0,04; 0,02]	0,18 [0,14; 0,24]	0,20 [0,14; 0,24]	0,18 [0,14; 0,24]	0 [-0,04; 0]
dT, с	0,06* [0,04; 0,06]	0,06* [0,04; 0,08]	0,05* [0,04; 0,06]	0 [-0,02; 0,02]	0,12 [0,08; 0,16]	0,10 [0,06; 0,14]	0,11 [0,07; 0,15]	0 [-0,02; 0,02]
T, с	0,30* [0,29; 0,31]	0,29* [0,28; 0,31]	0,29* [0,29; 0,31]	0,01 [0; 0,01]	0,34 [0,32; 0,40]	0,34 [0,32; 0,41]	0,34 [0,33; 0,40]	0 [0; 0,01]
ФУС, усл. ед.	2,43* [2,34; 2,55]	2,45* [2,38; 2,58]	2,43* [2,39; 2,56]	-0,03 [-0,07; 0,04]	2,12 [1,89; 2,41]	2,21 [1,94; 2,45]	2,18 [1,89; 2,44]	-0,03 [-0,07; 0]
УР, усл. ед.	1,61* [1,39; 2,08]	1,67* [1,29; 2,14]	1,71* [1,44; 2,04]	-0,01* [-0,28; 0,23]	0,49 [-0,12; 1,01]	0,50 [0; 1,10]	0,51 [-0,06; 1,08]	-0,16 [-0,51; 0,19]
УФВ, усл. ед.	2,83* [2,66; 2,36]	2,88* [2,53; 3,40]	2,96* [2,72; 3,19]	-0,01 [0,31; 0,24]	1,44 [0,83; 2,04]	1,66 [0,83; 2,34]	1,61 [0,86; 2,29]	-0,16 [-0,53; 0,21]

Примечание: * – значимые различия с соответствующим показателем, измеренным после рабочей смены ($p \leq 0,05$).

В частности, отмечается уменьшение средней скорости реагирования на стимул (M , 302,0 с против 354,0 с) и стабильности сенсомоторного реагирования (s , 43,0 с против 81,0 с), а также увеличение латентного периода ПЗМР (M_o , 0,29 с против 0,32 с), временного интервала от сигнала до начала движения (dt , 0,05 с против 0,11 с) и латентного периода (T , 0,29 с против 0,34 с), который отражает возбудимость, лабильность и реактивность нервной системы.

Кроме того, в конце рабочей смены в основной группе выявлено значимое уменьшение максимального значения в ряду данных (P_{max} , 0,31 с против 0,18 с), функционального уровня нервной системы (ФУС, 2,43 усл. ед. против 2,18 усл. ед.), устойчивости реакции (УР, 1,71 усл. ед. против 0,51 усл. ед.) и уровня функциональных возможностей сформированной функциональной системы (УФВ, 2,96 усл. ед. против 1,61 усл. ед.), что свидетельствует о снижении устойчивости ЦНС к раздражителям, о рассеивании внимания и об уменьшении способности формировать и длительно удерживать адекватную заданию функциональную систему.

Результаты сравнения параметров хронорефлексометрии в группе работников ПЦР-лабораторий в постпандемийный период до и после рабочей смены представлены в Таблице 4.4.2.

Как следует из Таблицы 4.4.2, при сравнении параметров хронорефлексометрии в данной группе значения медианы показателей M , M_o , T до рабочей смены оказались больше, чем после нее ($p \leq 0,05$). В то же время значения медианы ФУС до рабочей смены оказались меньше, чем после нее ($p \leq 0,05$). Следовательно, у работников ПЦР-лабораторий группы сравнения в результате выполнения профессиональных обязанностей к концу рабочей смены наблюдается парадоксальное улучшение функционального состояния центральной нервной системы и некоторое повышение работоспособности.

В частности, отмечается увеличение средней скорости реагирования на стимул (M , 341,0 с против 304,0 с), а также уменьшение латентного периода ПЗМР (M_o , 0,31 с против 0,29 с) и латентного периода для левой руки (T , 0,35 с

против 0,31 с), который отражает возбудимость, лабильность и реактивность нервной системы.

Таблица 4.4.2 – Параметры хронорефлексометрии в группе сравнения до и после рабочей смены (n=12, Me [Q₁, Q₃])

Показатель	До рабочей смены				После рабочей смены			
	Левая рука	Правая рука	Среднее	Разность	Левая рука	Правая рука	Среднее	Разность
М, с	342,5* [330; 352]	339,0* [319; 354]	341,0* [324; 353]	5,0* [2; 9]	306,2 [299; 316]	301,0 [295; 340]	304,0 [301; 321]	6,0 [-10; 9]
s, с	54,5 [40; 74]	51,0 [42; 68]	53,0 [42; 68]	0 [-3; 2]	49,5 [41; 69]	49,5 [37; 55]	50,0 [42; 66]	2,0 [-0,5; 4,3]
Мо, с	0,31* [0,31; 0,33]	0,31 [0,31; 0,32]	0,31 [0,31; 0,33]	0 [-0,01; 0]	0,29 [0,29; 0,31]	0,29 [0,27; 0,32]	0,29 [0,28; 0,31]	0 [-0,01; 0,02]
Pmax, с	0,24 [0,20; 0,28]	0,26 [0,22; 0,27]	0,26 [0,20; 0,27]	0 [-0,04; 0,01]	0,26 [0,23; 0,28]	0,26 [0,24; 0,29]	0,26 [0,23; 0,30]	0 [-0,04; 0,02]
dT, с	0,10 [0,06; 0,11]	0,08 [0,05; 0,10]	0,08 [0,07; 0,10]	0 [-0,01; 0,02]	0,08 [0,06; 0,08]	0,06 [0,06; 0,09]	0,08 [0,06; 0,09]	0 [-0,01; 0,02]
T, с	0,35* [0,33; 0,36]	0,33 [0,32; 0,35]	0,35 [0,33; 0,35]	0,01 [0; 0,01]	0,31 [0,30; 0,32]	0,30 [0,29; 0,32]	0,30 [0,30; 0,32]	0,01 [0; 0,01]
ФУС, усл. ед.	2,25 [2,18; 2,29]	2,28* [2,17; 2,32]	2,28* [2,13; 2,29]	0 [-0,03; 0,03]	2,37 [2,36; 2,48]	2,40 [2,36; 2,52]	2,43 [2,33; 2,47]	-0,05 [-0,07; 0,01]
УР, усл. ед.	0,89 [0,61; 1,70]	1,14 [0,95; 1,59]	1,16 [0,76; 1,46]	-0,13 [-0,31; 0,11]	1,24 [0,92; 1,57]	1,32 [1,11; 1,57]	1,17 [1,01; 1,63]	-0,05 [-0,31; 0,17]
УФВ, усл. ед.	1,92 [1,65; 2,74]	2,22 [1,96; 2,76]	2,17 [1,79; 2,61]	-0,13 [-0,32; 0,10]	2,35 [2,09; 2,77]	2,42 [2,28; 2,78]	2,32 [2,18; 2,81]	-0,10 [-0,28; 0,18]

Примечание: * – значимые различия с соответствующим показателем, измеренным после рабочей смены ($p \leq 0,05$).

Кроме того, в конце рабочей смены выявлено значимое увеличение функционального уровня нервной системы (ФУС, 2,28 усл. ед. против 2,43 усл.

ед.), что свидетельствует о некотором повышении устойчивости ЦНС к раздражителям у представителей контрольной группы.

Результаты сравнения параметров хронорефлексометрии в двух группах до рабочей смены представлены в Таблице 4.4.3.

Как следует из Таблицы 4.4.3, при сравнении параметров хронорефлексометрии до рабочей смены значения медианы показателей М, Мо, Т у работников ПЦР-лабораторий в период пандемии оказались значимо меньше, чем у работников ПЦР-лабораторий в постпандемийный период ($p \leq 0,05$). В то же время значения медианы ФУС, УР и УФВ у работников в период пандемии оказались значимо выше, чем у лиц группы сравнения ($p \leq 0,05$). Следовательно, в основной группе у работников ПЦР-лабораторий до начала рабочей смены наблюдается лучшее функциональное состояние центральной нервной системы и более высокая работоспособность, чем в группе сравнения. В частности, отмечается более высокая средняя скорость реагирования на стимул (М, 302,0 с против 341,0 с), а также более низкое значение латентного периода ПЗМР (Мо, 0,29 с против 0,31 с) и латентного периода (Т, 0,29 с против 0,35 с), что отражает более оптимальный уровень возбудимости, лабильности и реактивности нервной системы. Кроме того, у работников в период пандемии выявлен значимо более высокий функциональный уровень нервной системы (ФУС, 2,43 усл. ед. против 2,28 усл. ед.), что отражает повышенную устойчивость ЦНС к раздражителям; более высокая устойчивость реакции (УР, 1,71 усл. ед. против 1,16 усл. ед.) и более высокий уровень функциональных возможностей нервной системы (УФВ, 2,96 усл. ед. против 2,17 усл. ед.).

Результаты сравнения параметров хронорефлексометрии после рабочей смены представлены в Таблице 4.4.4.

Таблица 4.4.3 – Сравнительная оценка показателей хронорефлексометрии до рабочей смены (Me [Q₁, Q₃])

Показатель	Период пандемии				Постпандемийный период			
	Левая рука	Правая рука	Среднее	Разность	Левая рука	Правая рука	Среднее	Разность
М, с	303,8* [293; 317]	299,8* [290; 317]	302,0* [293; 322]	3,25 [0; 10]	342,5 [330; 352]	339,0 [319; 354]	341,0 [324; 353]	5,0 [2; 9]
s, с	44,0 [36; 65]	43,3 [34; 61]	43,0 [35; 61]	0,4 [-1; 2]	54,5 [40; 74]	51,0 [42; 68]	53,0 [42; 68]	0 [-3; 2]
Мо, с	0,29* [0,27; 0,31]	0,29* [0,27; 0,29]	0,29* [0,27; 0,30]	0 [0; 0]	0,31 [0,31; 0,33]	0,31 [0,31; 0,32]	0,31 [0,31; 0,33]	0 [-0,01; 0]
Pmax, с	0,30* [0,26; 0,34]	0,30* [0,26; 0,34]	0,31* [0,26; 0,34]	0 [-0,04; 0,02]	0,24 [0,20; 0,28]	0,26 [0,22; 0,27]	0,26 [0,20; 0,27]	0 [-0,04; 0,01]
dT, с	0,06* [0,04; 0,06]	0,06 [0,04; 0,08]	0,05* [0,04; 0,06]	0 [-0,02; 0,02]	0,10 [0,06; 0,11]	0,08 [0,05; 0,10]	0,08 [0,07; 0,10]	0 [-0,01; 0,02]
T, с	0,30* [0,29; 0,31]	0,29* [0,28; 0,31]	0,29* [0,29; 0,31]	0,01 [0; 0,01]	0,35 [0,33; 0,36]	0,33 [0,32; 0,35]	0,35 [0,33; 0,35]	0,01 [0; 0,01]
ФУС, усл. ед.	2,43* [2,34; 2,55]	2,45* [2,38; 2,58]	2,43* [2,39; 2,56]	-0,03 [-0,07; 0,04]	2,25 [2,18; 2,29]	2,28 [2,17; 2,32]	2,28 [2,13; 2,29]	0 [-0,03; 0,03]
УР, усл. ед.	1,61* [1,39; 2,08]	1,67* [1,29; 2,14]	1,71* [1,44; 2,04]	-0,01* [-0,28; 0,23]	0,89 [0,61; 1,70]	1,14 [0,95; 1,59]	1,16 [0,76; 1,46]	-0,13 [-0,31; 0,11]
УФВ, усл. ед.	2,83* [2,66; 2,36]	2,88* [2,53; 3,40]	2,96* [2,72; 3,19]	-0,01 [0,31; 0,24]	1,92 [1,65; 2,74]	2,22 [1,96; 2,76]	2,17 [1,79; 2,61]	-0,13 [-0,32; 0,10]

Примечание: * – значимые различия с соответствующим показателем в контрольной группе ($p \leq 0,05$).

Из Таблицы 4.4.4 следует, что при сравнении параметров хронорефлексометрии после рабочей смены значения медианы показателей М, s, dT, T в основной группе оказались значимо больше, чем в группе сравнения ($p \leq 0,05$). В то же время значения медианы Pmax, ФУС, УР, УФВ в основной группе оказались значимо меньше, чем в контрольной ($p \leq 0,05$). Следовательно, у

этих работников ПЦР-лабораторий в процессе выполнения профессиональных обязанностей после рабочей смены наблюдается более существенное ухудшение функционального состояния центральной нервной системы и более низкая работоспособность, чем в контрольной группе.

Таблица 4.4.4 – Параметры хронорефлексометрии в основной и контрольной группах после рабочей смены (Me [Q₁, Q₃])

Показатель	Основная группа (n=33)				Контрольная группа (n=12)			
	Левая рука	Правая рука	Среднее	Разность	Левая рука	Правая рука	Среднее	Разность
М, с	358,0* [325; 414]	348,0* [322; 424]	354,0* [324; 413]	4,75 [-10; 9]	306,2 [299; 316]	301,0 [295; 340]	304,0 [301; 321]	6,0 [-10; 9]
s, с	80,0* [53; 114]	79,0* [52; 115]	81,0* [53; 112]	2,0 [-1; 6]	49,5 [41; 69]	49,5 [37; 55]	50,0 [42; 66]	2,0 [-0,5; 4,3]
Мо, с	0,33 [0,29; 0,37]	0,31 [0,27; 0,35]	0,32 [0,28; 0,37]	0 [0; 0,02]	0,29 [0,29; 0,31]	0,29 [0,27; 0,32]	0,29 [0,28; 0,31]	0 [-0,01; 0,02]
Pmax, с	0,18* [0,14; 0,24]	0,20* [0,14; 0,24]	0,18* [0,14; 0,24]	0 [-0,04; 0]	0,26 [0,23; 0,28]	0,26 [0,24; 0,29]	0,26 [0,23; 0,30]	0 [-0,04; 0,02]
dT, с	0,12* [0,08; 0,16]	0,10* [0,06; 0,14]	0,11* [0,07; 0,15]	0 [-0,02; 0,02]	0,08 [0,06; 0,08]	0,06 [0,06; 0,09]	0,08 [0,06; 0,09]	0 [-0,01; 0,02]
T, с	0,34* [0,32; 0,40]	0,34* [0,32; 0,41]	0,34* [0,33; 0,40]	0 [0; 0,01]	0,31 [0,30; 0,32]	0,30 [0,29; 0,32]	0,30 [0,30; 0,32]	0,01 [0; 0,01]
ФУС, усл. ед.	2,12* [1,89; 2,41]	2,21* [1,94; 2,45]	2,18* [1,89; 2,44]	-0,03 [-0,07; 0]	2,37 [2,36; 2,48]	2,40 [2,36; 2,52]	2,43 [2,33; 2,47]	-0,05 [-0,07; 0,01]
УР, усл. ед.	0,49* [-0,12; 1,01]	0,50* [0; 1,10]	0,51* [-0,06; 1,08]	-0,16 [-0,51; 0,19]	1,24 [0,92; 1,57]	1,32 [1,11; 1,57]	1,17 [1,01; 1,63]	-0,05 [-0,31; 0,17]
УФВ, усл. ед.	1,44* [0,83; 2,04]	1,66* [0,83; 2,34]	1,61* [0,86; 2,29]	-0,16 [-0,53; 0,21]	2,35 [2,09; 2,77]	2,42 [2,28; 2,78]	2,32 [2,18; 2,81]	-0,10 [-0,28; 0,18]

Примечание: * – значимые различия с соответствующим показателем в контрольной группе ($p \leq 0,05$).

В частности, отмечается более низкая скорость реагирования на стимул (M , 354,0 с против 354,0 с), пониженная стабильность сенсомоторного реагирования (s , 81,0 с против 0,50 с), а также более длительный интервал от сигнала до начала движения (dt , 0,11 с против 0,08 с) и латентный период (T , 0,34 с против 0,30 с), что отражает снижение возбудимости, лабильности и реактивности нервной системы.

Кроме того, в основной группе выявлен значимо более низкий функциональный уровень нервной системы (ФУС, 2,18 усл. ед. против 2,43 усл. ед.), что отражает сниженную устойчивость ЦНС к раздражителям, более низкая устойчивость реакции (УР, 0,51 усл. ед. против 1,17 с), то есть рассеивание внимания; снижение уровня функциональных возможностей функциональной системы (УФВ, 1,61 усл. ед. против 2,32 усл. ед.) в процессе выполнения работы. При этом максимальное значение в ряду данных (P_{max} , 0,18 с против 0,26 с) в основной группе значимо меньше, чем в контрольной.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что после рабочей смены в основной группе у персонала ПЦР-лабораторий отмечается значимое снижение уровня активации ЦНС и работоспособности по сравнению с группой постпандемийного периода. Это объясняется формированием выраженного утомления вплоть до истощения функциональных резервов центральной нервной системы.

Таким образом, выявлены особенности функционального состояния центральной нервной системы и работоспособности у работников ПЦР-лабораторий. Полученные данные свидетельствуют о том, что к концу рабочей смены отмечается развитие выраженного утомления в группе медиков, осуществляющих профессиональные функции в период пандемии, вплоть до истощения функциональных резервов. Особенно ярко это проявляется на фоне изначально более высокого по сравнению с результатами оценки уровня активации ЦНС и работоспособности работников во внепандемийный период. Долговременная адаптация к условиям профессиональной деятельности у персонала ПЦР-лабораторий приводит к снижению устойчивости реакции на

раздражители и, как следствие, повышает вероятность появления ошибок в работе.

4.5. Оценка социального самочувствия работников ПЦР-лабораторий

Индикаторами социального самочувствия работников являются удовлетворенность, вовлеченность, лояльность персонала и мотивация, которые зачастую рассматриваются как основные HR-индикаторы социальных настроений сотрудников [139, 163, 164]. Наиболее часто используется показатель удовлетворенности, показывающий в какой степени сотрудники довольны своей работой, организацией рабочего места, корпоративной атмосферой. На Рисунке 4.5.1 представлена сравнительная характеристика удовлетворенности своей работой сотрудниками ПЦР-лабораторий в период пандемии и в постпандемийный период.

Полученные данные корреспондируются с мнением ряда авторов, которые показали, что удовлетворенность своей работой напрямую коррелирует с тяжестью и напряженностью труда, характеристиками рабочих мест, условиями труда [165, 179]. В работе Е. А. Черных, в том числе, указывается, что в целом на кризис 2020 года, связанный с пандемией, отреагировали снижением удовлетворенности работой только лица, имеющие высшее и законченное среднее специальное образование [142]. В данном исследовании достоверно показано, что в период пандемии почти 45 % респондентов либо совершенно не удовлетворены своей работой, либо скорее не удовлетворены, что обусловлено, вероятно, большим объемом проводимых исследований и особым режимом труда. Во внепандемийный период таких было всего 14 %.

Таким образом, в главах 3 и 4 выявлены различия как в условиях труда, так в динамике функционального состояния работников ПЦР-лабораторий, их социального благополучия в период пандемии COVID-19 и во время обычной эпидемической ситуации. Данное обстоятельство является научным аргументом для необходимости разработки комплекса управленческих решений для

минимизации гигиенических и биологических рисков здоровью медиков с учетом используемых технологий и режимов работы ПЦР-лабораторий при различных эпидситуациях.

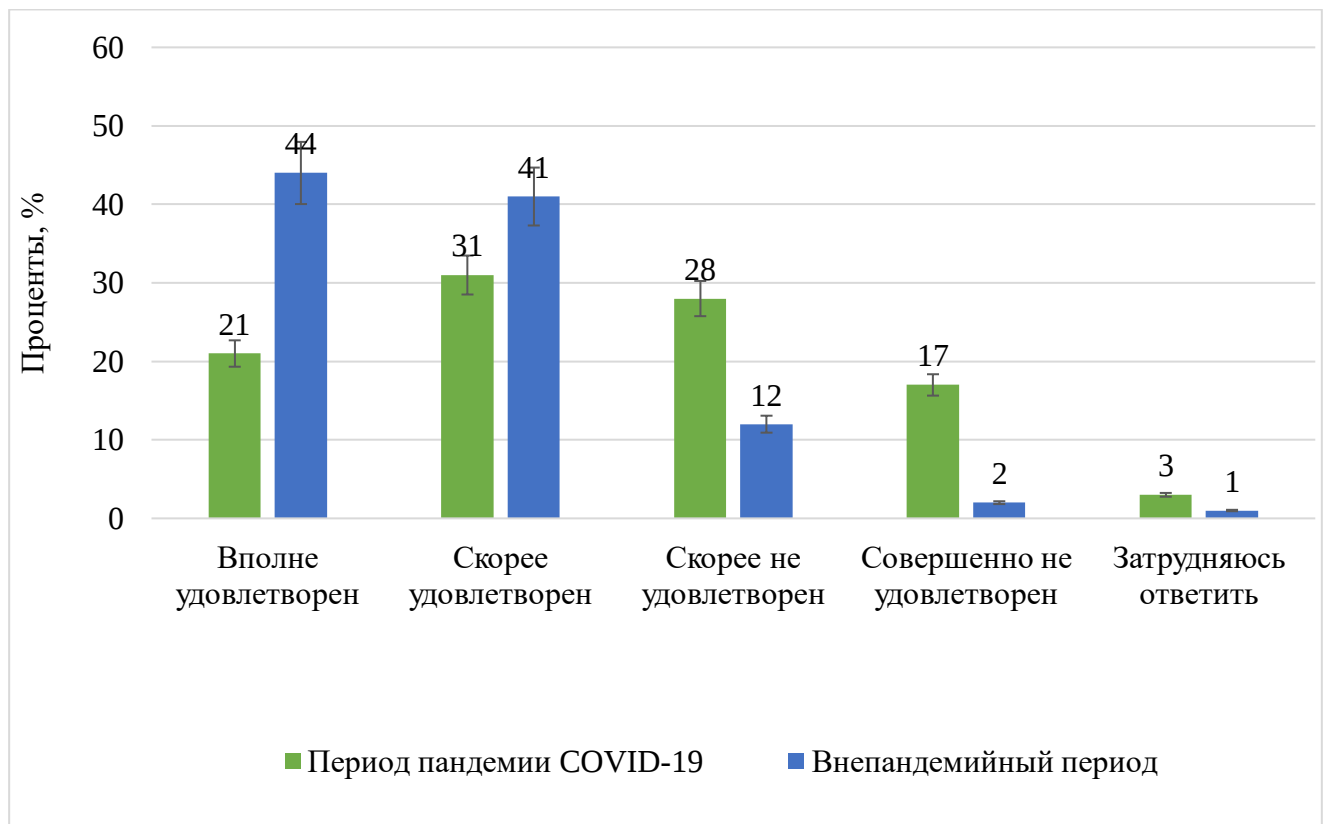


Рисунок 4.5.1 – Сравнительная оценка удовлетворенности своей работой медиками ПЦР-лабораторий, %

ГЛАВА 5. ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ И УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ГИГИЕНИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ С УЧЕТОМ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЦР-ДИАГНОСТИКИ

ПЦР-диагностика (диагностика на основе полимеразой цепной реакции) стала одним из наиболее распространенных и эффективных методов в области молекулярной биологии и медицины.

Возникновение пандемии COVID-19 актуализировало вопрос готовности национальных систем здравоохранения к реагированию на биологические угрозы [115].

Критически важным элементом системы противозидемических мероприятий стала лабораторная диагностика, в частности, метод полимеразной цепной реакции, утвержденный в качестве «золотого стандарта» для выявления РНК SARS-CoV-2 [115]. Резкий, непрогнозируемый рост нагрузки на ПЦР-лаборатории выявил системные недостатки в организации их работы.

Выполненное исследование показало существование рисков здоровью работников ПЦР-лабораторий, особенно значимых в период пандемии COVID-19, которые обосновывают необходимость разработки профилактических мероприятий и управленческих решений, направленных на их минимизацию.

5.1. Профилактические мероприятия по минимизации обоснованных рисков здоровью работников ПЦР-лабораторий

В главе 3 были обоснованы гигиенические риски. Выявлены различия условий труда медицинских работников ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19 и во время обычной эпидемической ситуации.

В главе 4 были доказаны риски нарушений функционального состояния организма работников ПЦР-лабораторий. К их числу относится напряжение реакции терморегуляции, значимое при различных режимах работы.

Был обоснован режим труда медиков в ПЦР-лаборатории при работе в средствах индивидуальной защиты от биологического фактора.

Полученные в данном исследовании показатели свидетельствуют о напряжении реакций терморегуляции при использовании медиками СИЗ уже через 3,5 часа работы. Тепловое состояние, сформированное при пятичасовой продолжительности рабочей смены в ПЦР-лаборатории, представляет реальный риск нарушения здоровья.

Выполненное исследование позволило обосновать предельную продолжительность работы без перерыва в «грязной» зоне при использовании СИЗ от биологических факторов – не более 3,5 часов. Полученные результаты совпадают с результатами исследования специалистов НИИ медицины труда им. акад. Н. Ф. Измерова и военно-медицинской академии имени С. М. Кирова Минобороны Российской Федерации [3, 6, 67].

5.2. Управленческие решения по оптимизации условий и организации труда работников ПЦР-лабораторий

В целом, осуществленная физиолого-гигиеническая оценка труда работников позволила выявить организационно-технологические проблемы функционирования ПЦР-лабораторий, требующие решений. К ним относится значительное увеличение профессиональной нагрузки, которая, тем не менее, не носит постоянный характер. Это в свою очередь приводит к дисбалансу в распределении персонала и оборудования и, как следствие, к возникновению очередей и простоев на отдельных этапах процесса.

Выполнение большого количества ПЦР-исследований за рабочую смену в период пандемии COVID-19 может явиться причиной контаминации нуклеиновыми кислотами в лабораториях, что в свою очередь представляет риск получения ложноположительных ответов и диктует необходимость останавливать проведение лабораторных исследований на время проведения и контроля деконтаминационных мероприятий. В конечном итоге все выше сформулированное может явиться причиной неэффективного использования материальных и нематериальных ресурсов (персонала, дорогостоящих расходных материалов, тест-систем, оборудования) для работы лаборатории.

С целью решения выявленных проблем были применены современные методы организации производства, которые показали свою эффективность при организации адекватной защиты от вредных факторов, поддержание работоспособности персонала, оптимального управления ресурсами лаборатории [186].

5.2.1. Метод имитационного моделирования

Одним из ключевых инструментов для оптимизации работы стало имитационное моделирование производственного процесса лаборатории в программных комплексах, таких как AnyLogic [155].

Имитационное моделирование – это создание математической визуальной модели лаборатории в процессе работы с изменяемыми параметрами, которая позволяет на основе официальных данных статистики заболеваемости и информации от учреждений контрагентов выбрать сценарии загрузки лаборатории на рабочие сутки и смоделировать работу лаборатории по трем вариантам количества поступления биологического материала: максимальное, среднее, минимальное [57].

В соответствии с показателями модели можно подобрать оптимальные параметры использования ресурсов (персонала, оборудования, расходных материалов и средств индивидуальной защиты, объемов заполнения медицинской документации, регистрации результатов) с учетом лимитирующего временного фактора выдачи результата исследования. Причем это реализуется без пробных схем организации работы. Метод планирования трудовой нагрузки с использованием имитационного моделирования в AnyLogic разрабатывался на базе ПЦР-лаборатории ГБУЗ «Городская детская поликлиника № 2» и включал 3 этапа.

Первый этап – хронометраж технологических процессов. На этом этапе проводили измерение времени на каждом этапе лабораторного производства, включая работу оборудования при полной загрузке (Таблица 5.2.1.1).

Данные собирались в таблицу со следующими параметрами: помещение, номер этапа, время на одного человека, название оборудования, характеристики, время работы оборудования, количество тестов, количество персонала (лаборанты, врачи).

Второй этап состоял из сбора и обработки данных – таблица заполнялась на основе наблюдений. Пример для ПЦР-лаборатории включает этапы выделения нуклеиновых кислот (НК), амплификации и учета результатов.

Третий этап – собственно имитационное моделирование, когда данные импортируются в AnyLogic для создания цифровой модели. Модель имитирует поток проб, визуализируя загруженность (зеленый – достаточная мощность, желтый – риск перегрузки, красный – недостаток ресурсов). Возможна оптимизация путем увеличения персонала или оборудования.

Таблица 5.2.1.1 – Хронометраж лабораторного процесса

Помещение	Этап (номер этапа)	Время проведения на 1 сотрудника	Время, затрачиваемое на работу оборудования (ч)	Кол-во тестов	Количество человек на работу оборудования	
					лаборант	врач
1 зона 1 комната	1	раскапка реактивов для выделения НК	0,116	96	1	0
		встряхивание	0,033	96	1	0
		внесение проб в смесь для выделения НК	0,216	96	1	0
		вortexирование и перенос проб в термостат	0,033	96	1	0
		термостатирование	0,25	96	1	0
		сбор постановки в штатив	0,033	48	1	0
		центрифугирование	0,016	48	1	0
		сбор постановки в штатив	0,016	48	1	0
		центрифугирование	0,016	45	1	0
		установка пробирок на штатив	0,016	45	1	0
		передача штатива на следующий этап	0,008	96	1	0
Этап амплификац ии	2	раскапывание реактива для амплификации	0,1	96	1	1
		принятие штатива на этап	0,016	96	0	1
		внесение проб в смесь для амплификации	0,183	96	0	1
		перенос проб и осаждение их на вортексе	0,016	12	0	1
		загрузка проб в амплификатор	0,033	96	0	1
		нумерация лунок в программе амплификации	0,05	96	0	1
		запуск программы амплификации	1,28	0	0	1
Этап учета результатов	3	установление базовой линии	0,016	96	0	1
		проверка контролей и расчет поднятия линии валидации	0,016	3	0	1
		валидация результата	0,066	93	0	1

Моделирование проводится в дискретно-событийном режиме с учетом стохастических переменных (время прибытия проб, вариабельность операций).

Для анализа используются метрики: максимальное количество анализов в смену, время простоев, коэффициент загрузки сотрудников.

С точки зрения системного анализа ПЦР-лаборатория описывается как сеть этапов $s \in S$, через которые проходит каждая проба. На каждом этапе имеется ограниченное число сотрудников n_s и единиц оборудования m_s , определяющих производительность $\mu_s(n_s, m_s)$. Поток проб поступает со средней интенсивностью λ . Для устойчивой работы должно выполняться условие $\rho_s = \lambda / (\mu_s(n_s, m_s)) \leq 1$, что предотвращает перегрузку и рост очередей.

Сквозное время прохождения пробы через лабораторию можно выразить как

$$T_{\text{flow}} = \sum_{s \in S} (W_{q,s} + t_s), \quad (6)$$

где $W_{q,s}$ – среднее время ожидания в очереди на этапе,

t_s – технологическое время обработки.

Данный показатель является ключевой метрикой качества работы, поскольку напрямую отражает скорость получения результатов диагностики.

Таким образом, задача сводится к минимизации среднего сквозного времени:

$$T_{\text{flow}} \rightarrow \min (n_s, m_s), \quad (7)$$

при условии, что $\rho_s \leq 1$ для всех этапов.

Имитационное моделирование в AnyLogic позволяет варьировать число сотрудников и оборудования, оценивать влияние этих параметров на показатели T_{flow} и $W_{q,s}$ и тем самым находить оптимальный сценарий планирования трудовой нагрузки.

Визуализация осуществляется за счет внесения данных из таблицы в компьютерную программу Anylogic и построения цифровой модели лабораторного производства (Рисунок 5.2.1).

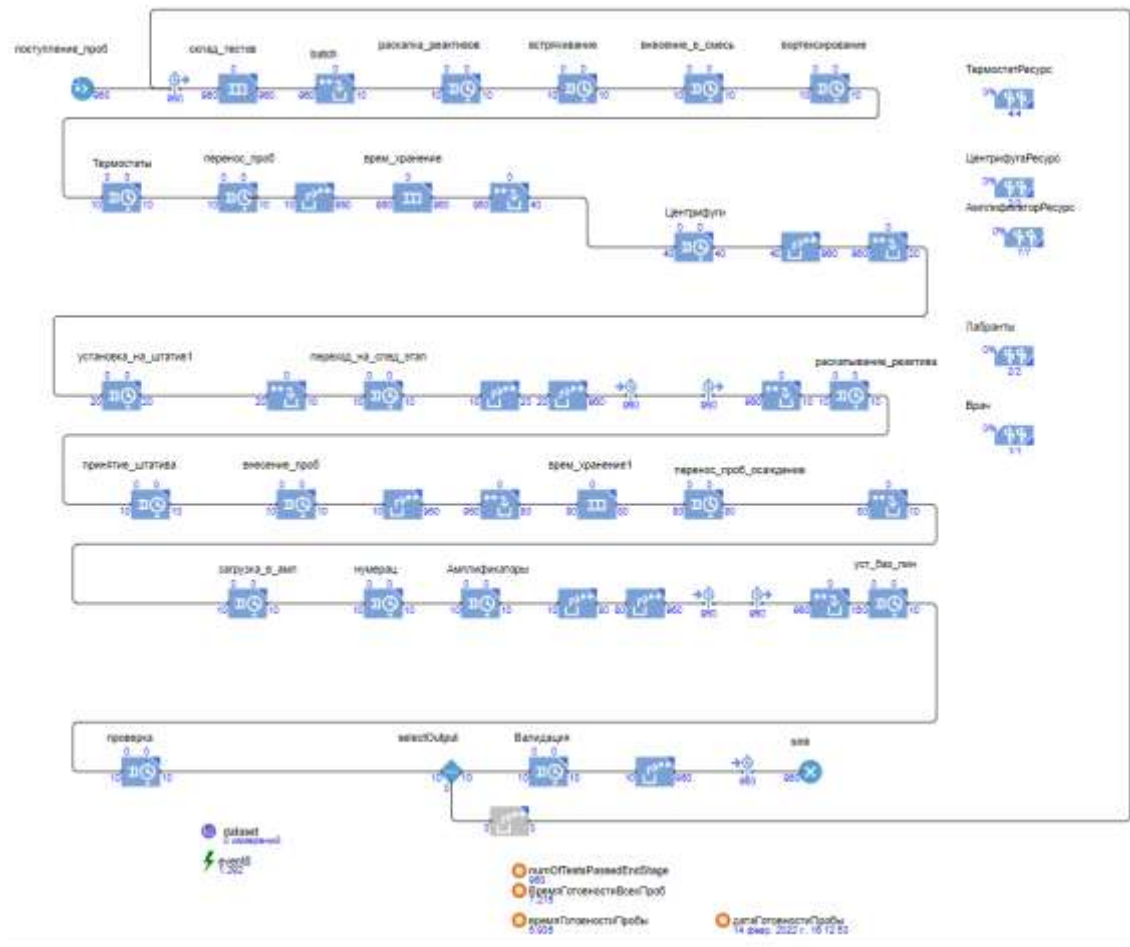


Рисунок 5.2.1.1 – Визуализация лабораторного производства

Результаты первого и второго этапов имитационного моделирования представлены в Таблице 5.1.1.

По полученным данным в программе компьютерного моделирования AnyLogic формируется цифровая модель лаборатории и маршрут выполнения процессов с указанием характеристик каждого этапа лабораторного процесса. После формирования модели существующей лаборатории выполняемые процессы запускаются на компьютере. Модель визуализирует время выполняемых исследований, движение проб на каждом этапе. В модели имеется возможность увеличить количество персонала, оборудования и этапов, а на выходе рассчитывается максимальное количество выполненных исследований.

На примере ПЦР-лаборатории во время пандемии COVID-19 модель показала следующие результаты:

- этап 1 (выделение НК) – время на «раскалку» реактивов – 0,116 ч на 96 тестов с участием 1 лаборанта; узкое место – центрифугирование (0,016 ч на 48 тестов);
- этап 2 (амплификация) – внесение проб – 0,183 ч на 96 тестов, запуск амплификатора – 1,28 ч;
- этап 3 (учет результатов) – валидация – 0,066 ч на 93 теста.

Модель в AnyLogic выявила узкие места на этапе амплификации (красная отметка при >500 пробах за смену), где требуется дополнительный персонал (увеличение с 1 до 2 лаборантов повышает производительность на 30 %). Максимальная суточная мощность – 864 анализа при базовой конфигурации – с возможностью роста до 1200 при дооснащении. Визуализация (Рисунки 5.2.2-5.2.4) показала загруженность помещений и планируемый объем.

Таким образом, имитационное моделирование в AnyLogic позволяет:

- 1) объективно управлять ресурсами, повышая производительность и минимизируя гигиенические риски и воздействие вредных производственных факторов;
- 2) сохранять здоровье персонала за счет научно обоснованных регламентов работы и мер психологической поддержки;
- 3) обеспечивать устойчивость лабораторной службы к будущим вызовам и биологическим угрозам.

Метод позволяет выявлять «узкие» места, оптимизировать ресурсы и адаптироваться к росту спроса. Данный подход рекомендуется к внедрению в клиническую практику для повышения устойчивости здравоохранения.

The figure contains four charts illustrating the distribution of time spent on different types of work.

- Top-left chart:** A histogram showing the distribution of time spent on the first type of work. The x-axis represents time from 0 to 1, and the y-axis represents frequency from 0% to 30%. The distribution is skewed to the right, with a peak around 0.6.
- Top-right chart:** A histogram showing the distribution of time spent on the second type of work. The x-axis represents time from 0 to 1, and the y-axis represents frequency from 0% to 30%. The distribution is skewed to the right, with a peak around 0.6.
- Bottom-left chart:** A line graph showing the function $f(x) = 0.0001x^4 - 0.0004x^3 + 0.0012x^2 - 0.0008x + 0.0001$. The x-axis ranges from 0 to 45, and the y-axis ranges from -1 to 1. The curve starts at (0,0), reaches a local maximum around x=10, a local minimum around x=25, and ends around x=45.
- Bottom-right chart:** A histogram showing the distribution of time spent on the third type of work. The x-axis represents time from 0 to 1, and the y-axis represents frequency from 0% to 30%. The distribution is skewed to the right, with a peak around 0.6.

Рисунок 5.2.1.3 – Расчет загруженности помещений

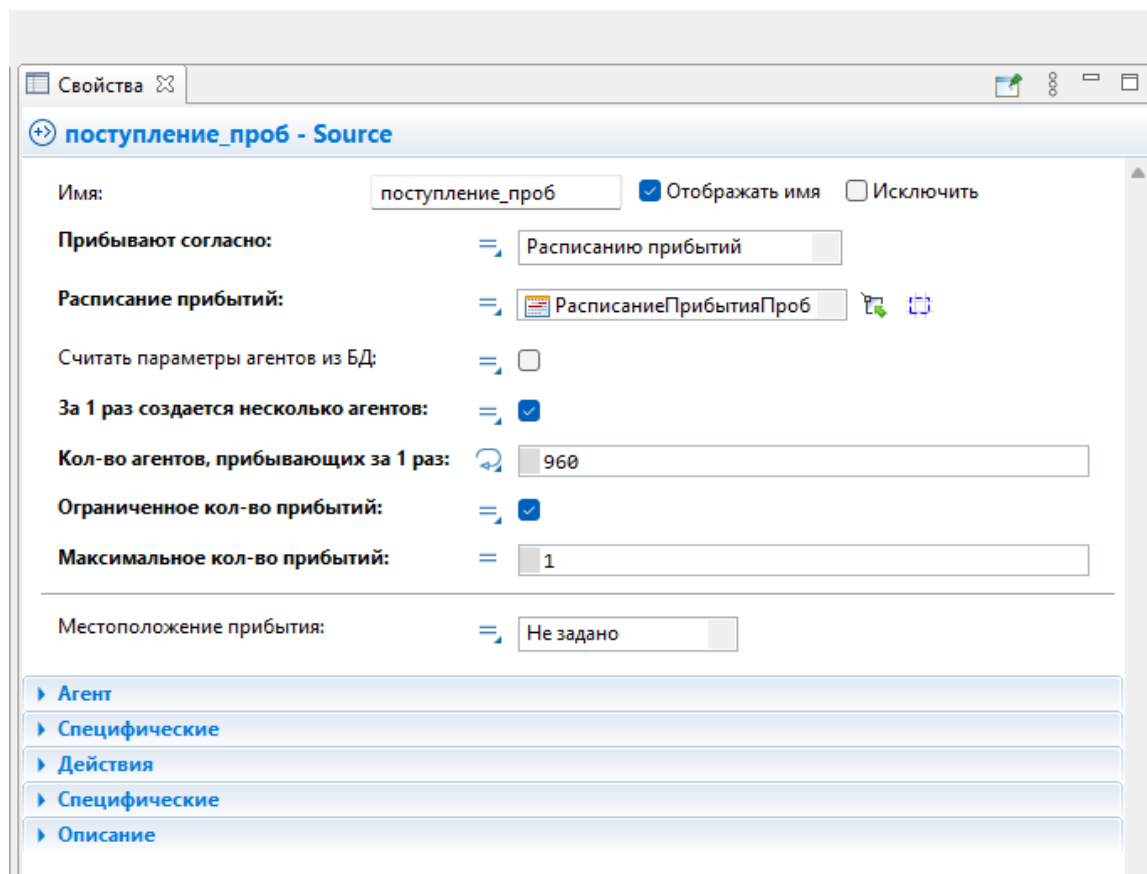


Рисунок 5.2.1.4 – Формирование планируемого объема исследований

5.2.2. Совершенствование рабочих процессов с использованием средств видеонаблюдения в условиях пандемии COVID-19

Для совершенствования процедуры диагностики на практике стали применяться различные методы, накопленные научной организацией труда. Одним из инструментов качественной реализации требований к работе ПЦР-лаборатории, выполнения рекомендаций по рациональному использованию материальных ресурсов, в том числе средств индивидуальной защиты [188], а также процесса самосовершенствования производственных процессов в ПЦР-лаборатории, стало применение средств видеонаблюдения [128].

В режиме реального времени или при просмотре записей специалисты (заведующий лабораторией, главная медицинская сестра и врач-эпидемиолог)

проводили оценку стандартных операционных процессов и мануальных навыков персонала, осуществляли комиссионный разбор ошибок и действий персонала во внештатных ситуациях, проводили обучение и инструктаж вновь принятых на работу специалистов, хронометраж рабочих процессов.

Система видеонаблюдения в процессе совершенствования организации работы ПЦР-лаборатории ГБУЗ «Городская детская поликлиника № 2» г. Волжского позволила решить следующие задачи:

1) проводить предварительное обучение новых сотрудников без ввода в «грязную» зону;

2) усовершенствовать мелкие мануальные операции специалистов лаборатории;

3) оптимизировать логистику и усовершенствовать организацию рабочего места (рабочих поверхностей) посредством возможности объективной визуализации процедуры диагностики;

4) оптимизировать процессы лаборатории в целом (со 120 до 1700 исследований в сутки);

5) скорректировать рабочие процессы с учетом выявленных ошибок;

6) административному персоналу, не входящему в опасную зону, быть в курсе мельчайших подробностей исполнения процессов, условий работы, обеспеченности материалами, функционирования аппаратов и оборудования;

7) достигнуть роста производительности с 3 до 7 производственных циклов в сутки;

8) исключить ошибки в работе персонала уже в первый месяц работы ПЦР-лаборатории;

9) обучить 24 новых сотрудника;

10) рационально использовать расходные материалы, в том числе в 2 раза снизить затраты на средства индивидуальной защиты в связи с уменьшением количества потерь из-за внештатных или необоснованных выходов специалистов из «грязной» зоны.

В целом, информация о текущей ситуации поступает на необходимый уровень принятия решений, максимально исключая критические ошибки, качественные и временные потери, делает систему видеонаблюдения одним из актуальных инструментов изучения и поиска решений указанных и прочих задач организации работы ПЦР-лаборатории.

Таким образом, предлагаемый метод превосходит традиционные за счет визуализации динамики, позволяя прогнозировать нагрузку без реальных экспериментов. В условиях пандемии это минимизирует риски, обосновывая закупки (например, дополнительные амплификаторы). Ограничения: зависимость от точности хронометража и необходимость экспертизы в AnyLogic. Сравнение с результатами научных публикаций по данной проблеме подтверждает эффективность: аналогичные модели для тестирования COVID-19 снижают время ожидания на 20-40 % [12]. Метод соответствует российским стандартам, обеспечивая безопасность и качество.

Опыт использования системы видеонаблюдения показал её эффективность как инструмента совершенствования организации работы ПЦР-лаборатории в условиях пандемии COVID-19, в том числе с позиций снижения тяжести и напряженности труда работников ПЦР-лабораторий [144, 187, 188].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Труд медиков различных специальностей в период пандемии новой коронавирусной инфекции сопряжен с появлением новых факторов в условиях их профессиональной деятельности. При этом понимание, что COVID-19 не может быть последней чрезвычайной ситуацией эпидемического характера в 21 веке обосновывает актуальность проведения исследований и разработки профилактических мероприятий, направленных на минимизацию рисков здоровью сотрудников различных подразделений здравоохранения, в том числе ПЦР-лабораторий.

Была поставлена цель исследования – разработка научно обоснованных профилактических мероприятий и управленческих решений по оптимизации условий и организации труда медицинских работников ПЦР-лаборатории в условиях пандемии COVID-19 и постпандемийный период.

В ходе исследования решалась задача сравнительной комплексной гигиенической оценки условий труда медицинских работников ПЦР-лаборатории в различных эпидемических ситуациях с дальнейшей аргументацией приоритетных профессиональных рисков здоровью.

Были выявлены различия условий труда медицинских работников ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19 и во время обычной эпидемической ситуации, что позволило сделать вывод о более высоком риске развития профессиональных и/или профессионально-обусловленных заболеваний, связанных с функциональным перенапряжением суставов пальцев, запястья и мышечно-связочного аппарата кисти в условиях работы с прерывистой локальной вибрацией в период пандемии COVID-19. Дано физиолого-гигиеническое обоснование продолжительности рабочей смены медицинских работников с учетом реальной нагрузки и трудозатрат персонала лаборатории при осуществлении ПЦР-тестирования. Отмечено, что требуется продолжить исследования в части оптимизации рабочего места специалистов ПЦР-лабораторий, так как эргономические, инженерно-технические и демпфирующие

вмешательства могут быть вполне эффективны в снижении профессионального риска, обусловленного характером и условиями труда.

Осуществленная оценка условий труда работников ПЦР-лабораторий в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05 позволила классифицировать их труд по тяжести и напряженности: в постпандемийный период он является допустимым (2 класс), в период пандемии COVID-19 – тяжелым и напряженным, третий класс первой степени (класс 3.1). Оценка условий труда позволила обосновать ведущие неблагоприятные производственные факторы – локальная вибрация и биологический фактор. Раздел 5.11.1 руководства Р 2.2.2006-05 рекомендует выставить общую оценку по наиболее высокому классу и степени вредности. Таким образом, условия труда работников ПЦР-лабораторий относят к третьему классу, 4-й степени вредности (3.4) как в период пандемии COVID-19, так и в постпандемийный период.

Осуществлена сравнительная оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы работников ПЦР-лабораторий в период коронавирусной инфекции и в постпандемийный период. Выявлено, что в процессе выполнения профессиональных обязанностей к концу рабочей смены наблюдается существенное напряжение регуляторных механизмов, в том числе увеличение суммарного эффекта вегетативной регуляции системы кровообращения и повышение тонуса парасимпатической нервной системы. Однако при сравнении параметров variability сердечного ритма в основной группе и группе сравнения после рабочей смены не обнаружено статистически значимых различий ($p > 0,05$). Это свидетельствует о том, что медицинские работники после 5-часового выполнения профессиональных обязанностей при различных эпидситуациях достоверно не отличаются по особенностям вегетативного баланса организма.

Результаты исследования параметров системной гемодинамики сотрудников ПЦР-лабораторий до и после рабочей смены в период пандемии COVID-19 показали, что в течение 5-часовой рабочей смены у медицинского персонала лабораторий отмечался умеренный рост ее ключевых показателей. В

частности, в результате выполнения профессиональных обязанностей минутный объем сердца после рабочей смены повысился на 5,2 % в основном за счет нарастания частоты сердечных сокращений. При этом сама частота сердечных сокращений после рабочей смены увеличилась на 3,7 %. Потребление же миокардом кислорода в конце рабочей смены повысилось на 5,6 %, а уровень сатурации при этом закономерно снизился на 0,9 %. Вместе с тем нарастание значений указанных параметров системного кровообращения свидетельствует о повышении напряжения саморегуляторных механизмов и развитии утомления. Предполагается, что более продолжительная работа медицинского персонала ПЦР-лабораторий в СИЗ от биологического фактора, может привести к формированию выраженной профессиональной усталости, а, следовательно, к снижению качества выполняемой работы.

Работа медиков с СИЗ от биологического фактора явилась причиной изучения и оценки отдельных показателей теплового состояния работников ПЦР-лабораторий. Результаты исследования свидетельствуют о напряжении реакций терморегуляции уже через 3,5 часа работы. Тепловое состояние, сформированное при пятичасовой продолжительности рабочей смены в ПЦР-лаборатории, представляет реальный риск перегревания и связанные с этим нарушения здоровья. Как известно, степень риска перегревания работающих в конкретных условиях прежде всего определяется величиной накопленного тепла в организме. В данном исследовании уже через 3,5 часа теплосодержание достигло величины 1,12 кДж/кг, а через пять часов – 3,13 кДж/кг при верхнем допустимом значении 2,60 кДж/кг. Другие показатели теплового состояния (подъязычная и средневзвешенная температура кожи, а также и средняя температура тела) достоверно превышали верхнюю границу допустимого значения. В целом тепловое состояние работников ПЦР-лабораторий в конце пятичасовой рабочей смены соответствует градации «предельно допустимое». Данное обстоятельство позволило аргументировать необходимость перерыва в работе через 3,5 часа течение 30 минут без СИЗ в помещении с комфортными параметрами микроклимата для восстановления теплового состояния организма.

Сравнение психоэмоционального статуса и социального самочувствия у медиков в период коронавирусной инфекции и постпандемийный период выявило ряд отличий. Измерение уровня тревожности по методике Спилбергера-Ханинна показало, что медианный уровень как ситуативной, так и личностной тревожности у работников ПЦР-лабораторий в период пандемии оказался значимо выше, чем в постпандемийный период ($p < 0,001$ и $p < 0,01$ соответственно). Значение личностной тревожности в основной группе приближалось к границе высокого нормативного уровня (45 баллов). При этом доля лиц с клинически высоким уровнем ситуативной тревожности в основной группе и в группе сравнения составила 12,10 и 6,06 % соответственно. Различия по уровню ситуативной тревожности между указанными группами оказались более выражены, чем по уровню личностной, что связано с восприятием условий работы сотрудниками ПЦР-лабораторий в период пандемии, как угрожающих. У 12 % представителей данной группы выявлен нормативно высокий, клинический уровень ситуативной тревожности (более 45 баллов).

Исследование функционального состояния медицинских работников проводилось с использованием методики САН. Выявлено, что в начале рабочего дня обе группы находились в зоне благоприятного эмоционального состояния. Однако уровень самочувствия, активности и настроения у медицинских работников из основной группы оказался статистически значимо более низким, чем в группе сравнения по всем трем шкалам ($p < 0,01$). Это свидетельствует о том, что накопившееся утомление части сотрудников ПЦР-лабораторий в период пандемии имело хронический характер. В постпандемийный период работники в конце рабочего дня, несмотря на некоторое снижение показателя самочувствия, оставались в зоне благоприятного эмоционального состояния. В то же время у медицинских работников в период пандемии признаки дезадаптации приближались к уровню неблагоприятного состояния (различия статистически значимы, $p < 0,001$). К концу рабочего дня более 50 % сотрудников ПЦР-лабораторий имели неблагоприятный уровень (ниже 4 баллов) по одной и более шкалам, характеризующим симптоматику дезадаптации. Причем у медиков

группы сравнения соответствующая доля оказалась менее 10 %. Таким образом, в период пандемии профессионально обусловленная стресс-реакция у персонала ПЦР-лабораторий привела к выраженной дезадаптации. В связи с этим целесообразно уделять особое внимание данной категории работников и применять в отношении них индивидуальные траектории медико-гигиенического сопровождения.

Полученные результаты диссертационного исследования позволили разработать комплекс профилактических мероприятий и управленческих решений по минимизации рисков здоровью работников лабораторий ПЦР-диагностики.

ВЫВОДЫ

1. Труд работников ПЦР-лабораторий по степени вредности и опасности в период пандемии COVID-19 относится к третьему классу четвертой степени (3.4), в постпандемийный период – к третьему классу третьей степени (3.3). Ведущие вредные факторы условий труда – локальная низко- и среднечастотная вибрация (максимальное превышение допустимого уровня которой зафиксировано по оси Y на 11,5 дБ, что соответствует 3-му классу 4-й степени условий труда) и биологический фактор.

2. Тяжесть и напряженность труда в постпандемийный период являются допустимыми (2 класс); в период пандемии COVID-19 – тяжелыми и напряженными, третий класс первой степени (класс 3.1). Приоритетный критерий, определяющий тяжесть труда работников ПЦР-лабораторий в период пандемии – стереотипные рабочие движения с участием мышц кистей и пальцев рук при длительном удержании на весу мелких объектов, что обусловлено количеством мелких стереотипных движений, достигающим за смену 41-45 тысяч. Приоритетный критерий, определяющий напряженность труда, – длительность сосредоточенного наблюдения, достигающая 70-75 % времени смены.

3. Характер труда работников ПЦР-лабораторий с использованием средств индивидуальной защиты от биологического фактора, приводит к напряжению механизмов саморегуляции системной гемодинамики. Компенсаторной реакцией в данном случае являлось увеличение частоты сердечных сокращений и, как следствие, минутного объема сердца. При этом сама частота сердечных сокращений после рабочей смены увеличилась на 3,7 %, потребление миокардом кислорода в конце рабочей смены повысилось на 5,6 %,

4. Выявлено напряжение реакций терморегуляции при использовании средств индивидуальной защиты от биологического фактора уже через 3,5 часа работы: средневзвешенная температура кожи достигала $33,65 \pm 0,24$ °C, что превышало верхнюю границу допустимой величины (33,4 °C), значения

частоты сердечных сокращений и теплоощущений приближались к верхним границам, характеризующим предельно-допустимое тепловое состояние человека. При продолжительности рабочей смены 5 часов имело место достоверное увеличение теплосодержания до величины +3,13 кДж/кг, что соответствует высокому риску перегрева и связанных с этим нарушений здоровья.

5. Уровень ситуативной и личностной тревожности у работников ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19 оказался значимо выше, чем в постпандемийный период ($p < 0,001$ и $p < 0,01$ соответственно). Во время и после пандемии доля персонала с клинически высоким уровнем ситуативной тревожности составила 12,10 и 6,06 % соответственно, а с клинически высоким уровнем личностной тревожности – 36,0 % и 18,2 % соответственно, что является признаком развивающегося дистресса в период пандемии.

Уровень самочувствия, активности и настроения у работников ПЦР-лабораторий в период пандемии оказался значимо ниже, чем у медиков в постпандемийный период ($p < 0,01$), что свидетельствует о выраженной дезадаптации.

6. В период пандемии COVID-19 у работников достоверно более низкий уровень функционирования центральной нервной системы (2,18 усл. ед. против 2,43 усл. ед.), что отражает сниженную устойчивость ЦНС к раздражителям.

7. Удовлетворенность своей работой у работников ПЦР-лабораторий в период пандемии практически в 2 раза ниже по сравнению с таковой во время спокойной эпидситуации.

8. По результатам исследования разработаны профилактические рекомендации и управленческие решения, направленные как на сохранение здоровья персонала за счет научно обоснованных регламентов работы, и, следовательно, минимизации гигиенических рисков при воздействии вредных производственных факторов; так и на обеспечение устойчивости лабораторной службы и, следовательно, готовности к будущим вызовам и биологическим угрозам.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Был обоснован режим труда медиков в ПЦР-лаборатории при работе в средствах индивидуальной защиты от биологического фактора. Полученные в данном исследовании показатели свидетельствуют о напряжении реакций терморегуляции при использовании медиками СИЗ уже через 3,5 часа работы. Тепловое состояние, сформированное при пятичасовой продолжительности рабочей смены в ПЦР-лаборатории, представляет реальный риск нарушения здоровья. Выполненное исследование позволило обосновать предельную продолжительность работы без перерыва в «грязной» зоне при использовании СИЗ от биологических факторов – не более 3,5 часов. Полученные результаты совпадают с результатами исследования специалистов НИИ медицины труда им. акад. Н. Ф. Измерова (Москва) и Военно-медицинской академии имени С. М. Кирова (Санкт-Петербург) [70]. По мнению авторов, в целях улучшения теплового состояния организма медработников для нормализации теплового состояния персонала, использующего комплект СИЗ от биологических факторов, по истечении трех часов работы в «грязной» зоне необходим 30-минутный перерыв с пребыванием в помещении с комфортными параметрами микроклимата без СИЗ. Кроме того, эти же авторы рекомендуют для нормализации теплообмена и теплоощущений дополнить защитные средства специальным нательным бельем из легких, влагопоглощающих материалов с достаточными паропроницаемостью и гигроскопичностью.

Выполнение большого количества ПЦР-исследований за рабочую смену в период пандемии COVID-19 может явиться причиной контаминации нуклеиновыми кислотами в лабораториях, что в свою очередь представляет риск получения ложноположительных ответов и диктует необходимость останавливать проведение лабораторных исследований на время проведения и контроля деконтаминационных мероприятий. С целью решения выявленных проблем были применены современные методы организации производства, которые показали свою эффективность при организации адекватной защиты от вредных факторов,

поддержание работоспособности персонала, оптимальное управление ресурсами лаборатории к числу которых относится имитационное моделирование производственного процесса лаборатории в программных комплексах, таких как AnyLogic. В соответствии с показателями созданной модели были подобраны оптимальные параметры использования ресурсов (персонала, оборудования, расходных материалов и средств индивидуальной защиты, объемов заполнения медицинской документации, регистрации результатов) с учетом лимитирующего временного фактора выдачи результата исследования. Разработанная модель апробирована и внедрена в работу ГБУЗ «Городская детская поликлиника № 2» и иммунологической лаборатории ГБУЗ «Волгоградский областной центр по профилактике и борьбе со СПИДом и инфекционными заболеваниями», что позволило объективно управлять ресурсами, повышая производительность и минимизируя гигиенические риски и воздействие вредных производственных факторов, сохранять здоровье персонала за счет научно обоснованных регламентов работы и мер психологической поддержки, обеспечивать устойчивость лабораторной службы к будущим вызовам и биологическим угрозам.

Также разработана и внедрена система видеонаблюдения работы ПЦР-лаборатории, позволившая оптимизировать логистику и усовершенствовать организацию рабочего места (рабочих поверхностей) посредством объективной визуализации процедуры диагностики, что позволило проводить предварительное обучение новых сотрудников без ввода в «грязную» зону, усовершенствовать мелкие мануальные операции специалистов лаборатории, оптимизировать логистику и усовершенствовать организацию рабочего места (рабочих поверхностей) посредством возможности объективной визуализации процедуры диагностики, оптимизировать процессы лаборатории в целом (с 120 до 1700 исследований в сутки), скорректировать рабочие процессы с учетом выявленных ошибок, административному персоналу, не входящему в опасную зону, быть в курсе мельчайших подробностей исполнения процессов, условий работы, обеспеченности материалами, функционирования аппаратов и оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ рынка лабораторной диагностики в России в 2019-2023 гг, прогноз на 2024-2028 гг. – Текст: электронный // BusinesStat. Готовые обзоры рынков: [сайт]. – URL: <https://businesstat.ru/catalog/id1955/> (дата обращения: 04.06.2026).
2. Андрейчук, Ю. Интервью: «Будущее лабораторной отрасли – за мультиформатностью»: [интервью с главой лабораторной службы «Хеликс» Юрием Андрейчуком] / записал Михаил Шестаков. – Текст: электронный // РБК: [сайт]. – 21 октября 2021. – URL: <https://nsk.rbc.ru/nsk/21/10/2021/617026a49a794762ba362623> (дата обращения: 25.05.2026).
3. Афанасьева, Р. Ф. Методические подходы к установлению класса условий труда по параметрам микроклимата на рабочих местах горнодобывающих предприятий / Р.Ф. Афанасьева, А.Г. Чеботарев, Е.И. Константинов // Горная промышленность. – 2013. – № 6 (111). – С. 72.
4. Бадамшина, Г. Г. Актуальные вопросы оценки условий труда медицинских работников по уровню биологического фактора/Г.Г. Бадамшина, В.Б. Зиатдинов, Л.М. Фатхутдино // Медицина труда и про мышленная экология. 2019. Т. 59. № 9. С. 551-551.
5. Балавнева, А. А. Роль автоматизации в повышении эффективности работы в клинико-диагностических лабораториях / А. А. Балавнева, Е. В. Бакальская // Аллея науки. – 2022. – Т. 1, № 8(71). – С. 154-157.
6. Батов В. Е. Гигиеническая оценка средств индивидуальной защиты от биологических факторов / В. Е. Батов, С. М. Кузнецов // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2022. – Т. 30, № 10. – С. 58-66.
7. Белова, Е. В., Митрохин О.В. Ранжирование профессий по риску заражения коронавирусом инфекцией. В кн.: Гигиенические и организационные

аспекты противодействия новой коронавирусной инфекции COVID-19. М.: Адвансед солюшнз; 2022: 264-53.

8. Бектасова, М. В. Факторы риска в процессе трудовой деятельности медицинских работников / М. В. Бектасова, П. Ф. Кику, А. А. Шепарев // Дальневосточный медицинский журнал. – 2019. – № 2. – С. 73-78.

9. Богаевская, О. Ю. Условия труда врачей-стоматологов и факторы, влияющие на развитие синдрома хронической усталости / О. Ю. Богаевская, С. Т. Сохов, В. И. Пешкин // Российская стоматология. – 2019. – Т. 12, № 3. – С. 37-42.

10. Болобонкина, Т. А. Гигиенические особенности условий труда и заболеваемости медицинского персонала станции скорой медицинской помощи и пути их оптимизации: автореферат дис. ... кандидата медицинских наук: 3.2.1 / Болобонкина Татьяна Александровна; [Место защиты: Пермский государственный медицинский университет имени акад. Е. А. Вагнера]. – Пермь, 2022. – 23 с.

11. Бондаревский-Колотий, В. А. Гигиенические особенности влияния условий труда на состояние здоровья медицинского персонала, работающего в условиях действия ионизирующего излучения: автореферат дис. ... кандидата медицинских наук: 3.2.1 / Бондаревский-Колотий Вячеслав Александрович; [Место защиты: Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького]. – Донецк, 2023. – 25 с.: ил.

12. Бочарова, И. Ю. Трудовые жалобы в период пандемии коронавируса: пространственное распределение / И. Ю. Бочарова, А. Ю. Рыманов // Журнал прикладных исследований. – 2024. – № 8. – С. 112-117.

13. Бураковский, В. И., Бокерия Л.А. Сердечно-сосудистая хирургия / В.М. Бураковский, Л.А. Бокерия. – М.: Медицина; 1989.

14. Буторин, А. В. Гигиеническая оценка рисков здоровью сотрудников службы скорой медицинской помощи в связи с курением табака (на примере г. Омска) / А. В. Буторин, В. П. Родькин, В. А. Ширинский // Анализ риска здоровью. – 2024. – № 1. – С. 81-89.

15. Бухтияров, И. В. Эпидемиологические и клинико-экспертные проблемы профессиональной инфекционной заболеваемости работников при оказании медицинской помощи в условиях пандемии COVID-19 / И. В. Бухтияров / Медицина труда и промышленная экология. – 2021. – Т. 61, № 1. – С. 4-12.

16. Бухтияров, И. В. Оценка эффективности средств индивидуальной защиты и их влияние на здоровье медицинских работников/ И.В. Бухтияров, Е.В. Ковалевски, И.М. Цхомария // Медицина труда и промышленная экология. 2023; 63(12): 817-24. DOI: 10.31089/1026-9428-2023-63-12-817-825 EDN: ORWLIR

17. Быковская, Т. Ю. Современное состояние условий труда и здоровья медицинских работников стоматологического профиля / Т. Ю. Быковская, Е. Ю. Леонтьева, А. С. Иванов // Кубанский научный медицинский вестник. – 2018. – Т. 25, № 5. – С. 116-122.

18. Важенина, А. А. Научное обоснование системы мер по сохранению здоровья работников испытательных лабораторных центров учреждений Роспотребнадзора: автореферат дис. ... кандидата медицинских наук: 14.02.01 / Важенина Антонина Анатольевна; [Место защиты: Тихоокеанский государственный медицинский университет]. – Владивосток, 2020. – 26 с.

19. Важенина, А. А. Условия труда работников испытательного лабораторного центра учреждения Роспотребнадзора / А. А. Важенина, Л. В. Транковская, Е. Б. Анищенко // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 4. – С. 418-423.

20. Васильева, Ю. А. Уровень тремора и силы нервных процессов у лиц с различным исходным тонусом вегетативной нервной системы / Ю. А. Васильева // Вестник Курганского государственного университета. Серия: Физиология, психология и медицина. – 2016. – № 2(41). – С. 11-14.

21. Витте Н. К. Тепловой обмен человека и его гигиеническое значение. – Киев: Госмедиздат. – 1956. – С.148.

22. Влияние производственной среды на состояние иммунной системы работников клинико-лабораторной службы / С. В. Оборина, Л. Ф. Телешева, В. В. Харунжин, А. А. Шестакова // Гигиена и санитария. – 2012. – Т. 91, № 3. – С. 44.

23. Воробьев, М. В. Анализ условий труда и состояния здоровья врачей-стоматологов в медицинских организациях различной формы собственности / М. В. Воробьев, Ш. Ф. Джураева // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2020. – № 2. – С. 21-25.

24. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 15 (22.02.2022) / Министерство здравоохранения Российской Федерации; [С. Н. Авдеев, Л. В. Адамян, Е. И. Алексеева [и др.]. – 245 с. – URL: https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/059/392/original/BMP_COVID-19_V15.pdf (дата обращения: 15.05.2026). – Текст: электронный.

25. Гарипова, Р. В. Вопросы специальной оценки условий труда медицинских работников / Р. В. Гарипова, З. М. Берхеева, Л. А. Стрижаков // Медицина труда и промышленная экология. – 2020. – Т. 60, № 10. – С. 645-649.

26. Гарипова, Р. В. Оптимизация профилактики профессиональных заболеваний медицинских работников: автореферат дис. ... доктора медицинских наук: 14.02.01 / Гарипова Раиля Валиевна; [Место защиты: Казанский государственный медицинский университет]. – Казань, 2014. – 44 с.

27. Гигиеническая оценка риска нарушения теплового состояния при использовании средств индивидуальной защиты медицинскими работниками лаборатории / В. В. Шкарин, Н. И. Латышевская, Д. В. Орлов [и др.] // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2021. – Т. 29, № 11. – С. 31-36.

28. Гигиенические аспекты безопасности медицинского труда и проблема оценки профессионального риска / И. П. Салдан, А. С. Нагорняк, Б. А. Баландович [и др.] // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 1. – С. 49-54.

29. Гигиенические аспекты противодействия COVID-19 / Т. С. Исютина-Федоткова, Ю. В. Жернов, В. В. Макарова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2023. – № 1. – С. 171-183.

30. Гигиенические и организационные аспекты противодействия новой коронавирусной инфекции COVID-19: руководство / Багдиян С. А., Белова Е. В.,

Бобровницкий И. П. [и др.]; под общ. ред. Н. И. Брико, О. В. Митрохина. – Москва: Адвансед солюшнз, 2022. – 264 с. – ISBN 978-5-6046674-3-9.

31. Гигиенические подходы к оценке профессиональной заболеваемости в Республике Башкортостан в условиях пандемии COVID-19 / А. А. Казак, Э. Р. Шайхлисламова, А. Р. Ямалиев [и др.] // Экология человека. – 2022. – № 6. – С. 425-436.

32. Голубев, А. В. К вопросу об эмоциональном выгорании медицинских сестер различных профилей / А. В. Голубев // Обзор педагогических исследований. – 2024. – Т. 6, № 2. – С. 50-56.

33. ГОСТ 12.4.061–88. Система стандартов безопасности труда. Метод определения работоспособности в средствах индивидуальной защиты. – 6-е переизд. – Москва: Стандартинформ, 2001. – 9 с.

34. ГОСТ 31192.1–2004 (ИСО 5349-1:2001). Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 28 с.

35. ГОСТ 31192.2–2005 (ИСО 5349-2:2001.) Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 2. Требования к проведению измерений на рабочих местах. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 37 с.

36. Гребеньков, С. В. Оценка условий труда медицинских работников военно-медицинских организаций в период пандемии новой коронавирусной инфекции / С. В. Гребеньков, В. Е. Батов, С. М. Кузнецов // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2021. – № 3. – С. 35-42.

37. Григорьева, П. М. Эмоциональное выгорание и эмоциональный интеллект у работников здравоохранения: эмпирическое исследование / П. М. Григорьева, Е. Е. Сапожникова. – Текст: электронный // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 7-2(109). – URL: <https://research-journal.org/archive/7-109-2021-july/emocionalnoe-vygoranie-i-emocionalnyj-intellekt->

u-rabotnikov-zdravooxraneniya-empiricheskoe-issledovanie (дата обращения: 12.05.2026).

38. Денисов, Э. И. Пандемия COVID-19: Проблемы медицины труда работников здравоохранения / Э. И. Денисов, Л. В. Прокопенко, В. Ф. Пфаф // Медицина труда и промышленная экология. – 2021. – Т. 61, № 1. – С. 49-61.

39. Диваков, Д. С. Анализ процесса изменения общественного мнения о роли медицинских работников в период пандемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19) / Д. С. Диваков, А. С. Лукошкова, К. К. Цыбульский // Современные научные исследования и инновации. – 2020. – № 8(112). – С. 19.

40. Доронина, Т. В. Уровень воспринимаемого стресса и особенности копинг-стратегий медицинских работников в условиях пандемии COVID-19 / Т. В. Доронина, А. Е. Окулова, Е. В. Арцишевская // Клиническая и специальная психология. – 2021. – Т. 10, № 3. – С. 64-83.

41. Дубель, Е. В. Гигиеническая оценка факторов риска здоровью медицинских работников крупного многопрофильного стационара: автореферат дис. ... кандидата медицинских наук: 14.02.01 / Дубель Елизавета Владиславовна; [Место защиты: Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью]. – Москва, 2019. – 24 с.

42. Евлахов, В. И. Механизмы взаимодействия сердечно-сосудистой и дыхательной систем / В. И. Евлахов, И. З. Поясов, В. И. Овсянников // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2020. – Т. 106, № 2. – С. 189-204.

43. Евсевьева, М. Е. Влияние профессионального стресса на показатели суточного мониторинга артериального давления у медицинских работников хирургического профиля / М. Е. Евсевьева, О. В. Овчинникова, И. П. Сысоева. – Текст: электронный // Современные проблемы науки и образования. – 2025. – № 6. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=34415> (дата обращения: 28.05.2026).

44. Жукова, С. А. Анализ условий и охраны труда работников сферы здравоохранения / С. А. Жукова, И. В. Смирнов // Социально-трудовые исследования. – 2020. – № 4(41). – С. 145-154.

45. Жукова, Е.В., Куренкова Г.В. Вибрация на рабочих местах: гигиеническая характеристика, нормирование, оценка, профилактика / Учебное пособие. Иркутск; 2023. – С.49.

46. Заболеваемость COVID-19 медицинских работников. Вопросы биобезопасности и факторы профессионального риска / Т. А. Платонова, А. А. Голубкова, А. В. Тутьян, С. С. Смирнова // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2021. – Т. 20, № 2. – С. 4-11.

47. Заболеваемость новой коронавирусной инфекцией медицинских работников станции скорой медицинской помощи / Т. А. Болобонкина, А. А. Дементьев, Н. В. Минаева, Н. Н. Смирнова // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2020. – № 12(333). – С. 50-55.

48. Заболеваемость новой коронавирусной инфекцией работников медицинских организаций в период пандемии (обзор литературы) / А. Р. Басырова, Э. Т. Валеева, Э. Р. Шайхлисламова, Л. М. Карамова // Медицина труда и экология человека. – 2023. – № 2(34). – С. 36-56.

49. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности сотрудников медицинской организации при новой коронавирусной инфекции / В. И. Вечорко, И. С. Кицул, Е. Г. Захарова, Е. В. Боровова // Здравоохранение Российской Федерации. – 2021. – Т. 65, № 1. – С. 5-11.

50. Здоровье медицинских работников и условия труда в период пандемии COVID-19 / Т. С. Исютина-Федоткова, В. В. Макарова, Е. А. Шашина [и др.]. – Текст: электронный // Здоровье населения и качество жизни: электронный сборник материалов IX Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. Часть I. – Санкт-Петербург, 2022. – С. 170-173. – URL:

https://szgmu.ru/upload/files/2022/СБОРНИК%20ЗНиКЖ_2022_1%20часть.pdf (дата обращения: 20.05.2026).

51. Золотарев, П. Н. Научное обоснование многофакторного подхода к оценке деятельности лабораторной службы субъекта Российской Федерации: диссертация ... доктора медицинских наук: 14.02.03 / Золотарев Павел

Николаевич; [Место защиты: Санкт-Петербургский государственный университет]. – Москва, 2019. – 328 с.: ил.

52. Зрительно-моторные реакции как индикатор функционального состояния центральной нервной системы / Ю. П. Игнатова, И. И. Макарова, К. Н. Яковлева, А. В. Аксенова // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2019. – № 3. – С. 38-51.

53. Иванец, Н. В. Научное обоснование совершенствования управления деятельностью централизованной клинико-диагностической лаборатории: автореферат дис. ... кандидата медицинских наук: 14.02.03 / Иванец Николай Валерьевич; [Место защиты: Нац. научно-исслед. институт общественного здоровья РАМН]. – Москва, 2015. – 24 с.

54. Иванов, Ю.И., Погорелюк О.Н. Статистическая обработка результатов медико-биологических исследований на микрокалькуляторах по программам. М.: Медицина, 1990.

55. Ивашова, Ю.А., Полевая Е.А., Пономарева Т.А. Ранние признаки поражения верхних конечностей у работающих в условиях воздействия локальной вибрации. Медицина труда и промышленная экология. 2019; 59(11): 960-5. DOI: 10.31089/1026-9428-2019-59-11-960-965.

56. Ивойлов, О. О. Анализ и моделирование трудозатрат персонала медицинской лаборатории при осуществлении ПЦР-тестирования на РНК SARS-CoV-2: фотохронометражное исследование / О. О. Ивойлов, А. Г. Кочетов, А. И. Мининкова // Российский медицинский журнал. – 2022. – Т. 28, № 2. – С. 103-117.

57. Имитационное моделирование, как инструмент оценки эффективности использования ресурсов медицинской организации и качества медицинской помощи в период эпидемии COVID-19 / С.А. Орлов, Д.А. Лисовский, С.А. Лившиц [и др.] // Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н.А. Семашко. – 2022. - № 4. – С. 69–75.

58. Использование опыта работы в период пандемии COVID-19 для обеспечения качества ПЦР-исследований / В. В. Назарова, Н. С. Николаев, Т. С.

Тарасова [и др.] // Клиническая лабораторная диагностика. – 2022. – Т. 67, № 11. – С. 678-684.

59. Использование принципов донозологической диагностики для оценки функционального состояния организма при стрессорных воздействиях (на примере водителей автобусов) / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева, Е. Ю. Берсенев, А. К. Ешманова // Физиология человека. – 2009. – Т. 35, № 1. – С. 41-51.

60. К оценке риска профессионального инфицирования COVID-19 медицинских работников / И. В. Панова, С. С. Землякова, Ю. Ю. Горблянский [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2023. – Т. 63, № 11. – С. 730-734.

61. Капцов, В. А. Влияние повышенной концентрации углекислого газа во вдыхаемом воздухе при использовании респираторов медицинскими работниками / В. А. Капцов // Санитарный врач. – 2021. – № 1. – С. 22-31.

62. Карамова, Л. М. Клинико-функциональное состояние сердечно-сосудистой системы медицинских работников станции скорой медицинской помощи / Л. М. Карамова, И. М. Нигматуллин, А. С. Хафизова // Медицина труда и экология человека. – 2018. – № 2(14). – С. 33-37.

63. Карелин, А. О. Оценка условий труда врачей-стоматологов, работающих в государственных детских стоматологических поликлиниках / А. О. Карелин, П. Б. Ионов, Г. Б. Еремин // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 6. – С. 586-590.

64. Катаева, В. А. Труд и здоровье врача-стоматолога / В. А. Катаева. – Москва: Медицина, 2002. – 206 с. – ISBN 5-225-04152-3.

65. Колсанова, О. А. Медико-организационные аспекты обращаемости пациентов в клинику косметологии / О. А. Колсанова, С. А. Суслин // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2023. – № 1. – С. 506-522.

66. Комплексная оценка деятельности лабораторной службы региона при диагностике COVID-19 / Р. Р. Исмагилов, Ф. С. Билалов, А. Ж. Гильманов, Д. Р. Еникеева // Менеджер здравоохранения. – 2022. – № 8. – С. 12-24.

67. Конюхов, А. В. Особенности теплового состояния медицинских работников при использовании средств индивидуальной защиты от биологических факторов / А. В. Конюхов, А. М. Гергей, В. И. Лемешко // Медицина труда и промышленная экология. – 2020. – Т. 60, № 11. – С. 801-803.

68. Корехова, М. В. Профессиональный стресс в деятельности фельдшеров скорой медицинской помощи / М. В. Корехова, И. А. Новикова, А. Г. Соловьев // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 7. – С. 417-423.

69. Кочетова, О. А. Научное обоснование использования низкоинтенсивного лазерного излучения при лечении профессиональных полиневропатий верхних конечностей: диссертация ... кандидата медицинских наук: 3.2.4 / Кочетова Ольга Александровна; [Место защиты: Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана]. – Санкт-Петербург, 2024. – 148 с.

70. Лосик, Т.К. Физиолого-гигиеническое обоснование профилактических мероприятий для медицинского персонала, работающего в средствах индивидуальной защиты от COVID-19 и других биологических факторов/ Т.К. Лосик, И.В. Иванов, А.В. Конюхов// Военно-медицинский журнал // 2021. – №11. – С.58-66.

71. Лудупова, Е. Ю. Преаналитический этап лабораторных исследований: современные подходы к оптимизации / Е. Ю. Лудупова, Н. В. Ринчинова, Р. В. Дугарова // Здравоохранение. – 2015. – № 12. – С. 80-89.

72. Лысенко, Е. В. HR-метрики: учебно-методическое пособие / Е. В. Лысенко; Уральский федеральный университет. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2024. – 172 с. – ISBN 978-5-7996-3820-7.

73. Медицинские работники как профессиональная группа риска заболеваемости новой коронавирусной инфекцией COVID-19 (обзор литературы) / А. М. Мухаметзянов, Р. М. Жарова, Г. М. Асылгареева [и др.] // Медицина труда и экология человека. – 2022. – № 1. – С. 43-54.

74. Мороз, М. П. Экспресс-диагностика работоспособности и функционального состояния человека. Рекомендации по допуску к работе: методическое руководство / М. П. Мороз. – [2-е изд., испр. и доп.]. – Санкт-

Петербург: ИМАТОН, 2017. – 63 с. – (ИМАТОН. Профессиональный психологический инструментарий) (Госстандарт России. Комплексное обеспечение психологической практики). – ISBN 978-5-7822-0085-5.

75. МУК 4.3.1895-04. Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания: методические указания. – Москва: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 20 с.

76. МУК 4.3.2756-10. Методические указания по измерению и оценке микроклимата производственных помещений: методические указания. – Москва: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2011. – 30 с.

77. Мурашко, М. А. Организация оказания медицинской помощи пациентам с новой коронавирусной инфекцией COVID-19 / М. А. Мурашко // Вестник Росздравнадзора. – 2020. – № 4. – С. 6-14.

78. Ненахов, И. Г. Гигиеническая оценка условий труда сотрудников испытательных лабораторных центров: автореферат дис. ... кандидата медицинских наук: 14.02.01 / Ненахов Иван Геннадьевич; [Место защиты: Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана]. – Москва, 2019. – 24 с.

79. Ненахов, И. Г. Комплексная оценка условий трудового процесса сотрудников испытательных лабораторных центров / И. Г. Ненахов, Ю. И. Степкин, Л. Е. Механтьева // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 8. – С. 721-726.

80. Новая коронавирусная инфекция COVID-19: профессиональные аспекты сохранения здоровья и безопасности медицинских работников: методические рекомендации / под ред. И. В. Бухтиярова, Ю. Ю. Горблянского. – Москва: АМТ, НИИ МТ, 2021. – 132 с. – ISBN 987-5-6042929-7-6.

81. О профилактике профессионально обусловленных заболеваний у медицинских работников / Э. Т. Валеева, Л. М. Карамова, Э. Р. Шайхлисламова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 9. – С. 936-942.

82. Обеспечение безопасности персонала отделений лучевой диагностики во время эпидемии COVID-19 / О. О. Алешина, В. Ю. Чернина, Е. В. Панина [и др.] // Профилактическая медицина. – 2020. – Т. 23, № 8. – С. 24-29.

83. Оборина, С. В. Оценка состояния здоровья медицинских работников клинико-лабораторной службы в зависимости от факторов производственной среды и трудового процесса / С. В. Оборина // Медицина труда и экология человека. – 2018. – № 2(14). – С. 22-27.

84. Обоснование методики физиологической оценки функционального состояния медицинского персонала во время COVID-19 / И. В. Бухтияров, А. В. Зайцева, В. В. Сериков [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2023. – Т. 63, № 5. – С. 300-307.

85. Обоснование перечня приоритетных контролируемых санитарно-микробиологических показателей для обеспечения безопасности внутрибольничной среды медицинских организаций стационарного типа вне зависимости от их функционального назначения / С. М. Юдин, Н. В. Русаков, А. В. Загайнова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 4. – С. 326-336.

86. Определение уровня вероятного риска заражения медицинских работников COVID-19 / Е. В. Белова, Н. Н. Заброта, П. А. Истратов [и др.] // Гигиена и санитария. – 2024. – Т. 103, № 10. – С. 1176-1182.

87. Особенности восприятия стресса и эмоциональное выгорание у сотрудников медицинских организаций в период пандемии COVID-19 / Т. А. Платонова, А. А. Голубкова, М. С. Скляр [и др.] // Здравоохранение Российской Федерации. – 2024. – Т. 68, № 1. – С. 59-65.

88. Особенности применения средств индивидуальной защиты в очагах новой коронавирусной инфекции / А. А. Кузин, А. П. Юманов, А. А. Дегтярев, Г. Г. Еремин // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2020. – Т. 19, № 6. – С. 4-7.

89. Особенности реакции частоты сердечных сокращений на мышечную нагрузку с использованием средств индивидуальной защиты / А. В. Изосимова, И.

Х. Вахитов, А. М. Миндубаев [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2021. – Т. 26, № S5. – С. 22-23.

90. Оценка профессиональных рисков здоровья медицинского персонала терапевтического и хирургического профиля на основе проведения факторного анализа условий их труда в многопрофильных лечебных организациях / Ю. Ю. Елисеев, Н. И. Латышевская, Т. В. Жукова [и др.] // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2023. – Т. 20, № 4. – С. 38-43.

91. Оценка системных гемодинамических изменений у медицинских работников ПЦР-лабораторий при использовании средств индивидуальной защиты / В. В. Шкарин, Н. И. Латышевская, Д. В. Орлов [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2023. – Т. 63, № 3. – С. 200-205.

92. Оценка функционального состояния организма при эксплуатации защитного многоразового костюма как средства минимизации риска инфицирования медицинского персонала / А. Б. Юдин, М. В. Калтыгин, Е. А. Коновалов [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 4. – С. 152-161.

93. Оценки использования лабораторных исследований в учреждениях первичной медико-санитарной помощи/ М.Л. Свещинский, Т.С. Кокарева, С.В. Плюснина [и др.]. Лабораторная служба. 2017; 6(3): 206-13. DOI: 10.17116/labs201763206-213 EDN: ZKABLR.

94. Пандемия COVID-19 и психическое здоровье медицинских работников / Н. А. Острякова, С. А. Бабанов, Д. В. Винников [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2021. – Т. 61, № 9. – С. 627-632.

95. Пандемия COVID-19: влияние мер специфической и неспецифической профилактики на риск заражения SARS-CoV-2 у работников медицинских организаций / И. А. Егоров, С. С. Смирнова, В. А. Мищенко [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2023. – № 3. – С. 80-86.

96. Петрухин, Н. Н. Профессиональная заболеваемость медработников в России и за рубежом (обзор литературы) / Н. Н. Петрухин // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100, № 8. – С. 845-850.

97. Платонова, Т. А. Система эпидемиологической безопасности персонала медицинских организаций в условиях высоких биологических рисков, связанных с новой коронавирусной инфекцией, и ее совершенствование: автореферат дис. ... доктора медицинских наук: 3.2.2 / Платонова Татьяна Александровна; [Место защиты: Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова]. – Санкт-Петербург, 2025. – 48 с.

98. Повышение эффективности индивидуальной защиты органов дыхания работников медицинских организаций: учебно-методическое пособие / под общ. ред. И. А. Умнягиной; [И. В. Федотова, В. В. Трошин, Л. А. Миронов]. – Нижний Новгород: Ремедиум Приволжье, 2020. – 52 с.

99. Полякова, О. Б. Особенности профиля профессионального кризиса медицинских работников с профессиональными деформациями в условиях пандемии COVID-19 / О. Б. Полякова, Т. И. Бонкало // Здравоохранение Российской Федерации. – 2022. – Т. 66, № 6. – С. 521-528.

100. Порошина М.М., Власова Е.М., Перевалов А.Я. Оптимизация системы диагностики заболеваний кисти у работников в условиях сочетанного воздействия вибрации и физических перегрузок. Медицина труда и промышленная экология. 2019; 59(11): 950-5.

101. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (с изменениями и дополнениями). – Текст: электронный // Гарант: информационно-правовое обеспечение: [сайт]. – URL: <https://base.garant.ru/400274954> (дата обращения: 02.06.2026).

102. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. N 4 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней» (с изменениями и дополнениями). – Текст: электронный // Гарант:

информационно-правовое обеспечение: [сайт]. – URL: <https://base.garant.ru/400342149> (дата обращения: 02.06.2026).

103. Практикум по возрастной физиологии: для студентов институтов физической культуры и спорта / Изд. 2-е. переработанное и дополненное, Автор-составитель И.В. Гуштурова, Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет». – 2018. – 140с.

104. Практикум по нормальной физиологии / В. Б. Брин, И. Г. Джигоев, Н. В. Боциева [и др.]; под ред. В. Б. Брина. – Владикавказ: Северо-Осетинская государственная медицинская академия, 2012. – 66 с.

105. Приказ Минтруда России от 21.11.2023 N 817н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению» (Зарегистрировано в Минюсте России 30.11.2023 N 76179). – Текст: электронный // КонсультантПлюс: справочно-правовая система. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_463282 (дата обращения: 15.05.2026).

106. Проблема ДНК(РНК)-контаминации в лаборатории при проведении диагностики COVID-19 методом ПЦР / А. С. Волюнкина, А. Г. Рязанова, Д. В. Русанова, А. Н. Куличенко // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2021. – Т. 29, № 7. – С. 76-81.

107. Прогнозирование летальных исходов при COVID-19 по данным компьютерной томографии органов грудной клетки / С. П. Морозов, В. А. Гомболевский, В. Ю. Чернина [и др.] // Туберкулез и болезни легких. – 2020. – Т. 98, № 6. – С. 7-14.

108. Профессиональное выгорание врачей: значение интенсивности и качества работы / Г. А. Сорокин, В. Л. Суслов, Е. В. Яковлев, Н. М. Фролова // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 12. – С. 1221-1225.

109. Профессиональные аспекты новой коронавирусной инфекции (COVID-19) / Ю. Ю. Горблянский, Е. П. Конторович, О. П. Понамарева, Е. И. Волынская // Медицина труда и промышленная экология. – 2021. – Т. 61, № 2. – С. 103-114.

110. Профессиональные заболевания медицинских работников от воздействия инфекционных агентов: современное состояние проблемы / Р. В. Гарипова, Л. А. Стрижаков, К. Т. Умбетова, К. Р. Сафина // Медицина труда и промышленная экология. – 2021. – Т. 61, № 1. – С. 13-17.

111. Профессиональный стресс как фактор риска сердечно-сосудистых катастроф у персонала отделений анестезиологии-реанимации (обзор литературы) / В. Е. Ироносков, Д. О. Иванов, К. В. Пшениснов [и др.] // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2025. – Т. 22, № 2. – С. 139-148.

112. Профессиональные полиневропатии верхних конечностей – современные подходы к диагностике, лечению и профилактике/ О.А. Кочетова, Н.И. Куприна, Н. Ю. Малькова [и др.]. Медицина труда и промышленная экология. 2018; 58(3): 6-9.

113. Профилактика заноса и распространения COVID-19 в медицинских организациях. Временные методические рекомендации. Версия 2, 14.05.2020 / Национальная ассоциация специалистов по контролю инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи; [Н. И. Брико, Л. П. Зуева, А. В. Любимова [и др.]]. – 46 с. – URL: <https://fmbs-gcgie.ru/upload/iblock/711/71134f204b3efd5d15186bca6de3b8e9.pdf> (дата обращения: 04.06.2026). – Текст: электронный.

114. Профилактика развития синдрома эмоционального выгорания среднего медицинского персонала во взаимосвязи с уровнем эмоционального интеллекта / А. М. Алленов, М. А. Сидоренко, М. А. Генатулин, Д. П. Львова // Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н.А. Семашко. – 2024. – № 3. – С. 28-34.

115. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Временные методические рекомендации. Версия 18 (26.10.2023) / Министерство здравоохранения Российской Федерации; [С. Н. Авдеев, Л. В.

Адамян, Е. И. Алексеева [и др.]]. – 250 с. – URL: https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/064/610/original/BMP_COVID-19_V18.pdf (дата обращения: 04.06.2026). – Текст: электронный.

116.Разбойникова, Д. А. Совершенствование организации медицинской помощи по профилю «Стоматология» пациентам с заболеваниями пародонта: автореферат дис. ... кандидата медицинских наук: 3.2.3 / Разбойникова Дарья Александровна; [Место защиты: Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения]. – Челябинск, 2024. – 24 с.

117.Ратушная, Н. Ш. Триггеры, обуславливающие развитие профессиональной заболеваемости медицинских работников в лечебно-профилактических учреждениях / Н. Ш. Ратушная // Гигиена, окружающая среда и риски здоровью в современных условиях: материалы XIII Всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием, Саратов, 26-27 апреля 2023 года. – Саратов, 2023. – С. 237-240.

118.Рациональное использование средств индивидуальной защиты при COVID-19 и соображения применительно к ситуации их острой нехватки. Временное руководство, 23 декабря 2020 г. / Всемирная организация здравоохранения. – Всемирная организация здравоохранения, 2021. – 39 с. – URL: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/ed0ffa94-b821-46ec-b213-94b3d68e666b/content> (дата обращения: 06.04.2026). – Текст: электронный.

119.Рогова, Е. Е. Взаимосвязь между эмоциональным выгоранием и образом деятельности у среднего медицинского персонала / Е. Е. Рогова, Е. И. Рогов. – Текст: электронный // Мир науки. Педагогика и психология. – 2025. – Т. 13, № 4. – URL: <https://mir-nauki.com/PDF/94PSMN425.pdf> (дата обращения: 03.06.2026).

120.Руководство Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29 июля

2005 г.). – Текст: электронный // Гарант: информационно-правовое обеспечение: [сайт]. – URL: <https://base.garant.ru/12142897/> (дата обращения: 02.06.2026).

121.Р 2.2.1766-03. 2.2. Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Руководство (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 24.06.2003). – Текст: электронный // КонсультантПлюс: справочно-правовая система. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_130907 (дата обращения: 27.11.2025).

122.Сибгатуллин, И.Я. Распространенность рабочего стресса и эмоционального выгорания среди медицинских работников / И.Я. Сибгатуллин, Л.М. Фатхудинова, Г.Г. Бадамшина // Гигиена и санитария. – 2023. – Т. 102. – № 11. – С.1182-1185.

123.Селезнева, Е. В. Особенности синдрома эмоционального выгорания у медиков среднего звена и пути их профилактики / Е. В. Селезнева, Ю. В. Сорокопуд, Т. П. Айсувакова // Проблемы современного педагогического образования. – 2021. – № 72-4. – С. 241-244.

124.Сидоров, П. Синдром эмоционального выгорания / Павел Сидоров // Медицинская газета. – 2005. – 8 июня (№ 43). – С. 8-9.

125.Синбухова, Е. В. Оценка психологического состояния медицинского персонала во время пандемии COVID-19 / Е. В. Синбухова, Д. Н. Проценко // Анестезиология и реаниматология (Медиа Сфера). – 2020. – № 6-2. – С. 54-60.

126.Смирнова, С. А. Организационные основы профессиональной деятельности врача-терапевта участкового: диссертация ... кандидата медицинских наук: 14.02.03 / Смирнова Светлана Алексеевна; [Место защиты: Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения]. – Москва, 2020. – 157 с.

127.Сорокин, Г.А. Хронофизиологическое исследование профессионально-обусловленной усталости // Физиология человека. 2008. Т. 34. № 6. С. 70-77.

128. Совершенствование процесса диагностики коронавирусной инфекции с использованием средств видеонаблюдения в условиях пандемии / В. В. Шкарин, Д. В. Орлов, Ю. А. Москалев [и др.] // Проблемы стандартизации в здравоохранении. – 2021. – № 1-2. – С. 27-33.

129. Состояние иммунологической реактивности медицинских работников лечебно-профилактических учреждений / А. И. Леванюк, Т. А. Ермолина, Е. В. Сергеева [и др.] // Здравоохранение Российской Федерации. – 2011. – № 2. – С. 51-52.

130. СоциоДиггер: [регулярный профессиональный ньюслеттер] / ВЦИОМ. – 2020. – Август (Т. 1, вып. 1): Труд и занятость. – 45 с. – URL: https://wciom.ru/fileadmin/file/nauka/podborka/wciom_sociodigger.pdf (дата обращения: 02.06.2026). – Текст: электронный.

131. Сравнительная оценка рисков инфицирования SARS-CoV-2 у работников медицинских организаций крупного промышленного города в период пандемии / С. С. Смирнова, И. А. Егоров, Н. Н. Жуйков [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 2. – С. 139-150.

132. Структура тревожных переживаний и стресс как факторы готовности к вакцинации против коронавирусной инфекции / М. Ю. Сорокин, Н. Б. Лутова, Г. Э. Мазо [и др.] // Обозрение психиатрии и медицинской психологии имени В.М. Бехтерева. – 2021. – Т. 55, № 2. – С. 52-61.

133. Суслин, С. А. Современные проблемы организации оказания медицинской помощи по профилю «косметология» / С. А. Суслин, О. А. Колсанова // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2022. – № 5. – С. 809-827.

134. Таньшина О.В., Вечорко В.И., Женина Е.А. Работа медицинских сестер столичного многопрофильного стационара в условиях борьбы с пандемией COVID-19. Профилактическая медицина. – 2020. – Т. 23, № 8. – С.19–23.

135. Тепловое состояние организма при использовании средств индивидуальной защиты от биологических факторов / И. В. Бухтияров, А. М.

Гергей, С. В. Краснова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2022. – Т. 101, № 11. – С. 1321-1327.

136.Труд и здоровье медицинских работников / М. В. Аленицкая, П. Ф. Кику, Е. В. Дубель, Т. Н. Унгурияну. – Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2023. – 250 с. – ISBN 978-5-7444-5459-3.

137.Тупикова, Д. С. Оптимизация условий и характера труда медицинских работников г. Самара: диссертация ... кандидата медицинских наук: 14.02.01 / Тупикова Дарья Сергеевна; [Место защиты: Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера]. – Самара, 2021. – 162 с.

138.Формирование иммунной прослойки к SARS-COV-2 среди сотрудников крупной многопрофильной больницы / М. И. Ликстанов, С. А. Кузьменко, Г. В. Вавин [и др.] // Медицина в Кузбассе. – 2021. – Т. 20, № 1. – С. 22-25.

139.Харченко, В. С. Социальное самочувствие персонала организации: методики изучения основных HR-индикаторов (удовлетворенность, вовлеченность, лояльность и мотивация) / В. С. Харченко // Управление культурой. – 2022. – № 2(2). – С. 4-15.

140.Хоминец, В. В. Совершенствование организации работы больниц скорой медицинской помощи: автореферат дис. ... кандидата медицинских наук: 3.2.3; 3.2.6. / Хоминец Владимир Владимирович; [Место защиты: Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова]. – Санкт-Петербург, 2024. – 24 с.

141.Частота факторов риска хронических неинфекционных заболеваний у медицинских работников Томской области / О. С. Кобякова, Е. С. Куликов, А. А. Альмикеева [и др.] // Профилактическая медицина. – 2020. – Т. 23, № 3. – С. 81-86.

142.Черных, Е. А. Динамика и детерминанты удовлетворенности работой россиян в характеристике человеческого потенциала / Е. А. Черных // Уровень жизни населения регионов России. – 2023. – Т. 19, № 2. – С. 199-215.

143.Шашина, Е. А. Научно-методические подходы к гигиенической оценке средств защиты органов дыхания на примере лицевых масок: автореферат дис. ...

доктора медицинских наук: 3.2.1 / Шашина Екатерина Андреевна; [Место защиты: Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет)]. – Москва, 2023. – 46 с.

144.Шкарин, В. В. Особенности системной гемодинамики и вегетативного статуса у медработников ПЦР-лабораторий с различным эмоциональным интеллектом / В. В. Шкарин, Д. В. Орлов, Р. А. Кудрин // Российский медико-биологический вестник имени академика И. П. Павлова. – 2023. – Т. 31, № 3. – С. 335-344.

145.Шпагина, Л.А. COVID-19 у медицинских работников (обзор литературы и собственные данные) / Л. А. Шпагина, Л. П. Кузьмина, О. С. Котова [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2021. – Т. 61, № 1. – С. 18-26.

146.Шулакова, Н. И. Ключевые аспекты рисков в профессиональной деятельности медицинских работников / Н. И. Шулакова, А. В. Тутельян, В. Г. Акимкин // Анализ риска здоровью. – 2024. – № 2. – С. 185-195.

147.Эмоциональное выгорание у медицинских работников в условиях работы в экстремальных ситуациях/ В.А. Панков, О.Л. Лахман, М.В. Кулешова [и др.] Гигиена и санитария. – 2020, Т. 99 - №10. - С. 1034–41. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-10-1034-1041>.

148.Эпидемиологические особенности заболеваемости и течения новой коронавирусной инфекции COVID-19 у медицинских работников (на основе анализа данных пациентов, пролеченных в перепрофилированном инфекционном госпитале) / С. А. Кузьменко, М. И. Ликстанов, А. М. Ошлыкова [и др.] // Медицина в Кузбассе. – 2020. – Т. 19, № 4. – С. 21-24.

149.Условия труда медицинских работников в период пандемии COVID-19 в 2020–2021 гг. в Новосибирске / Л.А. Шпагина, О.С. Котова, К.В. Лихенко-Логвиненко К.В. [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. 2023;63(5):280-291. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-5-280-291>.

EDN: INTCUR.

150. A longitudinal study on the mental health of general population during the COVID-19 epidemic in China / C. Wang, R. Pan, X. Wan [et al.] // *Brain Behav Immun.* – 2020. – Vol. 87. – P. 40-48.

151. Aerosol concentrations and size distributions during clinical dental procedures / L. Lahdentausta, E. Sanmark, S. Lauretsal [et al.] // *Heliyon.* – 2022. – Vol. 8, № 10. – P. e11074.

152. Agarwal, A. Difficulties encountered while using PPE kits and how to overcome them: An Indian perspective / A. Agarwal, S. Agarwal, P. Motiani // *Cureus.* – 2020. – Vol. 12, № 11. – P. e11652.

153. An employers' guide on managing your workplace during COVID-19 / International Labour Organization. – 2020. – 33 p. – URL: <https://data.unhcr.org/en/documents/download/75749> (accessed: 04.04.2026). – Text: electronic.

154. An observational laboratory-based assessment of SARS-CoV-2 molecular diagnostics in Benin, Western Africa / A.-L. Sander, A. Yadouleton, A. Moreira-Soto [et al.] // *mSphere.* – 2021. – Vol. 6, № 1. – P. e00979-20.

155. AnyLogic [Программное обеспечение для имитационного моделирования различных бизнес-процессов]. – URL: <https://www.anylogic.ru/> (дата обращения: 03.06.2026). – Текст: электронный.

156. Arens E, Zhang H. The skin's role in human thermoregulation and comfort. In: *Thermal and Moisture Transport in Fibrous Materials*. Pan N., Gibson P., eds. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd, - 2006. Vol. 7, P. 560–602. doi: 10.1533/9781845692261.3.560.

157. Bovenzi M., Prodi A., Mauro M. Relationships of neurosensory disorders and reduced work ability to alternative frequency weightings of hand-transmitted vibration. *Scand. J. Work Environ. Health.* – 2015. Vol. 41, № 3. – P. 247-58. DOI: 10.5271/sjweh.3490.

158. Benedetti F, Pachetti M, Marini B, Ippodrino R, Ciccozzi M, Zella D. SARS-CoV-2: March toward adaptation. *J Med Virol.* – 2020. Nov 92 - № 11. – P. 2274-2276. doi: 10.1002/jmv.26233.

159. Chowdhry, R. Hand arm vibration syndrome in dentistry: A review / R. Chowdhry, V. Sethi // *Current Medicine Research and Practice*. – 2017. – Vol. 7, № 6. – P. 235-239.

160. Chudecka M, Szczepanowska E, KempieńskaPodhorodecka A. Changes of thermoemission of upper extremities in female handball players – the preliminary study. *Medicina Sportiva*. - 2008. Vol. 12 № 3/ - P. 99–102. doi: 10.2478/v10036-008-0019-5.

Coelho, A. C. Biological risks and laboratory-acquired infections: a reality that cannot be ignored in health biotechnology / A. C. Coelho, J. García Díez // *Front Bioeng Biotechnol*. – 2015. – Vol. 3. – P. 56.

161. Corman, M. K. Titrating the rig: how paramedics work in and on their ambulance / M. K. Corman // *Qual Health Res*. – 2018. – Vol. 28, № 1. – P. 47-59.

162. Coronavirus disease 19 (COVID-19): Implications for clinical dental care / A. Ather, B. Patel, N. B. Ruparel [et al.] // *Care. J Endod*. – 2020. – Vol. 46, № 5. – P. 584-595.

163. Dealing with skin reactions to gloves during the COVID-19 pandemic / M. Tabary, F. Araghi, S. Nasiri, S. Dadkhahfar // *Infect. Control Hosp. Epidemiol*. – 2021. – Vol. 42, № 2. – P. 247-248.

164. Gallup's engagement survey. – URL: <https://www.gallup.com/workplace/356063/gallup-q12-employee-engagement-survey.aspx> (accessed: 01.02.2026). – Text: electronic.

165. Green, F. Demanding work. The paradox of job quality in the affluent economy / F. Green. – Woodstock: Princeton University Press, 2006. – 256 p.

166. Headaches associated with personal protective equipment – a cross-sectional study among frontline healthcare workers during COVID-19 / J. J. Y. Ong, C. Bharatendu, Y. Goh [et al.] // *Headache*. – 2020. – Vol. 60, № 5. – P. 864-877.

167. Health workers exposure risk assessment and management in the context of COVID-19 virus: interim guidance, 3 March 2020 / World Health Organization. – World Health Organization, 2020. – 8 p. – URL:

https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCov-HCW_risk_assessment-2020.1 (accessed: 04.03.2020). – Text: electronic.

168.Hignett, S. Human factors issues of working in personal protective equipment during the COVID-19 pandemic / S. Hignett, R. Welsh, J. Banerjee // *Anaesthesia*. – 2021. – Vol. 76, № 1. – P. 134-135.

169.Impact of gloves and mask use on epidermal barrier function in health care workers / T. Montero-Vilchez, A. Martinez-Lopez, C. Cuenca-Barrales [et al.] // *Dermatitis*. – 2021. – Vol. 32, № 1. – P. 57-62.

170.Koh, D. Occupational risks for COVID-19 infection / D. Koh // *Occup Med (Lond.)*. – 2020. – Vol. 70, № 1. – P. 3-5

171.Lan, F.-Y. COVID-19 and healthcare workers: emerging patterns in Pamplona, Asia and Boston / F.-Y. Lan, A. Fernandez-Montero, S. N Kales // *Occup Med (Lond)*. – 2020. – Vol. 70, № 5. – P. 340-341.

172.Lippi G., Simundic A.M., Plebani M. Potential preanalytical and analytical vulnerabilities in the laboratory diagnosis of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Clin. Chem. Lab. Med.* – 2020. Vol. 58/ - № 7. - P. 1070-6.

173.Lopes, H. Work autonomy, work pressure, and job satisfaction: An analysis of European Union countries / H. Lopes, S. Lagoa, T. Calapez // *The Economic and Labour Relations Review*. – 2014. – Vol. 25, № 2. – P. 306-326.

174.Nosocomial hepatitis A outbreak among healthcare workers and patients in a community hospital during an ongoing statewide outbreak / J. Brennan, H. Mullins, K. Tobey [et al.] // *Infect Control Hosp Epidemiol*. – 2021. – Vol. 42, № 2. – P. 139-141.

175.Park, S. H. Personal protective equipment for healthcare workers during the COVID-19 pandemic / S. H. Park // *Infect Chemother*. – 2020. – Vol. 52, № 2. – P. 165-182.

176.Personal protective equipment during COVID-19 pandemic: a narrative review on technical aspects / S. Saran, M. Gurjar, A. K. Baronia [et al.] // *Expert Rev Med Devices*. – 2020. –Vol. 17, № 12. – P. 1265-1276.

177. Psychological status of medical staff dedicated to nucleic acid collection in COVID-19 epidemic during closed-loop management: A cross-sectional study / M. Sun, X. Li, J. Yao [et al.] // *Front Public Health*. – 2023. – Vol. 11. – P. 1131971.

178. Quantitative measurements of aerosols from air-polishing and ultrasonic devices: (How) can we protect ourselves? / M. Kaufmann, A. Solderer, A. Gubler [et al.] // *PLoS One*. – 2020. – Vol. 15, № 12. – P. 0244020.

179. Risk of COVID-19 among front-line health-care workers and the general community: a prospective cohort study / L. H. Nguyen, D. A. Drew, M. S. Graham [et al.] // *Lancet Public Health*. – 2020. – Vol. 5, № 9. – P. 475-483.

180. Surkova, E. False-positive COVID-19 results: hidden problems and costs / E. Surkova, V. Nikolayevskyy, F. Drobniewski // *Lancet Respir Med*. – 2020. – Vol. 8, № 12. – P. 1167-1168.

181. The economic efficiency of clinical laboratories in public hospitals: A case study in Iran / M. Alinejhad, S. Aghlmand, S. Feizollahzadeh, H. Yusefzadeh // *J Clin Lab Anal*. – 2020. – Vol. 34, № 2. – P. 23067.

182. The efficacy of PPE for COVID-19-type respiratory illnesses in primary and community care staff / K. Khunti, A. Adisesh, C. Burton [et al.] // *Br J Gen Pract*. – 2020. – Vol. 70, № 697. – P. 413-416.

183. The evaluation of physiological index changes and safety work of female medical staff with different medical protection standards in the ward of COVID-19 / M. Zhao, J. Zhao, J. Yan, X. Gao [et al.] // *Front Med (Lausanne)*. – 2022. – Vol. 9. – P. 906140.

184. The impact of false positive COVID-19 results in an area of low prevalence / B. Healy, A. Khan, H. Metezai [et al.] // *Clin Med (Lond)*. – 2021. – Vol. 21, № 1. – P. 54-56.

185. Weissman, D. N. COVID-19 and risks posed to personnel during endotracheal intubation / D. N. Weissman, M. A. de Perio, L. J. Radonovich Jr. // *JAMA*. – 2020. – Vol. 323, № 20. – P. 2027-2028.

186.Yao X., Shehadeh K.S., Padman R. Multi-resource allocation and care sequence assignment in patient management: a stochastic programming approach. *Health Care Management Science*. - 2024. Vol. 27. - P. 352–369.

187.Zhang W., Liu Sh., Osgood N., et al. Using simulation modelling and systems science to help contain COVID-19: A systematic review. *Systems Research and Behavioral Science*. 2022.

188.The World Health Organization Interim Guide «Rational use of personal protective equipment against coronavirus disease (COVID-19)» and recommendations for their acute shortage» of 06.04.2020]. Accessed 21.11.2020. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_350157/.

189.Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta ... A Bognanni, EA Akl, S Duda, *The lancet*, 2020. - Vol 395(10242). – P. 1973-1987.

190.Орлов, Д.В. Физиолого-гигиенические маркеры риска нарушений состояния здоровья у медработников ПЦР-лабораторий / Д.В. Орлов, Р.А. Кудрин // Профилактическая медицина-2022: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием – СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2022. – С. 227-231.

191.Орлов, Д.В. Физиолого-гигиеническая оценка условий труда работников ПЦР-лабораторий в период пандемии COVID-19 / Д.В. Орлов, В.В. Шкарин, Н.И. Латышевская, А.В. Беляева // Профилактическая медицина-2022: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием – СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2022. – С. 232-236.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ВСР – вариабельность сердечного ритма

ГБУЗ – государственное бюджетное учреждение здравоохранения

ГОСТ – государственный стандарт

ДАД – диастолическое артериальное давление

ДИ – доверительный интервал

ИН – индекс напряжения

ИСМП – инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи

ИОЗ – институт общественного здоровья

КЕО – коэффициент естественной освещенности

КУТ – класс условий труда

МАНК – метод амплификации нуклеиновых кислот

МОС – минутный объем сердца

МОВС – микробная обсемененность воздушной среды

МУК – методические указания

ОДА – опорно-двигательный аппарат

ОПСС – общее периферическое сопротивление сосудов

ПАР – индекс активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

ПЗМР – простая зрительно-моторная реакция

ПД – пульсовое давление

ПДК – предельно допустимая концентрация

ПЦР – полимеразная цепная реакция

САД – систолическое артериальное давление

СанПиН – санитарные правила и нормы

СИЗ – средства индивидуальной защиты

СИМ – индекс активности симпатического отдела вегетативной нервной системы

СМП – скорая медицинская помощь

СПВ – синдрома профессионального выгорания

СрАД – среднее артериальное давление

УОС – ударный объем сердца

УР – устойчивость нервной реакции

УФВ – уровень функциональных возможностей ЦНС

ФА – физическая активность

ФУС – функциональный уровень нервной системы

ХНИЗ – хронические неинфекционные заболевания

ХРМ - хронорефлексометрия

$T_{\text{ск}}^{\circ\text{C}}$ – средневзвешенная температура кожи

$T_{\text{стг}}$ – средняя температура тела

$\Delta Q_{\text{мс}}$ – теплосодержание

T_0 – теплоощущения

ЦНС – центральная нервная система

ЧСС – частота сердечных сокращений

NN – средняя продолжительность интервалов R-R

SDNN (мс) – стандартное отклонение величин интервалов R-R

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

УТВЕРЖДАЮ:

Главный врач

ГБУЗ «Городская детская
поликлиника № 2»

Турбанова Л.Н.

«22» января 2024.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

на использование методики планирования трудовой нагрузки и оптимизации производственных процессов ПЦР-лаборатории с применением имитационного моделирования в программном комплексе AnyLogic

Разработана на базе научных исследований ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России и ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет».

Внедрение данной методики в клиническую практику ПЦР-лаборатории ГБУЗ «Городская детская поликлиника № 2» позволило перейти от нормативного планирования к научно обоснованному управлению ресурсами на основе дискретно-событийного моделирования. Методика включает трёхэтапный подход: многократный хронометраж технологических операций, статистическую обработку временных затрат и создание адаптивной цифровой модели в AnyLogic с учётом стохастических переменных. Технология обеспечивает визуализацию потока биоматериала, объективное выявление «узких мест» (bottlenecks) и прогнозирование пропускной способности при различных сценариях эпидемиологической нагрузки без проведения рискованных «полевых» экспериментов. Применение метода соответствует требованиям ГОСТ Р ИСО 15189-2015 и ГОСТ Р ИСО 15190-2023.

Клинико-организационные результаты внедрения:

Увеличение максимальной суточной мощности лаборатории исследований за счёт оптимизации маршрутизации проб и параллельного запуска процессов.

Сокращение потребности в сменном персонале на 53,8 % при одновременном росте среднесуточной нагрузки на 110,7 %.

ПРИЛОЖЕНИЕ А (продолжение)

Снижение частоты ошибок и перестановок проб с 9,63 % до 1,67 % ($p < 0,05$) за счёт точного расчёта коэффициента загрузки и минимизации простоев.

Научное обоснование режимов труда и ротации сотрудников, что позволило минимизировать профессиональные гигиенические риски и психоэмоциональное перенапряжение персонала в условиях повышенной нагрузки.

Повышение устойчивости лабораторной службы к непрогнозируемым всплескам спроса на диагностику в условиях пандемии.

Организация-разработчик: ФГБОУ ВО ВОЛГГМУ Минздрава России, кафедра Общей гигиены и экологии

Авторы методики: соискатель кафедры Общей гигиены и экологии ФГБОУ ВО ВОЛГГМУ Орлов Д.В., д.м.н., профессор Шкарин В.В., д.м.н., профессор Латышевская Н.И., Донская А.Р., к.м.н. Ковалева Е.С., к.м.н. Назаров Н.О., Невежина Е.А.

Зав. лабораторией ГБУЗ «ГДП №2»



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

УТВЕРЖДАЮ:

Главный врач ГБУЗ "Волгоградский
областной центр по профилактике и
борьбе со СПИД и инфекционными
заболеваниями"



Козырев О.А.

2026 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

на использование организационно-технологической методики совершенствования работы ПЦР-лаборатории с применением средств видеонаблюдения.

Внедрение данной методики в клиническую практику ПЦР-лаборатории ГБУЗ «Городская детская поликлиника № 2» г. Волжского позволило оптимизировать производственные процессы, минимизировать профессиональные гигиенические риски для персонала и существенно повысить диагностическую мощность учреждения. Методика основана на целевом использовании системы видеонаблюдения для непрерывного мониторинга, объективного анализа и оперативной коррекции этапов лабораторной диагностики в условиях повышенной эпидемиологической нагрузки.

Использование видеосистемы обеспечило достижение следующих клинико-организационных результатов:

1. Организация дистанционного обучения и инструктажа новых сотрудников без их непосредственного входа в «заразную» зону лабораторного процесса.
2. Полное устранение ошибок персонала уже в первый месяц внедрения за счёт комиссионного разбора действий в реальном времени и совершенствования мануальных навыков.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (продолжение)

3. Увеличение производительности труда с 3 до 7 производственных циклов в сутки, что позволило кратно нарастить максимальную мощность лаборатории.

4. Сокращение расходов на средства индивидуальной защиты (СИЗ) на 50 % за счёт объективного контроля логистики и минимизации необоснованных выходов специалистов из зоны высокого биологического риска.

5. Обеспечение удалённого административного и эпидемиологического контроля за соблюдением санитарно-противоэпидемического режима без нарушения стерильности рабочих зон.

Технология соответствует требованиям ГОСТ Р ИСО 15190-2023 «Медицинские лаборатории. Требования к безопасности» и ГОСТ Р ИСО 15189-2015 «Медицинские лаборатории. Требования к качеству и компетентности».

Организация-разработчик: ФГБОУ ВО ВОЛГГМУ Минздрава России, кафедра Общей гигиены и экологии

Авторы методики: соискатель кафедры Общей гигиены и экологии ФГБОУ ВО ВОЛГГМУ Орлов Д.В., д.м.н., профессор Шкарин В.В., д.м.н., профессор Латышевская Н.И., к.э.н. Москалев Ю.А., к.м.н. Назаров Н.О., Невежина Е.А.

Зав. лабораторией
ГБУЗ «ВО ЦПБ СПИД и ИЗ»

ПРИЛОЖЕНИЕ В

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности
 Д.В.Михальченко
« 14 » « апреля » 2026г

АКТ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

**Орлова Д.В. по кандидатской диссертации на тему «Гигиенические и
медико-социальные аспекты совершенствования организации труда
медицинских работников ПЦР-лаборатории » в образовательный процесс
кафедры общей гигиены и экологии ФГБОУ ВО ВолгГМУ**

Комиссией в составе Председателя – д.м.н., проф. Л.А.Давыденко, члены комиссии – к.м.н., доц Н.В.Левченко, к.б.н., доц. А.В.Беляевой, секретарем комиссии д.соц.н., проф. М.Д. Ковалева подтверждается следующее:

В учебный процесс на кафедре общей гигиены и экологии внедрены рекомендации по обоснованию режимов труда и мерах профилактики перегрева работников ПЦР-лабораторий при работе в средствах индивидуальной защиты от биологического фактора. Данные результаты используются при изучении студентами лечебного факультета модуля «Гигиена труда», тема «Тяжесть и напряженность трудового процесса: влияние на функциональное состояние и здоровье работающих». Также результаты исследования используются при подготовке лекционного материала по теме «Медико-санитарное обеспечение промышленных рабочих».

Эффективность внедрения научных результатов исследования связана с формированием у студентов следующих компетенций: УК-8.3.1, ОПК-2.2.1, ПК-5.1.1 и 5.2.2.

Общим решением заседания кафедры общей гигиены и экологии (протокол №8 от 26.03.2026г.) рекомендовано использованием результатов диссертационного исследования

Председатель комиссии, д.м.н., проф.

 Л.А.Давыденко

Секретарь комиссии, д.соц.н, проф.

 М.Д.Ковалева