

Научный журнал «Костюмология» / Journal of Clothing Science <https://kostumologiya.ru>

2025, Том 10, № 2 / 2025, Vol. 10, Iss. 2 <https://kostumologiya.ru/issue-2-2025.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/08TLKL225.pdf>

2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Нагманов, Н. Д. Моделирование перчаточного изделия на базе статистических данных и искусственного интеллекта / Н. Д. Нагманов, А. С. Парсанов // Костюмология. — 2025. — Т. 10. — № 2. — URL:

<https://kostumologiya.ru/PDF/08TLKL225.pdf>.

For citation:

Nagmanov N.D., Parsanov A.S. Modeling of a glove product based on statistical data and artificial intelligence.

Journal of Clothing Science. 2025;10(2): 08TLKL225. Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/08TLKL225.pdf>.

(In Russ., abstract in Eng.).

УДК 677.075

Нагманов Наиль Дамирович

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия

Техник

E-mail: nagmanovn@mail.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1284526

Парсанов Александр Сергеевич

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия

Преподаватель, доцент

Кандидат технических наук

E-mail: parsanov1982@yandex.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=798098

Моделирование перчаточного изделия на базе статистических данных и искусственного интеллекта

Аннотация. В статье рассматривается актуальность использования рабочих перчаток как средств индивидуальной защиты (СИЗ) на промышленных предприятиях РФ, включая металлообрабатывающие, деревообрабатывающие и сельскохозяйственные компании. Проанализированы различные типы защитных перчаток (химические, термостойкие, устойчивые к порезам и проколам) и соответствующие технологии производства. Особое внимание уделено классификации перчаток по категориям безопасности (I, II, III) и ценовым сегментам, отражающим уровень защиты, за счет использования более прочных нитей.

Обозначена проблема высокого уровня травматизма верхних конечностей на предприятиях, особенно в деревообрабатывающей и текстильной отраслях. Предлагается решение в виде разработки модели перчатки из смесовой пряжи с усилением опасных зон арамидной нитью, созданной с использованием цифрового станочного моделирования и нейросети YandexART, что позволит повысить безопасность и снизить производственный травматизм.

Эффективность СИЗ, в частности рабочих перчаток, напрямую связана со снижением риска производственных травм. Согласно статистике, травмы рук составляют значительную долю общего количества несчастных случаев на производстве. Использование неподходящих или изношенных перчаток нивелирует защитный эффект, что приводит к увеличению числа повреждений.

Внедрение инновационных решений в производство СИЗ является необходимым условием для повышения уровня безопасности на промышленных предприятиях. Использование в разработанной модели перчатки современных технологий, таких как цифровое станочное моделирование, искусственный интеллект, позволяет создавать более эффективные и эргономичные средства защиты, адаптированные к конкретным условиям труда.

Ключевые слова: охрана труда; производственный травматизм; станочное проектирование; инновационные волокнистые материалы; промышленный дизайн; рабочие перчатки; искусственный интеллект

Введение

На сегодняшний день широкий спектр промышленных предприятий Российской Федерации, например, работающие с металлопрокатом, деревообрабатывающие предприятия, сельскохозяйственные компании и др., на постоянной основе используют в качестве СИЗ перчатки. Существуют разные типы и виды перчаточных изделий, с необходимыми характеристиками и специализацией по применению, выбор которых обусловлен спецификой производственных процессов и потенциальными рисками.

В промышленности работники повседневно сталкиваются с различными механическими и химически опасными производственными факторами, и защита рук здесь имеет особое значение, так как их воздействие может привести к серьезным механическим повреждениям и химическим поражениям кожных покровов [1].

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) рук — предмет спецодежды рабочего, предназначенный для предотвращения травматизма кисти рук от физических, химических и биологических факторов, а также механического воздействия [2].

В зависимости от особенностей производства различают следующие типы защитных перчаток:

- химические;
- термостойкие;
- устойчивые к порезам и проколам.

У каждого типа перчаточных изделий свои материалы и технологии изготовления. Выбор материала для перчаток зависит от требуемого уровня защиты и условий эксплуатации.

Перчатки с защитой от химических факторов изготавливают из различных полимерных материалов, таких как натуральный латекс, нитрил, неопрен, поливинилхлорид (ПВХ) и бутилкаучук. Выбор материала определяется конкретным химическим веществом, от которого требуется защита. Например, нитриловые перчатки обладают высокой устойчивостью к маслам, жирам и многим растворителям. Неопреновые перчатки обеспечивают хорошую защиту от кислот, щелочей и спиртов.

Термостойкие перчатки обеспечивают безопасность кистей рук при контакте с экстремальными температурами. Материалы, используемые в их производстве, варьируются от натуральных волокон до синтетических полимеров и керамических покрытий. Термостойкие перчатки должны выдерживать воздействие тепла, пламени и мелких брызг расплавленного металла. Эффективность перчаток оценивается по времени, в течение которого они обеспечивают защиту от каждого из этих факторов.

Например, оснащение перчаточного изделия пожарного специальным вкладышем с дополнительной защитой от термического сопротивления и механической прочности [3].

Наряду с чаще применяемыми латексными перчатками получают все большее распространение перчатки, изготовленные из других высокополимерных материалов. Такие перчатки благодаря физико-химическим и биологическим свойствам материала, из которого они сделаны, используются для предохранения от воздействия сильнодействующих агрессивных веществ в медицине и производстве. Среди них виниловые (поливинилхлоридные), нитриловые (акрилонитриловые), витонные (фторкаучуки), стиролбутадиеновые, полиэтиленовые, полиуретановые и 4Н-слойные перчатки [4].

Перчаточные изделия с защитой от колюще-режущих предметов, изготавливаются из материалов, в которых основным компонентом выступают нити высокой прочности, такие как арамидное волокно и сверхвысокомолекулярный полиэтилен.

Также существуют различные типы модернизированных тканей, например металлизированные [5].

Благодаря соотношению прочности к весу вышеуказанных нитей перчаточные изделия приобретают высокую степень защиты без ущерба для гибкости и тактильной чувствительности.

Выбор материалов для изготовления перчаток влияет на вид применяемого для их вязания оборудования.

Стандартные хлопчатобумажные перчатки вяжутся на перчаточном оборудовании с тремя и более нитеводителями. Каждый нитеводитель отвечает за определенную часть изделия, например, основная нить предназначена для вывязывания основной части изделия, резинка — для плотного прилегания изделия к кисти человека, и оверложная нить — для предотвращения распускания изделия.

Существуют модифицированные перчатки с защитой от воздействующих факторов только в определенных местах. Для их изготовления применяют несколько видов станочного оборудования:

- Перчаточное оборудование на базе стандартного, но с четырьмя и более нитеводителями для добавления в состав пряжи дополнительных нитей, укрепляющих определенные фрагменты перчаточного изделия, а также для изменения параметра плотности вязания.
- Перчаточное оборудование жаккардового типа, используется для вывязывания узоров и рисунков на перчатках и варежках. Помимо этого, благодаря программному обеспечению можно проектировать изделия с различными переплетениями и плотностью.

На сегодняшний день, на рынке представлены перчаточные изделия, защищающие от колюще-режущих предметов, модифицированные разными методами. Например, изделия, укрепленные введением устойчивых нитей, обливом перчаток полимерными составами и шитью перчаток из крепкой ткани по готовым лекалам.

Существуют несколько категорий безопасности перчаточных изделий по отношению к устойчивости к порезам, и, соответственно, от категории зависит безопасность человеческой кисти. Базовая I категория — такие перчаточные изделия защищают от пыли, влажности и грязи. II категория (умеренная) — изделия защищают от воздействия средней силы. III категория (полная защита) — перчатки предотвращают серьезные травмы, необратимые повреждения при разных видах воздействия (напрямую зависят от сертификата и особенностей

конкретного изделия). Категория защиты специализированных перчаточных изделий указывается на бирке и упаковке продукта.

Изучению показателей безопасности и качества средств индивидуальной защиты рук посвящена научная статья, в которой исследованы средства защиты от механических повреждений — перчатки трикотажные с полимерным покрытием [6].

Кроме категорий безопасности, перчатки классифицируются по ряду характеристик, от которых зависит стоимость последних: прочность, класс вязки, состав нитей, пряжи.

В бюджетном сегменте (от 10 до 100 рублей за пару) находятся рабочие перчатки 1 категории защиты, предназначенные для защиты рук от грязи и небольших сучков. В основном Российские производители изготавливают именно перчатки бюджетного сегмента.

В среднем ценовом сегменте (от 100 до 1 000 рублей за пару) находятся перчатки 2 категории защиты, как правило более крепкие к определенному виду воздействия, например, защищающие от порезов, ударов.

В дорогом ценовом сегменте (от 1 000 и выше рублей за пару) находятся перчатки 3 категории защиты, обладающие максимально возможной защитой, например, от химических воздействий, брызг металла или прямого нагрева. Эти перчатки больше востребованы в работах узкой направленности, так как они должны в полной мере сохранять целостность рук рабочего при тяжелых воздействиях различного рода факторов на перчаточное изделие. Перчатки 2 и 3 категории изготавливают преимущественно иностранные производители из арамидных и других высокопрочных нитей.

В работе Лебедева Т.С. представлены результаты исследования структуры и свойств арамидных тканей из нитей русар и арамид отечественных производителей [7]. Нити отечественного производителя подойдут как для производства тканей, так и для вязки трикотажных перчаток повышенной прочности.

Перчаточные изделия на сегодняшний день крайне важный элемент в атрибуте многих предприятий и жизни обычного человека. При выполнении различного вида работ следует помнить о безопасности и использовать необходимые СИЗ. Изготовление отечественных перчаток, отвечающих требованиям безопасности, является большой перспективой для импортозамещения.

Современным веянием в производстве является использование при проектировании модели перчатки цифровых инструментов, с помощью которых можно моделировать укрепление опасных зон изделия. Это необходимо для того, чтобы рассчитать необходимое количество дорогих нитей, и спроектировать модель перчатки. Изготовление перчаток только из высокоэффективных волокон, таких как арамидные, является дорогим. Поэтому, чтобы удешевить производство, но при этом сохранить высокие защитные свойства изделия, целесообразно вводить дорогие нити только в места особо опасных зон.

Использование в составе СИЗ инновационных волокнистых материалов натурального (хлопок, лен, конопля) и синтетического (aramидные, полиэфирные, СВМПЭ) происхождения, позволит создать перчатки с необходимыми параметрами защиты от колюще-режущих предметов в определенных зонах.

Перчаточные изделия являются первостепенным средством индивидуальной защиты рук, поэтому актуальным является разработка модели изделия с усилением зон, более подверженных внешним колюще-режущим воздействиям.

В условиях современного производства рабочие часто подвергаются риску механических повреждений, что делает защитные средства, такие как перчатки, неотъемлемой

частью обеспечения безопасности труда. Эффективная защита рук от порезов, ударов, проколов и других видов травм критически важна для предотвращения несчастных случаев и повышения производительности [8].

Ниже, в таблице представлены статистические данные за 2022 год по повреждениям кистей рук (без учета легких ссадин).

Таблица 1

Статистика травм верхних конечностей за 2022 год

Кисть	Тыл, ладонь	1 палец	2 палец	3 палец	4 палец	5 палец
Левая	286	202	217	149	101	92
Правая	157	129	224	150	102	128

Из материалов Центрального статистического управления

По статистическим данным Центрального статистического управления по производственному травматизму, повреждения кисти составляют 40–70 % всех травм вообще (рис. 1).



Рисунок 1. Статистика производственных повреждений
(из материалов Центрального статистического управления)

Важно обратить внимание на то, что понижение трудоспособности на 70–90 % является временным, но улучшение состояния верхней конечности ведет к восстановлению трудоспособности пострадавших до 50 %.

В 2015 году вследствие травм верхней конечности был потерян приблизительно один миллион рабочих дней. В 2020 году было выплачено 18 миллионов рублей по больничным листам, на расходы больниц, медикаменты, а также пенсионерам и инвалидам.

Сравнительные данные, относящиеся к травматизму в различных отраслях промышленности (рис. 2), показывают, что повреждения верхних конечностей особенно распространены в деревообрабатывающей и текстильной промышленности [9].

Разработка и производство СИЗ для рук из смесовых и синтетических волокон позволит как частично, так и в полной мере уменьшить количество травматизма при работе в разных отраслях промышленности.

Современные методы проектирования изделий легкой промышленности основаны на применении цифровых инструментов. Поэтому в данной работе методом цифрового проектирования разработана модель перчатки из смесовой пряжи с усилением опасных зон

арамидной нитью. Арамидная нить увеличивает параметр безопасности перчаточного изделия при контакте с колюще-режущими предметами и поверхностями в опасных зонах до III категории. Хлопчатобумажная нить в составе изделия сохраняет свои свойства при отрицательной температуре, и обладает диэлектрическими свойствами.



Рисунок 2. Травмы верхних конечностей по отраслям (из сравнительных данных Хенцла¹)

Для разработки модели прототипа перчаточного изделия использована нейросеть YandexART, которая создаёт изображения и анимацию по текстовым запросам пользователей (рис. 3).

Специализированные генеративные нейросети уже созданы и используются в таких сервисах, как Яндекс Бизнес, Amazon Ads, Google Ads и VK Реклама. Искусственный интеллект выполняет функции по генерации новых изображений, а также улучшению существующих [10].



Рисунок 3. Прототип перчаточного изделия с использованием арамидной нити (оранжевая), которую сгенерировала нейросеть YandexART

¹ Эпидемиология (распространенность) травм кисти. URL: https://meduniver.com/Medical/travmi/epidemiologia_tra_vn_kisti.html (дата обращения 05.05.2025).

Представленная модель нейросети осуществляет защиту тыльной части пальцев и внутреннюю часть ладони человека, что не совсем соответствует требованиям по защите от травм человеческих верхних конечностей.

Поэтому, проанализировав сгенерированные перчаточные модели нейросети YandexART и сравнив модели, представленные на рынке, принято решение о создании собственной модели перчаточного изделия. Защитная перчатка будет изготавливаться из хлопчатобумажной и полиэфирной нити с укреплением большого и указательного пальцев арамидной нитью (рис. 4), так как по статистическим данным наиболее часто травмируются именно эти пальцы обеих кистей. Эту особенность не учла нейросеть в своих прототипах рабочей перчатки.

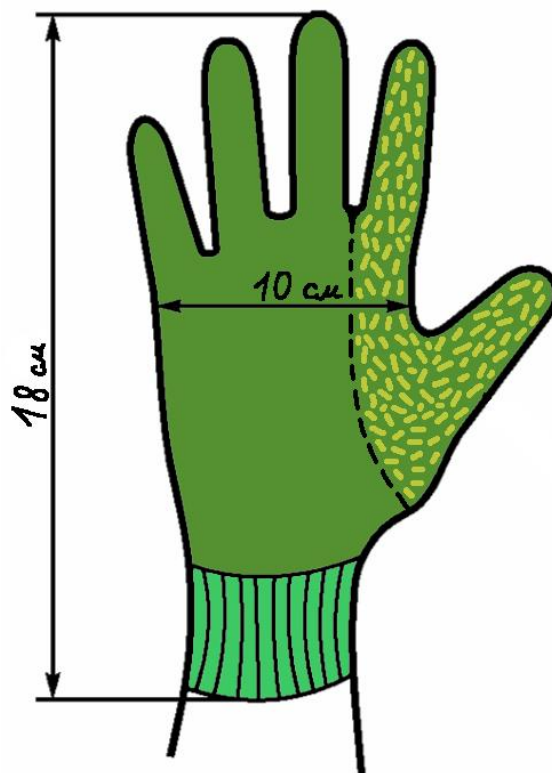


Рисунок 4. Прототип разработанного перчаточного изделия (разработана авторами)

Благодаря сочетанию натуральных и синтетических нитей получится сохранить комфорт изделия, а добавление небольшого количества дорогих арамидных нитей не приведет к большому увеличению себестоимости изделия.

Такое перчаточное изделие найдет применение во многих отраслях промышленности Российской Федерации, где обязательным требованием является использование СИЗ с необходимой категорией защиты как в узкой, так и в широкой направленности работ. Например, выполнение работ на распилочном станке, плотничные, погрузочно-разгрузочные работы, работа с металлом, работа с пленками, строительными инструментами требует высокой защиты рук.

В заключение анализ современного состояния использования и производства защитных перчаток в РФ выявил необходимость разработки и внедрения инновационных решений в этой области. Представленная работа демонстрирует подход к созданию модели перчатки, сочетающей в себе традиционные и современные материалы, а также учитывающей статистические данные по травматизму кистей рук.

Разработанная модель перчатки из смесовой пряжи с усилением арамидными нитями в зонах повышенного риска является перспективным направлением в создании СИЗ, обеспечивающих оптимальный баланс между защитой, комфортом и стоимостью. Использование цифровых инструментов, таких как нейросети, позволяет ускорить процесс проектирования и моделирования, а также учитывать индивидуальные особенности и потребности различных отраслей промышленности.

Статистические данные, указывающие на высокий уровень травматизма кистей рук на предприятиях, подчеркивают актуальность и значимость проводимых исследований. Внедрение современных СИЗ, разработанных с учетом этих данных, позволит снизить количество травм и улучшить условия труда работников.

Заключение

Таким образом, перспективным направлением развития является разработка специализированных перчаток с дифференцированной защитой, учитывающей статистические данные о наиболее уязвимых зонах кисти. В частности, акцент на усиление большого и указательного пальцев арамидными нитями, как продемонстрировано в предложенной модели, отвечает требованиям реальной производственной практики и позволяет оптимизировать затраты на материалы. Такой подход согласуется с принципами бережливого производства и способствует созданию экономически эффективных СИЗ без ущерба для безопасности.

Внедрение цифровых технологий, таких как системы автоматизированного проектирования (САПР) и нейросети, позволяет оптимизировать процесс разработки и создания новых моделей перчаток с улучшенными эксплуатационными характеристиками. Моделирование позволяет прогнозировать поведение материалов при различных видах воздействия и оптимизировать конструкцию изделия для достижения максимальной защиты при минимальном весе и объеме.

Результаты внедрения инновационных СИЗ, таких как разработанная модель перчатки с усилением опасных зон, могут быть выражены в снижении производственного травматизма, сокращении затрат на выплаты по больничным листам и повышении производительности труда. Кроме того, развитие отечественного производства высококачественных защитных перчаток способствует укреплению промышленной безопасности и снижению зависимости от импорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Защита рук от опасных производственных факторов / Д.С. Евдокимов, Ю.Д. Макурина, А.У. Зейдан, В.И. Томаков // Актуальные проблемы экологии и охраны труда: сборник статей VIII Международной научно-практической конференции: в 2 частях, Курск, 12 мая 2016 года. Том Часть 2. — Курск: Юго-Западный государственный университет, 2016. — С. 51–56. — EDN VXIRDR.
2. Нагманов, Н.Д. Изготовление инновационного перчаточного изделия / Н.Д. Нагманов, А.С. Парсанов // Новые технологии и материалы легкой промышленности: Материалы юбилейной XX Всероссийской с международным участием научно-практической конференции с элементами научной школы для студентов и молодых ученых, Казань, 13–15 мая 2024 года. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2024. — С. 118–120. — EDN QYHECA.

3. Глотов, Д.Д. Защитный вкладыш перчатки пожарного / Д.Д. Глотов, М.М. Гафуров, Е.А. Федотов // Сборник трудов Конкурса научно-исследовательских работ (Конкурса НИР) Молодежной программы 27-ой Международной специализированной выставки и Форума "Безопасность и охрана труда" БИОТ-2023, Москва, 05–08 декабря 2023 года. — Москва: Б.и., 2024. — С. 64–66. — EDN ХККRXO.
4. Современные защитные высокополимерные перчатки. Парадигмы латексной аллергии, эффекта окклюзии, биологического барьера / Г.Д. Селицкий, Н.И. Измерова, З.К. Хубиева [и др.] // Вестник дерматологии и венерологии. — 2007. — № 4. — С. 12–16. — EDN IJWKLT.
5. Сильченко, Е.В. Основные области применения металлизированных тканей / Е.В. Сильченко, С.Д. Николаев // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (инновации — 2015): сборник материалов международной научно-технической конференции, Москва, 17–18 ноября 2015 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет дизайна и технологии». Том 1. — Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный университет дизайна и технологии", 2015. — С. 37–41. — EDN UNGUCX.
6. Потушинская, Е.В. Изучение показателей безопасности и качества средств индивидуальной защиты рук / Е.В. Потушинская, Н.Ю. Быстрова // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018): Сборник материалов Международной научно-технической конференции, Москва, 14–15 ноября 2018 года. Том Часть 2. — Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)", 2018. — С. 55–57. — EDN MIJWXZ.
7. Исследование структуры и свойств арамидных тканей и нитей / Т.С. Лебедева, Т.В. Мерзликина, Л.Д. Серова [и др.] // Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2019): Сборник материалов Международной научной студенческой конференции, Москва, 16 апреля 2019 года. Том Часть 2. — Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)", 2019. — С. 43–46. — EDN VХKХRE.
8. Киреев, В.Э. Оценка степени поражения работников от механического воздействия с помощью комплекса возможных симптомов и линейки исходов «Травма — Увечье — Летальный исход» на примере использования защитных перчаток / В.Э. Киреев // Обеспечение безопасности: производственной, пожарной, экологической: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Ростов-на-Дону, 13–14 ноября 2024 года. — Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2025. — С. 116–118. — EDN AKHQRE.
9. Нагманов, Н.Д. Производство высокотехнологичной защиты рук работников всех отраслей народного хозяйства / Н.Д. Нагманов, А.С. Парсанов // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). — 2024. — № 1. — С. 248–250. — EDN JNOSBZ.

10. Верглинская, Л.А. Исследование нейросети Яндекс «Шедевр» как инструмента для генерации визуальных образов в рекламе / Л.А. Верглинская, Н.В. Кострома // Вестник Московского Международного Университета. — 2024. — № 3(3). — С. 44–50. — EDN FBQPMK.

Nagmanov Nail Damirovich

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia
E-mail: nagmanovn@mail.ru
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1284526

Parsanov Alexandr Sergeevich

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia
E-mail: parsanov1982@yandex.ru
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=798098

Modeling of a glove product based on statistical data and artificial intelligence

Abstract. The article discusses the relevance of using work gloves as personal protective equipment (PPE) at industrial enterprises in the Russian Federation, including metalworking, woodworking and agricultural companies. Various types of protective gloves (chemical, heat-resistant, cut- and puncture-resistant) and the corresponding production technologies are analyzed. Particular attention is paid to the classification of gloves by safety categories (I, II, III) and price segments reflecting the level of protection due to the use of stronger threads.

The problem of a high level of injuries to the upper limbs at enterprises, especially in the woodworking and textile industries, is identified. A solution is proposed in the form of developing a model of a glove made of blended yarn with reinforcement of hazardous areas with aramid thread, created using digital machine modeling and the YandexART neural network, which will improve safety and reduce industrial injuries.

The effectiveness of PPE, in particular work gloves, is directly related to a reduction in the risk of industrial injuries. According to statistics, hand injuries account for a significant share of the total number of accidents at work. The use of unsuitable or worn gloves neutralizes the protective effect, which leads to an increase in the number of injuries. The introduction of innovative solutions in the production of PPE is a prerequisite for increasing the level of safety in industrial enterprises. The use of modern technologies in the developed glove model, such as digital machine modeling, artificial intelligence, allows us to create more effective and ergonomic protective equipment adapted to specific working conditions.

Keywords: occupational safety; industrial injuries; machine design; innovative fibrous materials; industrial design; work gloves; artificial intelligence