

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. А.Н. КОСЫГИНА (ТЕХНОЛОГИИ. ДИЗАЙН. ИСКУССТВО)»



**На правах рукописи**

**Сироткина Олеся Викторовна**

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ  
СПЕЦИАЛЬНОЙ ОБУВИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ  
АНТИСТАТИЧЕСКОГО СТАТУСА**

Специальность 05.19.05

«Технология кожи, меха, обувных и кожевенно-галантерейных изделий»

Научный руководитель:  
кандидат технических наук, доцент  
Белицкая О.А.

**Д и с с е р т а ц и я**  
на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

**Москва – 2021**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОБУВИ</b> .....	14
1.1 Обзор рынка специальной обуви и средств индивидуальной защиты.....	14
1.2 Анализ требований, предъявляемых к специальной обуви при ее разработке.....	17
1.3 Анализ стандартов, регламентирующих применение и производство специальной обуви.....	24
1.4 Анализ нормативно-технической документации, регламентирующей антистатические свойства обуви.....	30
<b>ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ</b> .....	38
<b>2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ОБУВИ В СИСТЕМЕ «ЧЕЛОВЕК-ОБУВЬ- ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА»</b> .....	41
2.1 Исследование конструкций обуви с антистатическим эффектом по материалам патентного поиска.....	41
2.2 Обзор конструкций и технологий для проектирования и изготовления антистатической обуви.....	48
2.3 Классификация типовых конструкций специальной обуви по отраслям производств.....	56
2.4 Обзор ассортимента материалов, используемых для изготовления деталей антистатической обуви .....	63
2.5 Экспертная оценка рынка с целью определения критериев выбора рабочей обуви в различных отраслях производств.....	75
<b>ВЫВОДЫ ПО ВТОРОЙ ГЛАВЕ</b> .....	90
<b>3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ «ЧЕЛОВЕК - ОБУВЬ - НАПОЛЬНОЕ ПОКРЫТИЕ»</b> .....	93

3.1 Выбор имитационной модели воздействия статического электричества на тело человека.....	94
3.2 Разработка методики исследования системы «человек - обувь - напольное покрытие».....	99
3.3 Влияние внешних факторов на электростатическое поле человека .....	119
<b>ВЫВОДЫ ПО ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ.....</b>	<b>139</b>
<b>4 КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ НАУЧНО-ОБОСНОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ АНТИСТАТИЧЕСКОЙ ОБУВИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КРАЙНЕГО СЕВЕРА.....</b>	<b>141</b>
4.1 Территориальные и климатические особенности нефтеперерабатывающих компаний на Крайнем Севере.....	141
4.2 Исследование антистатических показателей специальной обуви для нефтяников.....	148
4.3 Концепция антистатической обуви с заземляющими свойствами.....	173
<b>ВЫВОДЫ ПО ЧЕТВЕРТОЙ ГЛАВЕ.....</b>	<b>181</b>
<b>ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ.....</b>	<b>183</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>186</b>
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	205
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	211
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	217
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	223

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** Решение вопросов охраны труда различных групп работников Российской Федерации базируется на ряде нормативных актов, позволяющих создать законодательную базу для дальнейшего развития государственного управления охраной труда. Текущая работа вносит весомый вклад в реализацию приказов Минздравсоцразвития России от 25.12.2006 № 873, 06.06.2006 № 458, 22.12.2005 № 799, 06.07.2005 № 442, 06.07.2005 № 443, постановлений Минтруда России от 30.12.1997 № 69, 29.12.1997 № 68, 26.12.1997 № 67, 25.12.1997 № 66, 16.12.1997 № 63, 08.12.1997 № 61, 07.04.2004 № 43, 22.07.1999 № 26 на основе разработки теоретических положений построения новой системы проектирования и прогнозирования технологического процесса массового производства специальной обуви, отвечающей современным и актуальным социально-экономическим, защитным и эргономическим характеристикам, международным требованиям, адаптированной к условиям эксплуатации. Таким образом, настоящие исследования призваны решить проблему разработки изделий из кожи технического и специального назначения.

В развитых передовых странах электростатическое поле (ЭСП), как один из факторов окружающей среды, становится все более определяющим. Технологические процессы в ряде отраслей промышленности неизбежно сопряжены с образованием электростатических полей. В этих условиях для производственной деятельности человека остро стоит проблема защиты от электростатического напряжения.

Нефтегазовый комплекс сегодня является базовой отраслью экономики России. Удовлетворяя энергетические потребности России, он вносит весомый вклад в энергетический баланс зарубежных стран. «ЛУКОЙЛ» - одна из крупнейших публичных вертикально интегрированных нефтегазовых компаний в мире, на долю которой приходится более 2% мировой добычи нефти и около 1% доказанных запасов углеводородов. Располагая всем

производственным циклом, компания полностью контролирует производственную цепочку — от добычи нефти и газа до сбыта нефтепродуктов. На Российскую Федерацию приходится 88% запасов и 86% добычи углеводородов, при этом основная деятельность сосредоточена на территориях Северо-Западного, Приволжского, Уральского и Южного федеральных округов.

По итогам 2016 г. объем добычи нефти компанией «ЛУКОЙЛ» составил 92,0 млн. т. Из них 83,2 млн т нефти было найдено на территории Российской Федерации – это 15,2% от общероссийского объема добычи нефти в соответствии с данными ЦДУ ТЭК. Огромное влияние на динамику добычи нефти оказали запуск крупных месторождений им. В. Филановского и Пякяхинского, рост объемов бурения в Западной Сибири (со второго квартала 2016 года), а также увеличение объемов добычи в Тимано-Печоре и Предуралье.

В соответствии со стратегиями развития легкой промышленности, нефтегазового комплекса и др. на данный момент приоритетными научно-техническими проблемами по представлению газодобывающих предприятий, в частности, ОАО «Газпром» на 2016-2030 г., является обеспечение безопасности деятельности общества. Основным направлением выступает «разработка технологий, технических средств и организационных мероприятий, направленных на повышение безопасности производственного комплекса» [1]. В частности, серьезной проблемой является снижение уровня напряженности электростатического поля в процессе хранения и транспортировки нефти, уровень которого часто превышает допустимые нормы.

На сегодняшний день руководство предприятий, серьезно обеспокоенное защитой сотрудников и производства в целом, понимает значимость профессиональной и защитной одежды и обуви.

Накопление статического электричества происходит при движении человека. Он может этого не замечать, но электричество вырабатывается,

когда он идет, садится, поправляет прическу, прикасается к одежде и т.д. Таким образом, на теле могут скапливаться десятки тысяч вольт. Для людей они безопасны, но на производстве могут повысить риск чрезвычайной ситуации. Такие стандарты, требования и регламенты безопасности при взаимодействии человека с электроникой как: ГОСТ Р 53734.4.2-2015 (IEC 61340-4-2:2013), ГОСТ 12.4.124-83, ГОСТ Р 53734.4.3-2010, ГОСТ Р 53734.4.5-2010, ГОСТ Р 53734.4.9-2012, ГОСТ IEC 61340-4-1-2017, ГОСТ Р EN ISO 20345-2011, ГОСТ Р EN ISO 20347-2013, ГОСТ Р 53734.3.1-2013, ГОСТ Р 53734.5.2-2009, ГОСТ Р 53734.4.7-2012, ГОСТ IEC 61340-5-1-2019, ТР ТС 007/2011, ТР ТС 019/2011, ТР ТС 017/2011, СанПиН 2.4.7/1.1.1286-03, СанПиН 2.2.4.3359-16 указывают на наличие целой системы защиты, предохраняющей от электростатического заряда, в которой одним из важнейших средств защиты от электростатических разрядов значится антистатическая обувь.

Наряду с пожарной опасностью статическое электричество представляет опасность и для работающих. Легкие «уколы» при работе с сильно наэлектризованными материалами вредно влияют на психику работающих и в определенных ситуациях могут способствовать травмам на технологическом оборудовании. Сильные искровые разряды, возникающие, например, при затаривании гранулированных материалов, могут приводить к болевым ощущениям. Неприятные ощущения, вызываемые статическим электричеством, могут явиться причинами развития невралгии, головной боли, плохого сна, раздражительности, покалываний в области сердца и т.д. Кроме того, при постоянном прохождении через тело человека малых токов электризации возможны неблагоприятные физиологические изменения в организме, приводящие к профессиональным заболеваниям. Систематическое воздействие электростатического поля повышенной напряженности может вызывать функциональные изменения центральной нервной, сердечно-сосудистой и других систем организма.

**Актуальность темы.** Современная антистатическая обувь занимает определенную нишу в номенклатуре специальной обуви, технология

производства и качество которой постоянно совершенствуются. Исследованию физических характеристик ЭСП посвящены работы многих ученых [2-14], но отсутствие знаний о корреляции между такими антистатическими показателями, как напряженность электростатического поля и электрическое сопротивление материалов, не позволяет прогнозировать характер поведения и стекания электростатических зарядов с тела человека. Последствия воздействия трибоэлектрических явлений на технологические процессы и технические системы связаны с «человеческим фактором», когда заряд, накопившийся на теле человека, приводит к выходу из строя чувствительных микросхем или электронных блоков, возникновению пожаров, взрывов нефтепродуктов и легковоспламеняющихся жидкостей.

Специальная обувь с антистатическим статусом пользуется большим спросом на «чистых производствах» и предприятиях нефтегазовой промышленности, особенно в условиях Крайнего Севера, где наблюдается низкий уровень влажности воздуха.

В соответствии с приоритетами государственной политики утверждена программа «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации» [15], целью которой является решение задачи по усилению координации деятельности органов государственной власти в различных сферах, в том числе и в развитии производства современных технических средств и технологий. Таким образом, актуальность и перспективность выбранного направления исследований очевидна.

**Степень научной разработанности избранной темы.** Существенный вклад в решение проблем развития и совершенствования проектирования и производства обуви, в том числе и специальной внесли Ю.П. Зыбин, В.А. Фукин, В.В. Костылева, А.А. Никитин, В.М. Ключникова, Т.С. Кочеткова, Д.И. Анохин, А.Н. Калита, В.Л. Раяцкас, В.Е. Горбачик, Н.В. Бекк, П.С. Карабанов, И.Р. Татарчук и др., в научных трудах которых разработаны методологические основы создания конструкций изделий, методы и средства их оценки.

Технология кожи, меха, обувных и кожевенно-галантерейных изделий – сложившаяся область науки и техники, включающая в себя изучение и теоретическое обоснование сущности и способов изготовления изделий легкой промышленности, обладающих необходимыми эксплуатационными и эстетическими свойствами. Ее задачи включают постоянное улучшение качества, обновление ассортимента, создание прогрессивных технологических процессов, рациональное использование материалов в производстве:.... «- рабочей обуви для рыбаков, металлургов, горняков, нефтяников и т.д.».

Диссертационная работа соответствует п. 12 «Разработка теоретических основ проектирования обуви, кожгалантереи и других изделий из кожи, в том числе автоматизированного», п. 22 «Разработка технологии применения синтетических материалов для изделий из кожи» и п. 27 «Разработка принципов механизмов, обеспечивающих устойчивое состояние системы «человек-производственная среда», в условиях биоразнообразия стабильного состояния природной среды» паспорта научной специальности 05.19.05 – Технология кожи, меха, обувных и кожевенно-галантерейных изделий (технические науки).

**Объектом исследования** является антистатическая обувь, как элемент системы «человек – обувь – окружающая среда».

**Предметом исследования** являются конструкции антистатической обуви в системе «человек – обувь – окружающая среда».

**Цель работы** заключается в создании научно-обоснованной базы проектирования здоровьесберегающих конструкций на основе разработки методики оценки безопасности специальной обуви по показателям антистатического статуса.

**Для достижения поставленной цели в работе:**

- изучены патентные источники, научно-техническая литература, нормативно-техническая документация;



- проанализированы современные методики определения электростатического потенциала обувных материалов и напряженности электростатического поля;

- проведена экспертная оценка по выявлению мнений потенциального потребителя в отношении рабочей антистатической обуви для различных отраслей производств на примере «ЗиО-Подольск», «Выксунский металлургический завод», «ВолгаНефтеГаз», «Тюменнефтегаз», «Сибуголь» и «Угольная компания «Северный Кузбасс»;

- исследованы антистатические показатели различных типов специальной обуви с использованием прибора ИРИ-04М, в зависимости от характеристик системы «человек – обувь – окружающая среда»;

- предложена классификация современных типовых конструкций специальной обуви по отраслям производств;

- разработана методика оценки безопасности специальной обуви по показателям антистатического статуса, позволяющая проводить испытания в реальных условиях эксплуатации;

- установлены зависимости напряженности электростатического поля от электростатического потенциала на теле человека с применением различных типов обувных конструкций;

- разработана концепция научно-обоснованной антистатической конструкции специальной обуви с заземляющими свойствами для производственных рабочих и инженерно-технических работников;

- изготовлены экспериментальные образцы антистатической обуви для предприятий нефтегазовой промышленности в условиях Крайнего Севера.

**Методы исследования.** Основой исследований служил комплексный подход к решению поставленных задач. В работе при исследовании реальных конструкций и системы «человек – обувь – окружающая среда» использованы методы экспертной оценки и классификаций, основные теоретические положения физики, теоретические и прикладные методы анализа и структурирования данных. Информационно-теоретической базой диссертации

послужили труды отечественных и зарубежных ученых по исследуемой и смежной проблемам, энциклопедическая и справочная литература, технологическая документация, теоретические и научно-практические основы технологии и конструирования изделий из кожи, материаловедения.

Исследования проводились на кафедре художественного моделирования, конструирования и технологии изделий из кожи в рамках тематического плана НИР на 2019-2023 г. по проблеме «Науки о взаимодействии человека и искусственного интеллекта», подпроблеме «Матричный подход к формированию цифровой индустрии 4.0 на промышленных предприятиях текстильной и легкой промышленности» - тема 1.2 Развитие инновационного потенциала предприятий по производству изделий из кожи на основе современных цифровых технологий проектирования и быстрого прототипирования.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. классификация современных типовых конструкций специальной обуви по отраслям производств;
2. методика оценки безопасности специальной обуви по показателям антистатического статуса, позволяющая проводить испытания в реальных условиях эксплуатации, в том числе в условиях Крайнего Севера;
3. экспериментальные данные, отражающие корреляцию показателей напряженности электростатического поля и электростатического потенциала на теле человека, для обуви различных типов;
4. концепция конструкции антистатической обуви с заземляющими свойствами.

**Научную новизну работы определяют:**

- составленные классификации нормативно-технической документации, регламентирующей величины электростатических полей в обуви;
- предложенная классификация современных типовых конструкций специальной обуви по отраслям производств;

- впервые разработанная экспериментальная методика оценки антистатических показателей специальной обуви, позволяющая проводить испытания в широком диапазоне температур от минус 50 °С до плюс 60 °С;

- выявленные взаимосвязи факторов, влияющих на антистатические показатели обуви;

- разработанная концепция научно-обоснованной антистатической конструкции специальной обуви с заземляющими свойствами для производственных рабочих и инженерно-технических работников.

**Теоретическую значимость работы составляют:**

- классификация современных типовых конструкций специальной обуви по отраслям производств;

- классификация нормативно-технической документации, регламентирующей величины электростатических полей в обуви;

- концепция конструкции антистатической обуви с заземляющими свойствами;

- систематизированная база знаний о свойствах антистатической обуви;

- предложенные зависимости напряженности электростатического поля от электростатического потенциала на теле человека, находящегося в обуви различных типов.

**Практическую значимость работы составляют:**

- результаты маркетинговых исследований по выявлению мнений потенциальных потребителей антистатической обуви для различных производственных условий;

- экспериментальная методика оценки безопасности специальной обуви по показателям антистатического статуса, позволяющая проводить испытания в реальных условиях эксплуатации;

- предложенные пути снижения электростатического заряда, возникающего при движении на теле человека в результате трибоэлектрических процессов в материалах одежды и обуви, которые уменьшат значения напряженности ЭСП до предельно допустимых значений;

- научно-обоснованные требования к обуви с антистатическими свойствами, применяемой на предприятиях нефтегазовой промышленности в условиях Крайнего Севера;

- разработанная концепция конструкции антистатической обуви с заземляющими свойствами.

**Достоверность** проведенных исследований базируется на согласованности аналитических и экспериментальных результатов, использовании информационных технологий, современных методов и средств проведения исследований, а также результатах апробации основных положений диссертации в научной периодической печати и на конференциях.

**Апробация и реализация результатов работы.** Основные положения и результаты диссертации докладывались и получили положительную оценку на заседаниях кафедры художественного моделирования, конструирования и технологии изделий из кожи Российского государственного университета имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), на 70-ой внутривузовской научной конференции «Молодые ученые – инновационному развитию общества (МИР-2018)», международной научной студенческой конференции «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности» (ИНТЕКС-2018), международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» (ИННОВАЦИИ–2018), международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки, образования и общества - 2018», Международном Косыгинском форуме «Современные задачи инженерных наук» (МКФ-2019), Международной научно-практической заочной конференции «Концепции, теория, методики фундаментальных и прикладных научных исследований в области инклюзивного дизайна и технологий» (25-27 марта 2020 г.), 72-ой внутривузовской научной студенческой конференции «Молодые ученые – инновационному развитию общества (МИР-2020)», Международном научно-практическом Симпозиуме «Прогрессивные технологии и оборудование:

текстиль, одежда, обувь» (Витебск, 3 ноября 2020 г.), 24-ой международной специализированной онлайн выставке «Безопасность и охрана труда» БИОТ-2020 (08-11 декабря 2020 г.). Методика оценки антистатических показателей материалов специальной обуви рекомендуется предприятиям различных форм собственности и профильным учебным заведениям.

**Публикации.** Основные положения научно-квалификационной работы (диссертации) опубликованы в 15 печатных работах, 3 из которых – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК.

**Структура и объем работы.** По своей структуре диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов по каждой главе, общих выводов по работе, списка литературы, приложений. Работа изложена на **227** страницах машинописного текста, содержит **106** рисунков, **19** таблиц. Список литературы включает **182** библиографических и электронных источников. Приложения представлены на **21** страницах.

# 1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОБУВИ

## 1.1 Обзор рынка специальной обуви и средств индивидуальной защиты

Рынок спецодежды и средств индивидуальной защиты в России активно растет. Так Министерство промышленности и торговли РФ прогнозирует его увеличение к 2025 году на 40% (табл. 1.1, 1.2) [16]. Производители уверены, что смогут подтвердить прогнозы благодаря программам по импортозамещению, действующим мерам господдержки и тому, что российские предприятия располагают необходимыми производственными мощностями.

Таблица 1.1 - Развитие рынка обуви в 2018-2023 гг. млн. пар и % прироста

Показатель	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
производство	100,6	113,5	126,3	142,5	154,7	166,4	175,7
импорт	236,9	239,4	243,3	249,5	257,7	263,4	267,8
экспорт	8,3	11,6	12,5	13,4	13,8	14,0	14,6
объем рынка	329,2	341,3	357,1	378,6	398,6	415,8	428,9
% прироста		3,68	4,63	6,02	5,28	4,32	3,15

Таблица 1.2 - Прогноз развития рынка обуви в 2018-2023г.г. в млрд. руб. и % прироста

Показатель	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
производство	314,4	363,2	442,1	527,3	595,6	673,9	737,9
импорт	085,51	113,21	143,51	197,81	262,71	369,91	446,1
экспорт	36,8	53,9	58,8	64,3	67,6	72,8	77,4
объем рынка	363,11	422,51	526,81	660,81	790,71	971,02	1006,7
% прироста		4,3	7,33	8,78	7,82	10,07	6,89

### Основные тенденции на рынке:

- *Постепенный рост рынка:* в ближайшие 3-5 лет обувной рынок в среднем будет прирастать на 4-5% в год в натуральном выражении и на 6-8% — в стоимостном.
- *Постепенный рост потребления:* Россия (2,24 пары на человека в год) существенно отстает по уровню потребления от Европы (5-6 пар) и США (7-8 пар). В ближайшие годы объем потребления обуви на человека достигнет докризисных показателей (3-4 пары на человека в год).
- *Дальнейшая консолидация рынка:* рынок слабо консолидирован; в кризис многие мелкие игроки ушли с рынка; у крупных сетей есть возможности для дальнейшего расширения в регионах; на рынке созданы условия для консолидации и увеличения доли ведущих игроков.
- *Развитие российских обувных брендов, новых форматов:* обувной рынок все еще слабо насыщен; многие форматы не представлены; монобрендовых обувных сетей российского происхождения достаточно мало.
- *Развитие среднеценового сегмента рынка:* наиболее приемлемый сегмент для развития формата монобрендовых магазинов. Покупатели из низкоценового сегмента возвращаются в среднеценовой, так как экономическая ситуация постепенно улучшается. С февраля 2018 года наблюдается позитивный индекс потребительских настроений, что дает основание ритейлерам ожидать рост спроса.
- *Развитие концепции магазина будущего как универсального сервисного центра:* тренд характерен в целом для розничной торговли, когда магазины — это не просто полки для товара, а сервисные центры, которые предлагают разные услуги для покупателей.
- *Развитие интернет-торговли и омниканальных продаж:* обувь и одежда являются одним из самых динамично растущих сегментов рынка онлайн-торговли. Эта тенденция сохранится. В основном рост будет идти за счет выхода офлайн-ритейлеров и производителей в онлайн.

В ближайшие пять лет мировой рынок средств индивидуальной защиты (СИЗ) вырастет в полтора раза. Общемировой рынок СИЗ оценивается в \$41,89 млрд. К 2022 году рынок вырастет и составит \$57,12 млрд.

Таким образом, совокупный среднегодовой темп роста в указанный период составит порядка 6,9% (табл. 1.3) [16] согласно данным отраслевого СМИ «ГетСиз».

Таблица 1.3 - Объем рынка средств индивидуальной защиты в РФ, млн. \$.

Период (г.)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2015 – 2022 гг.
Российский рынок СИЗ (USD mln)	2016,5	2149,3	2292,9	2448,2	2615,5	2798,9	2996.6	3211,3	6,90%

Основные драйверы (преобразующие факторы) рынка: увеличение иностранных инвестиций; высокий рост промышленности; государственная поддержка; глобализация экономики.

Наиболее динамично развивающийся рынок СИЗ в США, объем потребления составляет \$ 14,0 млрд., на втором месте Китай - \$ 3,0 млрд, Россия занимает четвертое место с показателем в \$ 2,0 млрд.

Ведущие продуктовые сегменты по объему потребления: СИЗ рук, защитная обувь, спецодежда и средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД).

Эксперты сегодня выделяют одной из главных тенденций мирового рынка СИЗ – замену традиционных СИЗ на более унифицированные варианты, похожие на обычную ежедневную одежду. Тенденцию на унификацию дополняет обратный подход – устранение избыточного функционала средств защиты.

Тенденции мирового рынка СИЗ:

1. Персонализация, в том числе гендерный подход;
2. Дигитализация – цифровые технологии;
3. Развитие комбинации комфорт + дизайн;



4. Формирование внутренней мотивации и культуры безопасности работника;
5. Изменение подхода к оборудованию рабочего места: эргономика, ортопедия, вентиляция, освещение и т.д.;
6. Психологическая подготовка и мотивация работников для снижения влияния человеческого фактора на производственный травматизм.

Развитие средств индивидуальной защиты в Российской Федерации происходит исходя из задач по импортозамещению, восстановлению доли производства отечественных средств индивидуальной защиты и материалов для их изготовления. При этом важно обеспечить конкурентоспособность средств индивидуальной защиты, качественные и защитные характеристики, которые не будут уступать известным мировым брендам. Обратимся к основным требованиям, предъявляемым к проектированию специальной обуви.

## **1.2 Анализ требований, предъявляемых к специальной обуви при ее разработке**

Благодаря технологическому прогрессу происходит внедрение новой техники и технологий, организации производства и труда, что приводит к неизбежному повышению риска для персонала. Поэтому уровень защиты специальной обуви должен прогрессивно развиваться с появлением новых технологий и новых профессий на рынке труда. Основное назначение специальной обуви – обеспечить защиту ног работников от опасных неблагоприятных воздействий производственной среды и трудового процесса при сохранении нормального физиологического и психологического состояния человека. Обеспечение средствами индивидуальной защиты работников разных отраслей производств выполняется в соответствии с Типовыми отраслевыми нормами, которые устанавливают государственные гарантии, обеспечивающие защиту работника от неблагоприятных

воздействий и возможных производственных травм ног. Характеристики изготавливаемой в разных странах специальной обуви закреплены в едином стандарте EN ISO 20345:2007, который классифицирует специальную обувь по классам защиты. EN ISO 20345:2007 является стандартом, в котором указаны основные классы специальной обуви.

Специальная и рабочая обувь, выпускаемая компаниями «Восток-Сервис», «Техноавиа», «Округ», «Сплав», «Промфакт», а также старейшими обувными фабриками: «Парижская коммуна», «Вахруши-литобувь», «Красная звезда» и др., предназначена для работников различных отраслей промышленности, строительства, транспорта, торговли, сельского хозяйства, медицины, силовых и охранных структур. Они предлагают сапоги, ботинки и полуботинки различных конструкций и дизайна, предназначенные для защиты от общепроизводственных загрязнений, агрессивных сред (кислот, щелочей, нефтепродуктов и пр.), механических воздействий, низких и высоких температур, повышенной влажности и т.д.

Согласно принятому Техническому регламенту Таможенного союза 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» [17], выдаваемая специальная обувь должна отвечать требованиям российских стандартов и технических условий, приведенных в соответствие с международными стандартами.

На основании ГОСТа 12.4.103-83 специальная обувь подразделяется на 16 групп по защитным свойствам: от повышенных и пониженных температур, скольжения, от электрического тока, электростатических зарядов, электрических и электромагнитных полей, от токсичных веществ и нетоксичной пыли, от воды, растворов нетоксичных веществ, кислот и щелочей, от органических растворителей, от нефти, нефтепродуктов, масел и жира, от производственных загрязнений. от вредных биологических факторов, статических нагрузок, от радиоактивных веществ и рентгеновского излучения.

Состояние обуви, как средства защиты, оказывает влияние на способность выполнять производственные процессы [18]. Соответственно

обувь должна быть комфортной. Под舒适ностью следует понимать способность обуви обеспечивать условия для нормального функционирования стопы и всего организма человека при различных внешних условиях в течение заданного срока эксплуатации [19]. Комфортность обуви обуславливается ее впорностью, тепло- или морозозащитными свойствами, малыми энергозатратами при ходьбе, созданием оптимального микроклимата внутриобувного пространства. Выбор конструкции, материалов для изготовления ее деталей, способов крепления заготовок верха с узлом низа влияет на комфортность носки и определяется спецификой эксплуатации.

В результате анализа взаимосвязи факторов, влияющих на обувь, выявлено, что качество специальной обуви определяют четыре основные группы показателей: функциональные, эргономические, эксплуатационные, эстетические [19].

Наиболее значимыми требованиями к проектированию специальной обуви многие исследователи считают функциональные показатели, обеспечивающие работоспособность и сохранение здоровья.

В соответствии с назначением обувь должна защищать стопу человека от неблагоприятных воздействий окружающей среды [19-20]:

- механических – попадания песка или мелких твердых частиц внутрь обуви, ударов, проколов, вибрации;
- физических – температуры, влаги, огня, излучений;
- химических – газов, кислот, щелочей, нефтепродуктов;
- биологических – укусов животных, насекомых, укулов колючек растений.

Обувь должна в определенной степени защищать от различных неблагоприятных факторов, сохранять форму и быть удобной для одевания, снятия и подгонки.

Важнейшим показателем обуви является ее масса. При ходьбе в тяжелой обуви человек затрачивает значительно больше усилий, чем в легкой. Обувь должна быть гибкой в пучковой части и в голеностопном суставе. Чем

больше гибкость обуви, тем меньше требуется усилий для изгибания ее при движении и тем меньше человек устает.

Механические факторы риска являются наиболее распространенной причиной травматизма. Большое внимание должно уделяться свойствам обуви, предназначенной для защиты от механических повреждений. Защитные свойства обуви можно разделить на две группы: активные и пассивные. Активные защитные свойства – это свойства, предотвращающие возникновение опасной ситуации. Например: обувь может оснащаться подошвой, предотвращающей скольжение, Пассивные защитные свойства – это свойства, защищающие стопу в момент возникновения опасной ситуации: металлический подносок, стелька, глухой клапан, щитки, мягкий кант и т.д.

Эргономические показатели характеризуют степень приспособленности специальной обуви к работающему и обеспечивают:

- гигиеническое соответствие (сохранение внутриобувного микроклимата – температура, влажность); [19]
- антропологическое соответствие (обеспечение соответствия конструкции обуви особенностям естественного положения стопы, обувь не должна сдавливать стопу, нарушать крово- и лимфообращение, вызывать деформации, появление потертостей и мозолей). [20]

Условия впорности специальной обуви обеспечиваются использованием колодки повышенных полнот с носочной частью округлых форм. Округлая форма является более экономичной в отношении тепловой защиты стопы и удобства передвижения [20]. Кроме того, округлая полная носочная часть колодки обеспечивает свободу пальцам.

Все детали по форме, размерам и конструкции должны соответствовать анатомическому строению стопы. Несоблюдение этих требований ведет к возникновению повреждений стопы и снижению работоспособности человека.

Эксплуатационные показатели направлены на сохранение стойкости обуви к различным физико-механическим и химическим воздействиям,

которым она подвергается в процессе носки. Учитывая сложные условия эксплуатации, обувь должна обладать надежностью. Под надежностью понимается эксплуатация обуви в течение всего срока службы при определенных условиях носки. Это такие показатели обуви, как формо- и износостойчивость, долговечность, прочность и ремонтпригодность.

В процессе носки и хранения обувь не должна изменять свои размеры, что достигается применением качественных материалов и некоторых элементов обуви (задник, подносок) [20].

К группе эстетических показателей обуви относятся:

- художественное оформление,
- товарный вид,
- цветовая гамма,
- целостность композиции [19-21].

По общей классификации вся обувь подразделяется по назначению на бытовую (повседневную, модельную и домашнюю) и специальную (производственную, спортивную и медицинскую). Специальная обувь подразделяется на спортивную, медицинскую и профессиональную. Последняя в свою очередь делится на производственную, военную и другую, используемую работниками непромышленной сферы (рис 1.1) [22].

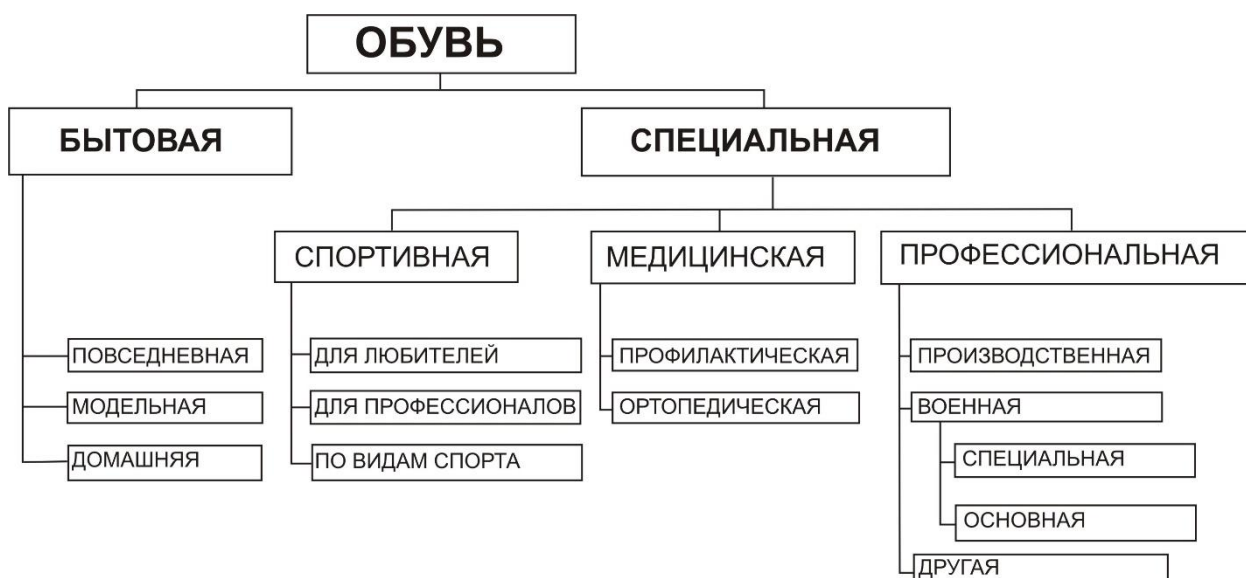


Рис. 1.1 Классификация специальной обуви [22].

К сожалению, в представленной классификации не учитываются антистатические свойства обуви, которые являются необходимым для многих производственных участков, в которых необходимо защитить персонал от опасностей, связанных с накоплением статического напряжения.

Термин «специальная обувь» не применяется в Европейских стандартах. СИЗ ног делятся по свойствам ударопрочности подноски на «защитную» и «рабочую» обувь [23].

Ситуаций, при которых может пострадать персонал на производстве необычайно много: пониженные и повышенные температуры; снегопад на открытом воздухе; большая промозглость, разбросанные части осколков, мусора; большое количество воды на производстве; условия работы, связанные с огнем и водой. Благодаря мероприятиям по улучшению условий труда, рабочая обувь должна производиться применительно к тем условиям, в которых будет находиться персонал.

Важным фактором выбора рабочей обуви является ее деление по сезону носки или описание условий ее эксплуатации для определенных времен года, а также информация по итогам проведения специальной оценки условий труда.

Следует сосредоточить свое внимание на сертификат и данные, содержащиеся в нем. В документе в обязательном порядке должно быть отражено соответствие обуви Техническому регламенту Таможенного союза или ГОСТу. В противном случае, рабочая обувь не может эксплуатироваться в условиях промышленного производства.

Основу защитных свойств рабочей обуви определяет ее подошва. В обязательном порядке, она должна повторять анатомическую форму стопы, иметь антистатические и амортизирующие свойства. Ее назначение - защитить стопу человека от колющих и режущих предметов, обеспечить противоскользящие свойства. Этим требованиям соответствуют обувь литьевого метода крепления.

На сегодняшний день в России наибольшую популярность имеет обувь, которая соответствует ГОСТу 12.4.137-84 «Обувь для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, взрывоопасной и нетоксичной пыли» [24]. Стандарт предъявляет строгие и важные требования для обеспечения защиты стоп персонала на различных видах производств. Но антистатические свойства обуви в ГОСТ 12.4.137-84 не прописаны, хотя возникновение аварийных ситуаций из-за накопленного заряда на теле оператора в условиях работы на взрывоопасных производствах крайне вероятны.

Рабочая обувь также должна соответствовать требованиям ГОСТу 28507-90 «Обувь для защиты от механических воздействий» [25], который устанавливает дополнительную защиту для антипрокольной подошвы и ударопрочного подноски. Такие важные факторы являются определяющими для рабочей обуви.

К обуви, сертифицированной по ГОСТ 12.4.187-97 «Обувь для защиты от общих производственных загрязнений» [26], предъявляются гораздо менее жесткие требования. Такая обувь не предназначена для контакта с агрессивными веществами, маслами, нефтепродуктами, она не защищает в должной мере от механических воздействий, ударов, проколов.

ГОСТ 12.4.032-77 «Обувь для защиты от повышенных температур» регламентирует требования для рабочей термостойкой обуви [27]. Такая обувь защищает стопы работника, который контактирует на рабочем месте с горячими поверхностями, искрами и брызгами расплавленных и жидких сплавов и теплового излучения. На промышленных производствах с высокой температурой такая рабочая обувь незаменима.

На рынке товаров для охраны труда имеются и особые типы рабочей обуви. Так, на атомных производствах используется специальная обувь с защитой от электрического тока и излучения. В конструкциях такой обуви применяют специальные кевларовые стельки, имеющие защиту от проколов, и укрепленные подноски металлические или композитные, которые оберегают стопу работника от ударов.

По стандарту EN ISO 20347 [28] обувь обладает соответствующими свойствами: верх обуви имеет влагостойкую пропитку, подошва противоскользящая и маслобензостойкая, амортизация в пяточной части (стопы) и антистатические качества. Вместе с тем, такая обувь не обладает защитными свойствами от физических воздействий рабочей среды, в частности, в ее конструкции отсутствует укрепленный подносок.

Стандарт EN ISO 20345 обеспечивает защиту стоп работника от производственных травм и заболеваний [29]. Рабочая обувь гарантирует защиту от механических воздействий до 200 Дж и дополнительно снабжена укрепленным подноском.

Все перечисленные выше требования считаются эталонными для рабочей обуви, которая должна защищать стопы работников от негативных воздействий производственной и окружающей среды. В этой связи обратимся к стандартам, регламентирующим применение и производство специальной обуви.

### **1.3 Анализ стандартов, регламентирующих применение и производство специальной обуви**

Одной из главных задач стандартизации является обеспечение качества продукции. Стандарты устанавливают определенные требования надежности и долговечности к качеству изделий.

Поскольку ГОСТы полностью не отражают весь технологический процесс изготовления обуви, а дают в основном сведения о технических требованиях к ней, то к ним прилагаются разработанные и утвержденные методики, которыми руководствуются фабрики при производстве обуви.

Ниже приведены основные ГОСТы, которыми руководствуются предприятия при производстве обуви (табл. 1.4):



Таблица 1.4 - Перечень основных действующих государственных стандартов, регламентирующих применение СИЗ ног работников (специальной обуви)

Нормативный правовой акт	Наименование нормативного правового акта	Дата вступления в силу действующей редакции
1	2	3
ГОСТ Р ИСО 17697-2014	Национальный стандарт Российской Федерации. Обувь. Методы испытаний верха, подкладки и вкладных стелек. Прочность швов	01.01.2016
ГОСТ Р ИСО 20869-2011	Национальный стандарт Российской Федерации. Обувь. Метод испытания подошв, стелек, подкладок и вкладных стелек. Определение содержания водорастворимых веществ	01.01.2013
ГОСТ 33071-2014	Межгосударственный стандарт. Обувь диэлектрическая. Технические требования	01.07.2016
ГОСТ 12.4.270-2014	Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная дезактивируемая с текстильным верхом для работ с радиоактивными и химически токсичными веществами. Общие технические требования и методы испытаний	01.12.2015
ГОСТ 12.4.032-95	Межгосударственный стандарт. Обувь специальная с кожаными верхом для защиты от действия повышенных температур. Технические условия	01.04.2015
ГОСТ 12.4.242-2013	Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная дополнительная для работ с радиоактивными и химически токсичными веществами. Общие технические требования и методы испытаний	01.03.2014
ГОСТ Р ЕН ИСО 20347-2013	Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты ног. Обувь специальная. Технические требования	01.12.2014
ГОСТ Р 53265-2009	Техника пожарная. Средства индивидуальной защиты ног пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний	01.05.2009
ГОСТ 12.4.103-83 (СТ СЭВ 3952-82, СТ СЭВ 3953-82, СТ СЭВ 3402-81)	Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация	01.07.1984

1	2	3
ГОСТ 12.4.103-83 (СТ СЭВ 3952-82, СТ СЭВ 3953-82, СТ СЭВ 3402-81)	Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация	01.07.1984
ГОСТ 12.4.129-2001	Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная. Средства индивидуальной защиты рук. Одежда специальная и материалы для их изготовления. Метод определения проницаемости нефти и нефтепродуктов	01.01.2003
ГОСТ Р 12.4.217-2000	Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная кожаная. Метод определения проницаемости органических растворителей	01.09.2000
ГОСТ Р 12.4.187-97	Государственный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная кожаная для защиты от общих производственных загрязнений. Общие технические условия	01.07.1998
ГОСТ 12.4.076-90	Система стандартов безопасности труда. Материалы для специальной кожаной обуви. Номенклатура показателей качества	01.07.1991
ГОСТ 12.4.127-83	Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная. Номенклатура показателей качества	01.01.1984

Помимо соответствия российским стандартам производители стремятся, чтобы их продукция соответствовала и европейским нормам. Стандарт EN ISO 20345:2007 [29] (табл. 1.5) является эталоном классификации спецобуви по классам защиты во многих странах мира. Вся спецобувь: ботинки, полуботинки, сандалии, сапоги и прочая защитная спецобувь, проходят тщательный контроль качества. Стандарт устанавливает минимальные требования, которые должны учитываться производителями в обязательном порядке [29].

Обувь, изготовленная с учетом европейских требований, должна выдерживать воздействие удара порядка 200 Дж (падение предмета весом в 20 кг с высоты 1 м). Носочная часть такой специальной обуви должна снабжаться

специальным защитным подноском, способным выдерживать вес в 1000 килограммов. SB – основной класс безопасности специальной обуви, согласно которому, должна иметь маслонефте - и кислотощелочностойкую подошву, а также защитный подносок с максимальной ударной нагрузкой 200 Дж.

Таблица 1.5 - Показатели специальной обуви и классы защиты [29]

Показатель	Класс защиты			Обозначение
	S1 (антистатическая)	S2 (водостойкость)	S3 (антипрокол)	
Стальной подносок, выдерживающий удар до 200 Дж	+	+	+	
Антистатическая подошва	+	+	+	A
Поглощение энергии в области свода стопы*	+	+	+	E
Стойкость подошвы к нефтепродуктам	+	+	+	
Водопоглощение, макс. 30%	+	+		
Водостойкость	+	+	WRU	
Антипрокольная ст. (стальная) стелька**	+	P		
*«Смягчение» удара стопы о твердую поверхность. **Может устанавливаться в обуви класса защиты S1 и S2.				

Одежда, различные предметы и материалы, а также климатические факторы могут привести к появлению статического разряда. Такая особенность не только неприятна сама по себе, но и опасна при работе с легковоспламеняющимися материалами. Антистатическая обувь может значительно снизить риск подобных ситуаций и, согласно стандарту [29], должна обеспечивать электрическое сопротивление низа в диапазоне от 100кОм до 1000кОм.

Острые предметы являются значительным риском не только на рабочем месте, но и на улице, природе. Подошва специальной обуви должна быть устойчива к проколам гвоздями, стеклом и другими объектами. В соответствии со стандартом EN ISO 20345-2007 [29] конструкция подошвы должна быть с антипрокольной стелькой из:

- нержавеющей стали;
- специально обработанного алюминия;
- композиционного материала на основе кевларовых нитей.

Антипрокольная стелька из композиционного материала на основе кевларовых нитей, как наиболее легкая и гибкая, лучше приформовывается к стопе. Стандарт определяет максимальную силу прокола подошвы – 1100 Н.

Таблица 1.6 - Классы защиты стандарта EN ISO 20345-2007 [29]

Материал	EN ISO 20345-2007
Любой материал	SB: Соответствие общим требованиям стандарта
Любой материал, за исключением натуральных или синтетических полимеров	S1: SB плюс: Закрытый задник Антистатические свойства Каблук обеспечивает необходимую амортизацию
	S2: как S1 плюс: Сопротивление проникновению и впитыванию воды
	S3: как S2 плюс: Стойкость подошвы к прокалыванию Антискользящая подошва
Натуральные и синтетические полимеры	S4: как SB плюс: Антистатические свойства Каблук обеспечивает необходимую амортизацию
	S5: как S4 плюс: Стойкость подошвы к прокалыванию Антискользящая подошва
Любой материал, за исключением натуральных или синтетических полимеров	O1: Общие требования плюс: Закрытый задник Маслостойкость Антистатические свойства Каблук обеспечивает необходимую амортизацию
	O2: как O1 плюс: Сопротивление проникновению и впитыванию воды
	O3: как O2 плюс: Антискользящая подошва

Дополнительная защита:

P - от прокола;

E – поглощение энергии каблуком;

A – от электростатических разрядов (антистатическая обувь);

CI - подошва, изолирующая от низких температур.

- SB-P: Дополняющий SB-класс защиты. Обувь снабжена металлической вставкой в подошве, либо стелькой, стойкой к проколам.
- S1: SB + антистатика+ каблук, поглощающий энергию;  
S1 классифицируется как антистатическая обувь (100К на 1000м), снабженная специальным каблуком, поглощающим энергию (20 Дж), и является дополнением к основному классу безопасности SB.
- S1-P: расширение класса безопасности S1. Специальная обувь снабжается стойкой к проколам стелькой.
- S2: Класс безопасности S1, обладающий водостойкостью.
- S3: расширение класса безопасности S2: специальная обувь должна быть снабжена антипрокольной стелькой и противоскользящим протектором подошвы;
- S4: антистатические свойства и поглощающий энергию каблук;
- S5: рельефная подошва и стойкость к проколам.

Европейский стандарт EN ISO 20347 [28] определяет требования к рабочей обуви для профессионального использования. Такая обувь не имеет защитного подноски, соответственно не защищает от падающих предметов или механического воздействия.

Рабочая обувь, соответствующая EN ISO 20346:2007 [30], классифицируются как защитная обувь и протестирована воздействием 100 Дж в области носка и сжатием силой 10 кН. Такая обувь помечается кодом, в котором «P» (от английского Protective) заменяется на «S» Safety:

- P1: обувь с антистатической закрытой зоной пятки и каблуком, поглощающим энергию;
- P2: P1 + устойчивость к проникновению и поглощению воды;

- P3: P2 + рельефная подошва и стойкость к проколам;
- P4: антистатические свойства и поглощающий энергию каблук;
- P5: P4 + рельефная подошва и стойкость к проколам.

Рабочая обувь, соответствующая EN ISO 20347:2007, классифицируются как рабочая или профессиональная обувь и соответствует тем же стандартам, что и предыдущие, но отличается отсутствием защитного подноски. Такая обувь определена конкретными кодами, в которых «O» (от английского occupational) заменяется на «S» и «P»:

- O1: обувь с антистатической закрытой зоной пятки и поглощающим энергию каблуком;
- O2: O1 + стойкость к проникновению и поглощению воды;
- O3: O2 + рельефная подошва и стойкость к проколам;
- O4: O3 + антистатические свойства обуви и поглощающий энергию каблук;
- O5: O4 + рельефная подошва и стойкость к проколам.

В рамках настоящей работы интерес представляет антистатическая обувь. Рассмотрим нормативно-техническую документацию, регламентирующую различные антистатические показатели обуви.

#### **1.4 Анализ нормативно-технической документации, регламентирующей антистатические свойства обуви**

При создании современных производственных условий предприятий, соответствующих нормам, необходимо провести целый комплекс мер и работ, связанных с защитой рабочих мест от статического электричества. Для предупреждения возникновения опасных зарядов статического электричества на поверхности оборудования, обрабатываемых материалов, а также на поверхности тела работающих необходимо предусматривать меры, создающие условия для стекания возникающих зарядов статического электричества. Обеспечение постоянного электрического контакта тела

человека с заземленными конструкциям оборудования – один из способов устранения зарядов. Универсальным способом заземления человека (персонала) является связка «обувь – напольное покрытие» [31].

Антистатическая обувь обеспечивает безопасность жизни и здоровья людей, защищает дорогостоящее оборудование и чувствительные материалы.

Сегодня все больше предприятий осознают необходимость оптимизации процессов по контролю и управлению нормативно-технической документацией. Причина проста – это напрямую влияет на повышение качества выпускаемой продукции и обеспечения безопасности производства.

Для объективной оценки качества обуви в обувной промышленности действует ряд государственных стандартов, технических условий на требования к продукции, методы испытания обуви, показатели качества.

Анализ нормативно-технической документации, устанавливающей физические характеристики антистатической обуви, необходимо проводить для изготовления конкурентоспособных средств индивидуальной защиты.

Государственная система стандартизации, созданная у нас в стране, позволяет предприятиям и министерствам устанавливать высокие требования к качеству и контролировать их соблюдение на всех стадиях разработки, производства и эксплуатации изделия. Стандартизация базируется на достижениях науки, техники, практическом опыте и определяет основу не только настоящего, но и будущего развития промышленности.

Важно помнить, что антистатическая обувь по ГОСТ Р 53734.4.3-2010 (МЭК 61340-4-3: 2001) [32] подразделяется на два вида:

- антистатическая проводящая обувь – обувь с электрическим сопротивлением  $< 1 \cdot 10^5$  Ом, измеренным в соответствии с методом испытаний, приведенном в стандарте [32];

- антистатическая рассеивающая обувь – обувь с электрическим сопротивлением от  $1 \cdot 10^5$  до  $1 \cdot 10^8$  Ом, измеренным в соответствии с методом испытаний, приведенном в стандарте [32].

В соответствии с ГОСТ 12.4.124-83 ССБТ «Средства защиты от статистического электричества» (п. 2.11.1.) [33] и принятому регламенту Таможенного союза ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» [17] антиэлектростатической считается такая обувь, у которой электрическое сопротивление между подпятником (внутри ботинка) и ходовой стороной подошвы (снаружи обуви) находится в пределах  $10^6 - 10^8$  Ом.

В то же время, европейский стандарт EN ISO 20345 «Personal protective equipment — Safety footwear. Amendment 1 (IDT)» [29], который принят в РФ на уровне национального стандарта ГОСТ Р ЕН ИСО 20345-2011 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты ног. Обувь защитная. Технические требования» [29] в п. 6.2.2.2. предусматривает электрическое сопротивление обуви с антистатическими свойствами в пределах от  $10^5$  до  $10^9$  Ом.

При производстве антистатической обуви, согласно нормативной документации, должны применяться следующие виды испытаний:

- приемочные испытания на стенде для измерения сопротивления низа обуви [ГОСТ Р 53734.4.3-2010(МЭК 61340-4-3:2001) Электростатика. Часть 4.3. Методы испытаний для прикладных задач. Обувь. [32];

- оценка электростатических свойств обуви и напольного покрытия в комбинации с человеком.

Если антистатическая одежда является частью системы заземления, общее сопротивление системы, включающее сотрудника, одежду и провод заземления, должно быть менее  $3,5 \times 10^7$  Ом [34].

Согласно требованиям Международной электротехнической комиссии (МЭК), которые утверждены РОССТАНДАРТОм в виде ГОСТ Р 53734.4.3-2010 (МЭК 61340-4-3:2001) «Электростатика. Часть 4.3. Методы испытаний для прикладных задач. Обувь» антистатическая рассеивающая обувь должна иметь электрическое сопротивление от  $10^5$  до  $10^8$  Ом [32].



В чистых помещениях должна применяться система заземления, а также широкий спектр материалов и изделий, предназначенных для предотвращения образования электростатического заряда, распространения сформированных электростатических зарядов и защиты чувствительных к электростатическому разряду компонентов от повреждения [35].

Для устранения электрических зарядов с тела человека помимо антистатической обуви используется еще несколько способов: антистатические халаты и браслеты. Стандарт ГОСТ 53734.4.6-2012(МЭК 61340-4-6:2010) «Электростатика. Часть 4.6. Методы испытаний для прикладных задач. Антистатические браслеты» содержит описание электрических и механических испытаний, устанавливающих предельные характеристики заземляющих браслетов, где электрическое сопротивление должно быть в диапазоне от  $10^5$  до  $10^7$  Ом [36].

В отдельную декларацию выделена антистатическая облегченная обувь для чистых помещений (тапочки), которая должна производиться в соответствии с ГОСТ Р 52538-2006 «Чистые помещения. Одежда технологическая. Общие требования» [37] и ГОСТ 12.4.124-83 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ) Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования» [33]. Специальная одежда, специальная обувь, предохранительные антистатические приспособления обеспечивают защиту при работе с электроустановками напряжением до 1000 В.

*ГОСТ Р 52274-2004. Электростатическая искробезопасность. Общие технические требования и методы испытаний* [38] в соответствии с положениями ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования», ГОСТ 12.1.010-76 «ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования» и ГОСТ 12.1.018-93 «ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования» [39-41] регламентируют общие технические требования и методы испытаний оболочек и других частей электрооборудования, специальной одежды и обуви, конвейерных лент и

вентиляционных труб, полностью или частично изготовленных из неметаллических материалов и электризующихся в процессе их применения во взрывоопасных зонах.

К стандартам, регламентирующим величины электростатического сопротивления в антистатической обуви, относятся: *ГОСТ 12.4.124–83 ССБТ Средства защиты от статистического электричества. Общие технические требования* (п.2.11.1. Электрическое сопротивление между подпятником и ходовой стороной подошвы обуви должно быть от  $10^6$  до  $10^8$  Ом [33]),

*ГОСТ Р ЕН ИСО 20347-2013 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты ног. Обувь защитная. Технические требования.* Они распространяются на обувь специальную и устанавливают основные и дополнительные технические требования к обуви, условия использования которой не предполагают наличие возможных механических рисков, например, ударов и сжатия. В соответствии с п.6.2.2.2. Антистатическая обувь, определяемое по 5.10 ЕН ИСО 20344 после кондиционирования в сухой и влажной атмосфере (5.10.3.3, ЕН ИСО 20344) электрическое сопротивление должно быть  $> 100$  кОм [42];

*ГОСТ Р 12.4.187-97 Обувь специальная кожаная для защиты от общих производственных загрязнений. Общие технические условия* [26] и *ГОСТ 28507-90 Обувь специальная кожаная для защиты от механических воздействий. Общие технические условия* [25] распространяются на специальную обувь из натуральной, искусственной и синтетической кожи и с комбинированным верхом для защиты ног работающих от общих производственных загрязнений и механических воздействий.

Наряду с этим Технические регламенты Таможенного Союза регламентируют допустимый уровень напряженности электростатического поля на поверхности изделия.

Так в *ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты»* в разделе 4.7, п. 9 записано, что «средства защиты рук, обувь и одежда, входящие в состав экранирующих СИЗ, должны иметь изоляцию тела

человека от электропроводящих элементов, при этом электрическое сопротивление между токопроводящим элементом средств индивидуальной защиты от воздействия статического электричества и землей должно составлять от  $10^6$  до  $10^8$  Ом, а электрическое сопротивление между подпятником и ходовой стороной подошвы обуви - от  $10^6$  до  $10^8$  Ом [17].

Согласно приложения 13 *ТР ТС 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков»* (статья 6. Требования безопасности обуви и кожгалантерейных изделий, п. 5 - обувь должна соответствовать требованиям биологической и механической безопасности) напряженность электростатического поля на поверхности обуви не должна превышать 15 кВ/м. [43].

В *ТР ТС 017/2011 «О безопасности продукции легкой промышленности»* не установлено требований как к напряженности электростатического поля обуви, так и материалам для нее [43].

*ГОСТ 12.4.172-2014 Система стандартов безопасности труда. Комплект индивидуальный экранирующий для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования и методы испытаний* - распространяется на индивидуальные экранирующие комплекты (спецодежда, спецобувь, средства защиты рук, лица), предназначенные для защиты работающих от воздействия электрических полей промышленной частоты закрытых распределительных устройств (ЗРУ), открытых распределительных устройств (ОРУ) и воздушных линий электропередачи (ВЛ). Стандарт устанавливает требования и методы испытаний индивидуальных экранирующих комплектов [44].

*ГОСТ 12.4.283-2014 ССБТ. Комплект защитный от поражения электрическим током. Общие технические требования. Методы испытаний.* распространяется на индивидуальные защитные комплекты (спецодежда, спецобувь, средства защиты рук), предназначенные для защиты персонала, занимающегося обслуживанием либо ремонтом отключенного электрооборудования, которое может оказаться под наведенным

напряжением. Стандарт устанавливает требования к защитным комплектам и методы их испытания и действует на территории РФ с 1 декабря 2015 года [45].

*ГОСТ 12.4.076-90 Система стандартов безопасности труда. Материалы для специальной кожаной обуви.* Номенклатура показателей качества распространяется на натуральную, искусственную и синтетическую кожу для верха, а также натуральную кожу и синтетические материалы для низа специальной обуви [46].

*В ГОСТ 25937-83 Материалы обувные. Метод определения удельных объемного и поверхностного электрических сопротивлений.* дается описание установки и методики исследования для измерения электрических сопротивлений обувных материалов [47].

*ГОСТ 12.4.104-81 Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная кожаная. Метод определения суммарного теплового сопротивления* распространяется на специальную кожаную обувь различных типов для защиты от повышенных и пониженных температур и устанавливает метод определения суммарного теплового сопротивления для проведения исследовательских испытаний [48].

Обобщающим документом, регламентирующим правила использования антистатических предметов, является *IEC 61340-5-1, 2007 Электростатика. Часть 5-1. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Общие требования* [35]. Стандарт предписывает оснащение всей рабочей зоны с антистатическим покрытием пола, или в минимальном варианте — с напольного коврика в рамках ближней дистанции передвижения оператора. Обувь при этом должна обладать нормированной проводимостью для стекания заряда с ноги на проводящий коврик [49]. Согласно нормам IEC 61340-5-1 [35] проходное сопротивление обуви должно быть в диапазоне от 750 кОм до 35 МОм, если цепочка «обувь — напольное покрытие» используется в качестве первичного (основного) средства заземления, или от 100 кОм до 100 МОм, если обувь используется в качестве вторичного (дополнительно к наручному браслету) средства заземления. При отсутствии

полноценной антистатической обуви, следует пользоваться хотя бы лодыжечными ремешками заземления или одноразовыми антистатическими ремешками.

Для наглядности, основные действующие стандарты и регламенты, устанавливающие уровень электростатического поля представлены в виде таблиц (ПРИЛОЖЕНИЕ А).

В России при сертификации или декларировании антистатической обуви, ее относят к средствам индивидуальной защиты от статического электричества и ссылаются на ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» [17]. Сертификат соответствия или декларация на обувь выдаются на основании следующих нормативных документов: ГОСТ 12.4.124-83 «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования», (п.2.11.1); ГОСТ Р ЕН ИСО 20345-2011 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты ног. Обувь защитная. Технические требования», (п.6.2.2.2); ГОСТ Р 53734.4.3-2010 (МЭК 61340-4-3:2001) «Электростатика. Часть 4.3. Методы испытаний для прикладных задач. Обувь», (п.3.3); ГОСТ Р 12.4.187-97- Обувь специальная кожаная для защиты от общих производственных загрязнений. Общие технические условия; ГОСТ 28507-90 Обувь специальная кожаная для защиты от механических воздействий. Общие технические [50, 51].

Таким образом, соблюдение требований государственных стандартов является важным аспектом в решении задач обеспечения безопасности и защиты от статического электричества. Степень соответствия антистатической обуви функциональному назначению играет важнейшую роль в системе качества и развития промышленности [52].

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Многочисленные исследования свидетельствуют об отрицательном влиянии электростатических полей на организм человека. Оно проявляется в нарушении функциональных изменений в центральной нервной, сердечно - сосудистой и других системах. «У людей, работающих в зоне воздействия электростатического поля, встречаются разнообразные жалобы: на раздражительность, головную боль, нарушение сна, снижение аппетита и др. Характерны своеобразные «фобии», обусловленные страхом ожидаемого разряда. Склонность к «фобиям» обычно сочетается с повышенной эмоциональной возбудимостью» [53].

При прикосновении человека к предмету, несущему электрический заряд, происходит разряд последнего через тело. Величины возникающих при разрядке токов небольшие и очень кратковременны, поэтому электротравм не возникает. Однако разряд, как правило, вызывает рефлекторное движение человека, что в ряде случаев может привести к резкому движению, и как следствие – падению человека.

При перевозке легковоспламеняющихся жидкостей, их перекачке по трубопроводам, сливе из цистерны или плескании накапливаются электростатические заряды, которые могут привести к возникновению искры, воспламеняющей жидкость. Такие моменты особенно опасны в условиях пониженных температур. Известны случаи очень серьезных аварий на предприятиях в результате взрывов в системах вентиляции.

Таким образом, воздействие на человека и производственную среду электростатических зарядов, превышающих допустимые значения, приводит к критическим последствиям. Поэтому встает проблема защиты от такого воздействия. Универсальным способом заземления персонала является связка «обувь - напольное покрытие» [157].

Антистатической обуви как средству индивидуальной защиты от разрядов электростатических полей отводится отдельная ниша в номенклатуре специальной обуви.

Сферы применения антистатической обуви различны, среди них: предприятиях авиакосмической отрасли; медицинские лаборатории и диагностические центры; цеха по сборке тонкой электроники; научные лаборатории с чувствительной электроникой и точными измерительными приборами; предприятия нефтегазовой сферы; при работе с легковоспламеняющимися и взрывоопасными материалами.

Исходя из анализа действующих стандартов и регламентов, устанавливающих уровень антистатических показателей, следует сделать вывод, что нет единой системы оценки этих показателей. Значение нормирующего показателя зависит от метода испытания и типа оборудования. Одни стандарты ориентируются на напряженность электростатического поля, как на нормирующий показатель, другие на электрическое сопротивление. Между тем, эти значения различны, имеют разные единицы измерения и регистрируются независимыми методами, что сильно затрудняет оценку и сравнение безопасности изделий по показателям антистатического статуса.

Таким образом, последующие исследования должны быть направлены на:

1. анализ материалов, конструкций и технологий изготовления специальной и антистатической обуви;
2. проведение экспертной оценки по выявлению мнений потенциальных потребителей антистатической обуви для различных производственных условий;
3. оценку устойчивости антистатических свойств специальной обуви;
4. оценку антистатических показателей рабочей обуви, используемой на различных производствах;
5. обзор территориальных и климатических особенностей деятельности нефтеперерабатывающих компаний;

6. оценку антистатических показателей специальной обуви для нефтяников;

7. анализ современных методик определения электростатического потенциала обувных материалов и напряженности электростатического поля применительно к системе «человек-обувь-окружающая среда»;

8. разработку методики оценки антистатических показателей обуви для реальных условий эксплуатации с учетом параметров внешней среды, включая климатические показатели Крайнего Севера.



## **2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ОБУВИ В СИСТЕМЕ «ЧЕЛОВЕК- ОБУВЬ-ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА»**

### **2.1. Исследование конструкций обуви с антистатическим эффектом по материалам патентного поиска**

В современных условиях патентные исследования имеют большое значение в обеспечении конкурентоспособности выпускаемой новой продукции. Следует подчеркнуть, что научно-техническая деятельность направлена на получение и применение новых знаний при решении технологических, инженерных, экономических, социальных, гуманитарных и иных проблем, а также для обеспечения функционирования науки, техники и производства как единой системы. При этом надо иметь в виду, что наряду со знаниями общего характера об объектах необходимо формировать знания о методах, принципах и приёмах научной деятельности. Особую значимость в этой деятельности приобретает научно-техническая информация, которая позволяет создавать перспективные образцы новой техники и новые виды технологий. Ниже обратимся к ней.

Проводящая обувная скоба [54], представляющая собой проводящий контур, который содержит верхний и нижний обувной проводящий контур, образованный соответственно верхним и нижним проводом. Верхний провод контактирует с нижней частью стопы человека, а нижний провод – с полом. Так обеспечивается стекание статических зарядов от человека к полу. Контур демонстрирует простоту и легкость изготовления, высокую долговечность и низкую стоимость.

Обувь с системой электростимуляции [55] включает гибкую электропроводящую электродную часть, которая изготовлена из гибкого материала, обеспечивающего подачу электроэнергии через контроллер, установленный на мягкой подошве. Электрод (непосредственно

контактирующий с нижней частью стопы) создает хороший контакт благодаря широкой контактной площади, что способствует успешной подаче электрического тока.

Обувная перфорированная стелька [56], включающая спиральную заземленную через перфорации в подошве обуви нить, изготовленную из натурального проводящего материала, обеспечивает стекание статического электричества.

Подошва [57] со встроенным пьезоэлектрическим керамическим элементом, который приводится в действие путем генерирования разряда тока, имеет отдельно включенные в неё аккумуляторные батареи, служащие для зарядки и приведения в действие элемента. Когда пьезоэлектрический элемент прекращает свою работу, батареи излучают длинные инфракрасные волны или анионные токи, положительно влияющие на здоровье стопы носчика.

Электронное устройство [58], включает два элемента, один из которых размещён на стельке, а другой на подошве обуви. Элемент, размещённый на стельке, контактирует с верхом подошвы и направлен к пользователю, а подошвенный элемент – к земле. Встроенное в подошву электронное устройство включает электрическую схему. Подложка поддерживает схему и приспособлена для установки в подошве. Электронные компоненты, находясь между первым и вторым контактными концами, одновременно осуществляют заземление электростатических зарядов и изоляцию от электрических разрядов.

Антистатическая подошва [59] снабжена прокладкой, расположенной между подошвой и стелькой. В прокладку встроен бескорпусный резистор. Резистор включает в себя соединительные штыри на каждом из двух противоположных концов. Два соединительных штыря резистора электрически подсоединены к подошве и стельке, соответственно. Поскольку резистор не имеет открытых проводов, их повреждения можно избежать. Кроме того, антистатический эффект может быть улучшен, так как сопротивление резистора стабильно.

Сенсорная система [60], адаптированная для обувного изделия, включает в себя вставной элемент, содержащий первый и второй слой; порт, который соединен с вставкой и сконфигурирован для связи с электронным модулем; множество датчиков силы и давления на вставном элементе, множество проводов, соединяющих датчики и порт.

Электропроводящие подошва и стелька [61] скреплены безизоляционным адгезивом, изготовленным из проводящего резинового материала, преимущественно из этиленвинилацетата.

Для изготовления антистатической обуви [62] используется смесь на основе эпоксицированного натурального каучука. Такие смеси могут быть получены как методом внутреннего механического перемешивания, так и открытым методом помола. Эти методы коммерчески привлекательны благодаря практичности и высоким объемам производства. Добавление в вулканизируемую смесь серы или перекиси не влияет на ее электрические свойства. Вулканизированные смеси, приготовленные для этой инновации, показывают такие электрические свойства как низкое электрическое сопротивление порядка 10<sup>1</sup> Ом, хорошие механические свойства с пределом прочности на разрыв 26,0 МПа. Уровень черного цвета всех вулканизированных смесей регулируется. Показатели электрических и механических свойств потенциально привлекательны для применения в производстве антистатической обуви.

Обувь [63] имеет несколько проводящих элементов, проходящих через всю толщину стельки. Каждый элемент содержит в себе, по меньшей мере, один провод, выполненный из электропроводящего материала и магнит, в соответствующем корпусе.

Антистатическая обувь [64] состоит из статических диссипативных (рассеивающих) материалов, одна часть которых расположена на стельке в положении, обеспечивающем контакт с ногой пользователя, а другая - вдоль всей нижней стороны подошвы. Электропроводящий путь образуется между телом пользователя и землей, и, таким образом, разряжается статический

заряд.

Электростатический сборный ботинок включает проводящую полосу, приклеенную на поверхности пяточной части внутренней подошвы [65].

Антистатические бахилы [66] - ботинки с настрочными берцами, имеющие гибкое отверстие и проводящую ленту, которая пришита к нижней стороне бахил почти по всей длине. В пяточной части проводящая полоса расположена по направлению вверх и вдоль одной стороны гибкого отверстия. Свободный конец проводящей полоски пришит с другой стороны гибкого отверстия, образуя петлю, которая придавливается пяткой во время носки обуви.

Китайские изобретатели рекомендуют изготавливать обувь [67], между подошвой и стелькой которой располагается наполнитель. Проводящая среда, взаимодействующая сверху вниз, проникает через наполнитель, стельку и внутреннюю подошву. Один конец проводящей среды контактирует с нижней поверхностью стопы на верхней поверхности стельки, а другой - с антистатической подошвой, выполняя функцию заземления.

Австрийские разработчики предлагают изготавливать подошвы из электропроводящего материала с контактными электродами, который соединен с подошвой внутри обуви [68]. Улучшение состояния здоровья и самочувствия может быть достигнуто установкой, по меньшей мере, одного постоянного магнита в средней части подошвы.

Стелька для устранения статического электричества, разработанная корейскими технологами, [69], включает верхний слой, выполненный из проводящего синтетического материала, средний слой из антистатической мягкой пены и нижний слой - из твердой синтетической резины. Между мягкой пеной среднего слоя и жестким слоем синтетической резины вставляется пара сегнетоэлектрических элементов и электроразрядная сеть. Стелька простой структуры может быть использована в разных типах обуви, в том числе не только бытовой, но и защитной обуви для различных производственных условий. Конструкция может эффективно устранить

статическое электричество, вырабатываемое телом человека. Таким образом, стелька может предотвратить не только различные несчастные случаи, такие как взрыв и пожар, которые происходят вследствие образования статического электричества в промышленных зонах, но и различные несчастные случаи, такие как электрошок, травмы, и неприятные ощущения, вызванные электрическим разрядом, которые возникают вследствие образования статического электричества.

Испанские изобретатели предлагают конструкцию антистатической обуви, содержащей устройство, нейтрализующее статическое электричество [70]. По существу, это стелька, поддерживающая ногу пользователя, оборудована элементами, проводящими статическое электричество. Подошва содержит печатную плату, которая, в свою очередь, соединена с заземляющим элементом.

Американские инженеры разработали модель подошвы из изоляционного материала для обуви, поддерживающей ногу над поверхностью земли [71]. Верхняя поверхность подошвы сконфигурирована для поддержки стопы, а нижняя - для контакта с поверхностью опоры. Хотя бы один вмонтированный в подошву контакт проходит между верхней и нижней поверхностями. Контакт из электропроводящего материала сконфигурирован таким образом, что поток электрического тока проходит между стопой, прилегающей к верхней поверхности подошвы и поверхностью земли, соприкасающейся с опорной поверхностью подошвы.

Предложенная американскими разработчиками обувь с электростатическим заземлением включает подошву, скрепленную с верхней частью обуви, стельку и электропроводящий элемент, выполненный в виде одной или нескольких заклепок, соединяющих подошву со стелькой и обеспечивающих надежный электрический контакт между телом пользователя и землей [72].

Устройство из сборной площадки, проходящего до земли электрического пути к резистору [73], может быть легко установлено в любом

типе обуви и обеспечивает полунепрерывный заземляющий путь через обувь к земному источнику рассеивания статического электричества. Конструкция предотвращает или значительно снижает воздействие электростатического разряда на персонал и его одежду. В качестве альтернативы резисторный провод используется для проведения статического электричества к земле. Это устройство способствует повышению уровня комфорта обуви, устраняя или значительно снижая вредные и раздражающие эффекты электростатического разряда без какого-либо влияния на внешний вид или функциональность изделия.

Обувь для повышения физической работоспособности человека путем создания электрического контакта между телом и землей включает в себя подошву из токопроводящей резины [74]. Упругий проводящий элемент составляет единое целое с подошвой и проходит вдоль внешней поверхности пяточной части обуви. Лента проходит по внутренней стороне обуви и вступает в контакт с проводящей стелькой. Таким образом, нога находится в постоянном электрическом контакте с подошвой. Проводящая стелька может быть использована для обеспечения более надежного электрического пути к стельке и, как следствие, к земле.

Японские изобретатели рекомендуют использовать нитевидный элемент из проводящих волокон [75]. Прикрепленный к контактирующей с грунтом стороне подошвы обуви, он способствует образованию коронного разряда, который нейтрализует статическое электричество, возникающее вследствие трения между обувью и землей. Таким образом, обуви придаётся антистатическая функция, которая обеспечивается присоединением нитевидного элемента, образованного из электропроводных волокон, к подошве, контактирующей с грунтом.

Обувь для «чистых помещений» обеспечивает отсутствие статического электричества путем создания заземляющих, сформированных из пластикового материала, содержащего вулканизированный термопластичный материал и антистатический агент контактных выступов, на ходовой и

внутренней поверхностях подошвы. Таким образом, заземляющие контактные выступы, имея достаточно малые размеры, обеспечивают контакт с полом при использовании обуви на «чистом производстве» [76].

Итальянские изобретатели предлагают способ [77] изготовления антистатической обуви, включающий в себя следующие этапы: 1) закрытие пресс-формы, внутри которой имеется полость, приблизительно соответствующая форме обуви и штифты, такой высоты, чтобы в закрытом положении пресс-формы, своим верхним концом они примыкали к внутренней поверхности полости, образуя опорную поверхность стопы пользователя; 2) нагрев внутренней стенки полости и вливание в нее этилвинилацетата в жидком состоянии; 3) поддержание формы в закрытом положении до тех пор, пока пластический материал не затвердеет и не получится обувь, в подошве которой находится по крайней мере, один паз, который соединен с одним или более отверстиями, одно из которых представляет собой сквозное отверстие; 4) открывание формы и экстракция полученного изделия; вставка в обувь колодки для ограничения ее усадки при охлаждении пластикового материала.

Российскими разработчиками предлагается антистатический комплект, состоящий из костюма, изготовленного из ткани, содержащей электропроводные нити, и пары обуви, в подошву которой интегрированы к газовых разрядников перенапряжения с заданным напряжением пробоя. Таким образом, комплект может быть использован для обеспечения периодического снижения напряженности электростатического поля [78].

Конструкция антистатической обуви [79] включает в себя подошву с электропроводящими элементами и стельку, которая содержит две расположенных продольно от пятки к носку гигиенических вставки. Таким образом, электропроводящие элементы проходят через подошву и стельку, обеспечивая электрический контакт стопы с землей, что устраняет воздействие тока на тело человека

Изделие [80] включает непроводящий субстрат и покрытие на нем, которое может быть использовано для производства мембраны, фильтрующих элементов, вентиляционных элементов, облицовочных покрытий, текстильных материалов, слоистых материалов, сенсоров диагностических устройств. Покрытие выполнено из композиции, содержащей комплекс ионного фторполимера и противоионного агента, включающего поверхностно заряженные наночастицы. Покрытие на непроводящем субстрате получают в несколько стадий. Сначала получают смеси ионного фторполимера и поверхностно заряженных наночастиц, затем наносят смеси на субстрат. Способ позволяет изготавливать изделия с разнообразными свойствами: антистатическими, противомикробными, огнеупорными.

Таким образом, патентные исследования подтверждают перспективность настоящей работы и возможность внедрения ее результатов в практику производства обуви специального назначения, имеющей антистатический статус [81]. В разработках российских и зарубежных исследователей по совершенствованию технологических и конструктивных характеристик антистатической обуви для снижения электростатического поля предлагаются как новые материалы, так и различные конструкторские инновации.

Таким образом, в последнее время появилась тенденция использования различных «закладок» в конструкцию обуви в виде проводящих элементов - стелек, проводов, полос, резисторов, а также различных электронных устройств, которые должны обеспечить антистатические свойства. В связи с этим необходимо рассмотреть современные конструкции и технологии проектирования и изготовления специальной обуви.

## **2.2 Обзор конструкций и технологий для проектирования и изготовления антистатической обуви**



Существует несколько десятков технологий и методов крепления подошвы к заготовке верха обуви. Условно разделим их на три категории: механические, химические и комбинированные.

Механические методы крепления. Подошва прикрепляется к заготовке верха ручным способом или с помощью механического оборудования с использованием вспомогательных материалов – нитей, гвоздей, винтов и т.д. К таким технологиям относится рантовый, сандаальный, гвоздевой, винтовой, выворотный, допельный методы. Большим недостатком обуви с механическим методом крепления является большая влагопроницаемость и, в связи с этим, меньшая износостойчивость, по сравнению с обувью с химическим методом крепления подошвы. В случае попадания влаги в основную стельку происходит ее набухание и в скором времени выход из строя, а выход из строя основной стельки является выходом из строя пары обуви.

Химические методы крепления. Подошва прочно соединяется с заготовкой верха обуви посредством химической реакции между соприкасающимися материалами. Например, клеевым, литьевым, строчечно-литьевым способом. Также к химическим технологиям относится метод горячей вулканизации. Различные исследования показывают значительные преимущества обуви, изготовленной посредством полимерного литья и прецизионной формовки. Обширный диапазон защитных свойств, износостойкость, гидрофобность оберегают ноги работающего человека от лишних перегревов, воздействий нефтепродуктов, а также промышленных жидкостей и от травмирующих ударов, вибраций.

Комбинированные методы крепления. Надежное крепление двух составляющих обуви обеспечивается за счет комбинации двух или нескольких методов. Например, методом допельно-клеевым, рантово-скобочным, гвозде-клеевым, клее-прошивным и т.д.

Из всего перечня технологий крепления низа обуви, можно выделить три наиболее распространенных метода [82].

Литьевой метод крепления. Соединение литьем заключается во впрыскивании в специальную пресс-форму резины, полиуретана, термополиуретана или ПВХ в вязкотекучем состоянии. Таким образом, одновременно происходит соединение с верхом за счет адгезии и формирование подошвы.

Метод горячей вулканизации. Горячая вулканизация с прессованием подразумевает соединение заготовки верха с подошвой посредством специального прессово-формовочного оборудования. Материал подошвы (резина, ПФХ, нитрил) помещается в форму и расплавляется электронагревателями до 150-200°C. Затем создается внутреннее (или внешнее) давление. Процесс формования и вулканизации длится 5-10 мин. Получается прочная, влагостойкая подошва, крепко соединенная с верхом.

Клеевой метод крепления. Клеевая технология актуальна для соединения заготовок верха из кож хромового дубления, кожзаменителей, текстиля с подошвой из кожи (натуральной или искусственной и синтетической). Перед нанесением клеящего вещества поверхности подвергаются предварительной обработке. После нанесения клея поверхности соединяются и фиксируются в таком положении до окончательного застывания клея.

Выбор методов крепления подошвы зависит от ряда факторов. В первую очередь, обращается внимание на то, какие материалы необходимо между собой соединить. Используя все многообразие современных материалов, производители обуви могут создать самые разнообразные типы обуви.

Компании-производители современной рабочей обуви используют весь научный потенциал, чтобы сделать свою продукцию удобнее и функциональнее. Специалисты в лабораторных условиях работают над созданием новых технологий, совершенствующих различные характеристики обуви.

Приведем несколько примеров таких российских компаний-производителей рабочей обуви как «Восток-Сервис», «Парижская коммуна»,

«Техноавиа», «ФПП Энергоконтракт» «Сириус», «ТД ТРАКТ», «Спецобъединение», «Авангард», «Компания «Легпромразвитие», «ПТК «Модерам», «Яхтинг», «Топпер», «Липецкая обувная компания», «ЭлитСпецОбувь», «Вахруши-Литобувь», «Лель», «Roverboots», «РАТ» [83-91].

Среди зарубежных производителей рабочей обуви лидерами являются компании «JALAS», «SACLA», «Safety Jogger», «Sievi», «OXYPAS», «PERF», «COFRA», «DELTA PLUS» [92-95].

Таблица 2.1 - Топ 20 российских производителей кожаной специальной обуви за 2017 г [96].

№	Производитель	Объем производства в 2017 г. (пар)	Динамика объемов производства 2017 г. к 2016 г. (%)
1	2	3	4
1	ГК «Восток-Сервис» (г. Ногинск, Московская область)	2 400 000	10%
2	ПВ ООО «Фирма «Техноавиа» (г. Москва)	980 000	12%
3	АО «ПТК «Модерам» (г. Санкт-Петербург)	950 000	9%
4	ООО «Артак Обувь» (г. Кострома)	850 000	нет данных
5	ООО «Вахруши-Литобувь» (г. Киров)	818 000	9%
6	ООО «Яхтинг» (г. Чебоксары)	670 000	20%
7	ГК «Авангард Сэйфети» (пос. Погар, Брянская область)	550 000	-18%
8	ООО «Западбалтобувь» (г. Калининград)	476 000	23%
9	ООО «МАГ» (г. Нижний Новгород)	400 000	нет данных
10	ООО «Компания «Легпромразвитие» (г. Москва)	350 000	12%
11	ООО «Фирма «РАСАА» (г. Курск)	345 000	3%
12	ООО «Спецзаказ» (г. Кузнецк, Пензенская область)	340 000	20%
13	ООО «Производственная фирма «Лель» (г. Киров)	300 000	нет данных
14	ЗАО МОФ «Парижская коммуна» (г. Москва)	260 000	60%
15	АО «Паритет» (г. Клин, Московская область)	250 000	5%

1	2	3	4
16	ООО «Красная Звезда» (г. Кимры, Тверская область)	200 000	нет данных
17	ООО «Оската'М» (г. Санкт-Петербург)	190 000	8%
18	ООО «ЛОК» (г. Липецк)	150 000	нет данных
19	АО «Меридиан» (г. Нижний Новгород)	92 000	31%
20	ООО «Обувь России» (г. Новосибирск)	50 000	нет данных
	Итого:	10 621 000	

На рынке рабочей обуви существует огромное множество моделей, которые различаются между собой высотой обуви, конструкцией заготовки, материалом, наличием структурных элементов и их конфигурацией, способами фиксации на ноге, материалами и конструкциями подошвы, методами ее крепления к заготовке верха.

Компания «Парижская коммуна» разработала специальную обувь литьевого метода крепления в корпоративном стиле для ОАО «Газпром», которая предназначена для носки в среде, загрязненной нефтью и ее продуктами, а также в условиях механического воздействия, в различных отраслях добывающей и обрабатывающей промышленности. Художественно-конструкторское решение комплекта специальной обуви отличается указанием маслобензостойких свойств подошвы в виде аббревиатуры «МБ» в окружности на наружной стороне геленочной части ходовой поверхности и исполнением протектора в виде пятигранников по периферии пучковой части с зернистой ходовой поверхностью и зубцами «по ходу» и «против хода» в цент [97].

Обувная компания «Модерам» - первый отечественный производитель рабочей обуви, начавший совместное сотрудничество с мировым лидером в производстве специализированных подошв — итальянской компанией Vibram S.P.A. В результате этого сотрудничества в 2016 году была разработана специализированная подошва по технологии Arctic Grip® для применения в российской промышленности. Помимо защиты от скольжения материал подошвы, разработанный для спецобуви, обладает стойкостью к агрессивным веществам и отвечает всем требованиям, предъявляемым к защитной обуви в

соответствии с EN ISO 20345 [29]. Подошва двухслойная – внутри достаточно массивной на вид резиновой подошвы «спрятан» легкий вспененный слой из полиуретана, который не только значительно облегчает подошву, но и снижает ударные нагрузки при ходьбе, а также препятствует проникновению холода снизу, являясь отличным термоизолятором.

Финский производитель «Sievi» создал современную технологию инновационной «греющей» обуви. Речь идет о ботинках Аляска Термо XL+ со встроенной системой электрообогрева Therm-ic, предназначенных для Сибири, Арктики и других регионов с экстремальными зимними температурами. Два литий-ионных аккумулятора обеспечивают, обогрев до 18 часов, простая и надежная панель управления на боковой поверхности ботинка позволяет выбрать один из трех уровней обогрева. Кроме того, в функционал входит верх из натуральной кожи с полиуретановым покрытием, защищающим от воды, механических воздействий и агрессивных сред; противоскользящая подошва из не дубеющей на морозе нитрильной резины (рассчитана на температуру  $-30...+300^{\circ}\text{C}$ ); подкладка из овечьей шерсти и утеплителя Thinsulate B200; алюминиевый защитный подносок и стальная антипрокольная стелька [98].

На фабрике «Лель» разработали инновационную подошву ТМ «Roverboots», выпускаемую под собственной торговой маркой «Roverboots». Весь ассортимент рабочей обуви выпускается на подошве ТМ «Roverboots» с накладкой ТПУ (термополиуретан), усиленной шипованным протектором.

Французская компания «Sacla» представила в России новую линейку сапог и галош Dunlop, изготовленных из ПВХ, нитрила и полимеров. Три компонента составляют инновационный материал Dunlop® Acifort®, который обеспечивает обуви повышенную износостойкость, длительную эксплуатацию, устойчивость к минеральным, животным, растительным жирам и маслам, удобрениям, кислотам, дезинфицирующим средствам и различным химическим веществам. Подошва таких сапог противоскользящая и антистатическая, имеет самоочищающийся протектор с глубоким рисунком,

гасит ударные нагрузки в области пятки, а антибактериальная и комфортная подкладка отводит влагу. В большинстве моделей есть металлический подносок [99].

Компания «Увекс-СПР» из Санкт-Петербурга представила в 2016 году новейшую защитную обувь UVEX-2. В обувную пару, которая весит менее 0,5 кг, разработчики встроили климат-комфорт, стабилизатор и систему поглощения удара в области стопы, поликарбонатный носок и систему антистатичности.

Группа компаний «Восток-Сервис» разработала коллекцию обуви Трейл Плюкс с трехслойной подошвой повышенной гибкости, обеспечивающей комфорт. Внешний слой подошвы состоит из двух видов термопластичного полиуретана (повышенная стойкость к истиранию, температурный диапазон – 35 °С до +120°С), промежуточный слой- из вспененного полиуретана, что снижает общий вес подошвы. Особенностью является специальная амортизирующая вставка, которая позволяет значительно снижать нагрузку на плантарную поверхность стопы. Подошва имеет специальные линии гибкости Flex line в носочной части и отводящие воду канавки на протекторе. Согласно технологии Shock absorber в подошве обуви размещают специальные амортизирующие элементы, которые находятся в каблучной части подошвы, позволяющие снизить давление, ударные нагрузки на стопу рабочего при ходьбе [100].

Обувная компания «Топпер» из Санкт-Петербурга сертифицирует разработанные модели обуви по маслобензостойкости, кислотощелочестойкости и защите до минус 45°С [101].

Производством антистатической обуви занимаются Англия, США, Германия, Франция, Венгрия, Финляндия, Китай. В России наибольшую популярность обрела финская обувь фирмы «SIEVI». Также известны такие фирмы, как «COFRA», «GIASCO», «PERF» (Италия), «RED WING» (США), «DUNLOP» (Нидерланды), «ABEBA» (Германия).

Антистатическую обувь изготавливает «Лаборатория Технологической Одежды» (холдинг Lamsystems, основателем которого является «Ламинарные системы» - крупнейший российский производитель специализированного оборудования для обеспечения технологической и бактериологической чистоты воздушной среды). Она специализируется на разработке и изготовлении высокотехнологичных средств индивидуальной защиты (СИЗ) для производств и лабораторий, где существует необходимость в обеспечении высокой чистоты воздушной среды, в защите продукта от электростатического разряда или предотвращении микробного и вирусного заражения персонала [102].

Специальная обувь различного назначения эксплуатируется в большинстве случаев в экстремальных условиях: одновременное активное функциональное нагружение стопы и интенсивное воздействие различных факторов окружающей среды. Поэтому, главным требованием, предъявляемым к обуви, как средству индивидуальной защиты, является обеспечение комфортного внутриобувного микроклимата. Последнее в значительной степени определяется конструкцией, материалами, из которых изготовлены детали обуви, способами скрепления заготовки верха с узлом низа.

На основе анализа конструкций и технологий для проектирования специальной и антистатической обуви установлено, что в настоящее время наметилась тенденция к расширению объема и ассортимента специальной обуви, но в отношении антистатической обуви, рынок РФ еще слабо развит.

Анализ фирменных технологий моделей и ведущих производителей позволил сделать вывод, что наиболее современный метод крепления низа обуви – литевой. В обувь, изготовленную этим методом, возможно установить металлический ударопрочный подносок, антипрокольную стельку, любые защитные элементы и детали. Литевой метод чаще предполагает не однослойную, а двуслойную подошву - ПУ/ПУ, ПУ/ТПУ, ПУ/нитрил.

Поэтому именно на этот метод крепления необходимо ориентироваться при разработке конструкций антистатической обуви.

### **2.3 Классификация ассортимента специальной обуви по отраслям производств**

На производстве работникам предприятий необходима защита от негативных факторов извне. Существенную роль в обеспечении безопасности стоп работников играет специальная обувь, поэтому особенно важно, чтобы она соответствовала требованиям для каждой отрасли производства (рис. 2.1).

По требованиям специальная обувь разделяется на отрасли [103-108].

- Специальная обувь для металлургической отрасли: использование натуральной кожи и огне- и термоустойчивых материалов; тепло- жаростойкие(термостойкими) нити; для застёгивания должна быть шнуровка («змейка» замка подвергается перегреву и менее долговечна); стойкость к агрессивным средам (маслам, нефтепродуктам, кислотам, щелочам); металлический подносok выдерживающий предельную ударную нагрузку 200Дж; фиксирующий ремень; повышенная устойчивость к истиранию; защита от попадания внутрь влаги, пыли и мелких предметов; отличная теплоизоляция; сопротивление подошвы проколам; нитриловая подошва; слабая теплопроводность; литьевой метод крепления (подошва должна быть непроницаемой, нескользящей, амортизирующей, а внутри желательно повторять анатомическую форму стопы).





Рис. 2.1 Требования к специальной обуви в зависимости от отрасли производства для защиты от негативных факторов

- Специальная обувь нефтегазохимической промышленности: защита от механических поражающих факторов; полиуретановые сапоги (по сравнению с аналогами из ЭВА, ПВХ, ТЭП, резины они легче на 30% продукции из резины и ПВХ, что позволяет не так уставать ногам при долгом хождении); высокая прочность и износоустойчивость; нейтральность к развитию и распространению бактерий и микроорганизмов; высокая стойкость к

агрессивным жидким средам и химически активным газам (щелочей, кислот, растворителей, нефтепродуктов, масел); антистатические свойства; защита от низких температур; защита от попадания внутрь влаги, снега, пыли и мелких предметов; сопротивление подошвы к проколам; рекомендация для климатических поясов; оснащение обуви регулируемым голенищем (для удобства носки); литьевой метод крепления.

- Специальная обувь горнодобывающей отрасли: использование натуральной кожи и огне- и термоустойчивых материалов; антискользящая подошва со стальным передком и поддержкой для стопы; супинатор из эластичных волокнистых материалов; специальные стельки-прокладки, обеспечивающие защиту от влажности и достаточную изоляцию ног; легкий вес; литьевой метод крепления.

- Специальная обувь для энергетической сферы: использованием добротных и безвредных материалов; нормальный микроклиматом обуви, позволяющим стопам «дышать»; комфортностью и удобством носки; высокая прочность и износостойчивость; литьевой метод крепления.

- Специальная обувь для пищевой промышленности: антискользящая подошва; антистатические свойства; стойкость к влиянию агрессивных сред (пищевых жиров, дезинфицирующих растворов); стойкость к гидролитическому старению; способен выдержать нагрузки многократных изгибов в условиях воздействия агрессивных сред и повышенной влажности; высокие гигиенические и антибактериальные свойства.

- Специальная обувь для строительной отрасли: высокая прочность и износостойчивость; металлический подносок выдерживающий предельную ударную нагрузку 200Дж; защита от попадания влаги, снега, грязи; легкость обуви; сопротивление подошвы к проколам; литьевой метод крепления.

- Специальная обувь для машиностроительной отрасли: использование натуральной кожи и огне- и термоустойчивых материалов; высокая прочность и эластичность подошвы; подошва из износостойкого и маслобензостойкого полиуретана; защита от механических поражающих факторов; металлический

подносok выдерживающий предельную ударную нагрузку 200Дж; антипрокольная пластина; защитный подносok из металла; жесткий задник; нетканая подкладка; литевой метод крепления.

Независимо, в какой отрасли специальная обувь используется, необходимо, чтобы она защищала стопу человека от негативных факторов, но при этом должна быть удобной в носке и иметь эстетичный приятный вид. Если специальная обувь выбрана правильно, то нога не будет уставать и снизится утомляемость работника в процессе трудовой деятельности. Немаловажно, чтобы все типы обуви, предназначенные для различных отраслей промышленности, были гигиеничны и изготавливались из экологически чистых материалов. Внешний вид специальной обуви за последние года претерпел сильные изменения, т.к. является частью униформы.

К специальной обуви предъявляются разные требования в зависимости от условий эксплуатации,

**Работники строительных организаций** чаще всего оснащены кожаными и резиновыми сапогами. В качестве облегченного варианта выступают жесткие ботинки. Оснащение промышленного альпиниста имеет специальную противоскользящую защиту от скольжения. Выдаваемая обувь: обувь кожаная или других материалов для защиты от механических воздействий; обувь для защиты от производственных загрязнений; обувь с защитой от пониженных температур [103].

**Ботинки литейщика и сварщика** должны защищать от ожогов, случайных попаданий раскаленных частиц. Выдаваемая обувь: сапоги литейщика; сапоги, ботинки или полуботинки кожаные с защитным подкоском; валенки с резиновым низом или кожаные сапоги, утепленные с защитным подноском [104].

В процессе работы **металлурги постоянно подвергаются опасности**. Зачастую от воздействия температуры, брызг раскаленного металла и других форм внешнего воздействия сильно страдают и ноги. Выдаваемая обувь:

ботинки или сапоги кожаные с защитным подноском; обувь, прошитая термостойкими нитями [105].

Подошва обуви **горнорабочего** является ключевым элементом, она обязательно должна быть непроницаемой, нескользящей, амортизирующей, а внутри желательно повторять анатомическую форму стопы. Выдаваемая обувь: сапоги или ботинки кожаные с жестким подноском; сапоги резиновые с жестким подноском; сапоги кожаные с утепленной прокладкой; галоши диэлектрические; валенки с резиновой подошвой [105].

**Добыча и переработка нефти и нефтепродуктов — опасное производство**, поэтому к рабочей обуви, используемой в этой отрасли, применяются особые требования. Как показывает практика, работники нефтяной отрасли чаще всего страдают от ожогов, ведь нефть подвержена возгоранию. Для изготовления такой обуви, как правило используют огнестойкие материалы. Выдаваемая обувь: сапоги резиновые с защитным подноском; сапоги резиновые или болотные с жестким подноском; сапоги или ботинки кожаные с жестким подноском; ботинки, утепленные с жестким подноском; валенки с резиновым низом [106].

**На химическом производстве** работник должен быть обеспечен стойким к агрессивным средам обмундированием. На обычном производстве нашли применение варианты с маслобензостойкой и непрокальваемой подошвой. Выдаваемая обувь: сапоги или ботинки кожаные с защитным подноском; сапоги или ботинки, утепленные с защитным подноском; валенки с резиновым низом; галоши диэлектрические; сапоги или полусапоги резиновые с защитным подноском [107].

**В электроэнергетической промышленности** особое внимание нужно уделять защите стоп от искр, брызг и расплавов металла. Выдаваемая обувь: сапоги или ботинки кожаные с защитным подноском; сапоги резиновые с защитным подноском; валенки с резиновым низом; сапоги или ботинки кожаные, утепленные с защитным подноском; сапоги или ботинки термостойкие; ботинки кожаные от повышенных температур [108].

Вид, количество и особенности эксплуатации спецобуви определяют нормы ее выдачи (табл. 2.2).

Таблица 2.2 Типовые нормы выдачи специальной обуви по отраслям производств

Вид обуви	Сроки носки летней обуви (в годах)	Сроки носки утепленной обуви по климатическим поясам				
		I	II	III	IV	особый
Кожаная	1	2,5	2	2	1,5	1,5
Резиновая	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Таким образом, согласно особенностям конструкций специальной обуви выделяют различные нормы выдачи. Все вышеперечисленные требованиями считаются эталонными для рабочей обуви, которая призвана защищать стопы работников от воздействий производственной среды, предотвращать негативное влияние тяжелых условий и улучшить труд на работе.

Изложенное выше составило основу классификации типовых конструкций специальной обуви, в соответствии с предъявляемыми к ней требованиями для каждой отрасли производства (рис. 2.2) [109]. Анализ классификации дает понять, что в наиболее «опасных» в отношении статического электричества отраслях – в нефтегазоперерабатывающей и химической отрасли – нет упоминания антистатических свойств, обувь классифицируется по температурным, ударопрочным и др. характеристикам. Тем не менее классификация рационализирует информацию о специальной обуви и может быть использована при закупке специальной обуви работникам сквозных профессий.

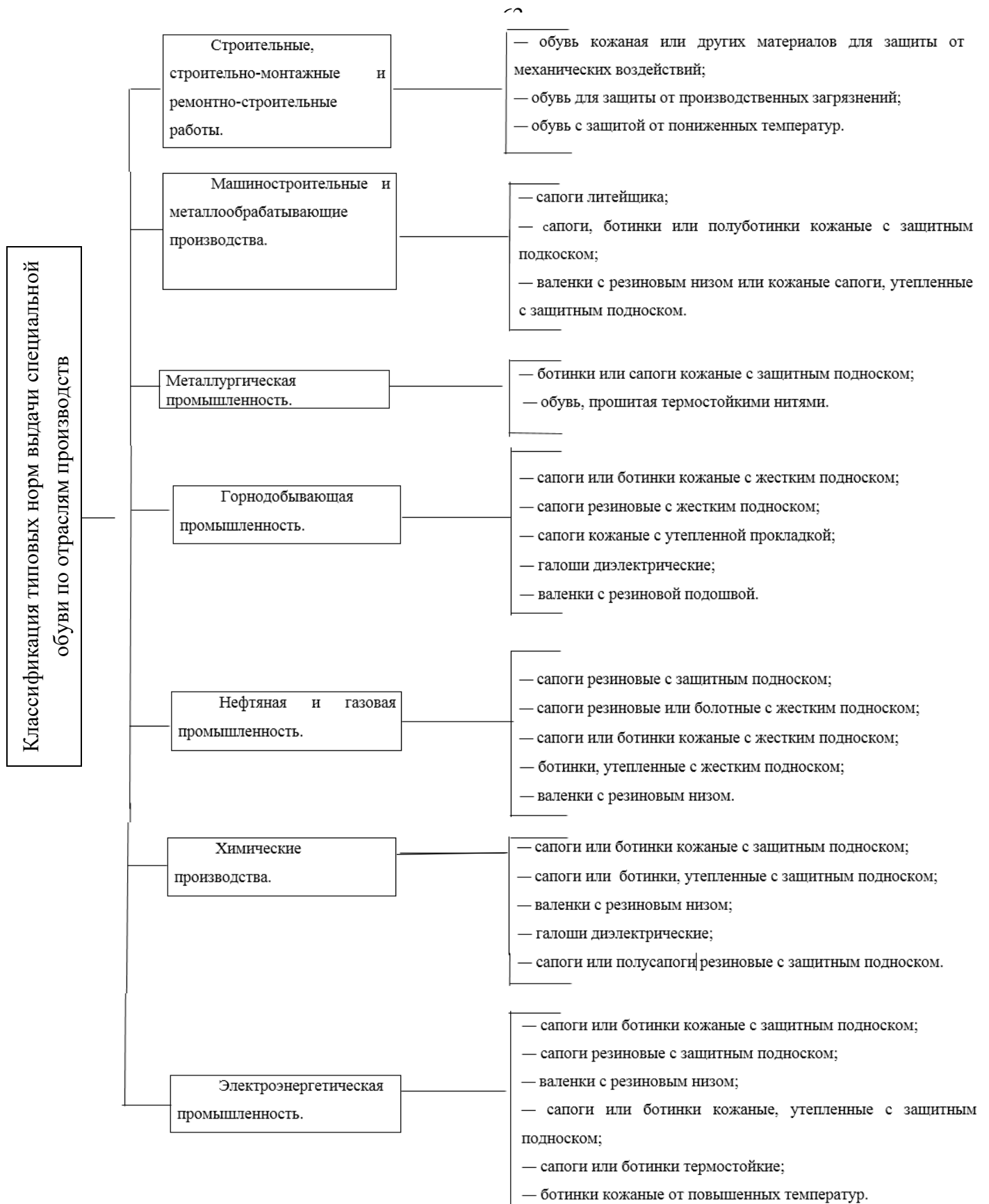


Рис. 2.2 Классификация типовых конструкций специальной обуви по отраслям производств

Кроме того, она облегчает конструктивно-функциональный анализ изделий, в частности, применительно к задачам настоящей диссертации – анализ ассортимента материалов, используемых для изготовления деталей антистатической обуви.

#### **2.4 Обзор ассортимента материалов, используемых для изготовления деталей антистатической обуви**

Особое место в развитии промышленности занимают инновации, благодаря которым создаются современные ткани, материалы и покрытия с учетом их назначения. Отсутствие универсальных решений для проектирования специальной обуви влечет за собой появление задачи формирования рационального пакета материалов, в котором каждый из слоев выполняет определенную функцию.

Детали верха обуви в процессе носки подвергаются многократным механическим воздействиям; растяжению и сжатию при изгибе обуви; растяжению при давлении стопы изнутри; истиранию при соприкосновении с грунтом и другими предметами окружающей среды, а также в результате взаимного трения внутренних сторон обуви. Поэтому материалы для их изготовления должны обладать высоким сопротивлением к истиранию, быть прочными, гибкими и упругими. Кроме того, они должны быть устойчивыми к действию пота, воды и пыли, обладать хорошими тепло- и влагозащитными свойствами, обеспечивающими поддержание нормальной температуры стопы в обуви, меньше изменять свои размеры при намокании и последующем высушивании, обладать хорошим внешним видом, сохраняющимся при длительном хранении и эксплуатации обуви.

К материалам для верха обуви специального назначения предъявляются высокие требования в отношении паропроницаемости и гигроскопичности, так как они соприкасаются с телом человека через тонкие перегородки (брюки, портянки, носки) и оказывают влияние на терморегуляцию, газообмен и другие

физиологические функции организма, а также в отношении их устойчивости к кратковременному воздействию высоких температур, отравляющих веществ и проникающей радиации.

В технологическом отношении материалы для верха обуви должны быть однородными по толщине и площади, обеспечивать наиболее экономное использование их при раскрое, хорошо формоваться, не просекаться иглой при скреплении деталей на швейных машинах, обладать высокой термоустойчивостью, не загрязняться в процессе производства обуви и обеспечивать удаление загрязнений при отделке обуви.

Исходя из этого, к выбору материала предъявляют повышенные требования, от которого зависят многие последующие характеристики обуви: применима ли она во влажной среде, в условиях повышенных или пониженных температур, при работе с химическими веществами и т.д.

Пакеты верха и низа обуви включают, как правило, наружные, промежуточные и внутренние детали.

Для производства верха специальной обуви используются кожи хромового дубления, юфть, кирза, искусственные кожи (cordura, loriga, microtech), полимерные материалы (ЭВА, acifort, purofort) [110-118].

Современная достойная замена натуральной коже – микрофибра, которая в последнее время стала довольно популярна. Различают microparra (англ.) – микрокожа, имитация кожи и microsuede (англ.) - микрозамша, имитация замшевой кожи [119].

К материалам для изготовления промежуточных деталей, во многом обеспечивающих удобство и комфортность обуви, предъявляются высокие требования в отношении ее формоустойчивости и прочности, теплозащитных и амортизационных свойств.

Для промежуточных деталей обуви активно используют такую многослойную ткань с микроскопическими порами, как мембрана. Основными потребительскими характеристиками мембран являются



способность не пропускать через себя воду (осадки), но не препятствовать прохождению водяных паров.

На мировом рынке представлено большое число компаний, занимающихся производством текстильных материалов для промежуточных деталей обуви. В числе популярных - Gore-tex®, Gelanots®, Sympatex®, мембрана «Porelle», мембрана J-TEX, MegaDry, TM Shelter®, TM SoSystem®, утеплитель Thinsulate Ultra, ткани Торгового дома «Меланж-Текстиль» [120-124].

Европейский стандарт качества EN ISO 20345:2007 [29] обязывает производителей спецобуви применять подноски с максимальной ударной нагрузкой (МУН) 200 Дж.

Подноски разделяются на две группы: металлоподноски и подноски из композитных материалов. Металлоподноски изготавливаются из алюминия или стали. Материал композитных подносков сложен по своему составу. Многие называют его углепластиком, произведенным из углерода, внешне похожим на пластмассу. Такой материал позволяет снизить вес подноска, что, несомненно, является преимуществом перед ощутимой тяжестью металлоподносков.

Композитные подноски занимают много полезного места внутриобувного пространства, что отрицательно влияет на комфортное ношение рабочей обуви. Более предпочтительны подноски, армированные кевларовыми нитями [125-126].

Сравнительная характеристика свойств подносков из металла и подносков из композитных материалов представлена в таблице 2.3.

В числе компаний-производителей материалов и комплектующих: «Керамекс», «FLECKSTEEL», «SAFiT», «DEFU Shoematerial Technology Ltd», «Майкл-Трейдинг», «Компонент» [127-130].

Ассортимент стелечных материалов богат: ZENIT, Sanifresh, TAIGA WB TAG [131-132].

Таблица 2.3 Сравнительная характеристика свойств подносков из металлов и композитных материалов

№ п/п	Свойства подносков	
	из металлов	из композитных материалов
1	максимальная ударная нагрузка (МУН) 200 Дж	максимальная ударная нагрузка (МУН) 200 Дж
2	малый объем, благодаря тонким стенкам защиты	большой объем, требующий соответственного пространства внутри обуви
3	большой вес: сталь - 200 грамм/пара, алюминий — 140 грамм/пара	малый вес: композитный армированный кевларовыми нитями — 120 грамм/пара, композитный без армирования — 100грамм/пара
4	низкая цена	высокая цена
5	практически нет возможности влагоотведения, так как структура не допускает применение вентиляционных отверстий	структура допускает применение вентиляционных отверстий
6	существует опасность тяжелых травм и ампутаций при нагрузках, превышающих МУН	при нагрузках свыше 200 Дж подносок разрушается, что не влечет за собой высоких рисков
7	не защищают от холода, высоких температур, могут намагничиваться	тепло- и хладостойкие, благодаря низкой теплопроводности; не намагничиваются
8	сталь подвержена коррозии	не подвержены коррозии
9	сталь не подвержена накоплению электростатических зарядов	композитные материалы подвержены накоплению электростатических зарядов

Особой группой специальной обуви, как упоминалось ранее, защищающей от статических нагрузок является обувь антистатическая, которая маркируется значком ESD (рис. 2.3).



Рис. 2.3 Обозначение антистатической обуви

Обувь с ESD-маркировкой следует применять там, где электростатический разряд является нежелательным или вредным для рабочих условий (производство и техническое обслуживание электронного оборудования). Рабочая защитная обувь маркируется знаком ESD, если сопротивление электростатическому разряду на подошве обуви ниже 100 МОм. Согласно европейскому стандарту заземления IEC 61340-5-1:2016 «Электростатика. Часть 5-1. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Общие требования» («Electrostatics - Part 5-1: Protection of electronic devices from electrostatics phenomena - General requirements», IDT) [35] для системы «человек-обувь-пол» сопротивление должно составлять от 0,75 МОм до 35 МОм. При таком сопротивлении максимальный электростатический заряд, накапливающийся на теле человека, не больше 100 В [133].

Материалами верха антистатической обуви чаще всего служат спилки и нубук. Для подкладки используется подкладочная кожа, текстиль, натуральный мех. В качестве материалов низа часто применяются подошвы из ПВХ и ПУ.

Как было отмечено, электростатические заряды приводят к сбоям в работе оборудования, возникновению пожаров во взрывоопасных производствах. [134]. Причинами возникновения статических зарядов на одежде служит трение между волокнами в пряже, нитями ткани, а также трение между слоями одежды. В результате, при достижении максимальной степени электризации материала происходит самопроизвольный искровой разряд с его поверхности. Чтобы избежать накопления статических зарядов на тканях для производства спецодежды в структуру материала встраивают антистатические нити. Такие ткани получили название антистатических и приобрели широкое распространение в антистатической спецодежде персонала нефтяных и газовых компаний [135].

Токопроводящая ткань состоит из нитей, способных проводить электричество. Проводящие нити могут быть созданы при добавлении

металлических волокон, металлической пудры или полупроводников, таких, как углеродные волокна [136].

Например, ткань «Союз Антистат» является современным материалом для производства спецодежды, защищающей от общепромышленных загрязнений в условиях опасности воспламенения окружающей воздушной среды в результате разряда статического электричества, накопленного на одежде.

Принцип действия антистатической волоконной нити «НегаСтат» заключается в способности концентрировать вокруг граней проводящей центральной части, окруженной полиэфирной оболочкой в форме 3-х лопастей (сердечника), электростатическое поле, находящееся на поверхности спецодежды. Кроме того, антистатическая волоконная нить «НегаСтат» не требует обязательного заземления спецодежды, т.к. рассеивает статическое электричество на ее поверхности, в отличие от традиционных токопроводящих антистатических нитей, которые обеспечивают разряд накопленного на спецодежде статического электричества за счет создания непрерывного токопроводящего контура, который нужно гарантированно заземлять [137].

Карбон (углеткань или углеродная ткань) — материал, созданный из углеродного волокна, используется как армирующий наполнитель для производства композиционных материалов. Углеткани отличаются высокой теплостойкостью и относятся к группе трудновоспламеняемых материалов. [138]. Углеродное волокно — материал, состоящий из тонких нитей диаметром от 5 до 15 мкм, образованных преимущественно атомами углерода, которые объединены в микроскопические кристаллы, выровненные параллельно друг другу. Выравнивание кристаллов придает волокну большую прочность на растяжение. Углеродные волокна характеризуются высокой силой натяжения, низким удельным весом, низким коэффициентом температурного расширения и химической инертностью.

Производителям тканых материалов углеродное волокно поставляется в виде нитей, которые представляют собой группу элементарных углеродных волокон. Количество углеродного волокна в нити оценивается числом «К» — число тысяч элементарных углеродных волокон. Самое меньшее и самое дорогое углеродное волокно — 1К, наиболее распространенное углеродное волокно 3К, существуют также нити из углеродного волокна с  $K = 6, 12, 24, 48$  [139].

Углеткани нашли применение в таких отраслях, как автомобилестроение, авиастроение, судостроение, строительство, ракетостроение, нефтяная отрасль и т.д. [140].

Из-за своей высокой прочности и легкости, многие специалисты считают углеродное волокно наиболее предпочтительным материалом современности. Углеткань чаще всего используют там, где необходим малый вес, высокая прочность, высокая проводимость. В связи с тем, что углеткань может быть разного качества, её применение во многом зависит от класса и состава ткани. Например, высший сорт углеродного волокна, отличающийся своими лучшими свойствами, используются в аэрокосмической отрасли. В качестве примера, только 1 г активированной углеродной ткани производства Zorflex имеет площадь поверхности, равную половине футбольного поля [141-142].

В ГОСТ 12.4.103-83 «Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук» [143] детали специальной обуви проклассифицированы следующим образом.

Детали верха обуви – язычок, берцы, носок, союзка, задники, задний наружный ремень, закрепка, основная подкладка, подблочные ремни, штаферка, внутренний задний ремень, межподкладка под задники, межподкладка под берцы, боковинки, межподкладка под носок, межподкладка под союзку.

Наружные детали верха обуви:

язычок – наружная деталь верха ботинок или полуботинок, расположенная под передней частью берцов для защиты стопы от повреждений блочками и давления шнурками. Язычок бывает: по конструкции-с накладками, составной, цельный; по форме-стандартный, удлинённый, укороченный, уширенный.

Внутренние детали верха обуви:

- подкладка обуви – комплект внутренних деталей верха обуви, предназначенный для улучшения гигиенических и теплозащитных свойств, формоустойчивости обуви, а также для изоляции ноги от швов и наружных деталей верха;

- карман – внутренняя деталь верха обуви, расположенная в пяточной или носочной части заготовки для размещения задника или подноски (в бесподкладочной обуви);

- подблочник (составной, цельный, укороченный)-внутренняя деталь верха для повышения прочности прикрепления блочек, крючков к берцам;

- штаферка - (составная, цельная, прямая, расширенная, фигурная) - внутренняя деталь верха обуви для укрепления верхнего канта заготовки;

- задний внутренний ремень (ЗВР) (прямой, расширенный, фигурный) - деталь аналогичная ЗНР (задний наружный ремень), предохраняет задний шов заготовки верха и подкладки в пяточной части от преждевременного разрушения;

- подушечник - внутренняя деталь верха обуви, настраиваемая на нижнюю часть ушка для обеспечения прочности соединения ушка с голенищем или берцем;

- подшивка - внутренняя деталь верха сапога по форме и размерам соответствующая верхней части голенища;

- футор - внутренняя деталь верха сапога по форме и размеру соответствующая голенищу;

- поднаряд - внутренняя деталь верха сапога по форме и размеру соответствующая переду.

Промежуточные детали обуви – это детали, расположенные между наружными и внутренними деталями:

- межподкладка (под союзку, под задинку, под берцы) - комплект промежуточных деталей верха для повышения формоустойчивости;
- межблочник промежуточная деталь верха обуви для повышения прочности при креплении блочек к деталям верха;
- боковинка - промежуточная деталь верха обуви, расположенная в геленочно-пучковой части для повышения её формоустойчивости.

Промежуточные детали низа обуви — это детали низа обуви, расположенные между внутренними и наружными деталями. К ним относят:

- геленок (супинатор) - деталь обуви, закрепляемая между основной стелькой и подошвой (в зависимости от метода крепления низа) для создания необходимой жесткости и упругости в пяточной части обуви, а в некоторых случаях в ортопедических целях Геленок бывает: картонный, металлический, пластмассовый, фанерный и комбинированный;
- простилка - деталь обуви, заполняющая пустое пространство под основной стелькой, образовавшееся после закрепления на ней заготовки верха;
- подложка - деталь обуви, расположенная между простилкой и подошвой. В зависимости от метода крепления её функции различны (для повышения прочности, улучшения гигиенических и теплозащитных свойств), в некоторых случаях является ответственной деталью.
- прокладка - деталь обуви, расположенная между подложкой и подошвой. Предназначена, как правило, для повышения теплозащитных свойств низа обуви. Платформа - промежуточная деталь низа обуви, по форме соответствующая носочно-очковой части подошвы, или всей её поверхности;
- кранец - промежуточная деталь в форме подковки, которая крепится к краю верхнего флика наборного каблука и предназначена для плотного прилегания каблука к подошве;

- вкладыш и втулка каблука - для предотвращения деформации каблука в процессе эксплуатации (вкладыш бывает в деревянный, пластмассовый, резиновый, втулка из металла);

- жёсткий подпяточник соответствует форме пяточной части основной стельки, и предназначен для повышения прочности крепления каблука.

Для улучшения комфортности стопы в пяточной части под вкладную стельку помещают мягкий подпяточник.

Отметим, что в ГОСТе 12.4.103-83 «Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук» [143] не сказано, какие детали обуви обеспечивают нужный уровень защиты конструкции в целом. Поэтому представим защитные свойства изделий, как набор защитных свойств деталей специальной обуви и проклассифицируем их в зависимости от уровня защиты стопы, обеспечиваемого ими.

В целом от механических воздействий защищают такие детали, как борец, союзка, задинка, носок, жесткий подносок, жесткий задник, подошва, стелька. От радиоактивных загрязнений защищают такие детали, как борец, союзка, задинка, носок, подошва. От повышенных температур защищают такие детали, как подошва, союзка, берцы, голенище. От электрического тока – наружные детали верха (носок, союзка, берцы, голенище, задинка) и низа (подошва) обуви. От нетоксичной пыли, токсичных веществ, воды, растворов кислот, щелочи, органических растворителей, нефти, общих производственных загрязнений, статических нагрузок защищают наружные детали верха (носок, союзка, берцы голенище, задинка) и низа (подошва) обуви. Уровень защиты от пониженных температур, при прочих равных условиях, зависит от материала подкладки. От вредных биологических факторов стопу защищает стелька, подошва и все наружные детали верха обуви [144].

В качестве примера приведем детали модели обуви, отвечающей требованиям Технического регламента, ГОСТ Р 53265-2009, EN 15090:2006. Класс защиты – F2A (рис. 2.4).





Рис. 2.4 Внутреннее устройство модели обуви:

1 - накладка для лучшей защиты голени от травмирующих факторов, 2 - изолятор мембраны, 3- полиуретановая защитная накладка, 4 - подошва антистатическая с противоскользящим протектором, 5 - подносок стальной, 6 - мембрана, 7- стелька вкладная, 8 - втачная стелька, 9 - стальная стелька для защиты от проколов, 10- боковая защита голеностопного сустава, 11- анатомически сегментированный задник для лучшего сгибания, 12- светоотражающие ленты, 13 - вентиляционные канавки, 14- воротник усиленный

Рассмотрев детали специальной обуви с позиций выполняемых ими функций в конструкции изделия, нами предложена классификация (рис. 2.5), в которой наружные, промежуточные, внутренние детали верха и низа обуви соотнесены с видами воздействий окружающей и производственной среды и выполняемыми ими защитными функциями. Классификация допускает аргументированный выбор материалов той или иной детали обуви, что положительно отразится на защитных свойствах конструкции в целом. Классификация может также служить основой для разработки базы данных как материалов, так и конструкций изделий. Это отвечает современным задачам цифровизации производства.

На этом фоне представляется целесообразным обратиться к определению критериев выбора рабочей обуви в различных отраслях производств.



Рис. 2.5 Классификация деталей специальной обуви

## **2.5. Экспертная оценка рынка с целью определения критериев выбора рабочей обуви в различных отраслях производств**

В маркетинговом исследовании приняли участие 10 специалистов-экспертов предприятий «ЗиО-Подольск», «Выксунский металлургический завод», «ВолгаНефтеГаз», «Тюменнефтегаз», «Сибуголь» и «Угольная компания «Северный Кузбасс» [145].

Информация от экспертов собиралась путем самостоятельного заполнения анкет. Достоинства такого сбора информации заключаются в следующем: относительно низкая стоимость, обусловленная отсутствием интервьюеров и различной техники; самостоятельная организация ответов на вопросы со стороны респондентов, которые сами выбирают время и скорость ответов на вопросы, создают для себя наиболее комфортные условия ответа на вопросы; отсутствие определенного влияния со стороны интервьюера. Недостатки данного опроса заключаются в том, что поскольку респонденты самостоятельно контролирует ответы на вопросы анкеты, то они могут содержать ошибки, обусловленные незнанием содержания вопроса, отсутствием должного внимания, быть не полными; могут нарушаться сроки опроса или анкеты вообще не будут возвращены [146].

Качественная рабочая обувь – это комфортная в носке продукция из продуманных материалов, эргономичная, не только соответствующая требованиям Технического регламента, но и существенно превышающая ряд требуемых показателей. Управленцы, принимая решения о закупке той или иной рабочей обуви, часто решают сэкономить и выбирают дешевую продукцию СИЗ, которая соответствует минимальным параметрам для данной отрасли в области защитных свойств. Это является огромной ошибкой, так как экономия на рабочей обуви приводит к травмам трудящихся на производстве. Результатом данного подхода являются финансовые потери, снижение производительности труда, изменение в худшую сторону морального климата, увеличение социального напряжения, принося большой урон имиджу

предприятия. Возможные потери в связи использование данной практики, будут исчисляться миллионами рублей, а экономия при закупке в разы меньше.

Зачастую рабочую обувь подбирают люди, которые не знают специфики работы трудящихся и камфорных вспомогательных материалов (рабочей обуви, спецодежды) для ее качественного выполнения. Самим рабочим, непосредственным пользователям, обычно не дают почувствовать в выборе рабочей обуви. Одной из главных причин сложившиеся ситуации является слабость профсоюзов на российских предприятиях. В странах Евросоюза, а также США, Канаде, непосредственно представитель профсоюза имеет последнее слово при выборе закупаемой рабочей обуви.

Из-за этой особенности российского рынка производители, изготовители и дистрибьюторы СИЗ, вынуждены доказывать людям в службах охраны труда и службах обеспечения о необходимости использовать только высококачественную продукцию. Это сложная, но необходимая задача, чаще всего намного легче прийти к соглашению с собственником компании, нежели с его службой материально-технического обеспечения, если удастся достучаться до владельца.

Задача маркетингового исследования потребителей рынка СИЗ заключается в том, чтобы создать подробную модель, где, кем и на основе каких стандартов принимается решение о закупке и совершении покупки; установить какими необходимыми свойствами для потребителя должна обладать рабочая обувь; понять нужно ли произвести обновление в нормах выдачи СИЗ по отраслям производств; установить какое отношение имеет потребитель к производителям на рынке; сформировать сложившийся облик фирм в сознании потребителя и раскрыть наиболее значимые аспекты, которые оказывают большое влияние на подбор продукта [147].

В рамках настоящей работы цель исследования состояла в том, чтобы, опираясь на полученные результаты, определить критерии выбора рабочей обуви в различных отраслях производств.

Популярным методом маркетингового исследования является экспертная оценка. Сущность метода экспертных оценок заключается в рациональной организации проведения экспертами анализа проблемы с количественной оценкой суждений и обработкой их результатов. Обобщенное мнение группы экспертов принимается как решение проблемы.

В процессе принятия решений эксперты выполняют информационную и аналитическую работу по формированию и оценке решений. Все многообразие решаемых ими задач сводится к трем типам: формирование объектов, оценка характеристик, формирование и оценка характеристик объектов. Формирование объектов включает определение возможных событий и явлений, построение гипотез, формулировку целей, ограничений, вариантов решений, определение признаков и показателей для описания свойств объектов и их взаимосвязей и т.п. В задаче оценки характеристик эксперты производят измерения достоверности событий и гипотез, важности целей, значений признаков и показателей, предпочтений решений. В задаче формирования и оценки характеристик объектов осуществляется комплексное решение первых двух типов задач. Таким образом, эксперт выполняет роль генератора объектов (идей, событий, решений и т.п.) и измерителя их характеристик.

Анкета, составленная на кафедре художественного моделирования, конструирования и технологии изделий из кожи Российского государственного университета имени А.Н. Косыгина, содержала следующие вопросы:

#### **АНКЕТА ОТ РГУ ИМ. А.Н. КОСЫГИНА**

РГУ им. А.Н. Косыгина проводит исследование с целью определения критериев выбора рабочей обуви Вашим предприятием. Потратьте, пожалуйста, несколько минут своего времени на заполнение следующей анкеты:

**1. Ваш возраст:**

18-23     24-28     29-33     34-38     39-43     44-48     49-53     54 и более

**2. Укажите предприятие, на котором Вы работаете:**

Ответ: \_\_\_\_\_

**3. Укажите занимаемую Вами должность:**

- директор (ген. директор)  
 руководитель структурного подразделения  
 менеджер по закупкам  
 начальник отдела материально-технического снабжения  
 другое \_\_\_\_\_

**4. Использует ли Ваше предприятие конкурентную форму отбора предложений на поставку товаров (систему тендеров):**

- да  
 нет

**5. Главные критерии выбора при закупке рабочей обуви на Вашем предприятии:**

- цена  
 известность торговой марки  
 качество  
 отечественный производитель  
 соотв. нормам выдачи СИЗ по отраслям производства  
 соотв. требованиям предъявляемых к условиям вашего предприятия

**6. Чем руководствуется Ваше предприятие, когда составляет требования к закупаемой обуви:**

- результатами СОУТ (специальная оценка условий труда) рабочих мест  
 стандартными НТД (нормативно-техническими документами)  
 другое \_\_\_\_\_

**7. По какой цене Вы приобрели последнюю партию рабочей обуви:**

	До 1000 руб.	1001-2000 руб.	2001-3000 руб.	3001-4000 руб.	Более 4000 руб.
Влагостойкая рабочая обувь (резиновая)					
Демисезонная рабочая обувь					
Утепленная рабочая обувь					

**8. Что обычно является поводом для новой закупки рабочей обуви?**

- непригодное состояние существующей рабочей обуви  
 по мере жалоб работников о состоянии рабочей обуви  
 один раз в полгода (для резиновой обуви)  
 один раз в год  
 один раз в два года  
 один раз в три года

**9. При закупке рабочей обуви, какими защитными свойствами она должна обладать? (возможно три варианта ответа)**

- защита от высоких температур и пламени  
 защита от нефти, нефтепродуктов, масел, жиров  
 защита от низких температур (холода)

- защита от общих производственных загрязнений
- защита от открытого огня
- защита от проколов
- защита от статического электричества
- от влаги
- от механических воздействий
- другое \_\_\_\_\_

**10. Обувь, каких торговых марок закупает Ваше предприятие?**

- Модерам  Восток-Сервис  Техноавия  Авангард  Эксперт спеодежда
- Энергоконтракт  Спецобъединение Юго-Запад  Парижская Коммуна
- Союзспеодежда  СпецПром  РАТ  Томский завод резиновой обуви
- Аспект  Талан  HECKEL  M&G  WORKLOAD  НОКИАН  РАНГ
- ТРЕЙЛ ПЛЮС  ЭТНА  Sievi  Delta Plus  SCENDA
- другое \_\_\_\_\_

**11. Почему Вы закупаете именно данную(-ые) торговую(-ые) марку(-и)?**

(возможно три варианта ответа)

- приемлемое соотношение цены и качества
- многолетние доверительные отношения
- оптовые скидки
- соответствие требованиям СИЗ
- наличие сертификата СТ1
- при сотрудничестве с отечественными производителями ФСС возмещают стоимость затрат на СИЗ
- другое \_\_\_\_\_

**12. Соответствует ли закупленная рабочая обувь заявленным требованиям?**

- да  нет

Если нет, то в чем не соответствует \_\_\_\_\_

**13. Как Вы считаете, какие защитные свойства необходимо добавить производителям рабочей обуви?**

- подошва из износостойкого и масло-бензостойкого полиуретана
- антипрокольная стелька
- супинатор из эластичных материалов
- антискользящая подошва
- нитриловая подошва
- тепло-жаростойкие (термостойкими) нити заготовки верха обуви
- другое \_\_\_\_\_

**14. Используется ли на Вашем производстве антистатическая обувь?**

- да  нет

**15. Если да, то каких торговых марок Ваше предприятие закупает антистатическую обувь?**

- ООО «Центр профессиональной обуви» (ЦПО)
- ООО «Лаборатория Технологической Одежды» (LAMSYSTEMS)
- SIEVI (Финляндия)
- COFRA (Италия)
- GIASCO (Италия)
- PERF (Италия)

- RED WING (США)
- DUNLOP (Нидерланды)
- АВЕВА (Германия)
- другое \_\_\_\_\_

**16. Как часто на Вашем производстве производят замену антистатической обуви?**

- непригодное состояние существующей рабочей обуви
- по мере жалоб работников о состоянии рабочей обуви
- один раз в год
- один раз в два года
- один раз в три года
- другое \_\_\_\_\_

*Спасибо Вам за ответы!*

Таким образом, сформирована анкета из 16 вопросов, ответы на которые не должны утомить опрашиваемых экспертов и предполагают получить достаточную информацию о критериях выбора специальной обуви. Ниже представим некоторые результаты опроса.

Значимую роль при анализе полученных данных имеет возраст специалиста-эксперта предприятия, занимающегося закупкой рабочей обуви. Ответы на вопрос анкеты «Ваш возраст?» позволили выделить следующие возрастные группы экспертов: 18-23; 24-28; 29-33; 34-38, 39-43; 44-48; 49-53; 54 и более. В исследовании приняли участие 10 экспертов, 7 (66%) из которых в возрасте от 34 до 43 лет (рис. 2.6).

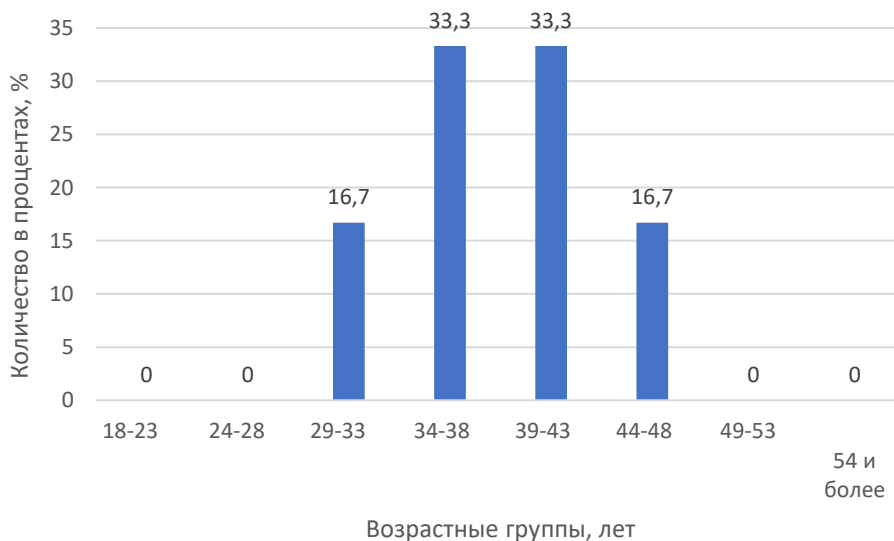


Рис. 2.6 Гистограмма распределения специалистов-экспертов предприятий по возрастным группам



Из ответов на вопросы анкеты «Укажите предприятие, на котором Вы работаете, и занимаемая Вами должность?» (рис.2.7) следует, что на разных предприятиях закупкой рабочей обуви и СИЗ занимаются лица, выполняющие различные должностные обязанности.

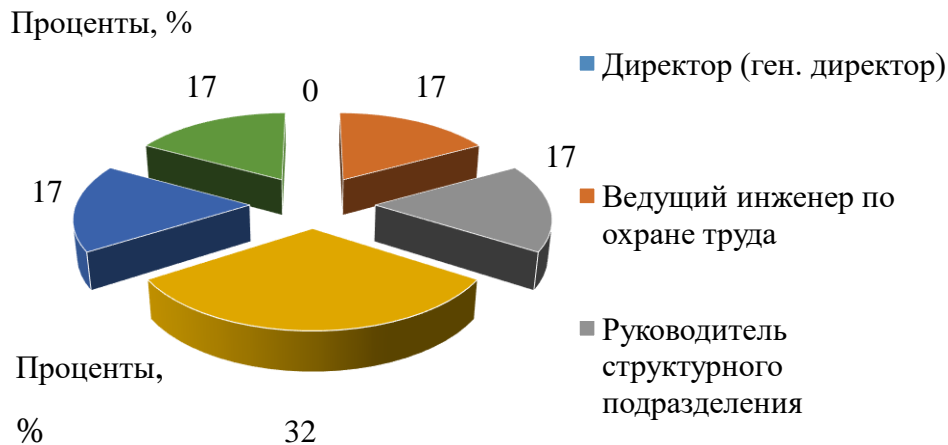


Рис. 2.7 Диаграмма распределения специалистов-экспертов предприятий по занимаемым должностям

Ответы на вопрос анкеты «Использует ли Ваше предприятие конкурентную форму отбора предложений на поставку товаров» (рис. 2.8) показали, что 67% опрошенных используют систему тендеров.

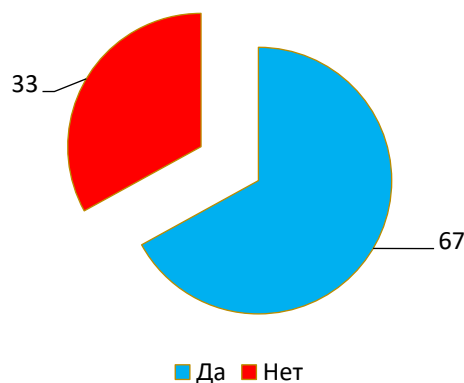


Рис. 2.8 Диаграмма использования конкурентной формы отбора предложений на поставку товаров

Диаграмма распределения ответов на вопрос анкеты - «Главные критерии выбора при покупке рабочей обуви на Вашем предприятии?» - показывает, что 33 % экспертов главным критерием считают стоимость обуви, 26 % - качество, 15% - отечественного производителя, 9% - соответствие нормам выдачи средств индивидуальной защиты по отраслям и 17% - соответствие требованиям, предъявляемым к условиям конкретного предприятия (рис. 2.9).

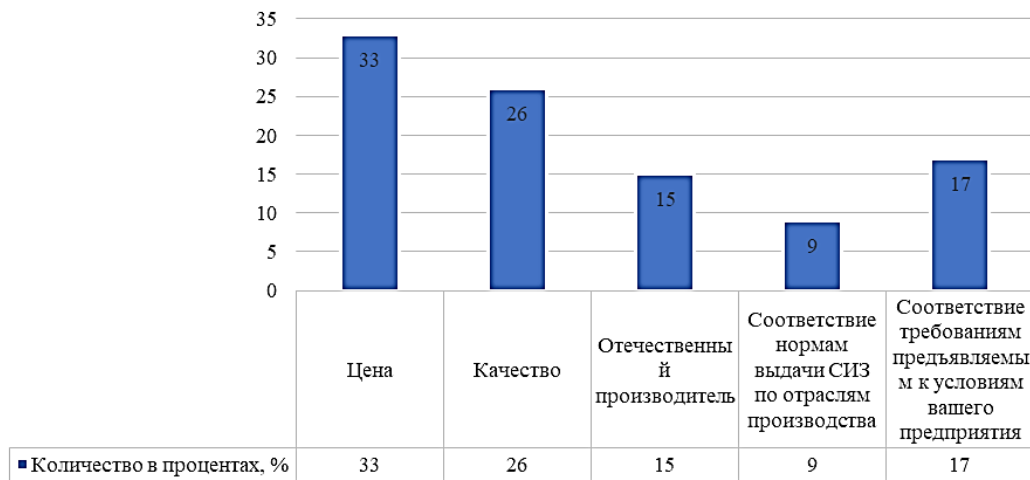


Рис. 2.9 Гистограмма распределения ответов на вопрос: «Главные критерии выбора при покупке рабочей обуви на Вашем предприятии?»

Очень важными представляются ответы на вопрос «Чем руководствуется Ваше предприятие, когда составляет требования к покупаемой обуви?», т.к. в нормативно-технической документации на покупаемую обувь в обязательном порядке должно быть отражено соответствие обуви Техническим регламентам Таможенного союза или ГОСТу. Иначе рабочая обувь не может эксплуатироваться для промышленного назначения. Распределение ответов на вопрос представлено на рисунке 2.10.

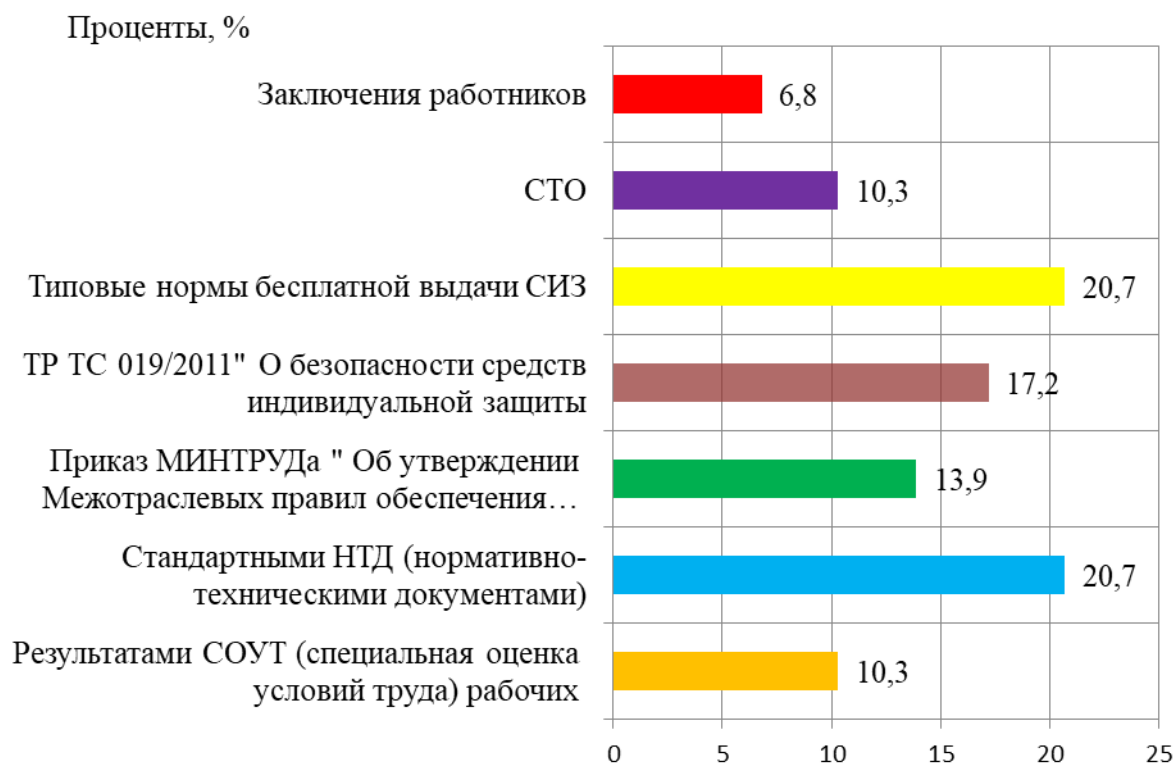


Рис. 2.10 Гистограмма распределения ответов на вопрос: «Чем руководствуется Ваше предприятие, когда составляет требования к покупаемой обуви?»

Из гистограммы следует, что типовые нормы бесплатной выдачи СИЗ и стандарты НТД самые популярные ответы. На втором месте - соответствие ТР ТС 029/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» [17]. На наш взгляд, закупкой рабочей обуви на предприятии занимаются лица с разными должностными обязанностями, что отрицательно сказывается на соответствии типовым нормам выдачи специальной обуви. Получается, что модели обуви, которые прошли испытания на соответствие защитным, качественным и эксплуатационным характеристикам обуви в реальных условиях труда на предприятиях в условиях производства не используют.

Седьмой вопрос анкеты «По какой цене Вы приобрели последнюю партию рабочей обуви?» очень важен для анализа ответов, т.к. по оценкам экспертов, массовый переход производств на удобную рабочую обувь, выполненную из дорогих качественных современных материалов у России

еще только в перспективе. К дорогостоящим вложениям отечественные предприятия в большинстве своем пока не готовы, хотя процент работодателей, осознавших выигрыш от таких вложений, уже достаточно велик. На рис. 2.11 видно, что чаще всего (67% опрошенных) закупают утепленную рабочую обувь в пределах 1001-2000 рублей, демисезонную рабочую обувь (50%) - в пределах 2001-3000 рублей, а влагостойкую рабочую обувь (резиновую) более (50%) - до 1000 рублей.

Проценты, %

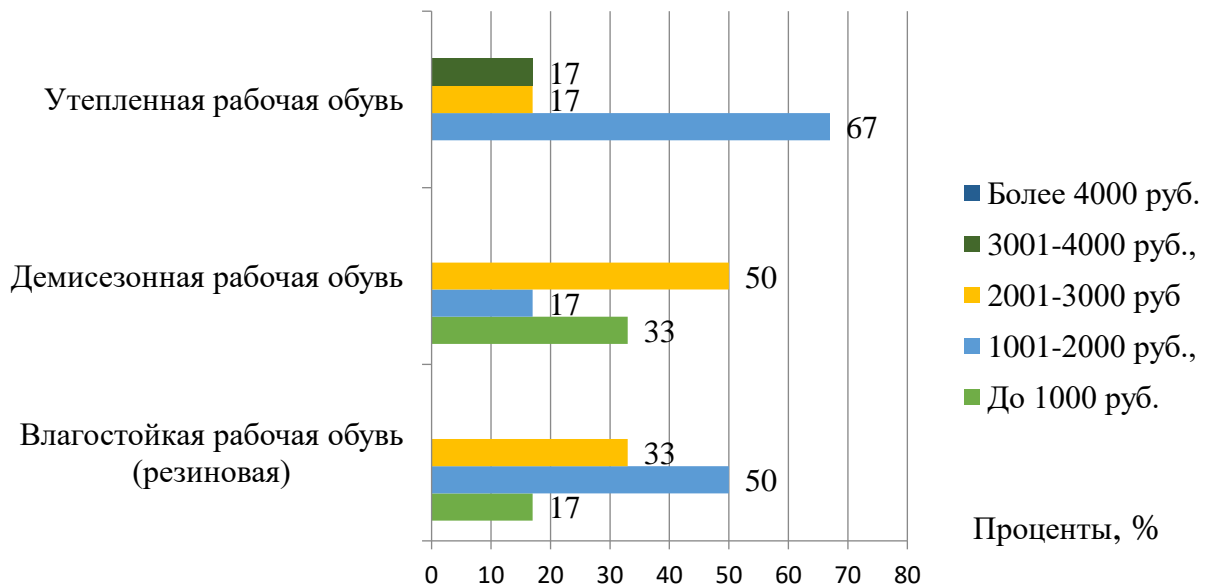


Рис. 2.11 Гистограмма распределения ответов на вопрос: «По какой цене Вы приобрели последнюю партию рабочей обуви»

По типовым отраслевым нормам рабочая обувь должна выдаваться на определенный срок - для большинства отраслей с периодичностью один раз в год. Каждому работнику предприятия заводят личную карточку, где указывается дата выдачи и эксплуатационный срок рабочей обуви. Рабочая обувь часто приходит в негодность раньше срока по причинам неправильного выбора защитных свойств и/или неправильной эксплуатации.

Восьмой вопрос анкеты: «Что обычно является поводом для новой закупки рабочей обуви?» не предусматривал однозначного ответа, по этой причине количество ответов существенно превосходит количество анкетированных. Ответы показали, что рабочая обувь закупается в основном: один раз в год. Ни один из экспертов не выбрал вариант – «Один раз в три года» (рис. 2.12).

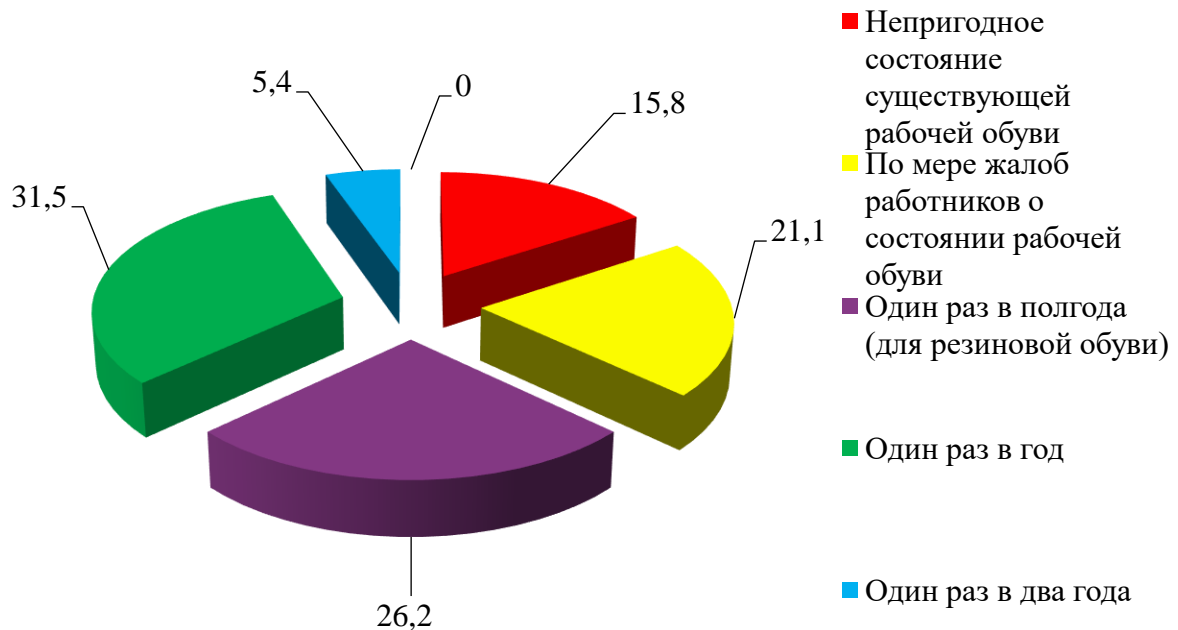


Рис. 2.12 Диаграмма распределения ответов на вопрос: «Что обычно является поводом для новой закупки рабочей обуви?»

Степени защиты рабочей обуви подразделяются в зависимости от назначения. Материал верха специальной обуви должен обеспечивать защиту от повышенных температур (термостойкая обувь), воды (водостойкая обувь - гидрофобная), нефти и нефтепродуктов (маслобензостойкая, нефтестойкая обувь).

Требования к «рабочей обуви» (подносок 200 Дж) определяются европейским стандартом для специальной обуви EN ISO 20345:2007, требования к «защитной обуви» (подносок 100 Дж) – европейским стандартом EN ISO 20346:2007, к профессиональной обуви (без подноски) – стандартом

EN ISO 20347: «Требования к рабочей обуви для профессионального использования» [28-30]. Вся обувь, согласно европейским стандартам, имеет три степени защиты:

1. S1/S2/S3 – обозначение степеней защиты рабочей обуви;
2. P1/P2/P3 – обозначение степеней защиты защитной обуви;
3. O1/O2/O3 – обозначение степеней защиты профессиональной обуви;

На вопрос анкеты «При покупке рабочей обуви, какими защитными свойствами она должна обладать?» ответы показали, что все опрошенные выбрали защиту от высоких температур и пламени. Данный показатель связан с тем, что большинство экспертов, участвовавших в исследовании, являлось работниками предприятий, производство которых связано с высокими температурами на производственных участках (рис. 2.13)

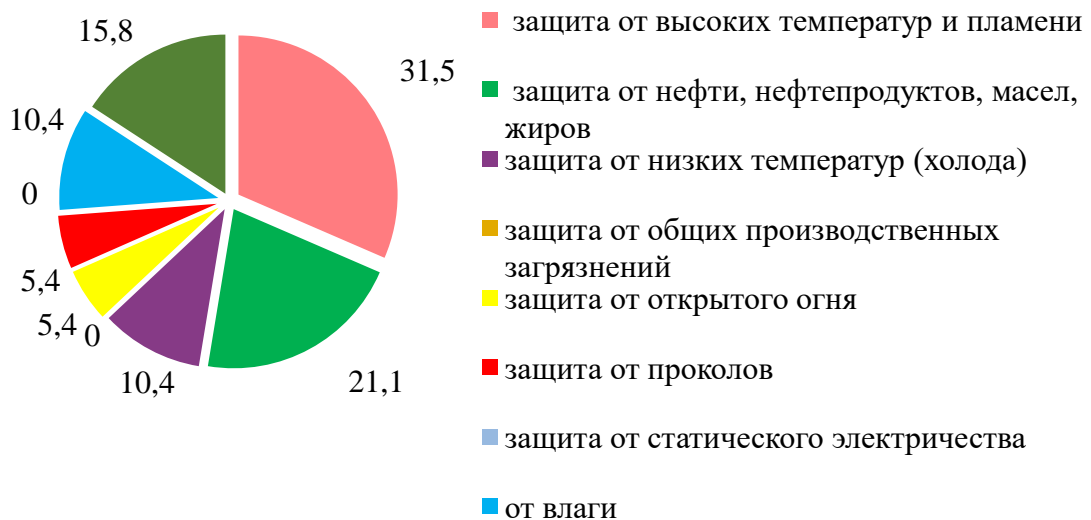


Рис. 2.13 Диаграмма распределения ответов на вопрос: «При покупке рабочей обуви, какими защитными свойствами она должна обладать?»

В ходе исследования экспертам было предложено ответить на вопрос: «Обувь, каких торговых марок закупает Ваше предприятие?». Данный вопрос не предусматривал однозначного ответа, по этой причине количество ответов существенно превосходит количество анкетированных. Полученные результаты представлены на гистограмме (рис. 2.14).

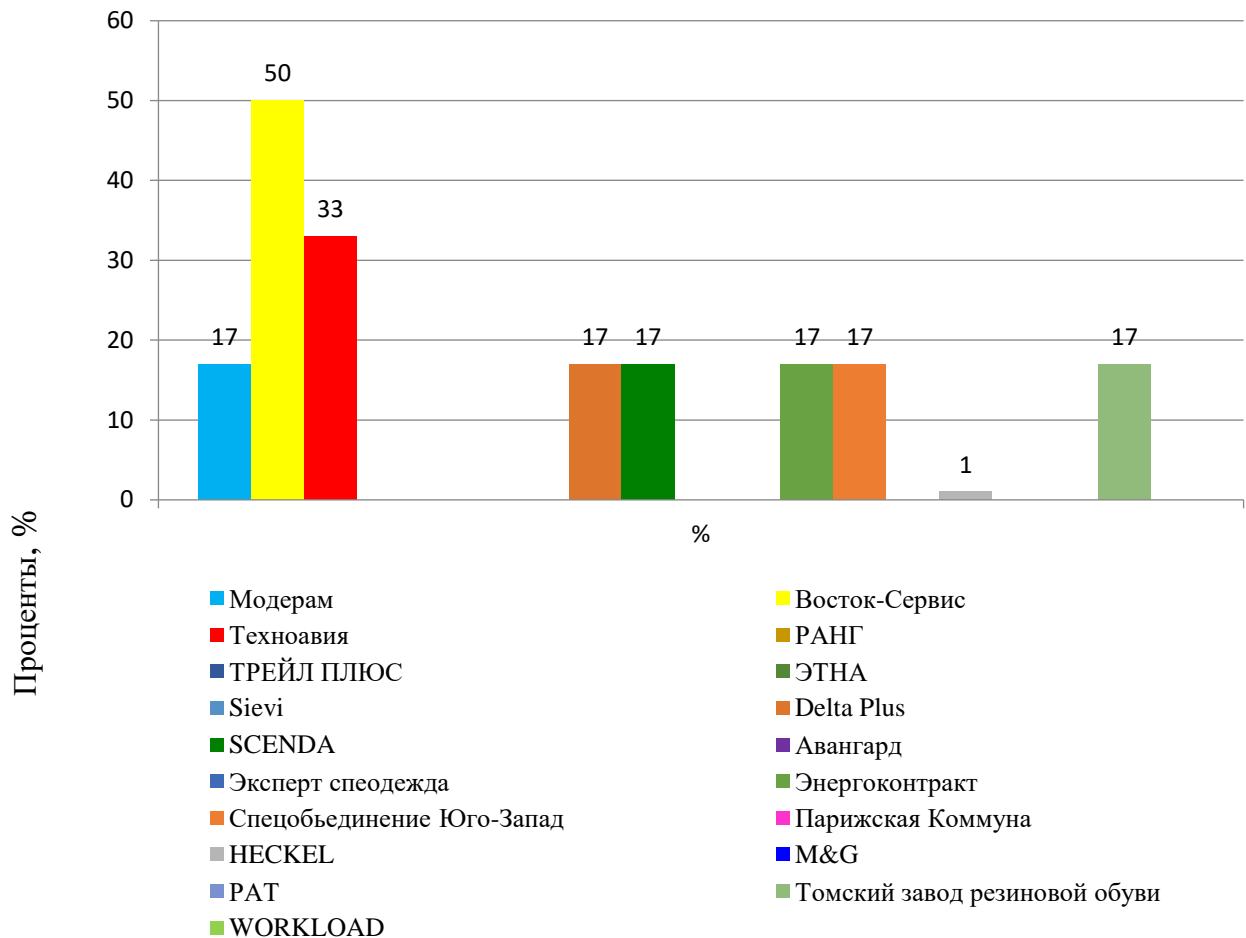


Рис.2.14 Гистограмма распределения ответов на вопрос: «Обувь, каких торговых марок закупает Ваше предприятие?»

При ответе эксперты выделили одного из лидеров российского рынка средств индивидуальной защиты «Восток-Сервис» (50% опрошенных), на втором месте (33%) - «Фирма «Техноавиа».

Десятый вопрос анкеты звучал так: «Почему Вы закупаете данную (-ые) торговую (-ые) марку(-и)?» ответы показали, что большинство опрошенных (67%) выбрали соответствие требованиям СИЗ, а (33%) - приемлемое соотношение цены, качества и возмещение затрат на СИЗ при сотрудничестве с отечественными производителями ФСС РФ (Фонд социального страхования РФ). Это говорит о том, что большинство предприятий интересуется уровнем надежности, гарантии возврата, качества, сервиса и дополнительные опции.

Для наглядности данные представлены на диаграмме (рис. 2.15).

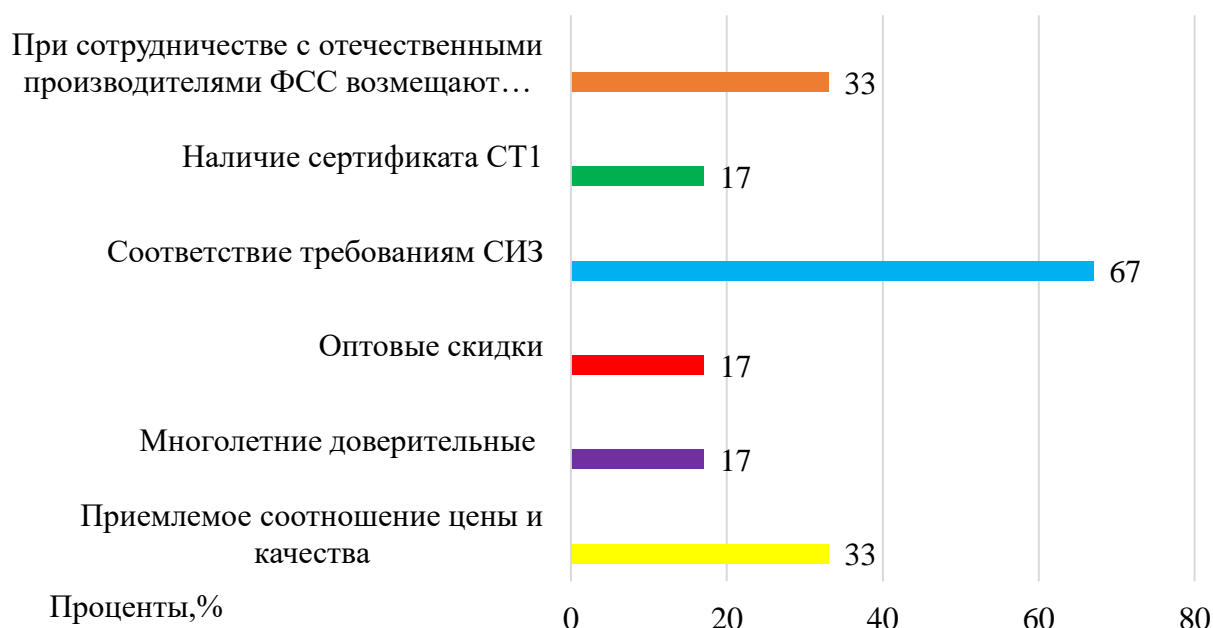


Рис. 2.15 Гистограмма распределения ответов на вопрос: «Почему Вы закупаете именно данную торговую марку?»

Вопрос «Как Вы считаете, какие защитные свойства необходимо добавить производителям рабочей обуви?» очень важен для исследования, т.к. нормативно-технические документы по выдаче СИЗ составляют люди, не работающие в данных отраслях. Необходимо понимать потребности самих работников для улучшения, обновления и структурирования данных документов.

По полученным ответам можно заключить, что наибольшая потребность ощущается в антискользящей подошве и супинаторе из эластичных материалов (33%) (рис. 2.16). Таким образом, если значительная часть ассортимента специальной обуви будет оснащаться супинаторами и антискользящей подошвой, то наши исследования, направленные на разработку и проектирование конструкции антистатической обуви обязательно должны учитывать именно такие детали.



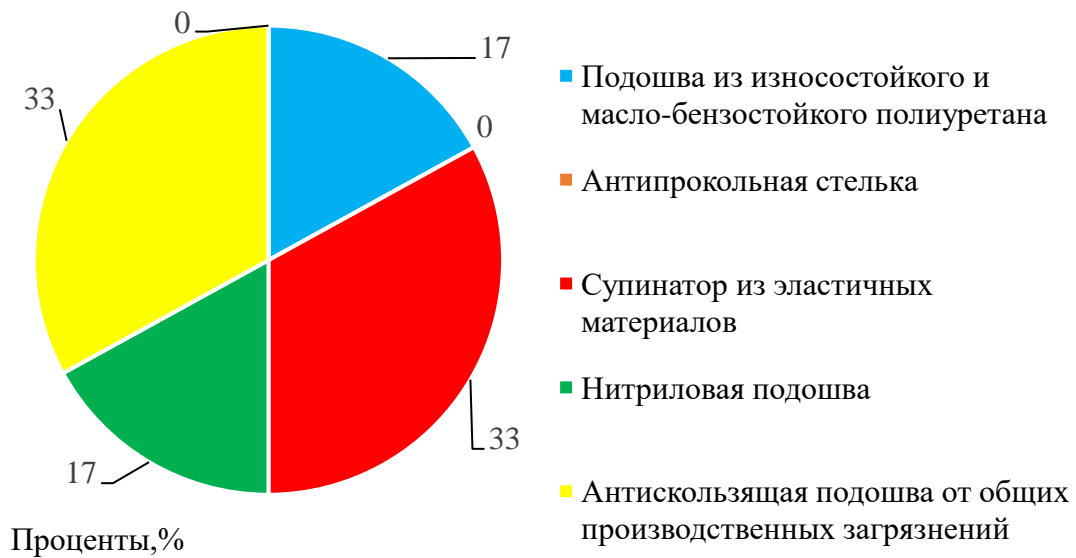


Рис. 2.16 Гистограмма распределения ответов на вопрос: «Как Вы считаете, какие защитные свойства необходимо добавить производителям рабочей обуви?»

При ответе на вопрос: «Используется ли на Вашем производстве антистатическая обувь?», все эксперты, без исключения, ответили положительно, что означает высокую потребность персонала и предприятий в антистатической обуви.

Проведенное маркетинговое исследование позволило установить, что большинство предприятий использует конкурентную форму отбора предложений на поставку рабочей обуви. Экспертная оценка показала, что тренд выбора предприятий определяет соотношение цены и качества поставляемых товаров и услуг. Главными критериями при выборе рабочей обуви для экспертов является цена и качество, критерий как «соответствие требованиям, предъявляемым к условиям вашего предприятия» получил значительно высокий процент. При составлении требований все предприятия используют нормативно-технические документы, но редко узнают пожелания работников, для которых покупается обувь. Большинство предприятий тратят на закупку одной пары рабочей обуви в среднем от 1000 – 3000 рублей, только

одно предприятие выделяет на приобретение более 3000 рублей. Периодичность закупки новой партии происходит в соответствии с типовыми нормами бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты. В вопросе о необходимых защитных свойствах рабочей обуви для вашего предприятия, все выбрали защиту от повышенных температур, 67% выбрали защиту от масел и нефтепродуктов [147].

Больше половины предприятий закупают рабочую обувь у разных фирм-производителей, остальные выбирают продукцию известную и надежную группы компаний «Восток-Сервис». На всех без исключения предприятиях, от которых участвовали в исследовании эксперты, используется антистатическая обувь, что говорит о высокой потребности в данном виде продукции. Это позволяет, с одной стороны, еще раз убедиться в актуальности диссертационного исследования, а с другой – определить основные критерии выбора рабочей обуви в различных отраслях производств.

## **ВЫВОДЫ ПО ВТОРОЙ ГЛАВЕ**

1. Выполненный патентный поиск предложений российских и зарубежных изобретателей по совершенствованию технологических и конструктивных характеристик антистатической обуви позволил выявить, что для снижения электростатического поля в антистатической обуви предлагаются как специальные материалы и их сочетания, так и различные конструкторские инновации и установить, что нет единой систематизированной базы знаний о свойствах антистатической обуви.

2. Анализ современных материалов, конструкций и технологий, используемых для изготовления специальной и антистатической обуви, показал, что в настоящее время уделяется недостаточно внимания проектированию специальной и антистатической обуви для работников различных отраслей производств.

3. Разработана классификация типовых конструкций специальной обуви по отраслям производств на основе анализа требований и типовых норм выдачи специальной обуви, которая рационализирует информацию о специальной обуви и может быть использована при закупке специальной обуви работникам сквозных профессий.

4. Проведено маркетинговое исследование с целью определения критериев выбора рабочей обуви в металлургической, машиностроительной, горнодобывающей, энергетической и нефтегазохимической отраслях производств. Для осуществления исследования разработана анкета из 16 вопросов, позволившая определить следующие показатели: возраст, предприятие, должность работников; форма отбора предложений на поставку товаров; критерии выбора при закупке рабочей обуви; требования к закупаемой обуви; поводы для новой закупки рабочей обуви и диапазоны стоимости; виды защитных свойств рабочей обуви; виды закупаемых торговых марок; соотношение «цена-качество» и другие показатели.

5. В качестве респондентов в исследовании выступали специалисты-эксперты в количестве 10 человек, от 39-ти до 43-х лет, занимающие разные должности и обеспечивающие закупку средств индивидуальной защиты. 67% предприятий используют конкурентную форму отбора предложений по закупке рабочей обуви, при этом основными критериями являются цена и качество продукции. При определении требований к рабочей обуви предприятия ориентируются на нормативно-технические документы. Ценовая политика при закупке рабочей обуви у предприятий варьируется от 1000 – 3000 рублей. Все эксперты необходимым защитным свойством рабочей обуви считают «защиту от повышенных температур». Для закупки рабочей обуви большинство предприятий выбирают надежного лидера рынка средств индивидуальной защиты - ГК «Восток-Сервис».

6. Результаты маркетингового исследования могут быть использованы для актуализации типовых норм выдачи бесплатных средств индивидуальной

защиты и некоторых положений действующей нормативно-технической документации.

7. Отсутствие единой систематизированной базы знаний не позволяет на этапе конструирования в полной мере заранее спрогнозировать параметры антистатической обуви и гарантировать ее работоспособность для конкретных условий использования. Поэтому особую актуальность приобретают экспериментальные методы, позволяющие оценивать эти параметры в реальных условиях эксплуатации.

### 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ «ЧЕЛОВЕК - ОБУВЬ –НАПОЛЬНОЕ ПОКРЫТИЕ»

Проанализировав основные нормативные документы (см. ПРИЛОЖЕНИЕ А), регламентирующие электростатические показатели обуви, одежды, напольных покрытий и внешней среды; электростатические показатели, влияющие на технологические процессы; электростатические показатели, влияющие на здоровье человека; электростатические требования к материалам, используемых в обуви и одежде, выявлено, что нормируемыми антистатическими показателями чаще всего являются:

- напряженность электростатического поля ( $E$ , кВ/м);
- электростатический потенциал ( $U$ , В);
- сопротивление ( $R$ , Ом).

Исходя из этого, представляется целесообразной разработка методики исследования антистатических показателей системы «человек - обувь - напольное покрытие» (здесь и далее термин «напольное покрытие» предполагает то покрытие, на котором перемещается экспериментатор: искусственное – ламинат, линолеум и др.; естественное – грунт, снег и др.) на основе измерения напряженности электростатического поля ( $E$ , кВ/м) с возможностью дальнейшего расчёта электростатического потенциала ( $U$ , В). Методика должна основываться на физической модели человеческого тела, которая будет моделировать возникновение и гашение электростатических зарядов (п. 3.1).

На современном рынке присутствует один прибор для измерения электростатических полей в различных климатических условия – это индивидуальный регистратор-индикатор ИРИ-04М [148], который применяется для регистрации электростатического поля и контроля искробезопасности от воздействия статического электричества, регистрирования и обнаружения факторов и условий, которые могут быть причиной потенциальной искровой угрозы за счет «человеческого фактора»,

явлений природного происхождения и сбоев в работе технического оборудования и электросетей. ИРИ-04М – современный прибор на базе микропроцессорной техники высокой производительности и точности измерений, позволяющей автоматизировать процесс измерений и обработку полученных данных. В качестве сенсора ЭСП используется вибрационный датчик, который позволяет проводить измерения в широком интервале температур от - 50 до + 60°С.

ИРИ-04М имеет взрывозащищенное исполнение и применяется в соответствии с установленной маркировкой взрывозащиты, требованиями ГОСТ Р 51330.13, действующих «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ гл. 7.3), «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП гл. 3.4), других нормативных документов, регламентирующих применение электрооборудования во взрывоопасных зонах [149-151]. ИРИ-04М также применяют для предотвращения аварийных ситуаций с газонефтепродуктами в соответствии с требованиями пп. 2 и 3 «Правил промышленной безопасности нефтебаз и складов нефтепродуктов» [152]. Ниже представим модель для имитации воздействия статического электричества.

### **3.1 Выбор имитационной модели воздействия статического электричества на тело человека**

Существует несколько стандартов проверки радиоэлектронного устройства (РЭУ) на устойчивость к статическому электричеству (СЭ), удовлетворяющих многообразным техническим требованиям различных сегментов электронной индустрии [153]. По степени опасности и по физическому возникновению помехи в уязвимых цепях РЭУ подразделяют на три категории воздействия СЭ:

- воздействие разряда непосредственно на уязвимую цепь при соединении ее с заряженным СЭ телом;

- воздействие разряда в результате индукционного (бесконтактного) воздействия ЭСП (электростатического поля) высокой напряженности при перемещениях заряженного СЭ тела относительно цепей РЭУ;

- воздействие контактного или воздушного разряда СЭ в доступные части РЭУ (корпус, кожух, экран и т.д.), вызванные воздействием персонала, механизмами или отдельными частями оборудования.

Защита от СЭ в цепях РЭУ, как правило, включает в себя набор схем, состоящих преимущественно из диодных матриц, ограничительных диодов и стабилитронов.

В стандартах испытаний РЭУ на воздействие СЭ принято использовать модельный подход, который позволяет проводить имитацию разрядов СЭ от персонала (предмета, механизма) с помощью испытательных генераторов. Электрические параметры таких генераторов соответствуют процессам, которые отражают конкретный механизм взаимодействия СЭ и РЭУ.

Используется ряд моделей, которые отражают вышеперечисленные факты:

- машинная модель (machine-model – ММ) используется при тестировании РЭУ к СЭ, вызываемым механическими устройствами, автоматизированными и промышленными комплексами;

- модель заряженного устройства (charged-device-mode – CDM), имитирует ситуацию, часто возникающую в автоматизированном оборудовании, где во включенных долгое время машинах на микросхемах могут накапливаться заряды, и когда часть оборудования приходит в соприкосновение с заземленным проводником, накопленный заряд разряжается;

- модель человеческого тела (human-body-model – НВМ) является наиболее часто используемой моделью для характеристики подверженности РЭУ повреждению от электростатического разряда; используется для оценки восприимчивости к СЭ электронного компонента путем воспроизводства

электрического разряда между человеком и электронным компонентом, который может произойти при прикосновении к устройству.

Наиболее широко используемым определением НВМ является тестовая модель, определенная в военном стандарте США, MIL-STD-883, метод 3015.9 Классификация чувствительности к электростатическому разряду [154]. Этот метод устанавливает упрощенную эквивалентную электрическую цепь и процедуры испытаний для моделирования события ESD НВМ. Широко используется международный стандарт JEDEC JS-001-2012 [155]. Аналогичный стандарт МЭК 61000-4-2:2008 [156] разработан для обеспечения улучшения качества электрической энергии и устойчивости к электростатическим разрядам как при прямом воздействии электростатических разрядов от оператора, так и непрямом воздействии от оператора на предметы и оборудование, расположенные вблизи технических средств и регламентирует уровень защиты от электростатических разрядов.

На рис. 3.1 представлена эквивалентная схема генератора для проверки радиоэлектронного устройства по модели НВМ. Для тестирования конденсатор емкостью 100 пФ заряжают от источника высокого напряжения через резистор 1 МОм.

После того, как конденсатор полностью зарядится, его переключают от высоковольтного источника с последовательным резистором на схему с резистором 1,5 кОм и проверяемым устройством. Таким образом, напряжение будет полностью разряжено через резистор и устройство. Значение высокого напряжения в зависимости от уровня теста может варьироваться в пределах от 0,5 до 15 кВ. Номиналы емкости 100 пФ и резистора 1,5 кОм соответствуют «электростатическому эквиваленту человека» и приняты на основании усреднения многочисленных измерений.



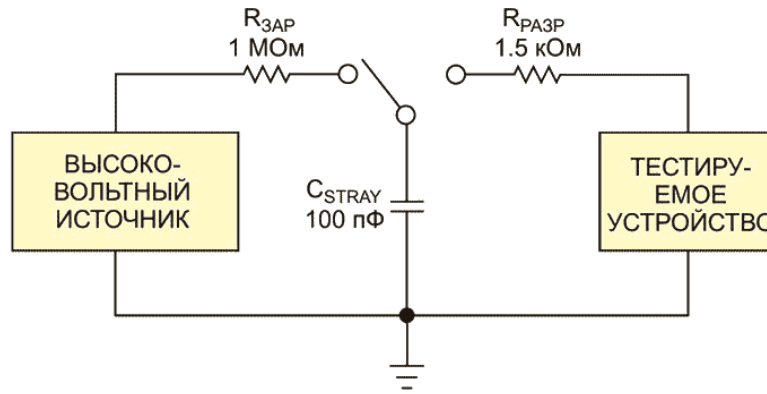


Рис. 3.1 Тест уровня устройства НВМ является наиболее распространенной моделью при проверке устойчивости к СЭ

Так, на рис. 3.2 показана типичная осциллограмма с начальным броском тока порядка 1,5 А и экспоненциальным разрядом конденсатора. Ток, через который асимптотически достигает 0 А примерно за 500 нс.

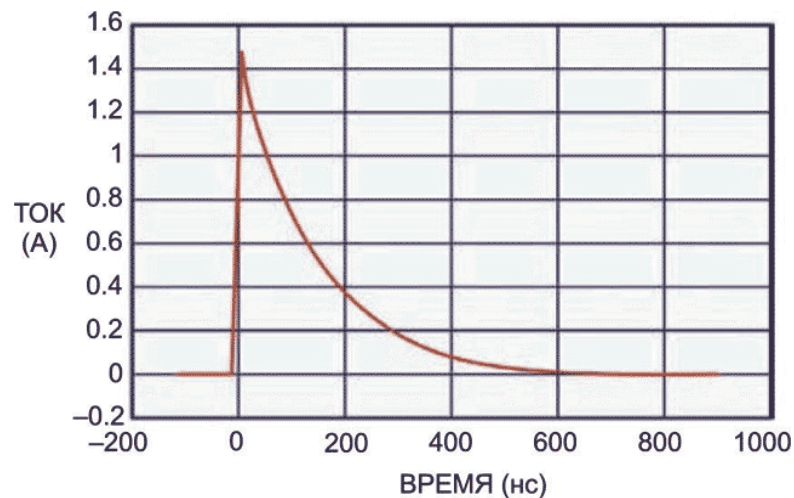


Рис. 3.2 Типичная осциллограмма с начальным броском тока порядка 1,5 А, и экспоненциальным разрядом конденсатора

При типичном тесте НВМ одиночным разрядом на проверяемом устройстве может выделяться максимальная мощность до 22,5 кВт.

Применительно к задачам, решаемым в настоящей работе, для характеристики подверженности оборудования повреждению от электростатических разрядов необходимо основываться на модели

человеческого тела НВМ (рис. 3.3), которая представляет собой человека, идущего по непроводящему напольному покрытию с непроводящей подошвой. В этих условиях электростатический разряд может достичь потенциала около 10000 В. Емкость человеческого тела, выступающего в роли электрического конденсатора, составляет около 200 пФ, поэтому, применяя принцип, представленный на рис. 3.4, человеческое тело сможет накапливать электростатическую энергию около 10 мДж или даже выше, что более чем достаточно, чтобы вызвать воспламенение многих веществ, которые образуют взрывоопасные среды.

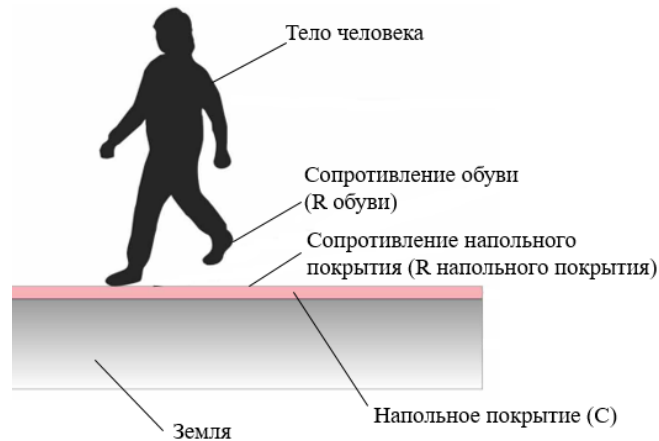


Рис. 3.3 Модель человеческого тела

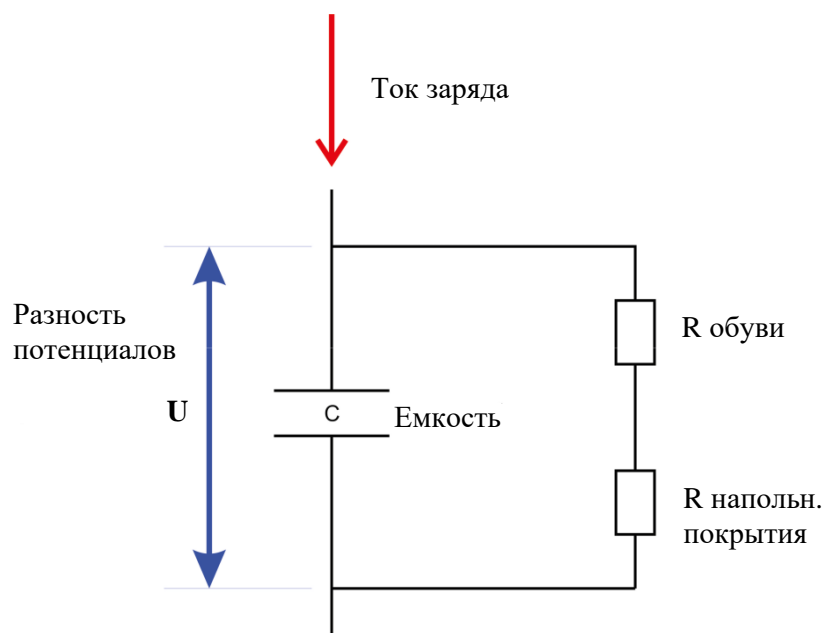


Рис. 3.4 Электрическая модель человеческого тела

Исходя из вышесказанного крайне важно разработать методику оценки безопасности специальной обуви под влиянием различных факторов, таких как температура и влажность окружающей среды, напольное покрытие, место размещения регистратора ЭСП, количество слоев одежды и др. Методика должна учитывать формы импульсов тока разряда, используемые для моделирования электростатических разрядов по модели человеческого тела.

Изложенные выше положения составили основу методики исследования системы «человек - обувь - напольное покрытие» [158].

### **3.2. Разработка методики исследования системы «человек - обувь - напольное покрытие»**

Основу методики исследования системы «человек - обувь - напольное покрытие» составляет регистратор ИРИ-04М (рис. 3.5), который укрепляется на верхней одежде исполнителя и не мешает ему выполнять основную работу. В случае электризации тела человека, верхней одежды или окружающих предметов, ИРИ звуковыми и визуальными сигналами индицирует степень опасности искрообразования.

ИРИ также регистрирует и индицирует наличие повышенных значений напряженности электрического поля промышленной частоты, указывая таким образом на потенциальное место неисправности в электропроводке – обрыв фаз, обрыв цепей заземления, нарушения штатного режима работы электрооборудования.

Требования к техническому персоналу, эксплуатирующему регистратор-индикатор, должны определяться из реальных условий эксплуатации.

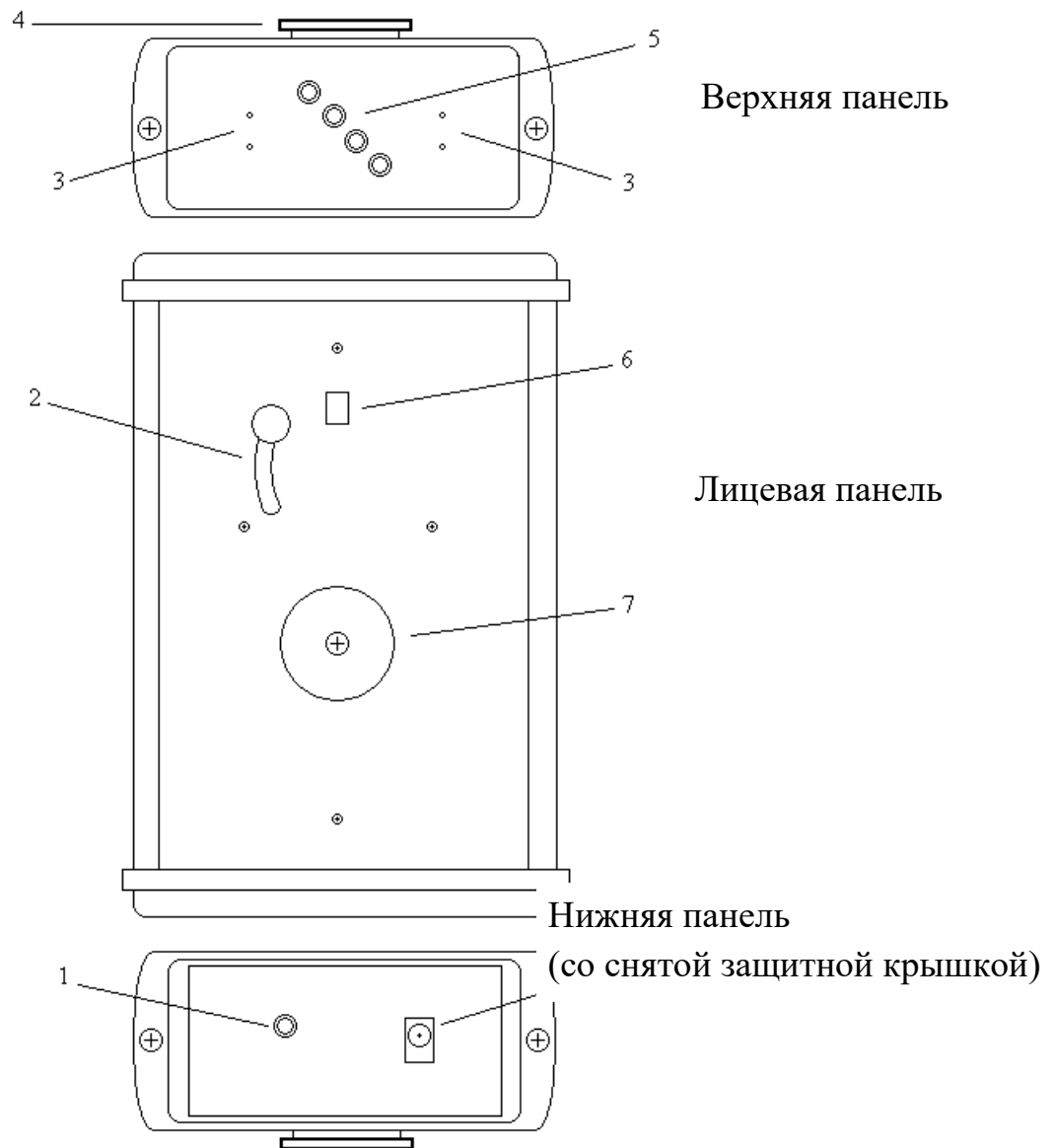


Рис. 3.5 Внешний вид индикатора-регистратора:

1 - индикатор заряда встроенных аккумуляторов; 2 - рычаг включения/выключения прибора; 3 - отверстия для звукового и ИК – сигнала; 4 - крепёжная клипса (петля); 5 - индикаторные светодиоды; 6 - окно датчика электростатического поля; 7 - датчик переменного электромагнитного поля; 8 - разъём для подключения зарядного устройства

Методика проведения испытания для снятия антистатических показателей с объекта исследования состоит из следующих этапов:

1. Регистратор ИРИ укрепляется на верхней одежде исполнителя.

2. Включение рабочего режима с помощью рычага включения питания 2 (крайнее нижнее положение, шторка преобразователя открыта). При этом поочередно загораются и гаснут все светодиоды 5.

3. Проверка наличия звуковой сигнализации.

4. Контроль работы ИРИ осуществляется путем внесения его в пространство, где заведомо существует уровень напряженности СЭ и ПЭП, превышающий пороги срабатывания табло.

5. Проведение серии испытаний в течение заданного времени, регистрация электростатического поля происходит через окно датчика 6.

6. Выключение прибора с помощью рычага включения питания 2 (перевод в верхнее положение, шторка преобразователя СЭ закрыта).

Обработка данных с ИРИ-04М осуществляется с помощью программы IriReader.exe.

Порядок переноса данных с ИРИ-04М:

1. Устанавливается связь прибора с компьютером через программу IriReader.exe.

2. Определяется формат считываемых данных.

3. Выполняется команда «Читать». Во всплывающем окне необходимо указать папку, в которую автоматически сохранится файл с названием текущей даты и времени. Выполняется команда «Открыть». Далее происходит процесс считывания данных с прибора.

4. Для просмотра считываемых данных необходимо воспользоваться программой Microsoft Excel. С помощью данной программы открывается сохранённый файл.

5. На следующем этапе происходит построение диаграммы в Microsoft Excel.

6. Во всплывающем окне выбирается тип диаграммы.

Данными для построения графика служат значения из первого столбца таблицы - значения напряженности ЭСП (В/м) (рис. 3.6)

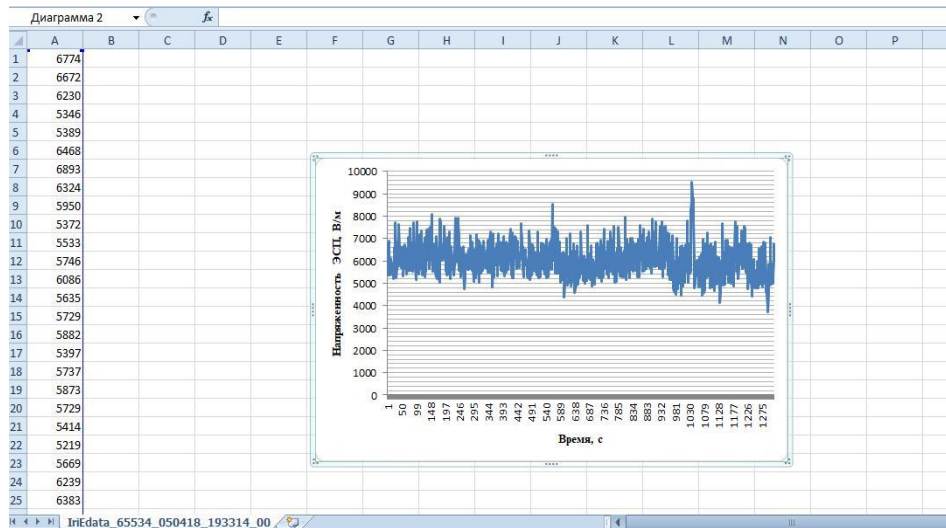


Рис. 3.6 Пример обработки данных в программе «Microsoft Excel»

7. В результате получается график зависимости напряженности ЭСП (В/м) (ось y) от времени (с) (ось x) (рис 3.7).

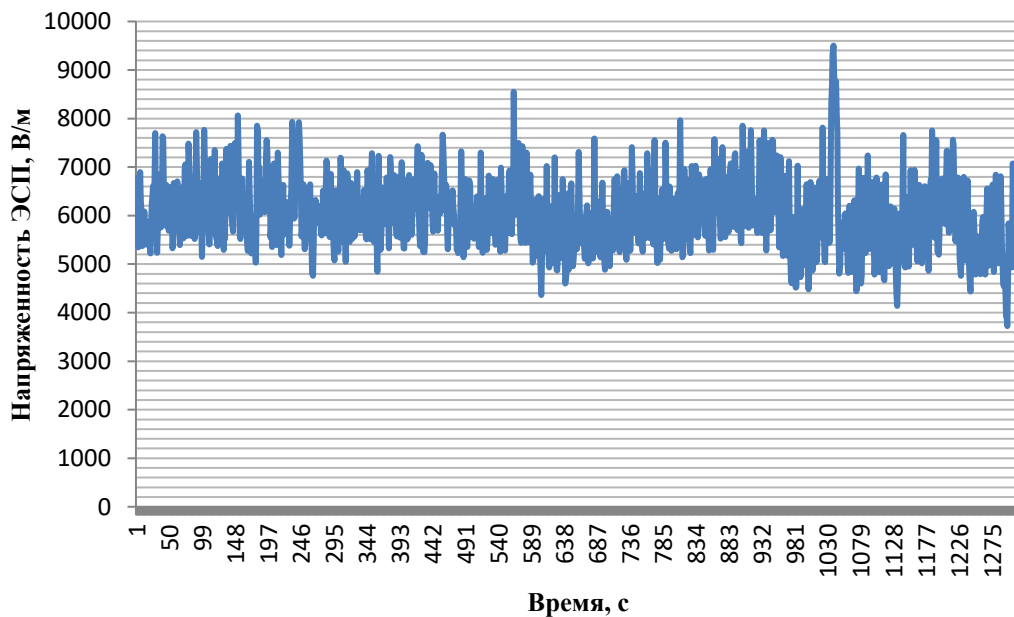


Рис. 3.7 График зависимости напряженности ЭСП от времени

Для определения электростатического поля вокруг человека и оценки влияния расположения прибора ИРИ-04М на теле экспериментатора на конечный результат, были проведены испытания, при которых прибор закреплялся на экспериментаторе на различном расстоянии относительно

земли. Схема испытаний: экспериментатор двигался по напольному покрытию с целью накопления электростатического заряда, а затем останавливался на заземляющей пластине для релаксации электростатического заряда. Все испытания проводились при нормальных условиях.

Прежде всего оценивалось расположение прибора на уровне колена экспериментатора [158]. График зависимости напряженности ЭСП от времени представлен на рисунке 3.8.

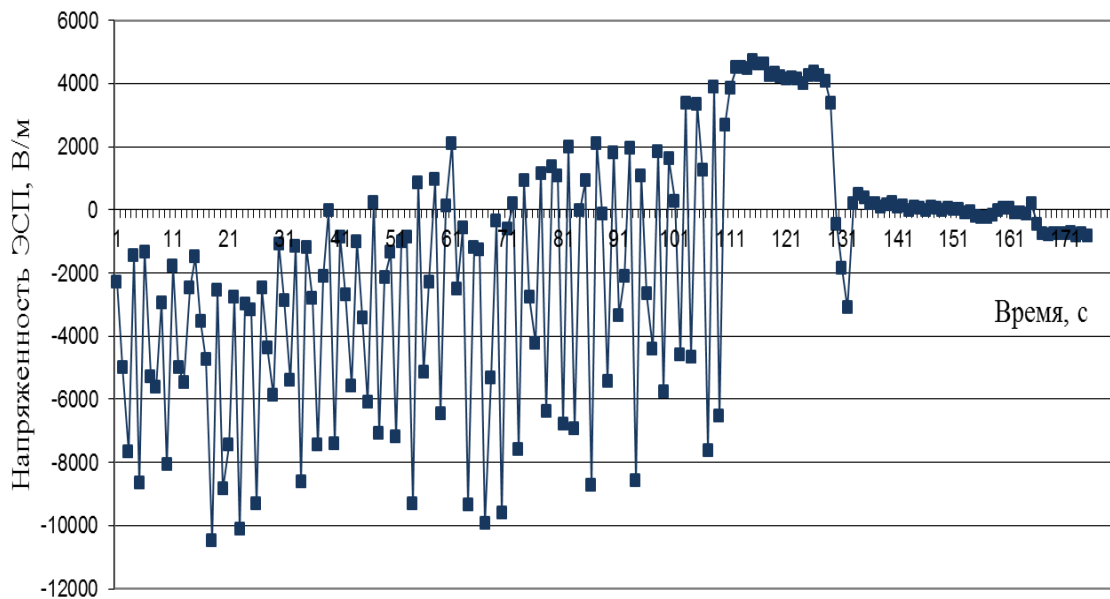


Рисунок 3.8 Зависимость напряженности электростатического поля от времени. Прибор закреплен на колене

Анализируя данные, мы видим, что напряженность колеблется от минус 10кВ/м до плюс 4 кВ/м. В интервале от 111 до 131 с напряженность остается на одном уровне минус 4 кВ/м, это может быть связано с тем, что человек остановился. Затем, после 133 с напряженность падает – экспериментатор встал на заземленную пластину. Средняя величина напряженности электростатического поля в этом испытании составляет плюс 4 кВ/м.

Результаты испытания при закреплении прибора ИРИ-04М на поясе экспериментатора представлены на рисунке 3.9. Напряженность ЭСП при закреплении прибора на поясе человека достигает значений от минус 7 до

минус 14 кВ/м, при этом находится только в отрицательной зоне. Такое значительное отличие от первого графика вызвано тем, что на поясе человека находится больше одежды, и происходит большее трение.

При закреплении прибора ИРИ-04М на груди экспериментатора (рис. 3.10) напряженность ЭСП продолжает увеличиваться и достигает значений от минус 12 до минус 16 кВ/м.

Рисунок 3.11 отображает результаты испытаний, при которых прибор ИРИ-04М закреплен на теле экспериментатора около шеи. Напряженность ЭСП при передвижении экспериментатора уменьшилась и находится в диапазоне примерно от минус 5 до минус 8,5 кВ/м.

При размещении прибор ИРИ-04М на ладони вытянутой руки экспериментатора были получены следующие результаты – рисунок 3.12.

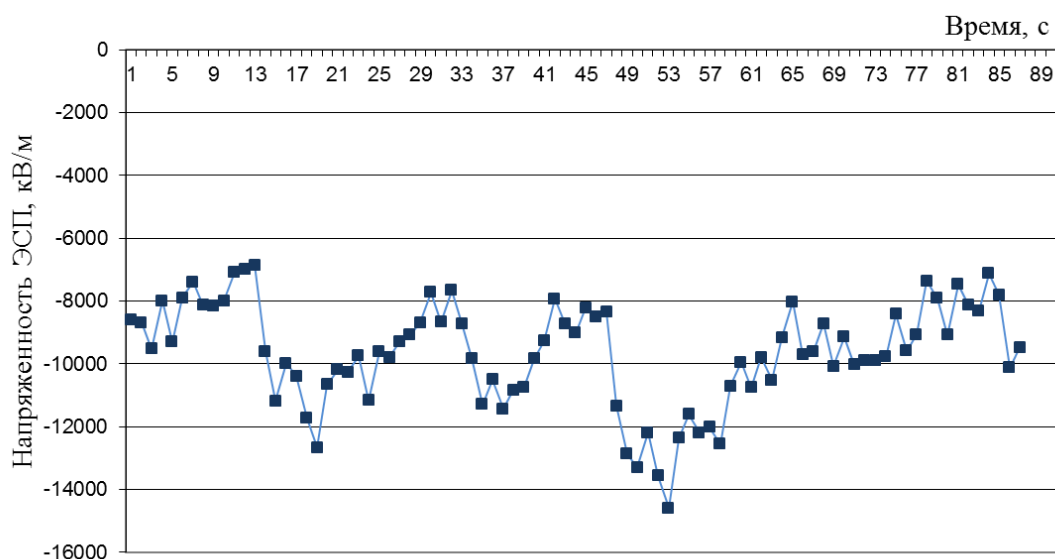


Рисунок 3.9 Зависимость напряженности электростатического поля от времени при испытании. Прибор закреплен на поясе



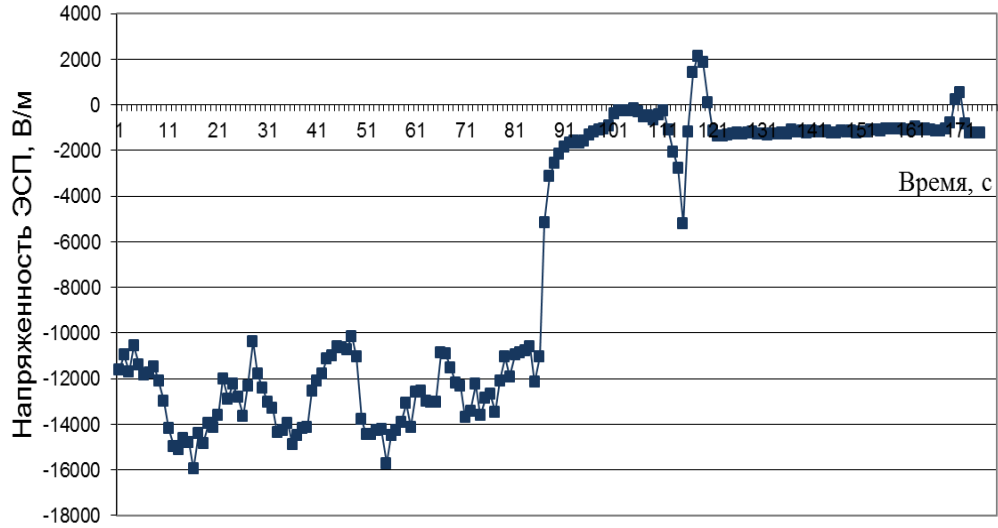


Рисунок 3.10 Зависимость напряженности электростатического поля от времени. Прибор закреплен на груди

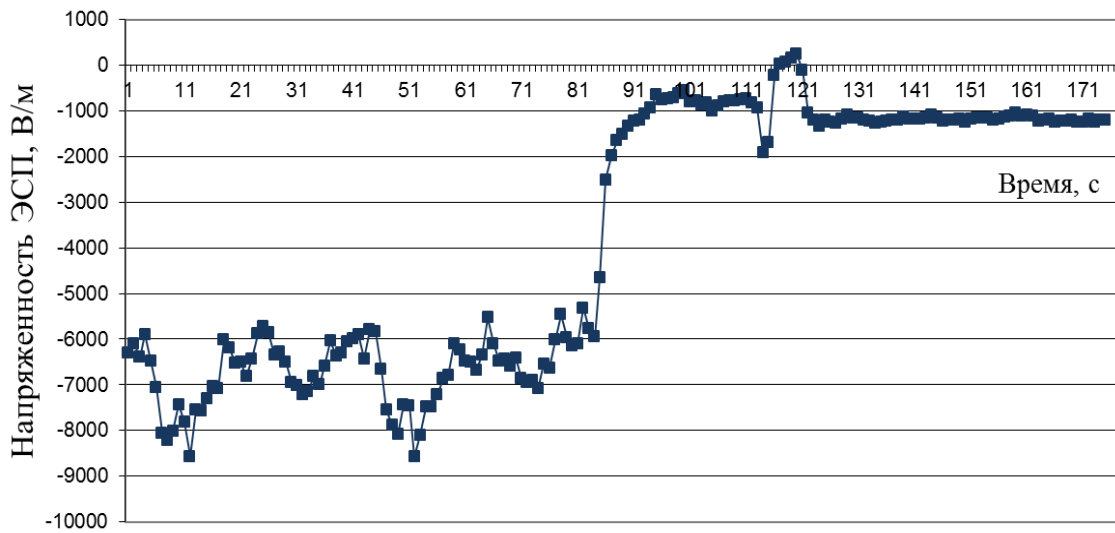


Рисунок 3.11. Зависимость напряженности электростатического поля от времени. Прибор закреплен около шеи

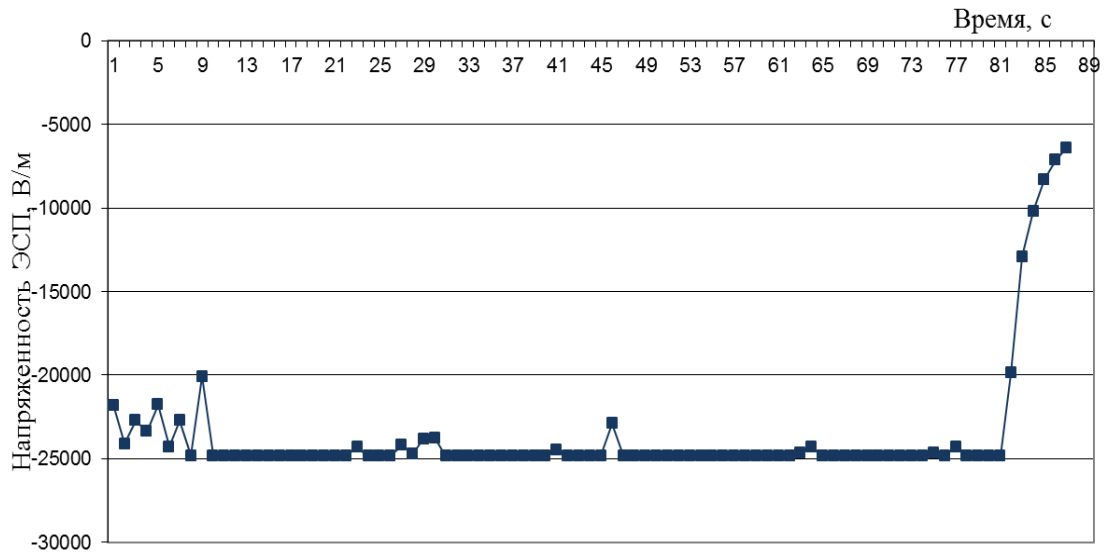


Рисунок 3.12 Зависимость напряженности электростатического поля от времени. Прибор закреплен на ладони вытянутой руки

Кривая накопления напряжённости ЭСП резко увеличивается, достигая минус 25 кВ/м. В данном испытании рука выступает в виде острия, а на острие заряженного проводника поверхностная плотность заряда достигает большей величины. Электрическое поле вблизи острия является сильным и резко неоднородным. Можно провести аналогию с громоотводом. Именно поэтому, если держать ИРИ-04М на вытянутой руке, напряженность ЭСП будет максимальной. Визуализация расположения прибора ИРИ-04М на теле экспериментатора представлена на рисунке 3.13.

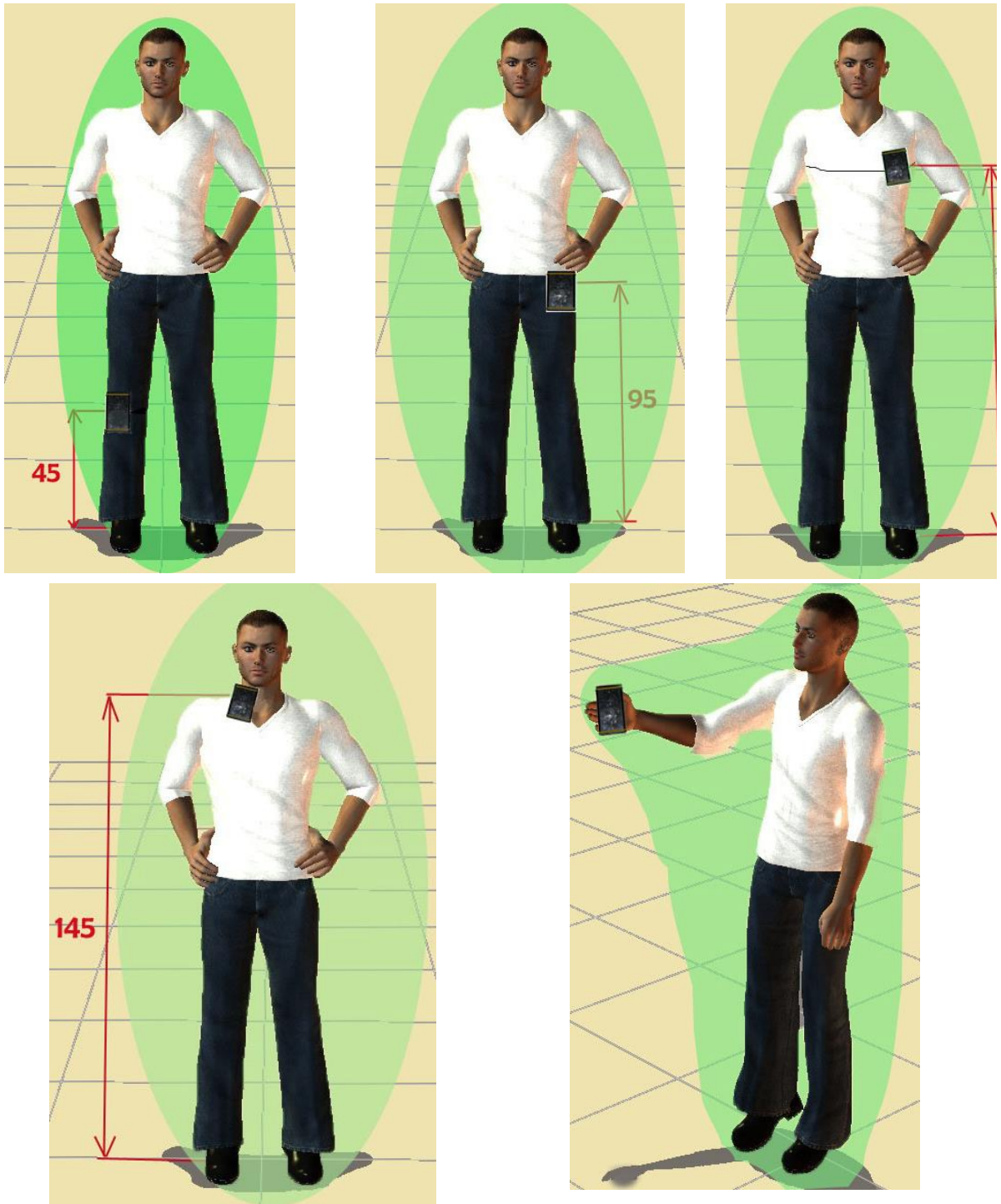


Рисунок 3.13 Визуализация расположения прибора ИРИ-04М на теле экспериментатора

По результатам испытаний построена таблица 3.1 и рисунок 3.14.

Таблица 3.1. Оценка влияния расположения прибора ИРИ-04М на теле экспериментатора

Расположение ИРИ-04М на теле экспериментатора	Расстояние от напольного покрытия, L, см	Диапазоны и средние значения напряжённости ЭСП по модулю, E, кВ/м
Колено	45	2-6 (4)
Пояс	95	8-14 (10)
Грудь	125	10-16 (13)
Шея	145	6-8 (7)
Вытянутая рука	125	> 25

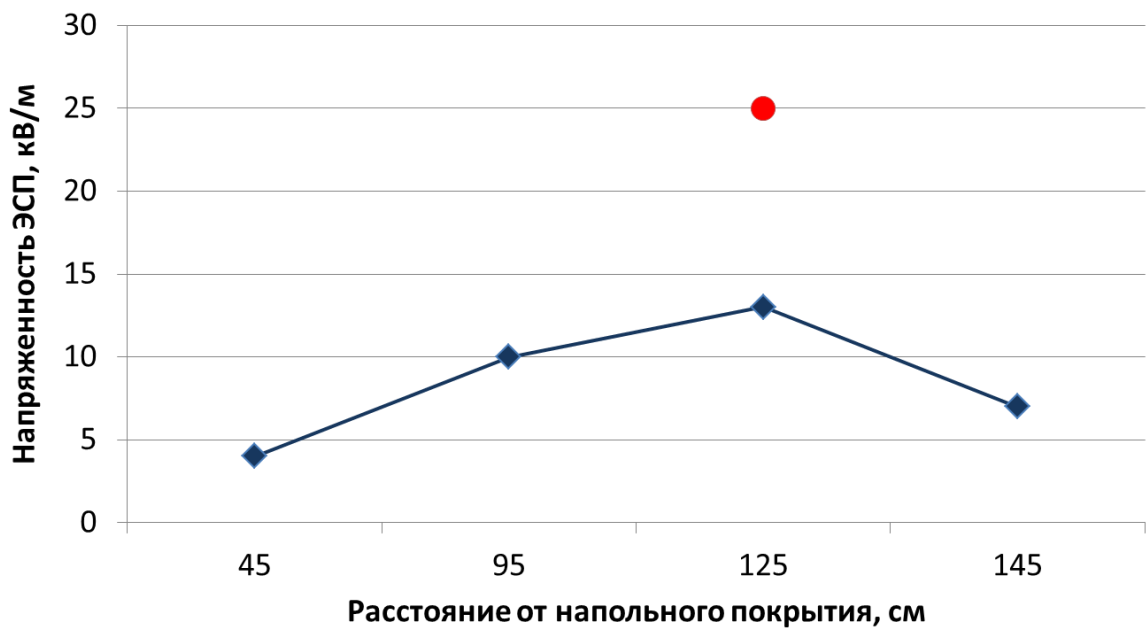


Рисунок 3.14. Сводный график влияния расположения прибора ИРИ-04М на теле экспериментатора на величину напряженности ЭСП

Таким образом, представленные данные подтверждают теорию о том, что электростатическое поле вокруг заряженного проводника образуется в форме эллипсоида. Если же есть элемент выступающей иглы, то в этом месте заряд становится наиболее сильным.

Ниже представим результаты проведенных испытаний с различными типами обуви. Серия испытаний проводилась по следующей схеме: экспериментатор двигался по напольному покрытию с целью накопления электростатического заряда, а затем останавливался на заземляющей пластине для релаксации электростатического заряда. Во всей серии испытания

проводились при постоянных условиях: одежда на экспериментаторе – преимущественно хлопкового состава, напольное покрытие – ламинат, в помещении при температуре 24-25 °С, влажности около 50 %, менялся только тип обуви. Для наглядности данные представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 Показатели напряженности электростатического поля при проведении серии испытаний

Тип обуви	Среднее значение отрицательной напряженности	Среднее значение положительной напряженности
1. Рабочая обувь, низ обуви ПУ/ТПУ	-6 кВ/м	3 кВ/м
2. Повседневная обувь, низ обуви	-9 кВ/м	2,5 кВ/м
3. Спортивная обувь	-16 кВ/м	2 кВ/м

По полученным показаниям прибора нами построены графики зависимости напряженности ЭСП от времени всей серии испытаний (рис. 3.15-3.17).

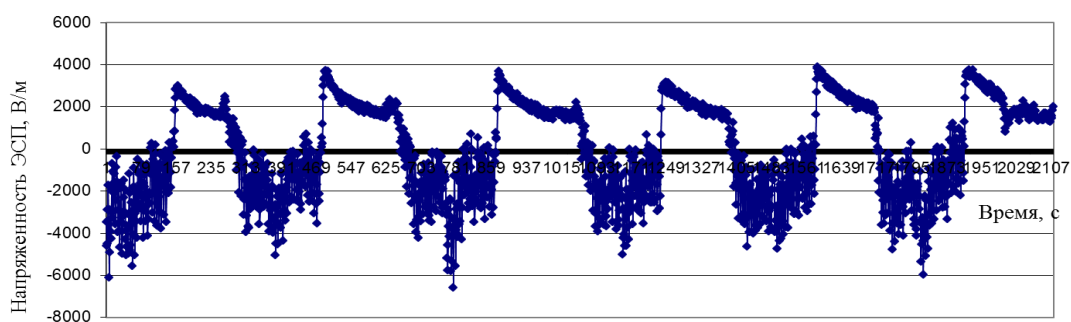


Рисунок 3.15 Зависимость напряженности электростатического поля от времени при испытании рабочей обуви

На графике показаны шесть циклов испытаний. Среднее значение отрицательной напряженности составляет -6 кВ/м. Затем после резкого скачка вверх, вызванного тем, что в этот момент человек попадает на заземляющую

пластину, напряжение достигает 3 кВ/м. Увеличение скачков напряжения может быть обусловлено тем, что испытуемый касается своей одежды или увеличивает скорость движения, тем самым увеличивая трение. Циклы испытаний имеют примерно одинаковые значения, что свидетельствует о хорошей повторяемости данных.

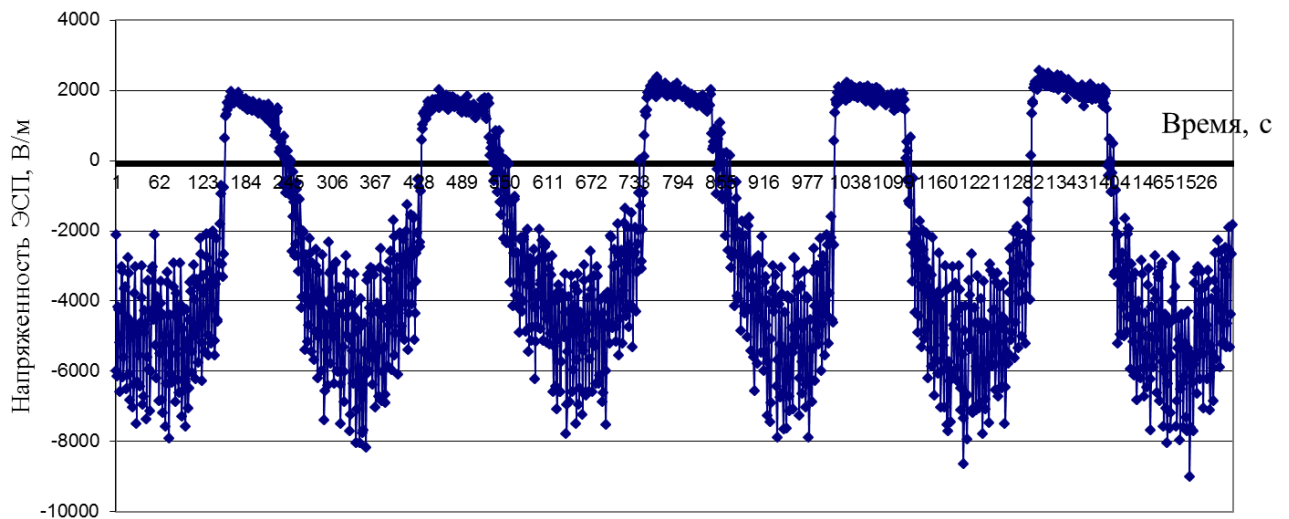


Рисунок 3.16 Зависимость напряженности электростатического поля от времени при испытании повседневной обуви

По данным графика 3.16 видно 6 циклов испытаний. Напряженность электростатического поля во всех циклах увеличивается примерно до -9 кВ/м, а средняя величина положительной напряженности составляет 2,5 кВ/м. Циклы испытаний имеют примерно одинаковые значения, что свидетельствует о повторяемости данных.

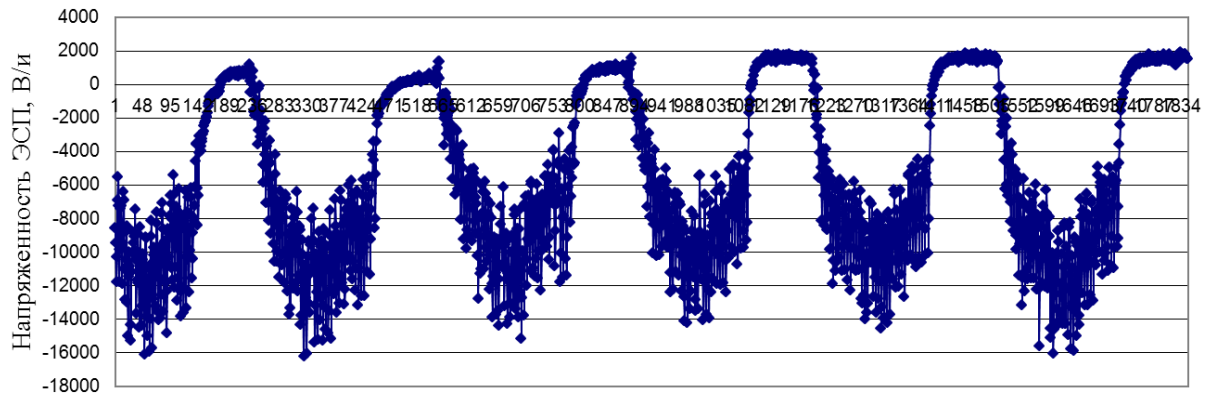


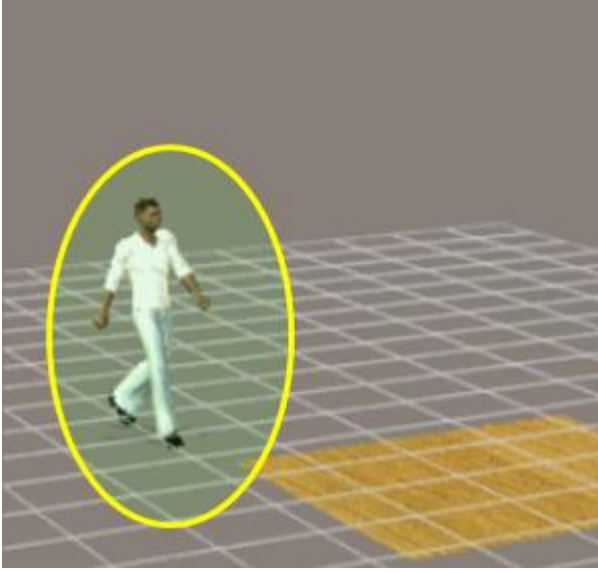
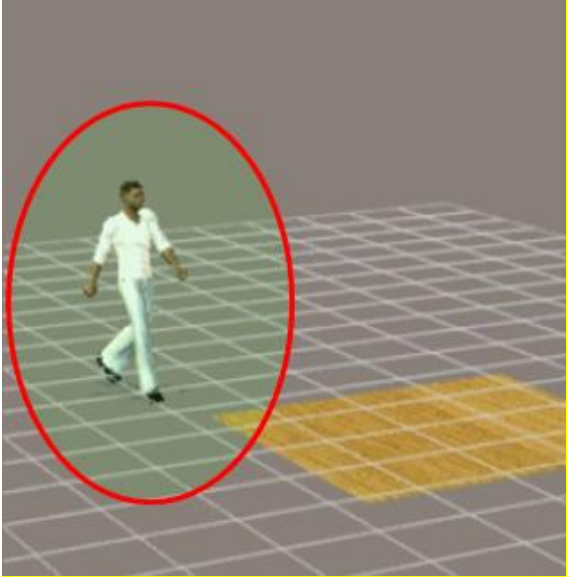
Рисунок 3.17 Зависимость напряженности электростатического поля от времени при испытаниях спортивной обуви

На графике 3.17 мы видим 5 циклов испытаний. Напряженность электростатического поля во всех циклах увеличивается примерно до - 16 кВ/м, а средняя величина положительной напряженности составляет 2 кВ/м.

Визуализация проведенных испытаний представлена в таблице 3.3.

Таблица 3.3. Визуализация серии испытаний с различными типами обуви

Тип обуви	Визуализация проведенных испытаний
1	2
1. Рабочая обувь	

1	2
2. Повседневная обувь	
3. Спортивная обувь	

Таким образом, выявлены уровни напряженности электростатического поля для специальной, повседневной и спортивной обуви при передвижении экспериментатора по напольному покрытию.

Кроме расположения прибора ИРИ-04М на теле экспериментатора нами дана оценка влияния элементов одежды экспериментатора на уровень напряженности ЭСП.

В данной серии испытания проходили по следующей схеме: экспериментатор с закрепленным на поясе прибором ИРИ двигался по напольному покрытию для накопления электростатического заряда, а затем останавливался на заземляющей пластине для релаксации



электростатического заряда. При этом экспериментатор одет только в нижнее белье преимущественно хлопкового состава, напольное покрытие – ламинат, в помещении при температуре 24-25 °С и влажности примерно 50 %. По полученным показаниям прибора нами построен график зависимости напряженности ЭСП от времени (рис. 3.18).

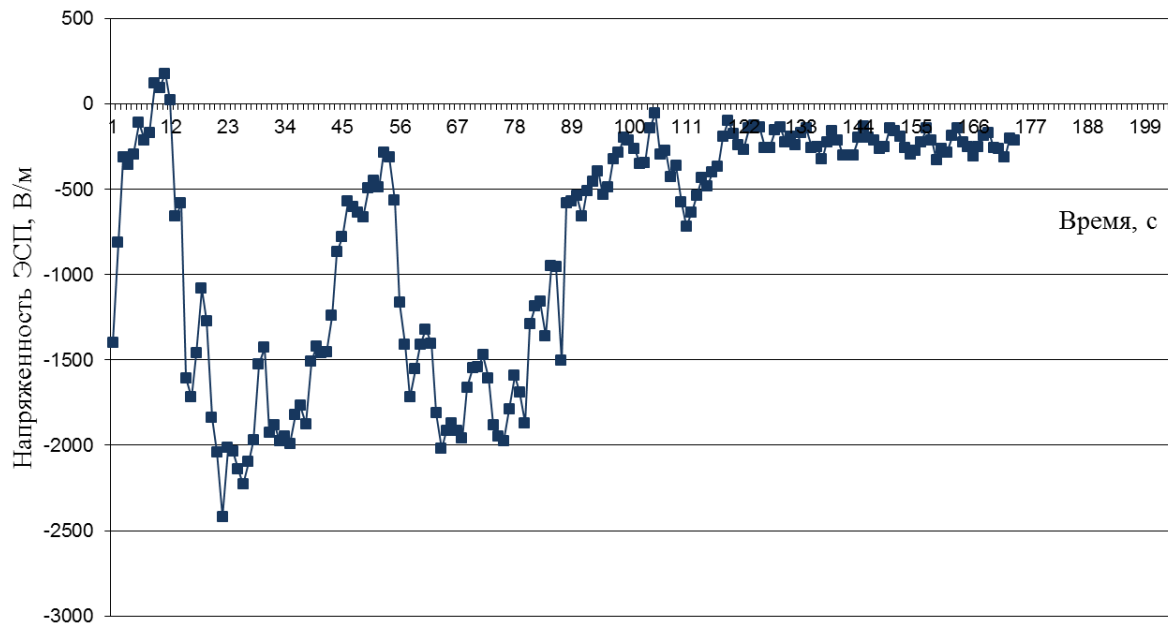


Рисунок 3.18 Зависимость напряженности электростатического поля от времени. Один элемент одежды

На графике видно, что при движении экспериментатора по напольному покрытию величина напряженности электростатического поля колеблется в пределах от -1 до -2,5 кВ/м. После 90 с напряженность падает – экспериментатор встал на заземленную пластину. При этом экспериментатор одет в нижнее белье и рубашку преимущественно хлопкового состава, напольное покрытие – ламинат, в помещении при температуре 24-25 °С и влажности примерно 50 %.

По полученным показаниям прибора нами построен график зависимости напряженности ЭСП от времени (рис. 3.19).

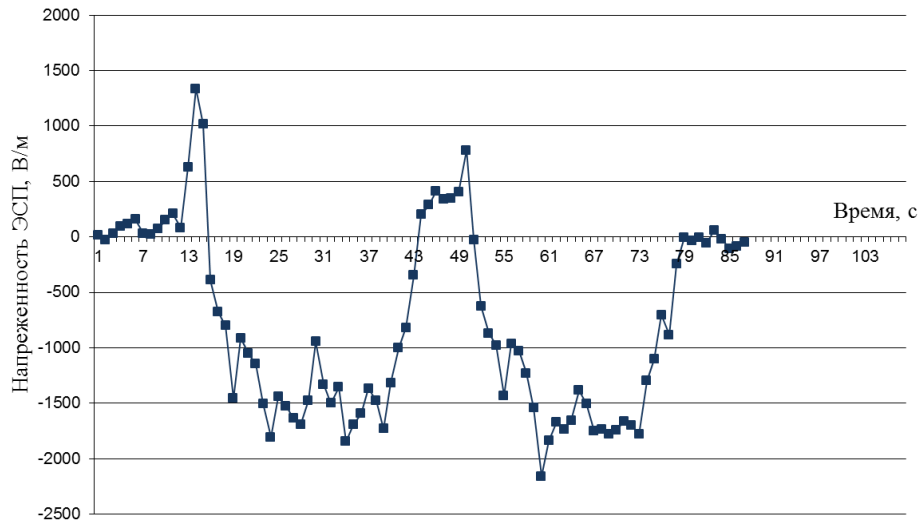


Рисунок 3.19 Зависимость напряженности электростатического поля от времени. Два элемента одежды

На графике видно, что при движении экспериментатора по напольному покрытию величина напряженности электростатического поля колеблется в пределах от  $-0,5$  до  $-17$  кВ/м. После 70 с напряженность падает — экспериментатор встал на заземленную пластину. При этом экспериментатор одет в нижнее белье, рубашку и брюки преимущественно хлопкового состава, напольное покрытие — ламинат.

По полученным показаниям прибора нами построен график зависимости напряженности ЭСП от времени (рис. 3.20).

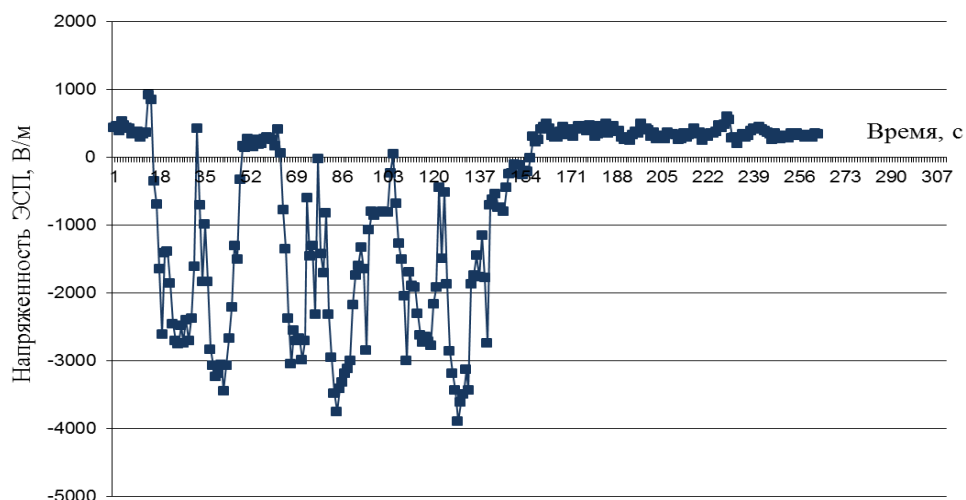


Рисунок 3.20 Зависимость напряженности электростатического поля от времени. Три элемента одежды

На графике видно, что при движении экспериментатора по напольному покрытию величина напряженности электростатического поля очень сильно колеблется в пределах от 0 до -4 кВ/м. После 140 с напряженность падает – экспериментатор встал на заземленную пластину.

При этом экспериментатор одет в нижнее белье, рубашку, брюки преимущественно хлопкового состава, на ногах – обувь, напольное покрытие - ламинат. По полученным показаниям прибора нами построен график зависимости напряженности ЭСП от времени (рис. 3.21).

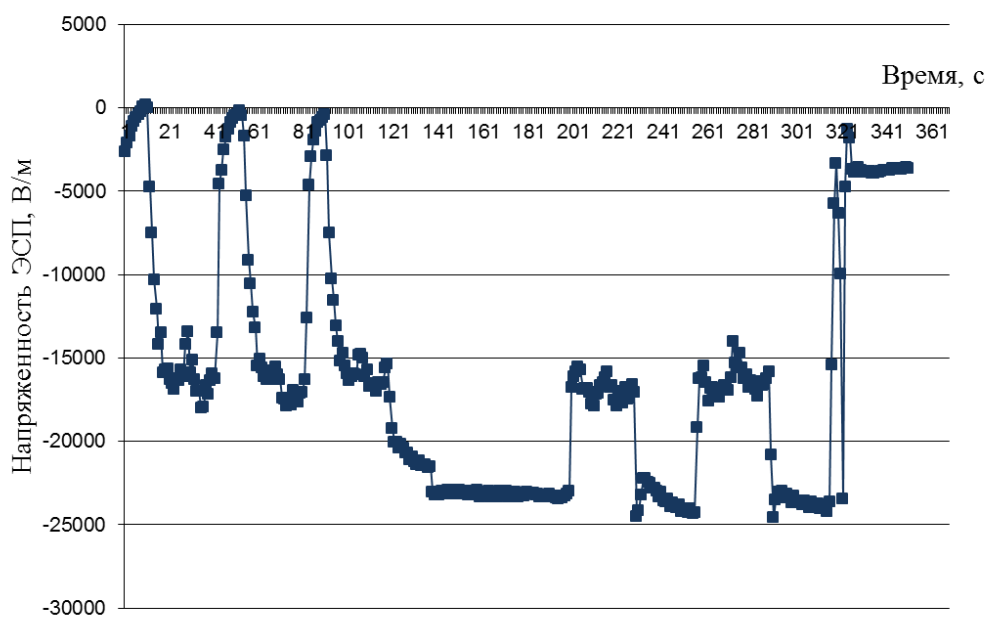


Рисунок 3.21 Зависимость напряженности электростатического поля от времени. Четыре элемента одежды

На графике видно, что при движении экспериментатора по напольному покрытию величина напряженности электростатического поля очень сильно колеблется в пределах от 0 до -25 кВ/м. После 130 с напряженность падает – экспериментатор встал на заземленную пластину.

Визуализация влияния элементов одежды на теле экспериментатора на уровень напряженности ЭСП представлена на рисунке 3.22

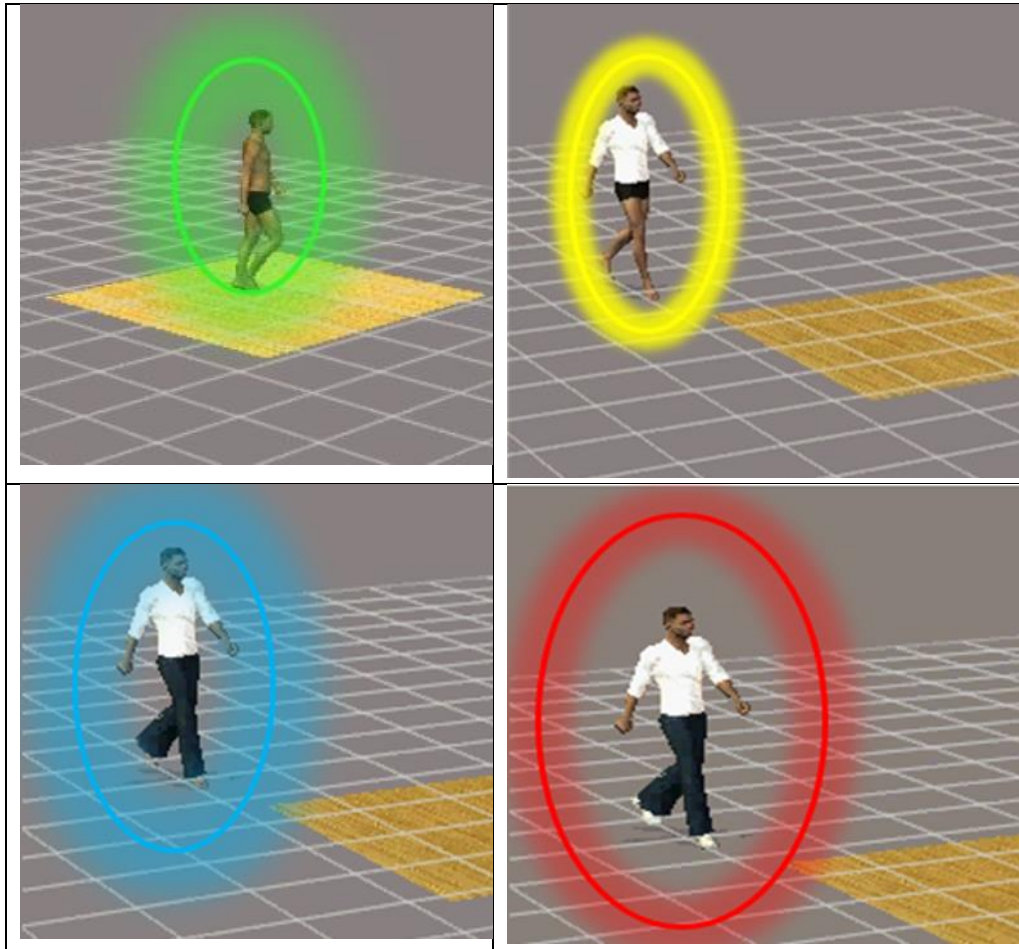


Рисунок 3.22 Визуализация влияния элементов одежды на теле экспериментатора на уровень напряженности ЭСП

Полученные данные представлены в виде рисунка 3.23 и таблицы 3.4.

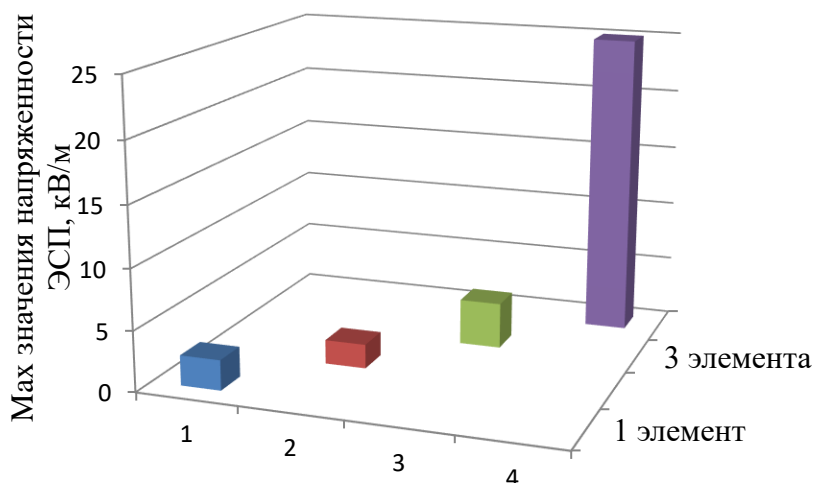


Рисунок 3.23 Гистограмма изменения напряженности электростатического поля при варьировании элементов одежды экспериментатора

Таблица 3.4. Значения напряженности электростатического поля при варьировании числа элементов одежды экспериментатора

Число элементов одежды	Максимальное значение напряженности ЭСП, кВ/м
1	2,5
2	2
3	3,8
4	25

Анализ данных показал, что с увеличением количества элементов одежды на теле человека накопление заряда значительно возрастает. При добавлении обуви наблюдается резкий скачок напряженности ЭСП, это обусловлено тем, что в этом случае заряд практически не стекал, а только накапливался. Следовательно, обувь выступила в качестве естественного изолятора.

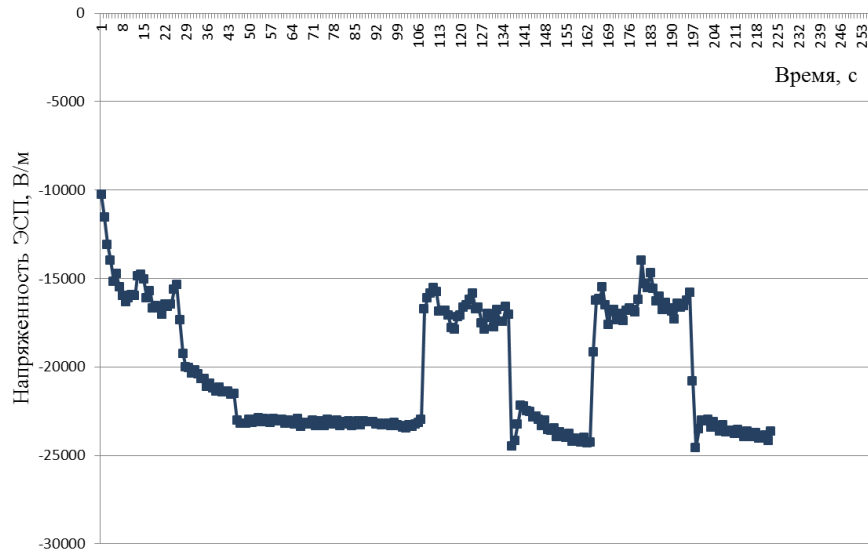


Рисунок 3.24 Зависимость напряженности электростатического поля от времени при остановке экспериментатора на изолированной пластине

Для сравнения проведено идентичное испытание: экспериментатор двигался по напольному покрытию с целью накопления электростатического заряда, а затем останавливался не на заземляющей, а на изолированной пластине. Результаты представлены на рисунке 3.24.

Наглядно показано, что заряд не стекает с экспериментатора при его остановке на изолированной пластине, напряженность ЭСП достигает 24 кВ/м, это говорит о том, что воздух практически не проводит, электростатические заряды. Таким образом, разработанная методика оценки безопасности специальной обуви, позволяет проводить испытания в различных климатических условиях и на разнообразных напольных покрытиях. Выявлено, что электростатическое поле вокруг заряженного проводника (экспериментатора) имеет форму эллипса, а накопление заряда значительно возрастает с увеличением элементов одежды на теле человека.

Таким образом, разработанную нами методику можно представить в виде алгоритма (рис. 3.25).

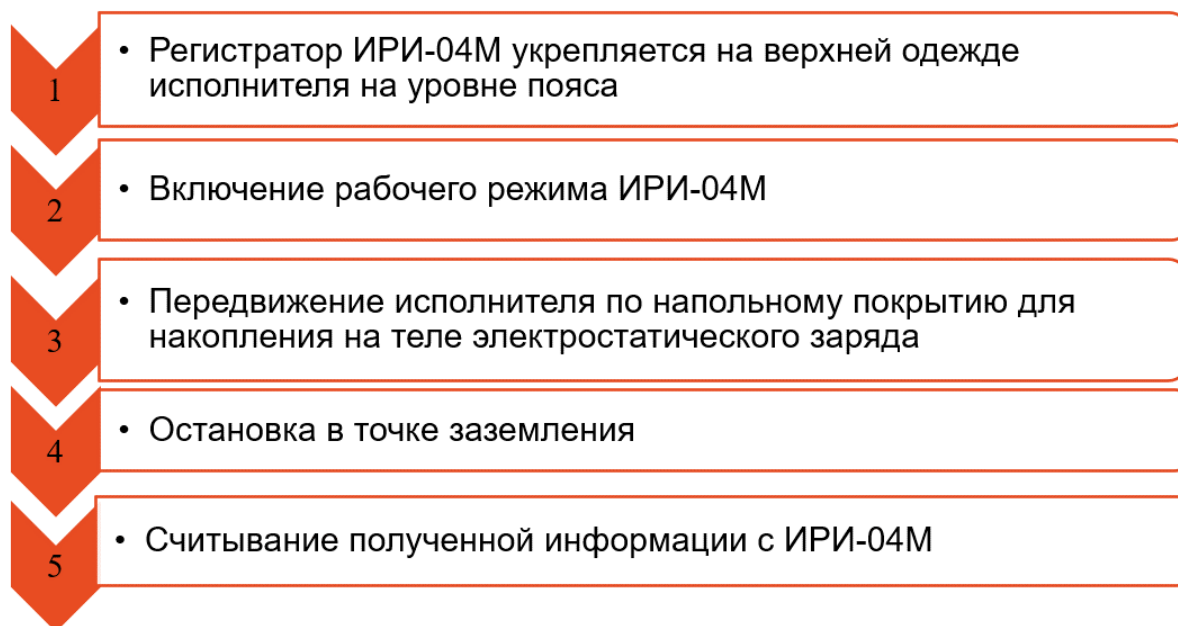


Рис.3.25 Алгоритм методики исследования антистатических показателей системы «человек - обувь - напольное покрытие»

### 3.3 Влияние внешних факторов на электростатическое поле человека

Для апробации разработанной методики проведены испытания со следующими моделями обуви: антистатические полуботинки (Модель 1) и сандалеты (Модель 2), а также повседневные полуботинки фирмы «ЭККО» (Модель 3) для контроля [159]. Полные характеристики моделей указаны в таблице 3.5.

Таблица 3.5. Характеристики моделей испытуемой обуви

Тип антистатической обуви	Характеристика моделей обуви	Внешний вид обуви
1	2	3
<p>Модель 1. Полуботинки</p>	<p>Сезон Лето, Пол Женский, Тип обуви Полуботинки женские, Верх Натуральная кожа КРС, толщина 1,4-1,6 мм, Подкладка Натуральная свиная кожа, Подошва Полиуретан, Защитные свойства Антистатические, от ОПЗ, защита от пыли и грязи, МБС, жесткий подносок, износостойкие, Стандарт ТР ТС 019/2011, Особенности Обувь женская кожаная для защиты от статического электричества. Дополнительно комплектуется токоотводящим элементом, обеспечивающим стекание электрического заряда со спецодежды, Обувь соответствует: ГОСТ 12.4.124–83 (п.2.11.1), ГОСТ Р ЕН ИСО 20345-2011 (п.6.2.2.2), ГОСТ Р 53734.4.3-2010 (МЭК 61340-4-3:2001), ГОСТ Р 12.4.187-97, ГОСТ 28507-90, ТР ТС 019/2011</p>	
<p>Модель 2. Сандалеты антистатические</p>	<p>Сезон Лето, Пол Женский, мужской, Тип обуви Сандалеты, Верх Синтетическая дышащая кожа, Подкладка Текстильный материал, Подошва Двухслойная, из антистатического и маслостойкого полиуретана, Метод крепления подошвы Клеепрошивной, Защитные свойства антистатические, от ОПЗ, износостойчивая подошва, Стандарт ТР ТС 019/2011, Обувь соответствует: ГОСТ 12.4.124–83 (п.2.11.1), ГОСТ Р ЕН ИСО 20345-2011 (п.6.2.2.2), ГОСТ Р 53734.4.3-2010 (МЭК 61340-4-3:2001), ТР ТС 019/2011</p>	
<p>Модель 3. Полуботинки женские повседневные фирмы «ЭККО»</p>	<p>Верх обуви изготовлен из натуральной кожи, подкладка из текстильного материала, подошва из полиуретана.</p>	

Испытания проводились в нормальных условиях. Экспериментатор надевал испытываемые модели обуви, одежда на экспериментаторе была



преимущественно хлопкового состава. Прибор закреплялся на поясе исполнителя [160]. Обработка результатов проводилась в соответствии с методикой, описанной выше. Схема проведения испытаний представлена на рисунке 3.26.

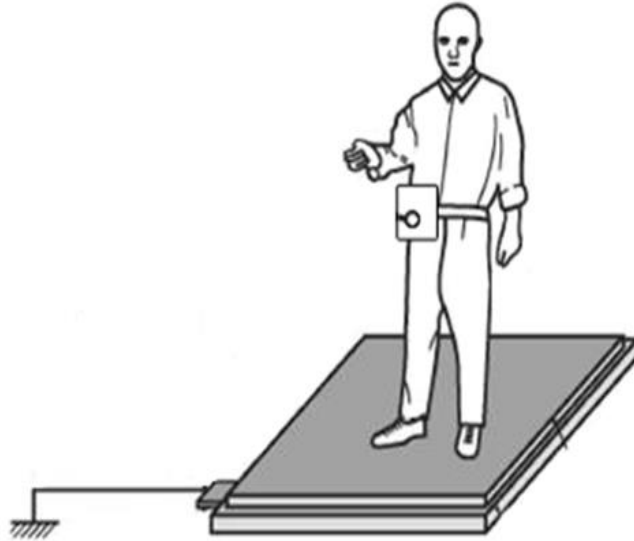


Рис. 3.26 Схема проведения испытаний на основе прибора ИРИ-04М

Целью сравнительных испытаний различных пар обуви служит экспериментальная оценка накопления заряда (электростатического потенциала) на операторе в зависимости от характеристик системы «низ обуви – напольное покрытие» для различных сочетаний при нормальных условиях эксплуатации.

Для решения поставленной задачи использовались модели обуви, представленные в таблице 3.5 в комбинации с различными типами напольных покрытий: ламинат и ковровое покрытие (использовалось только в первой серии испытаний).

В ходе экспериментов измерялись следующие характеристики:

- температура и относительная влажность воздуха;
- динамика изменения напряженности ( $E$ , кВ/м) электростатического поля на поверхности тела оператора;

- электростатический потенциал ( $U$ , кВ) заряженного тела оператора относительно заземления;

- эффект релаксации накопленного заряда на теле оператора в ходе испытаний для двух крайних случаев: низ обуви оператора соединяется с землей ( $R=0$ ) и низ обуви изолирован от напольного покрытия ( $R=\infty$ ).

В первой серии испытания проводились по следующей схеме: экспериментатор двигался по напольному покрытию с целью накопления электростатического заряда в течение 40 с, а затем останавливался на заземляющей пластине для релаксации электростатического заряда [161].

В данной серии испытуемый ходил не только по ламинату, но и ковровому покрытию, как с заземлением, так и с изоляцией на каждом напольном покрытии.

Испытания проводились в помещении при температуре 22,9 °С и относительной влажности воздуха 34 %. Первые испытания были проведены на ламинате, после периода движения экспериментатор заземлялся.

Графики зависимости напряженности ЭСП от времени в моделях №№ 1-3 представлены на рис. 3.27- 3.29.

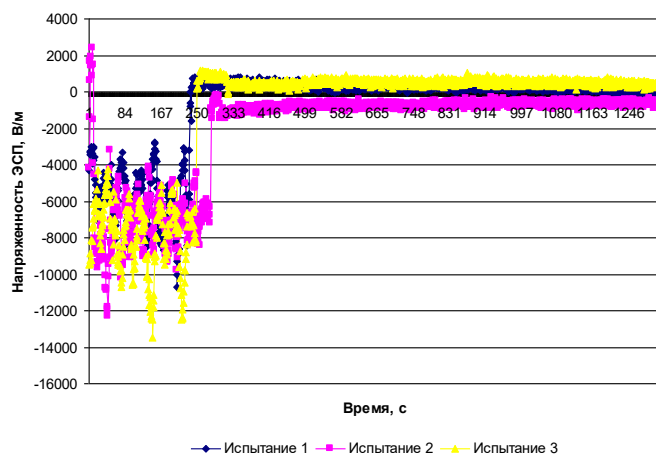


Рис. 3.27 Зависимость напряженности ЭСП от времени (модель №1)

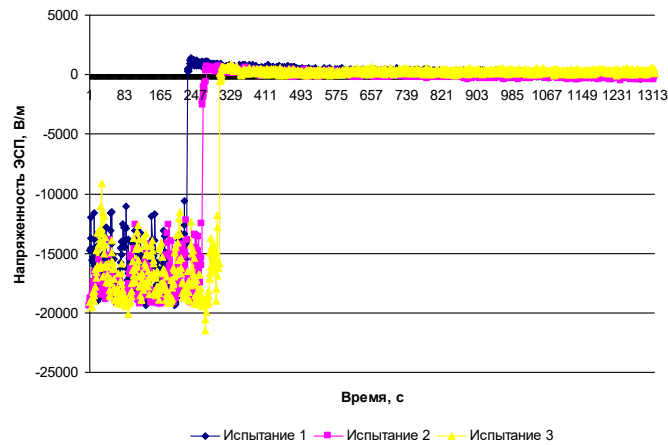


Рис. 3.28 Зависимость напряженности ЭСП от времени (модель №2)

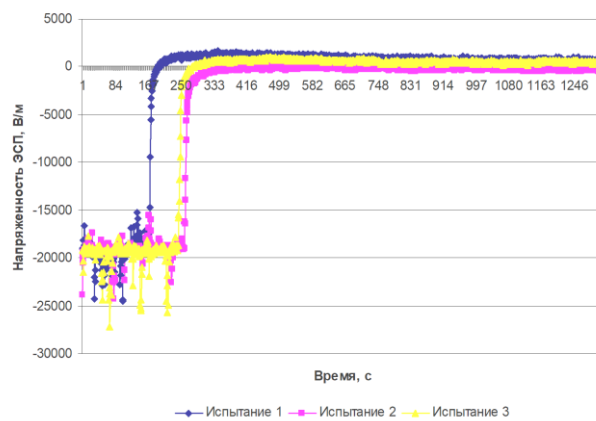


Рис. 3.29 Зависимость напряженности ЭСП от времени (модель №3)

Анализируя данные рисунков 3.27-3.29, можно сказать, что высокие по модулю значения напряженности ЭСП достигались во время движения. Когда экспериментатор стоял, значения приближались к нулю.

Во время движения экспериментатора в модели 1 значения напряженности ЭСП колеблются в интервале примерно от -4 до -10 кВ/м. Значения напряженности ЭСП при движении в модели 2 отклоняются от нуля больше и составляют от -12 до -20 кВ/м. При движении в модели 3 значения напряженности ЭСП колеблются в пределах от -17 до -23 кВ/м.

Увеличение напряженности ЭСП может быть связано с тем, что испытуемый касается своей одежды или движется с большей скоростью, тем самым увеличивая трение. Для сравнения результаты изменений приведены к

виду гистограммы максимальных и средних значений (рис. 3.30, 3.31). Значения взяты по модулю.

По данным гистограмм видно, что значения напряженности ЭСП Модели 1 меньше, чем Модели 3 примерно в 2 раза. Это подтверждает тот факт, что антистатическая обувь защищает от электрического электричества. Модель 2 справляется со своей задачей хуже Модели 1, но лучше Модели 3.

Аналогичным образом проведены испытания на ламинате при остановке не на заземляющей пластине, а на изоляционной пластине (рис. 3.32).

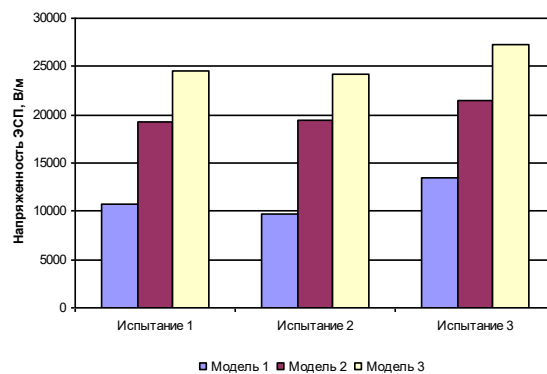


Рис. 3.30 Гистограмма распределения максимальных значений напряженности ЭСП первой серии испытаний

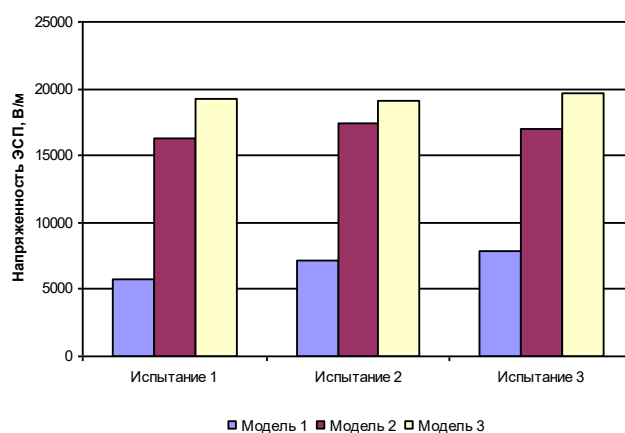


Рис. 3.31 Гистограмма распределения средних значений напряженности ЭСП первой серии испытаний

На рисунке 3.32 видно, что, когда экспериментатор перестал передвигаться, заряд остался на том же уровне, что и при движении. При движении экспериментатора в модели 1 напряженность ЭСП колеблется в пределах от -5 до -10 кВ/м. При движении экспериментатора в модели 2 значения напряженности ЭСП колеблются в интервале от -13 до -20 кВ/м, а в Модели 3 значения отклоняются от нуля больше, чем у остальных (от -17 до -20 кВ/м).

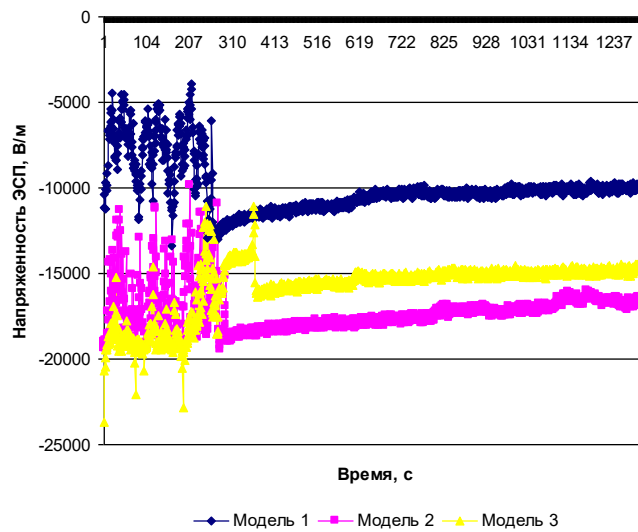


Рис. 3.32 Зависимость напряженности ЭСП от времени  
Моделей №1, №2 и №3

Следующие испытания проводились на ковровом покрытии, после чего экспериментатор заземлялся на пластине. По полученным показаниям прибора построены графики зависимости напряженности ЭСП от времени (рис. 3.33- 3.35).

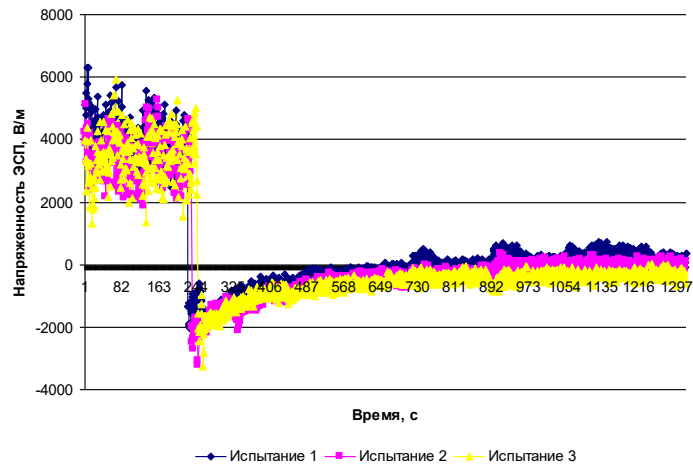


Рис. 3.33 Зависимость напряженности ЭСП от времени (модель №1)

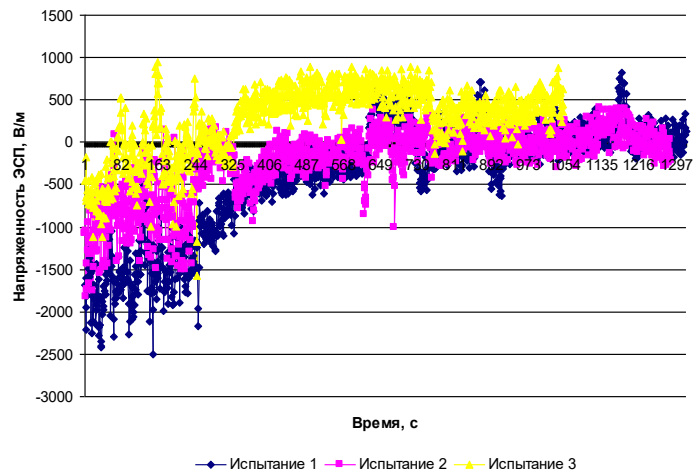


Рис. 3.34 Зависимость напряженности ЭСП от времени (модель №2)

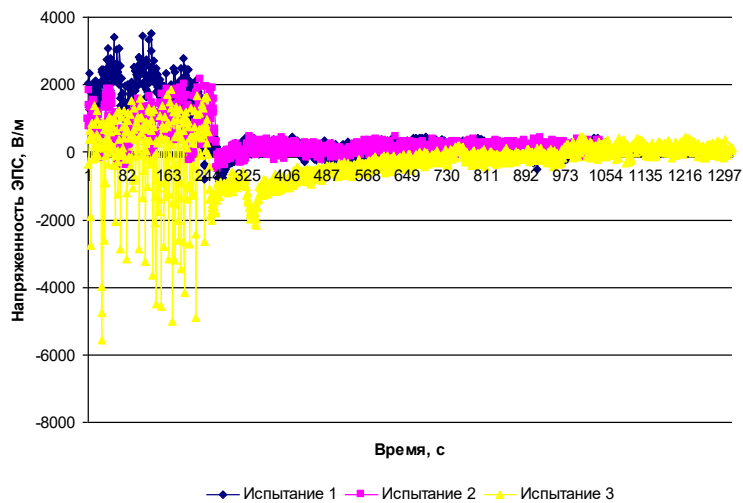


Рис. 3.35 Зависимость напряженности ЭСП от времени (модель №3)

Во время движения экспериментатора в Модели 1 значения напряженности ЭСП колеблются в интервале примерно от 2 до 5 кВ/м, в Модели 2 - в интервале от -2,5 до 1 кВ/м при этом в Модели 3 наблюдается самый большой разброс значений ( в пределах от -4 до 3 кВ/м).

Для сравнения результаты изменений представлены в виде гистограмм максимальных и средних значений (рис. 3.36, 3.37).

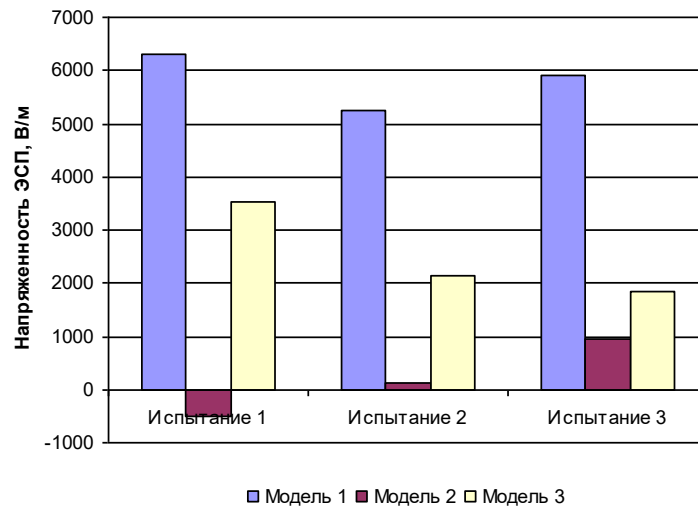


Рис. 3.36 Гистограмма распределения максимальных значений напряженности ЭСП первой серии испытаний

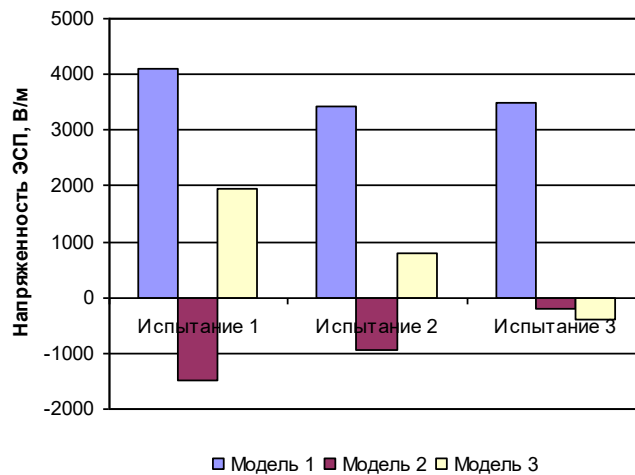


Рис. 3.37 Гистограмма распределения средних значений напряженности ЭСП первой серии испытаний по ковровому покрытию

В этой серии испытаний значения напряженности ЭСП при движении в модели 2, в отличие от других, имеют отрицательную полярность. Напряженность ЭСП в модели 1 имеет наибольшие значения и говорит о том, что такая антистатическая обувь не предназначена для ковровых покрытий.

Проведена серия испытаний на ковровом покрытии при изоляции (рис. 3.38).

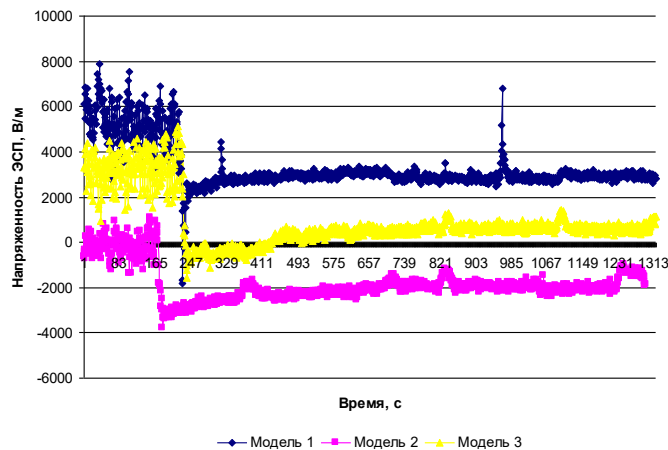


Рис. 3.38 Зависимость напряженности ЭСП от времени (Модели 1, 2, 3)

По данным рисунка 3.38 видно, что во время движения экспериментатора в модели 1 напряженность ЭСП колеблется в пределах от 4 до 7 кВ/м, в модели 2 эти значения колеблются в интервале от 2 до 4 кВ/м. В данном случае модель 2 показывает себя лучше модели 1. Во время движения в модели 3 значения напряженности ЭСП составляют от -1 до 1 кВ/м.

Во второй, третьей и четвертой сериях испытаний экспериментатор двигался по напольному покрытию в течение 40 с, затем останавливался на заземляющей пластине. Эти серии испытаний проводились только на ламинате при последующем заземлении. Испытания второй серии проводились в помещении при температуре 22,9 °С, третьей и четвертой - 23,4 °С; относительная влажность воздуха второй серии 36 %, третьей - 30 %, четвертой - 38 %.



По полученным показаниям прибора построены графики зависимости напряженности ЭСП от времени и гистограммы максимальных и средних значений (ПРИЛОЖЕНИЕ Б, В).

В таблице 3.6 приведены результаты экспериментальной оценки накопления заряда на экспериментаторе при изменении параметров системы «низ обуви – напольное покрытие», полученные во второй, третьей и четвертой сериях испытаний.

Таблица 3.6. Показания напряженности ЭСП второй, третьей и четвертой серий испытаний

Тип обуви	Диапазоны значений напряженности ЭСП, кВ/м серии		
	второй	третьей	четвертой
Модель 1	-3 до -10	-7 до -17	-1 до -6
Модель 2	-5 до -15	-7 до -20	-5 до -16
Модель 3	-10 до -20	-13 до -20	-4 до -12

Во второй серии, как и в предыдущих испытаниях, значения напряженности ЭСП при движении в модели 1 примерно в 2 раза меньше, чем у модели 3. Напряженность ЭСП модели 2 занимает место между ними.

В третьей серии испытаний максимальные значения напряженности ЭСП всех моделей приближаются друг к другу. Средние значения антистатических моделей во втором испытании схожи. Значения напряженности ЭСП модели 1 по-прежнему меньше остальных. Возможно, на результаты испытаний оказывают влияние увеличенная температура и более низкая относительная влажность воздуха по сравнению с предыдущими сериями.

В четвертой серии испытаний значения напряженности ЭСП при движении в модели 3 ниже, чем в предыдущих сериях. Тем не менее, значения напряженности ЭСП при движении в модели 2 остаются на уровне ее предыдущих испытаний.

В пятой серии в трех испытаниях экспериментатор двигался по напольному покрытию в течение 40 с, затем останавливался на заземляющей пластине. Однако, начиная с этой серии, добавилось четвертое испытание, которое осуществлялось по методике, описанной в ГОСТ Р 53734.4.5-2010 [34]. Схема проведения испытаний по ГОСТ Р 53734.4.5-2010 представлена на рис. 3.39.

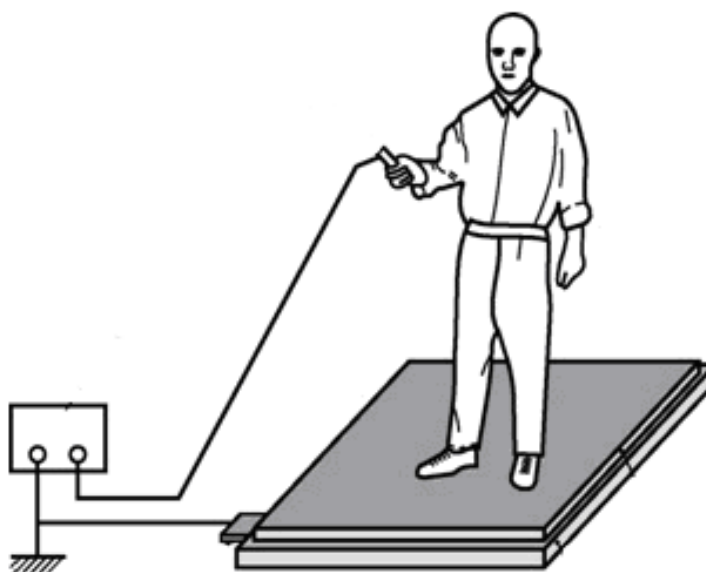


Рис. 3.39 Схема проведения испытаний по ГОСТ Р 53734.4.5-2010 [34]

Испытания проводились в помещении при температуре 23,1 °С, относительной влажности воздуха 32 %.

После считывания информации с прибора были построены графики зависимости напряженности ЭСП от времени. По данным рисунка 3.40 видно, что у модели 1 во время движения экспериментатора значения напряженности ЭСП в трех испытаниях колеблются в интервале от -4 до -15 кВ/м. В четвертом испытании пределы значений составляют от 5 до 10 кВ/м. На рисунке 3.41 мы видим, что при движении в модели 2 значения напряженности ЭСП во время движения экспериментатора в трех испытаниях колеблются в интервале от -7 до -20 кВ/м, в четвертом испытании пределы значений составляют от 5 до 15

кВ/м. На рис. 3.42 при движении в модели 3 значения напряженности ЭСП во время движения экспериментатора в трех испытаниях колеблются в интервале от -8 до -20 кВ/м, в четвертом испытании пределы значений составляют от 11 до 23 кВ/м.

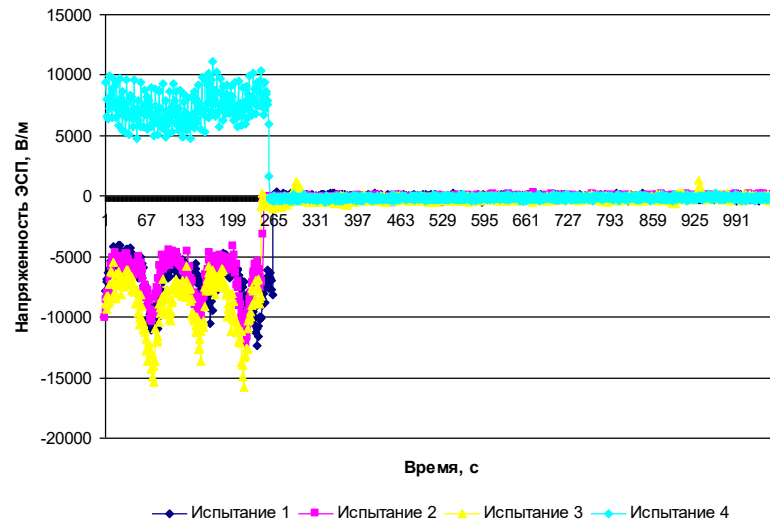


Рис. 3.40 Зависимость напряженности ЭСП от времени Модели №1

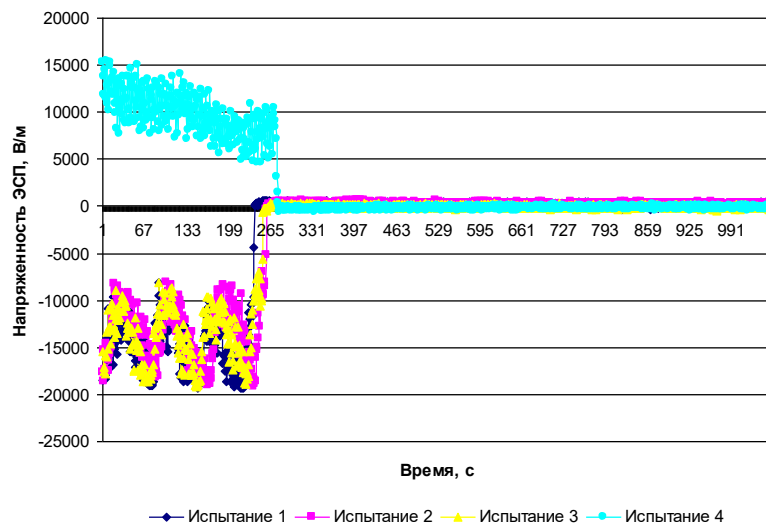


Рис. 3.41 Зависимость напряженности ЭСП от времени Модели №2

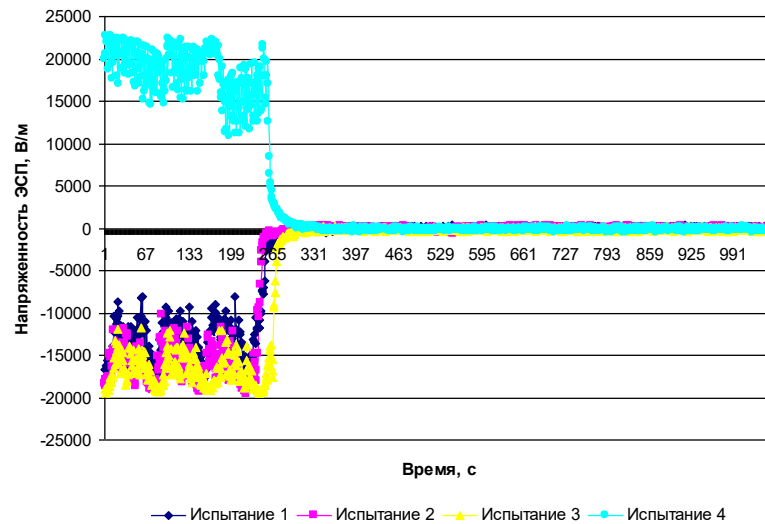


Рис. 3.42 Зависимость напряженности ЭСП от времени Модели №3

Для сравнения результаты первых трех изменений представлены на гистограммах максимальных и средних значений (рис. 3.43-3.44). Значения взяты по модулю.

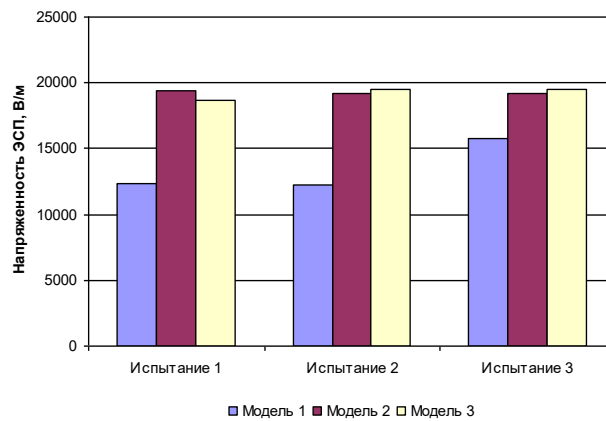


Рис. 3.43 Гистограмма распределения максимальных значений напряженности ЭСП пятой серии испытаний

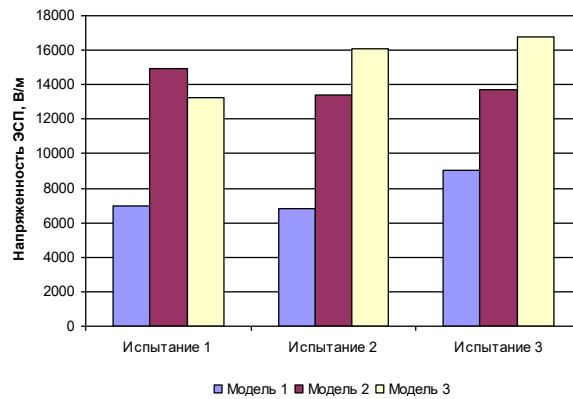


Рис. 3.44 Гистограмма распределения средних значений напряженности ЭСП пятой серии испытаний

В этой серии испытаний максимальные значения напряженности ЭСП при движении в Модели 2 и Модели 3 приближены. При движении в Модели 1, как и в предыдущих сериях, как максимальные, так и средние значения меньше, чем у других моделей.

Шестая и седьмая серия испытаний проводились по аналогии с пятой. В первых трех испытаниях экспериментатор двигался по напольному покрытию в течение 40 с, затем останавливался на заземляющей пластине. Четвертое проводилось по методике, описанной в ГОСТ Р 53734.4.5-2010 [34].

Испытания шестой серии проводились в помещении при температуре 22,4 °С, относительной влажности воздуха 29 %. Испытания седьмой серии проводились в помещении при температуре 25 °С, относительной влажности воздуха 36 %.

После считывания информации с прибора были построены графики зависимости напряженности ЭСП от времени и гистограммы максимальных и средних значений (см. ПРИЛОЖЕНИЕ Б, В).

В таблице 3.7 приведены результаты, полученные в ходе исследования экспериментальной оценки накопления заряда на экспериментаторе при изменении параметров системы «низ обуви – напольное покрытие», полученные в ходе шестой и седьмой серии испытаний.

Таблица 3.7 Показания напряженности ЭСП шестой и седьмой серии испытаний

Тип обуви	Диапазоны значений напряженности ЭСП, кВ/м серии	
	шестой	седьмой
Модель 1 (1-3 испытания/4 испытание)	-7 до -19/12 до 22	-2 до -7/ 4 до 7
Модель 2 (1-3 испытания/4 испытание)	-9 до -20/ 9 до 20	-5 до -20/ 3,5 до 11,5
Модель 3 (1-3 испытания/4 испытание)	-15 до -25/ 2 до 6	-9 до -20/ 11,5 до 21

В шестой серии максимальные значения напряженности ЭСП при движении в модели 1 и при движении в модели 2 приближены друг к другу. Возможно, на результат испытаний влияет пониженная по сравнению с предыдущими испытаниями влажность. Тем не менее, в средних значениях сохраняется закономерность, при которой напряженности ЭСП располагаются в порядке Модели 1 < Модели 2 < Модели 3.

В заключительной седьмой серии испытаний максимальные значения напряженности ЭСП при движении в Модели 2 приближаются к значениям при движении в Модели 3. Как максимальные, так и средние значения напряженности ЭСП при движении в Модели 1 более чем в два раза меньше, чем при движении в Модели 2.

Для сравнения построена гистограмма максимальных значений (рис. 3.45) при движении в каждой модели обуви каждой серии испытаний. Значения по сериям испытаний усреднены.

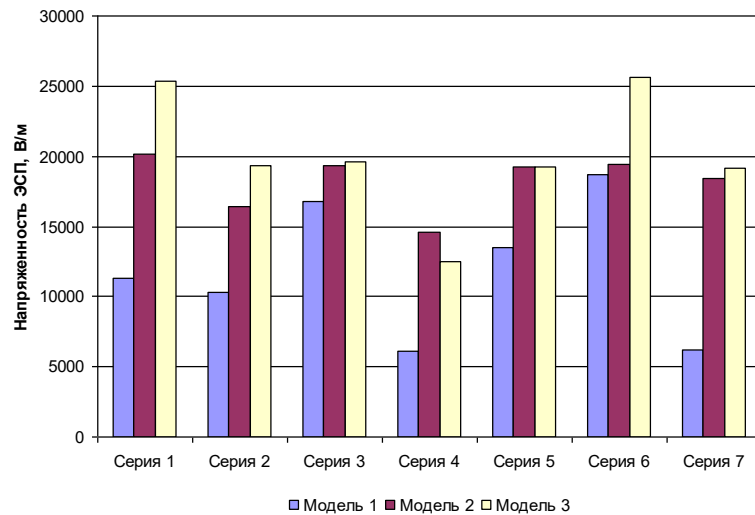


Рис. 3.45 Гистограмма сравнения максимальных значений напряженности ЭСП всех серий испытаний

Так как испытания проводились в разные дни, то температура и влажность менялись. Поэтому для сравнения построен отдельный график (рис. 3.46), на котором прослеживаются их изменения.

Проведены измерения постоянной времени релаксации, которая показывает, как быстро заряд стекает с обуви. На основе полученных данных построена гистограмма (рис. 3.47). В каждой серии испытаний взято среднее значение постоянной времени релаксации по каждой модели обуви.

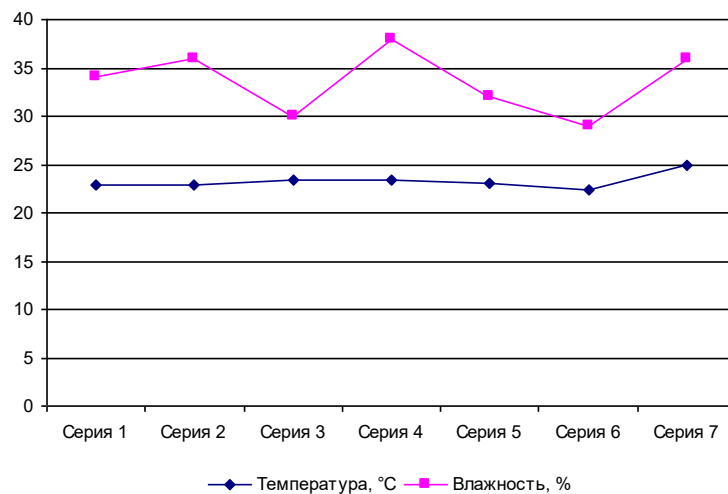


Рис. 3.46 Изменение температуры и влажности во времени

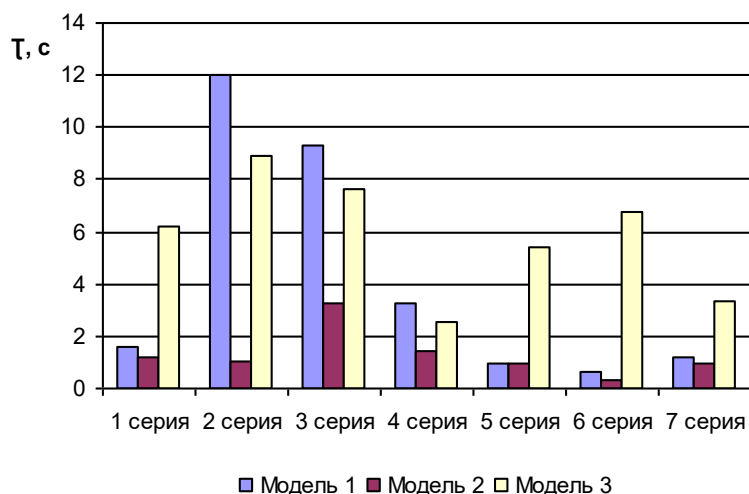


Рис. 3.47 Изменение постоянной времени релаксации

По четвертому испытанию с пятой по седьмую серии, которое проводилось согласно рис. 3.39 по ГОСТ Р 53734.4.5-2010 [34], выполнен расчет электростатического потенциала:

$$U = E \cdot d, \quad (3.1)$$

где  $E$  – напряженность ЭСП, В/м;

$d$  – расстояние между пластиной заземления и экранирующей пластиной, м.

Далее рассчитан коэффициент по следующей формуле:

$$K = \frac{|E_n|}{U}, \quad (3.2)$$

Результаты расчета коэффициента электростатического потенциала представлены в таблице 3.8.



Таблица 3.8 – Результаты расчета коэффициента электростатического потенциала

Тип модели обуви	Испытание		
	5	6	7
1	21,9	13,1	13,6
2	19,3	15,7	25,6
3	13,2	17,9	13,5

Из формул 3.1 и 3.2 можно вывести, что:

$$U = \frac{E}{K}, \quad (3.3)$$

Таким образом, мы можем рассчитать электростатический потенциал через электростатический коэффициент [162]. Усредненные значения потенциалов при движении по ламинату для Моделей 1, 2, 3 составляют соответственно 300-500 В, 501-800 В, 801-1100 В.

Расчет электростатического потенциала позволяет нам построить корреляционные зависимости между электростатическим потенциалом на теле человека и его электростатическим полем (рис. 3.48-3.50).

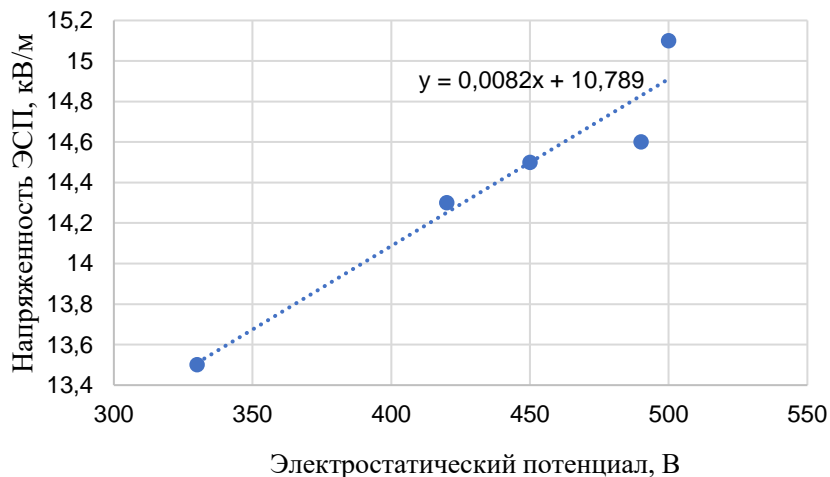


Рис. 3.48 Взаимосвязь между электростатическим потенциалом на теле человека и его электростатическим полем при испытаниях в Модели 1

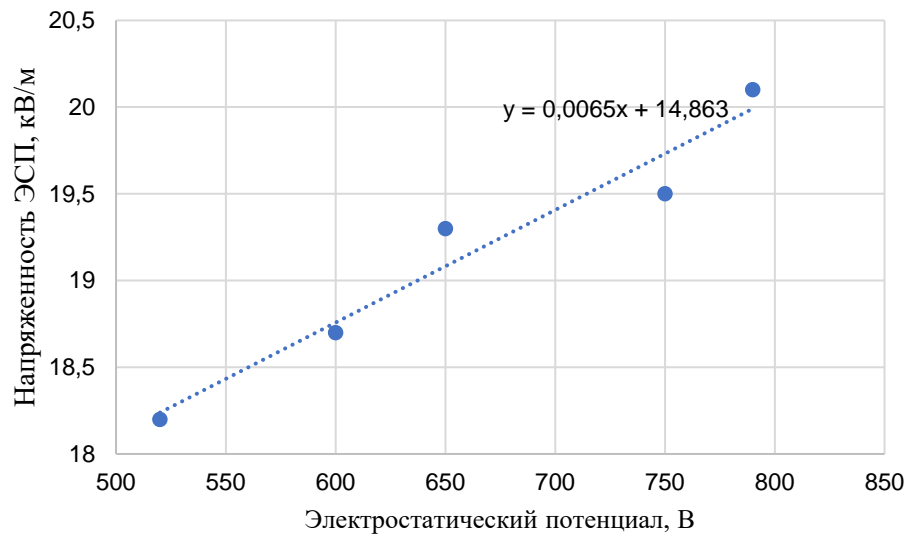


Рис. 3.49 Взаимосвязь между электростатическим потенциалом на теле человека и его электростатическим полем при испытаниях в Модели 2

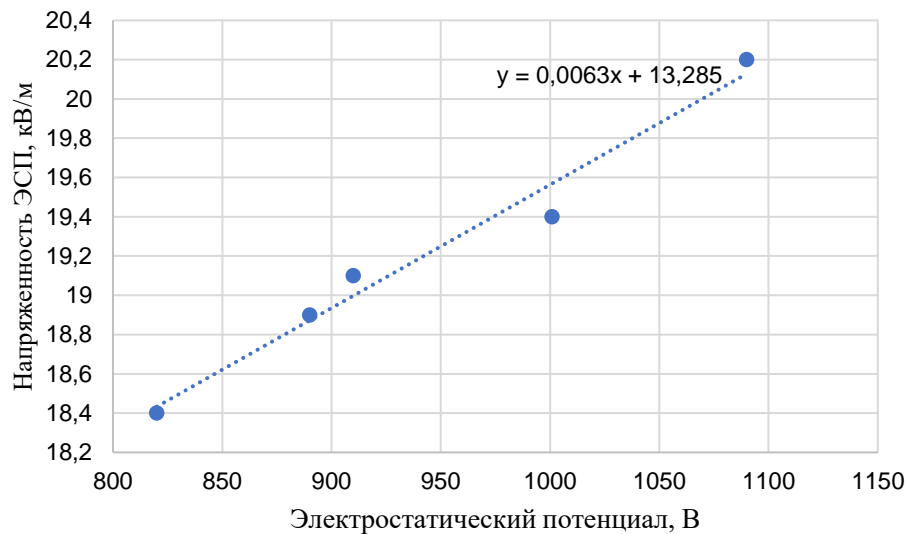


Рис. 3.50 Взаимосвязь между электростатическим потенциалом на теле человека и его электростатическим полем при испытаниях в Модели 3

Заметим, что в ГОСТ Р 53734.5.1-2009 (МЭК 61340-5-1:2007) «Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Общие требования» [35], описаны требования для операций, выполняемых с электрическими и электронными деталями, узлами и оборудованием, восприимчивыми к воздействию ЭСП, равных 100 В или более

в соответствии с моделью человеческого тела НВМ. В нем определены следующие нормированные значения: при системах «человек - обувь - напольное покрытие» и «обувь - напольное покрытие» предельное напряжение должно быть меньше 100 В.

### **ВЫВОДЫ ПО ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ**

1. Разработана методика оценки антистатических показателей системы «человек - обувь - напольное покрытие» с использованием индикатора-регистратора ИРИ-04М на основе модели человеческого тела, которая позволяет проводить испытания в реальных условиях эксплуатации, с учетом параметров внешней среды, в том числе при отрицательных температурах.

2. Исследованы антистатические показатели специальной обуви в зависимости от расположения прибора ИРИ-04М на теле экспериментатора, от типа обуви, числа элементов одежды и характеристик системы «обувь - напольное покрытие».

3. В семи сериях испытаний, в ходе которых измерялись следующие характеристики: температура и относительная влажность воздуха; динамика изменения напряженности ( $E$ , кВ/м) электростатического поля на поверхности тела оператора; электростатический потенциал ( $U$ , кВ) заряженного тела оператора относительно заземления; эффект релаксации накопленного заряда на теле оператора когда низ обуви оператора соединяется с землей ( $R=0$ ) выявлено, что воздух практически не проводит электростатические заряды при остановке экспериментатора на изолированной пластине и напряженности ЭСП 24 кВ/м.

4. Выявлено, что электростатическое поле вокруг заряженного проводника (экспериментатора) имеет форму эллипсоида и с увеличением элементов одежды на теле человека накопление заряда значительно возрастает.

5. Результаты испытаний показали, что на уровень электростатического заряда оператора существенно влияет тип обуви: использование антистатической обуви снижает уровень электростатического поля на теле оператора практически на порядок величины – с 18 кВ/м до 0,2 кВ/м.

6. Разработанная методика оценки антистатических показателей системы «человек - обувь - напольное покрытие» с использованием индикатора-регистратора ИРИ-04М гармонизирована с методикой, описанной в ГОСТ Р 53734.4.5-2010, которая позволяет произвести расчет электростатического потенциала, формирующегося на теле человека, в зависимости от измеренной напряженности ЭСП.

7. Построены зависимости напряженности электростатического поля от электростатического потенциала на теле человека, находящегося в обуви различных типов.

8. Разработанная методика позволяет проводить измерения напряженности электростатического поля и электростатического потенциала на теле человека, находящегося в различных типах специальной обуви, в разнообразных климатических условиях, на различных напольных покрытиях, что дает возможность оценивать безопасность специальной обуви по показателям антистатического статуса, сертифицировать обувь по классам безопасности и контролировать электростатический заряд на теле человека при выполнении технологических операций.

#### **4. КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ НАУЧНО-ОБОСНОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ АНТИСТАТИЧЕСКОЙ ОБУВИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

##### **4.1 Территориальные и климатические особенности нефтеперерабатывающих компаний на Крайнем Севере**

В арктических районах, в зоне Крайнего Севера России накоплен достаточно большой опыт комплексной реализации задач по развертыванию центров добычи и производства топливно-энергетических ресурсов, освоению местных топливно-сырьевых баз, материально-техническому снабжению промышленных и коммунальных объектов [163].

Активное освоение Крайнего Севера и Сибири, применение в этих районах современного технологического оборудования, оснащенного различными электронными системами управления, постоянное присутствие человека на объектах с опасными параметрами атмосферной среды (атмосферы с высоким содержанием природного газа) требует учета влияния электростатических эффектов, возникающих в природной среде. Высокий уровень накопления статического электричества на поверхности специальной одежды, различных технологических конструкциях, полимерных материалах нарушает функционирование техно-биосистемы в целом и приводит к негативным физиологическим последствиям у человека, возникновению техногенных аварий и экологических катастроф (взрывы на промышленных объектах с высокой концентрацией горючих газов в результате возникновения искры) [164].

На промышленных предприятиях Аляски статическое электричество, как источник возгорания легковоспламеняющихся испарений, газов и пыли, является частым фактором риска. Искра статического электричества может возникнуть, когда электрический заряд накапливается на поверхности двух материалов, которые были соединены и впоследствии разъединены (между

твёрдыми веществами, жидкостями и твёрдыми веществами, а также между двумя несмешивающимися жидкостями). Одна из поверхностей становится положительно заряженной, а другая – отрицательно заряженной. Если материалы не соединены или не заземлены, как следствие, они накапливают достаточный электрический заряд, способный вызвать искру статического электричества, которая может привести к возгоранию легковоспламеняющихся испарений, газов и пыли. Ниже приведены некоторые распространённые процессы, которые могут стать причиной воспламенения от искры статического электричества:

- поток жидкости (нефть или смеси нефти и воды) в трубах и фильтрах тонкой очистки;
- оседание твёрдых частиц и взаимодействие несмешивающихся жидкостей (ржавчина или вода, смешивающиеся с нефтью);
- выброс частиц или капель из сопла (прим. промывка водой или начальные стадии заполнения цистерн нефтью);
- интенсивное трение синтетических полимеров и последующее их разъединение (прим. трение полипропиленовой веревки о ПВХ перчатки) [165].

Предотвращение образования статического электричества как источника возгорания может быть достигнуто путем соединения и заземления. Соединение – это процесс связывания двух или более проводящих объектов с помощью проводника. Заземление – это процесс соединения одного или более проводящих объектов с землей. Если ни заземление, ни соединение осуществить невозможно, то замена может стать альтернативой. Так, некоторые виды абсорбирующих салфеток могут вызвать искру статического электричества, если они не сложены вместе.

При подходящих условиях такая искра может привести к возгоранию легковоспламеняющихся веществ. В качестве альтернативы при замещении антистатическими сорбентами 3М - HP556 риск возникновения искры может быть устранен [166].

Специалистами из Китайского нефтяного университета было проведено тематическое исследование аварий, связанных с воздействием статического электричества, в процессе хранения и транспортировки нефти и газа [167]. Целью исследования являлось выявление причин, приведшим к 99 авариям, связанных со статическим электричеством, которые произошли в процессе хранения и транспортировки нефти за последние 30 лет. Как указано в таблице 4.1, ненадлежащее выполнение процесса погрузки и разгрузки нефти было самой частой причиной аварий. Плохое заземление и статическое электричество на человеческих телах стали второй и третьей наиболее частой причиной. Остальные причины были связаны с материалами нефтегазовых контейнеров, различными смесями масел, неисправностью резервуара и т.д.

*Плохое заземление.* Существуют две основные причины плохого заземления. Первая – отсутствие заземляющего провода, вторая – повреждение или обрыв заземляющего провода. Среди 24 несчастных случаев плохого заземления некоторые резервуары для хранения воспламенялись непосредственно от разряда статического электричества. Взрыв в цистерне с бензином, который произошёл 2 октября 2000 года в Хубэй, привел к 4 жертвам и материальному ущербу в размере 3 миллионов долларов. Исследования показали, что АЗС нарушала нормы защиты от статического электричества и не установила необходимое заземляющее устройство. В 1997 году произошла авария во время транспортировки нефти по реке Янцзы, когда танкер и три баржи сгорели, и разлилось почти десять тысяч тонн нефти. Причиной послужил тот факт, что трос пробоотборника не проводил электричество, поэтому на нем собирались статические заряды.

Таблица 4.1 - Причины аварий, связанных со статическим электричеством

Причина	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2012	Всего
Ненадлежащее выполнение процесса погрузки и разгрузки нефти	7	6	16	0	29
Плохое заземление	6	8	10	0	24
Статическое электричество на человеке	5	2	5	1	13
Материалы нефтегазовых контейнеров	5	5	2	0	12
Различная смесь масел	3	3	3	1	10
Неисправность резервуара	3	1	2	0	6
Разное	3	1	1	0	5
Всего	32	26	39	2	99

*Статическое электричество на человеке.* Одежда персонала является наиболее частой причиной в этой категории. В 10 из 13 случаев не использовалась антистатическая одежда. Авария, случившаяся в 1987 году в подземном нефтехранилище в Ляонин (Китай), была вызвана воспламенением в результате воздействия статического электричества, образовавшегося на телах рабочих. В 2002 году произошёл взрыв, когда работник, носивший синтетическую одежду, заправлял автомобиль на бензоколонке.

Таким образом, электростатический разряд, образующийся на теле человека, является одной из основных причин воспламенения, поэтому в производственных условиях персонал должен носить антистатическую одежду и обувь, а также касаться точек заземления, чтобы снять статическое напряжение при входе на потенциально взрывоопасную территорию.

Существует много причин техногенных аварий, важнейшая из которых связана со статическим электричеством. В целях предотвращения таких



аварий и смягчения их последствий, торговыми организациями и инженерными обществами были опубликованы многочисленные технические требования и стандарты контроля статического электричества в промышленности. Хотя, большинство компаний соблюдали эти стандарты и рекомендации, аварии, связанные со статическим электричеством, все еще происходили в нефтегазовой отрасли. Поэтому очень важно учитывать опыт прошлого для обеспечения безопасного хранения и транспортировки нефти и газа в будущем, большинство аварий можно бы было избежать при условии грамотной организации производственных процессов и реализации эффективной программы управления безопасностью.

Следовательно, опасности, вызванные статическим электричеством в процессе хранения и транспортировки нефти, должны быть надлежащим образом учтены и нейтрализованы.

Одними из крупнейших российских нефтегазовых компаний в мире являются «ЛУКОЙЛ» [168-171]. Наименование компании происходит от первых букв названий городов нефтяников (Лангепас, Урай, Когалым) и слова «ойл» (от англ. oil — нефть). Основная деятельность ЛУКОЙЛа осуществляется на территории Уральского федерального округа РФ - на территории Ямало-Ненецкого автономного округа и Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Рассмотрим климатическую ситуацию Крайнего Севера на примере Ханты-Мансийского автономного округа. Климат умеренный континентальный, характеризующийся быстрой сменой погодных условий, особенно осенью и весной, а также в течение суток. На формирование климата существенное влияние оказывает защищённость территории с запада Уральским хребтом, а также открытость с севера, способствующая беспрепятственному проникновению холодных арктических масс. Немаловажную роль играет равнинный характер местности с большим количеством рек, озёр и болот [172].

Климатический график Ханты-Мансийского автономного округа представлен на рис. 4.1, дает полезные показатели типичных климатических особенностей и ожидаемых погодных условий (температура, количество осадков, солнечная погода или ветер). «Максимальная средняя суточная температура» (плотная красная линия) указывает на максимальную среднюю температуру в течение отдельных дней месяца на Ханты-Мансийск. Аналогично этому «Минимальная средняя суточная температура» (плотная синяя линия) указывает на минимальную среднюю температуру. Жаркие дни и холодные ночи (пунктирная красная и синяя линии указывают на среднюю температуру в самый жаркий день и самую холодную ночь каждого месяца в течение 30 лет [173].

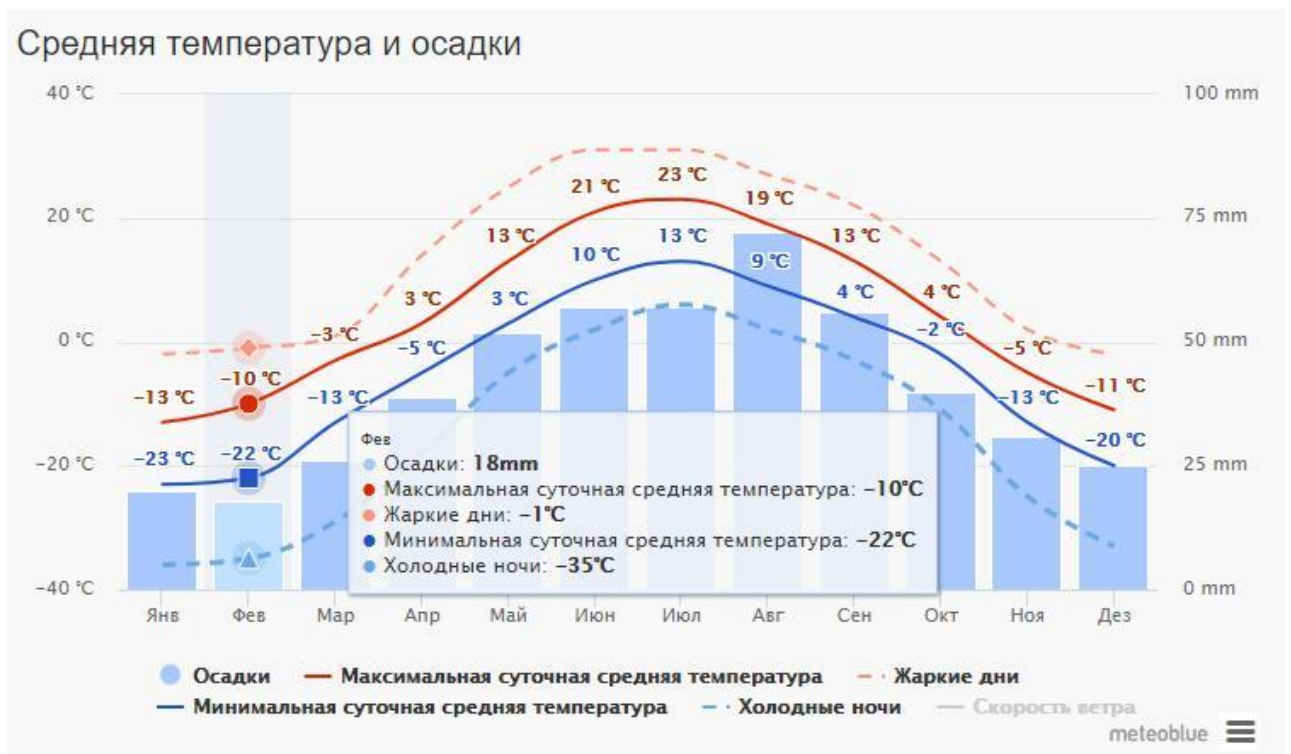


Рис. 4.1 Климатический график Ханты-Мансийского автономного округа

[173]



Рис. 4.2 Климатический график города Лангепас [173]

Лангепас - город в Ханты-Мансийском автономном округе (Югре), где находится ТПП «ЛУКОЙЛ-Лангепаснефтегаз» [174], который входит в состав ОАО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь». В Лангепасе преобладает резко-континентальный климат. Зима в этих местах холодная и продолжительная (7 месяцев). Климатический график города Лангепас представлен на рис. 4.2.

Таким образом, зима за полярным кругом длится в среднем 220–240 дней. Погода переходит на зимний режим уже в конце сентября – начале октября. Среднегодовая температура воздуха на всей территории округа отрицательная, от  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  на юго-западе до  $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$  на северо-востоке. Средняя температура января до  $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Впрочем в отдельные годы температура воздуха зимой понижается до  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже.

Таким образом, большинство нефтяных вышек на территории России находятся на Севере в сложных температурных условиях, и обувь для нефтяника должна обладать значительными теплоизоляционными показателями и эксплуатироваться в широком диапазоне температур в

сочетании со специфическими защитными функциями. Кроме того, такая спецобувь должна соответствовать следующим показателям [175]:

- иметь масло- и нефтестойкую подошву с противоскользящим протектором;
- подошва крепится методом вулканизации абсолютно герметично ;
- иметь защиту со всех сторон стопы, стальной или защитный подносок из композитов.

#### **4.2 Исследование антистатических показателей специальной обуви для нефтяников**

По разработанной методике исследования системы «человек - обувь - напольное покрытие» с использованием индикатора-регистратора ИРИ-04М (см. п. 3.2) нами проведены испытания специальной обуви в условиях Крайнего Севера на производственной базе компании ЛУКОЙЛ в Ханты-Мансийском автономном округе (Югра), в городе Лангепас [176].

Испытуемые образцы специальной обуви для работы в условиях Крайнего севера, предоставленные ГК «Восток-Сервис» [177, 178], имеет следующие характеристики: модель «Сапоги МОТОР 5»: черного цвета, верх обуви выполнен из натуральной гладкой кожи - кордура, подкладка из текстильного материала по технологии DRY SYSTEM, подносок из композита 200 Дж с антипрокольной стелькой из кевлара, с трехслойной подошвой из полиуретана/термополиуретана/ (от -35 °С до +120 °С), литьевого метода крепления. Особенности модели являются мягкий кант, который повышает удобство при эксплуатации; технология DRY SYSTEM способствует улучшенному воздухообмену и отводу влаги; модель на молнии имеет клапан с напылением для лучшего захвата при надевании.

Испытуемые образцы изготовлены в соответствии с ГОСТ 28507-99 «Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от механических воздействий. Технические условия (с Изменением N 1)» и соответствует

требованиям, указанным в таблице 4.2 [179], и ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» [17].

Таблица 4.2 – Требования к специальной обуви с верхом из кожи по ГОСТу 28507-99 [179]

Вид обуви	Половозрастная группа обуви	Размер обуви по ГОСТ 11373	Количество полнот	Условное обозначение защитных свойств обуви по ГОСТ 12.4.103
Сапоги	Мужская	240-307	2	Мун 5; Мун 15; Мун 25; Мун 50; Мун 100; Мун 200; Мп; Ми; Мут 3; Мул 2; Муб 1
	Женская	210-285	2	Мун 5; Мун 15; Мун 25; Мун 50; Мун 100; Мун 200; Мп; Ми; Мут 3; Мул 2; Муб 1

Для придания обуви антистатического эффекта предложена экспериментальная конструкция (рис. 4.3), включающая насадки с заземляющими элементами, надетыми на подошву. От заземляющих элементов с системой сопротивления идут провода через корпус к вкладной антистатической стельке.

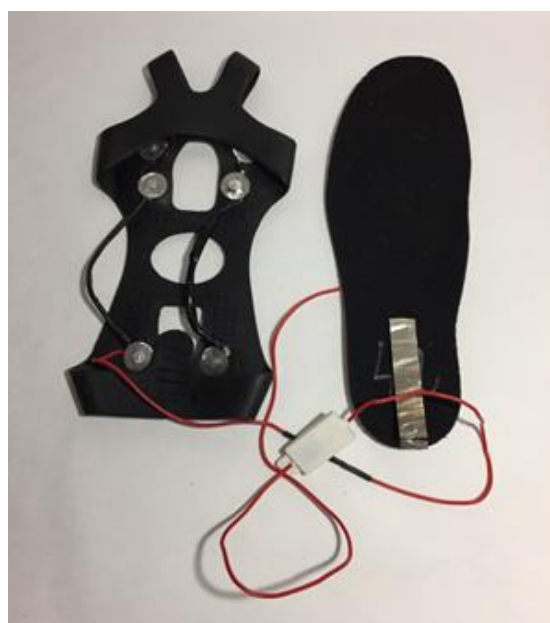


Рис. 4.3 Модель специальной обуви с заземляющей конструкцией

Целью испытания служит экспериментальное сравнение антистатических показателей, полученных при эксплуатации образца специальной обуви с конструкцией и без. В ходе испытания измерялись следующие показатели:

- температура и влажность воздуха на месте проведения испытания;
- динамика изменения напряженности ( $E$ , кВ/м) электростатического поля на поверхности тела оператора.

Сначала были проведены испытания образца специальной обуви в закрытом помещении, которые продиктованы необходимостью сопоставления результатов и выявления различий, полученных в эксперименте на рабочем объекте в открытом пространстве.

Испытания проводились при температуре  $23,7^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности 55%. Испытуемый два раза передвигался по напольному покрытию в соответствии с методикой.

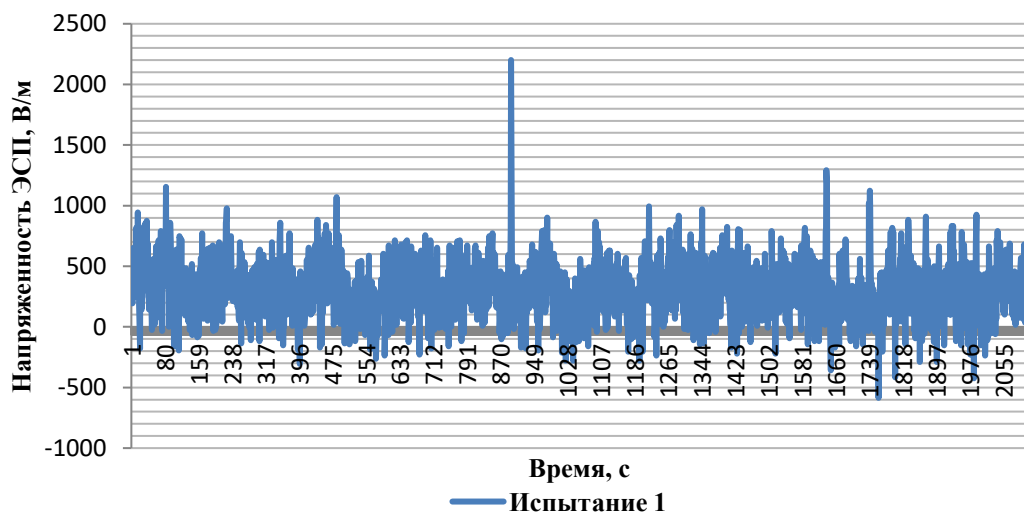


Рис. 4.4 Зависимость напряженности ЭСП образца от времени испытания № 1

На графике испытания №1 (рис. 4.4) напряженность ЭСП носит монотонный характер, не отличающийся резкими перепадами напряжения. Наблюдается три заметных скачка на отметках 2,2 кВ/м, 1,2 кВ/м и 1,1 кВ/м. Среднее значение по испытанию составляет 0,3 кВ/м.

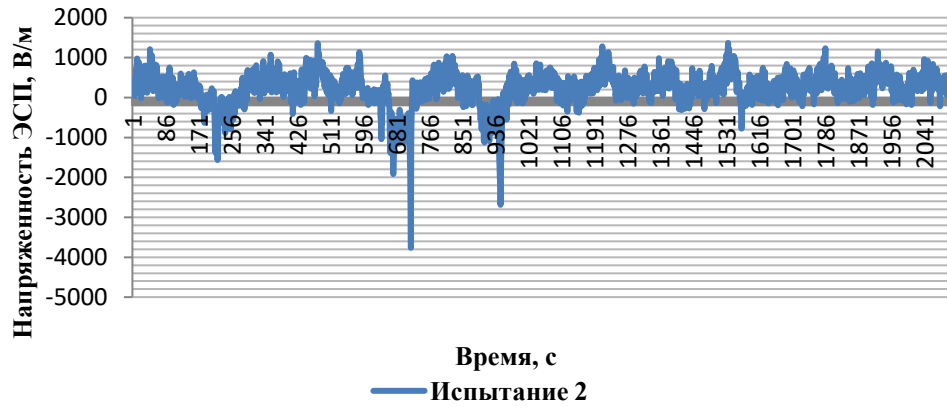


Рис. 4.5 Зависимость напряженности ЭСП от времени испытания № 2

На графике испытания № 2 (рис. 4.5) напряженность ЭСП имела тенденцию опускаться до отрицательных значений, самое минимальное из которых достигло отметки -3,7 кВ/м. Среднее значение испытания составило 0,2 кВ/м, максимальное 1,3 кВ/м. Для более наглядного представления различий или сходства между графиками, описанными выше, необходимо построить общий график (рис. 4.6) для двух испытаний.

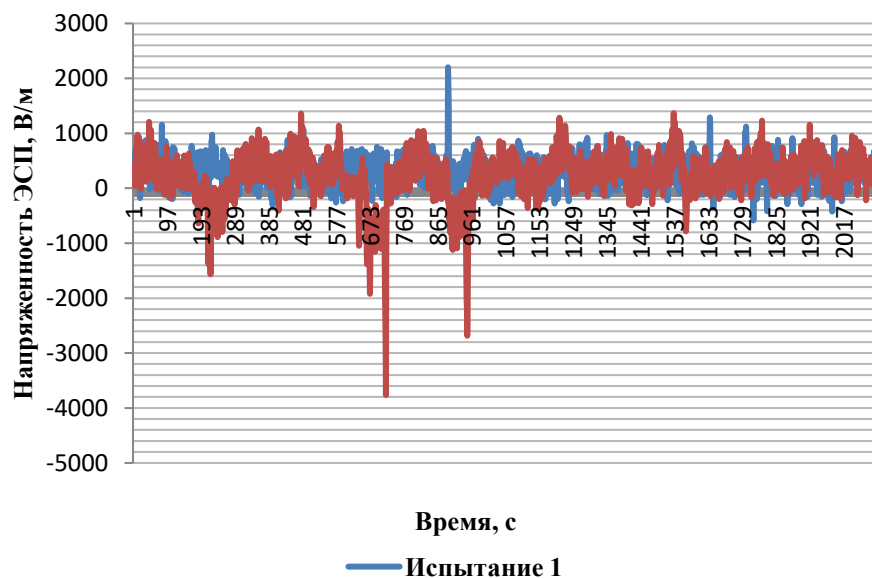


Рис. 4.6 Зависимость напряженности ЭСП от времени испытаний № 1 и 2

При сопоставлении графиков испытания № 1 и 2 (рис. 4.6) можно сказать, что резкое изменение напряженности в испытании № 1 протекало со знаком «+», а при испытании № 2 напряженность опускалась до отрицательных значений.

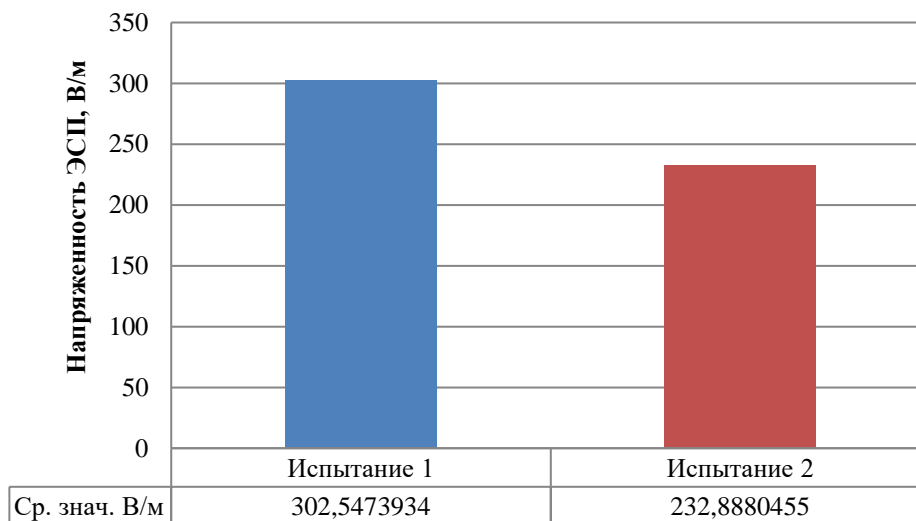


Рис. 4.7 Сравнение средних значений напряженности ЭСП испытаний № 1 и 2

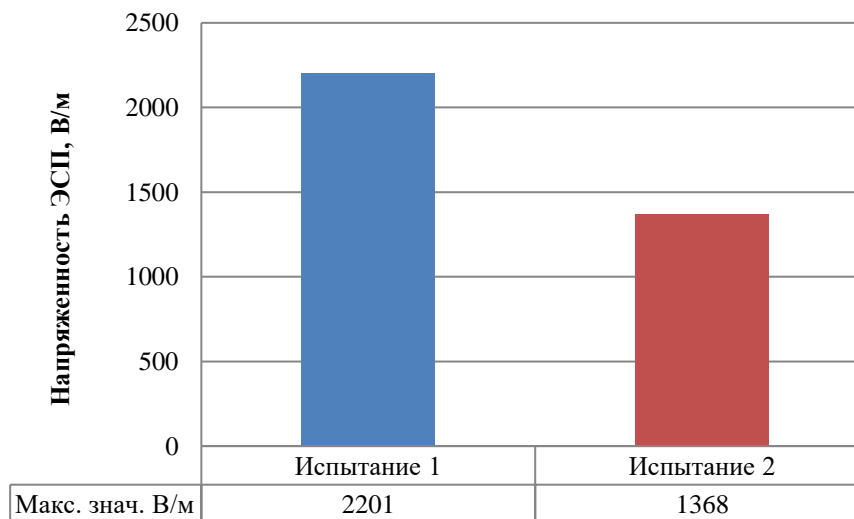


Рис. 4.8 Сравнение максимальных значений напряженности ЭСП испытаний № 1 и 2



Гистограммы (рис. 4.7) демонстрируют показатели средних значений каждого испытания. Наименьший результат показывает значение 0,2 кВ/м испытания № 2, наибольший - значение 0,3 кВ/м испытания №1. На рисунке 4.8 сравниваются показатели максимальных значений. Наименьший результат демонстрирует значение 1,3 кВ/м испытание № 2, наибольший результат - значение 2,2 кВ/м испытания №1.

Испытание образца специальной обуви с конструкцией, включало в себя такой же перечень действий, как и при испытании модели без конструкции. Испытание проводилось два раза. Температура в помещении на момент проведения испытания составляла 23°C при относительной влажности воздуха – 55%.

На графике (рис. 4.9) в результатах испытания № 1 отмечается снижение уровня напряженности до отрицательных значений в начале испытания, минимальное из которых достигло отметки -4,9 кВ/м. Среднее значение по испытанию составляет 0,12 кВ/м, а максимальное - 1,3 кВ/м.

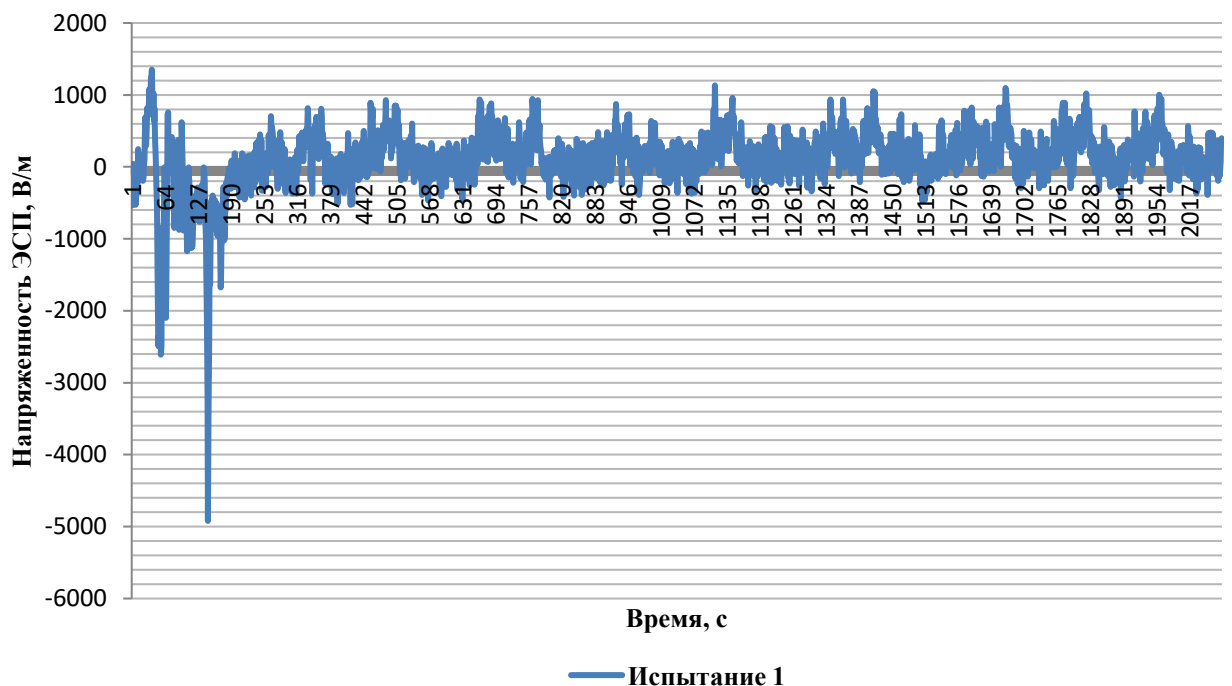


Рис. 4.9 Зависимость напряженности ЭСП от времени испытания № 1

Значения результатов испытания № 2 (рис. 4.10) находятся преимущественно в положительном интервале. Максимальное значение зафиксировано на отметке 1,2 кВ/м, минимальное -0,44 кВ/м. Среднее значение по результатам испытания составило 0,2 кВ/м.

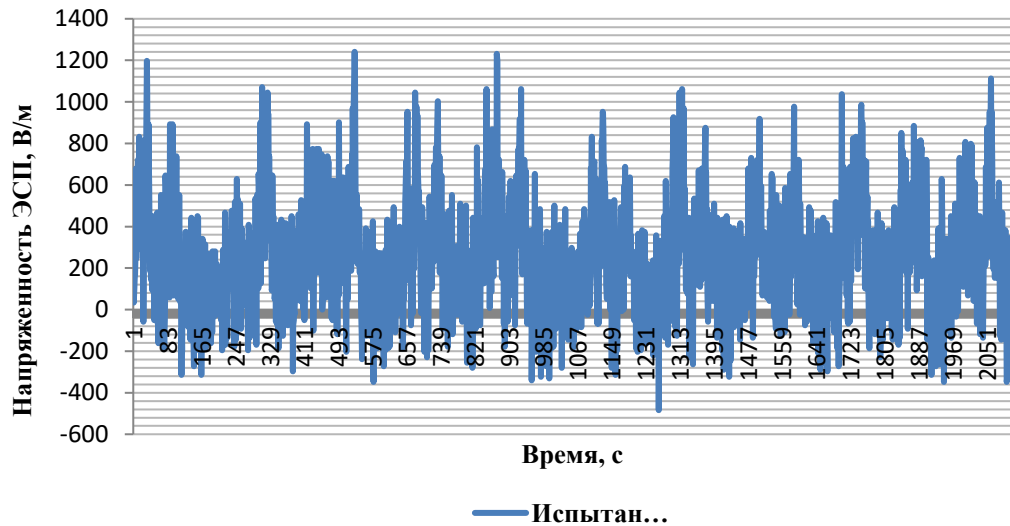


Рис. 4.10 Зависимость напряженности ЭСП от времени испытания № 2

Для более наглядного представления различий или сходства между графиками, описанными выше, необходимо построить общий график (рис. 4.11) двух испытаний.

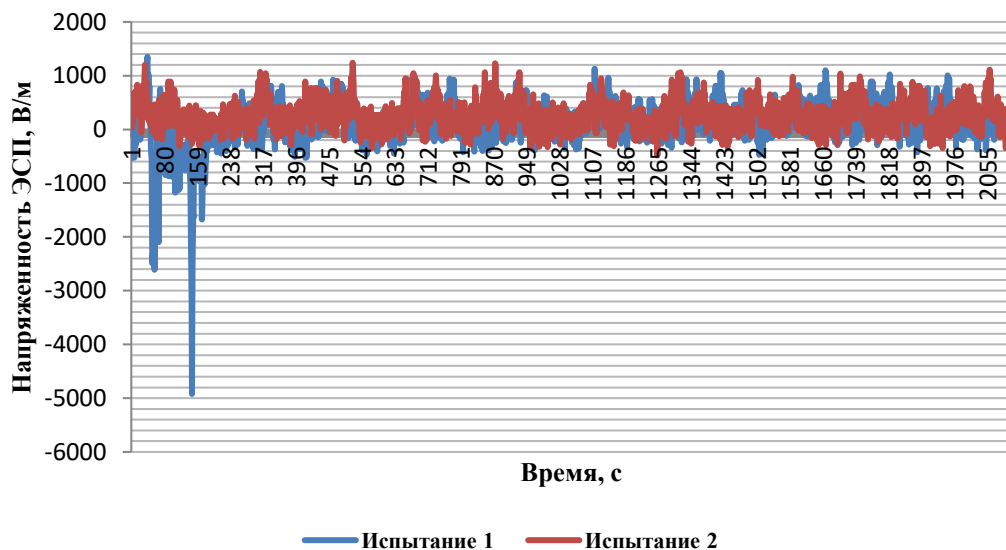


Рис. 4.11 Зависимость напряженности ЭСП от времени испытаний № 1 и 2

На общем графике результатов испытания (рис. 4.12) образца с конструкцией в условиях закрытого помещения можно наблюдать общую тенденцию изменения зависимости напряженности ЭСП от времени. При испытании № 1 происходило резкое понижение уровня напряженности с отрицательным значением. При испытании №2 резких изменений не наблюдается.

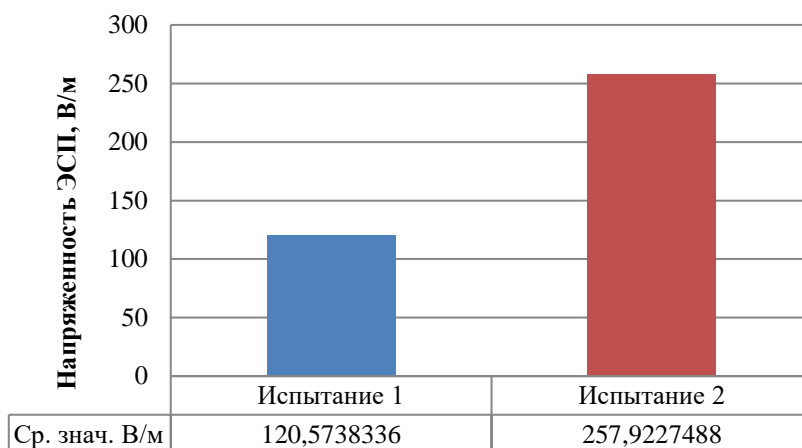


Рис. 4.12 Сравнение средних значений напряженности ЭСП испытаний № 1 и 2

Гистограмма (рис. 4.13) демонстрирует показатели средних значений каждого испытания. Наименьший результат показывает испытание № 1 со значением 0,12 кВ/м, наибольший – испытание №2 со значением 0,26 кВ/м.

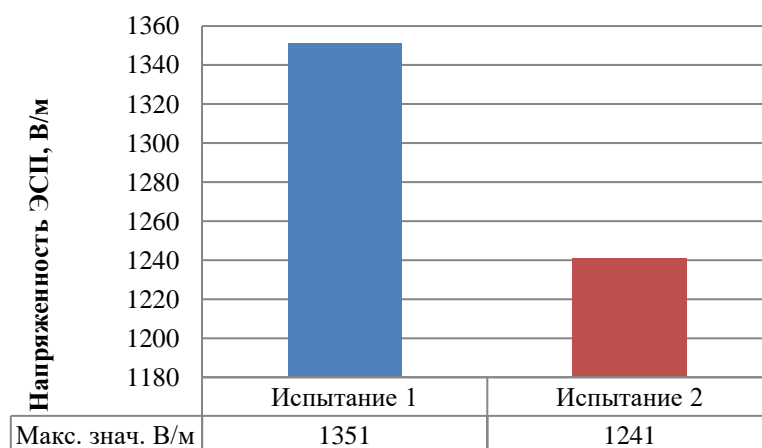


Рис. 4.13 Сравнение максимальных значений напряженности ЭСП испытаний № 1– 2

Гистограмма (рис. 4.13) демонстрирует показатели максимальных значений по результатам двух испытаний. Наибольшее значение зафиксировано при испытании №1 – 1,3 кВ/м, наименьшее при испытании №2 – 1,2 кВ/м.

Целесообразно сопоставление средних значений по результатам испытаний образца с конструкцией и без в условиях закрытого помещения. На рис. 4.14 представлены результаты испытаний третьей и четвертой серии. При первом испытании образец с конструкцией показывает положительный результат: среднее значение соответствует 0,12 кВ/м, в то время как образец без использования съемных насадок превышает предыдущий показатель более, чем в 2 раза, равняясь 0,30 кВ/м. Во втором испытании среднее значение образца с конструкцией соответствует 0,25 кВ/м, образца без конструкции равняется 0,23 кВ/м, что свидетельствует о скачках напряжения в результате движения оператора.

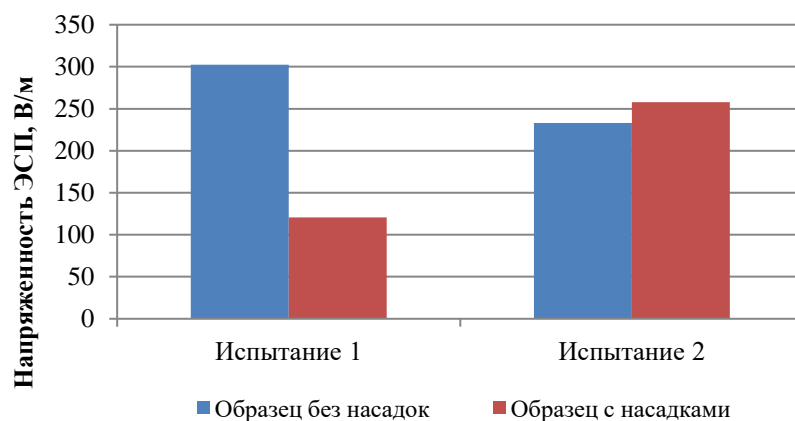


Рис. 4.14 Сравнение средних значений напряженности ЭСП испытаний образца с конструкцией и без в условиях закрытого помещения

При сопоставлении максимальных значений в условиях закрытого помещения (рис. 4.15) можно отметить, что показатели образца с конструкцией демонстрируют лучший результат на протяжении обоих испытаний.

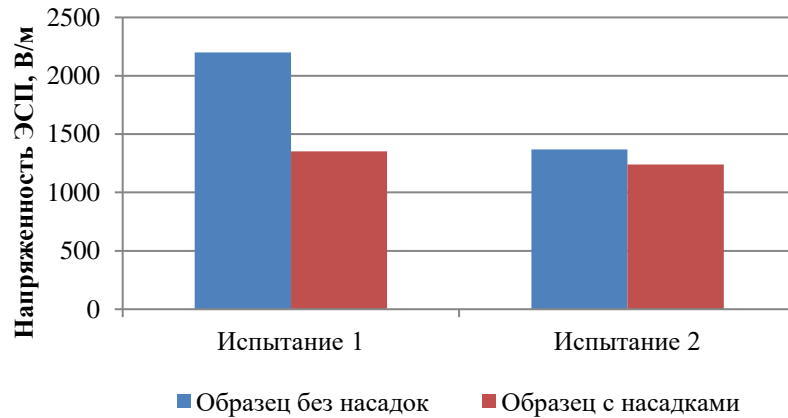


Рис. 4.15 Сравнение максимальных значений напряженности ЭСП испытаний образца с конструкцией и без в условиях закрытого помещения

Максимальные значения образца без конструкции при первом испытании достигают отметки 2,2 кВ/м, при втором – 1,36 кВ/м. Образец с конструкцией показал следующие результаты: в первом - максимум достигнут на отметке 1,35 кВ/м, во втором – 1,2 кВ/м.

Далее были проведены испытания специальной обуви без конструкции в условиях Крайнего Севера. В соответствии с разработанной методикой (см. п. 3.2) испытуемый передвигался в сапогах по снегу в рабочей зоне в течение 3 минут. Для получения более точных данных, испытание проводилось 5 раз. Температура в г. Лангепас. на момент проведения испытания составляла - 20°C, относительная влажность воздуха – 78%. После обработки данных, были построены графики зависимости напряженности ЭСП от времени (рис. 4.16-4.20).

На графике результатов испытания №1 (рис. 4.16) во время движения испытуемого значения колебались от 2,6 до 19 кВ/ при этом можно проследить два резких скачка напряжения: первый достигает отметки в 7,4 кВ/м, второй – в 19 кВ/м. Это может быть обусловлено тем, что испытуемый касался своей одежды или прибора ИРИ-4М8. В целом, средние показатели находятся в интервале от 3 кВ/м до 5 кВ/м.

График результатов испытания № 2 (рис. 4.17) демонстрирует большую скачкообразность значений по сравнению с испытанием №1. Прослеживаются 5 резких скачков напряжения: первый происходит в самом начале испытания и достигает отметки в 10,8 кВ/м. Второй скачок следует через несколько секунд после первого и фиксируется на отметке в 7,6 кВ/м. Третий несколько превышает предыдущий, достигая отметки в 7,8 кВ/м. Четвертый снижается до отметки в 6,7 кВ/м. Пятый скачок зафиксирован на отметке в 6,5 кВ/м в третьей части испытания. Минимальное значение отмечено на уровне 3 кВ/м.

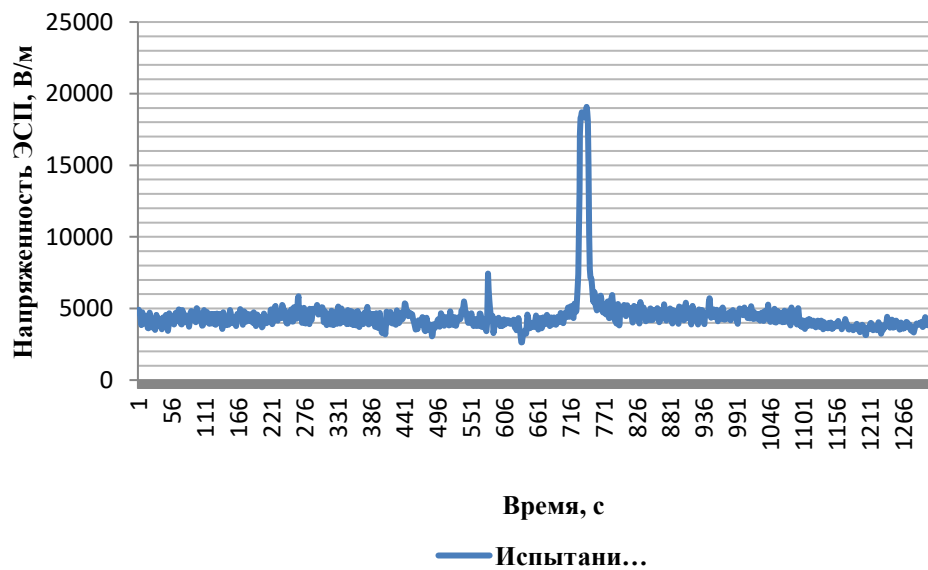


Рис. 4.16 Зависимость напряженности ЭСП от времени испытания № 1

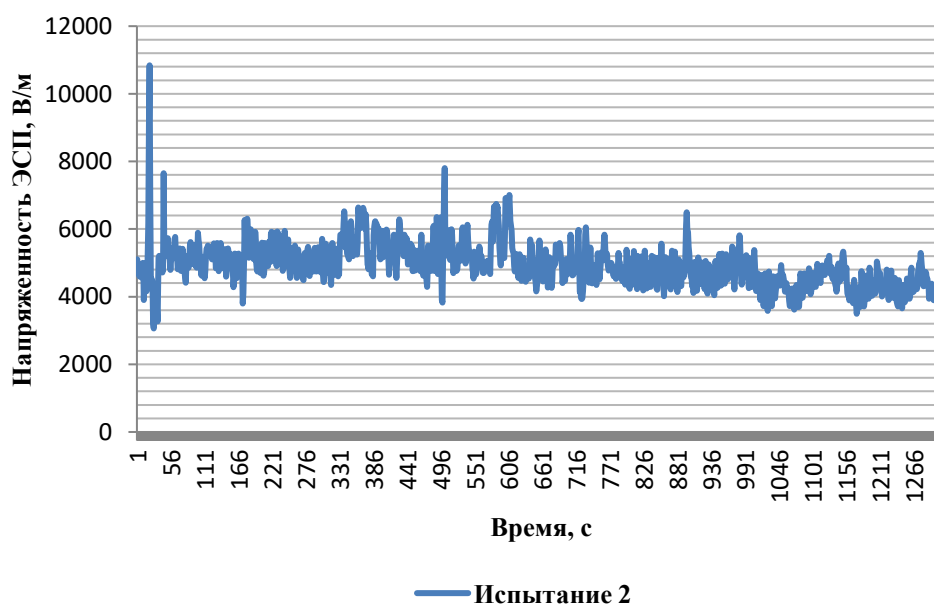


Рис. 4.17 Зависимость напряженности ЭСП от времени испытания № 2

По характеру распределение средних значений кривой можно условно разделить на 4 части. В первой части испытания средние значения отмечаются в диапазоне от 4,3 до 6,2 кВ/м, во второй – от 4,6 до 7 кВ/м. Средние значения в третьей части испытания колеблются в пределах от 3,9 до 5,8 кВ/м, а в четвертой части наблюдается понижение напряженности в интервале от 3,5 до 5,2 кВ/м.

В ходе анализа данных, полученных после испытания № 2, можно сделать вывод, что снижение показателей напряженности ЭСП на последней минуте свидетельствует о безопасности нахождения испытуемого в рабочей зоне на момент проведения эксперимента.

Средние значения напряженности ЭСП на графике результатов испытания № 3 (рис. 4.18) находятся в диапазоне от 4,4 до 5,6 кВ/м. По сравнению с результатами испытания №2, характер кривой данного испытания в рамках диапазона средних значений отличается наибольшей стабильностью. Однако количество скачков напряжения заметно превышает значения предыдущего испытания. Самое большое значение зафиксировано на отметке в 6,9 кВ/м, самое низкое – 2,7 кВ/м.

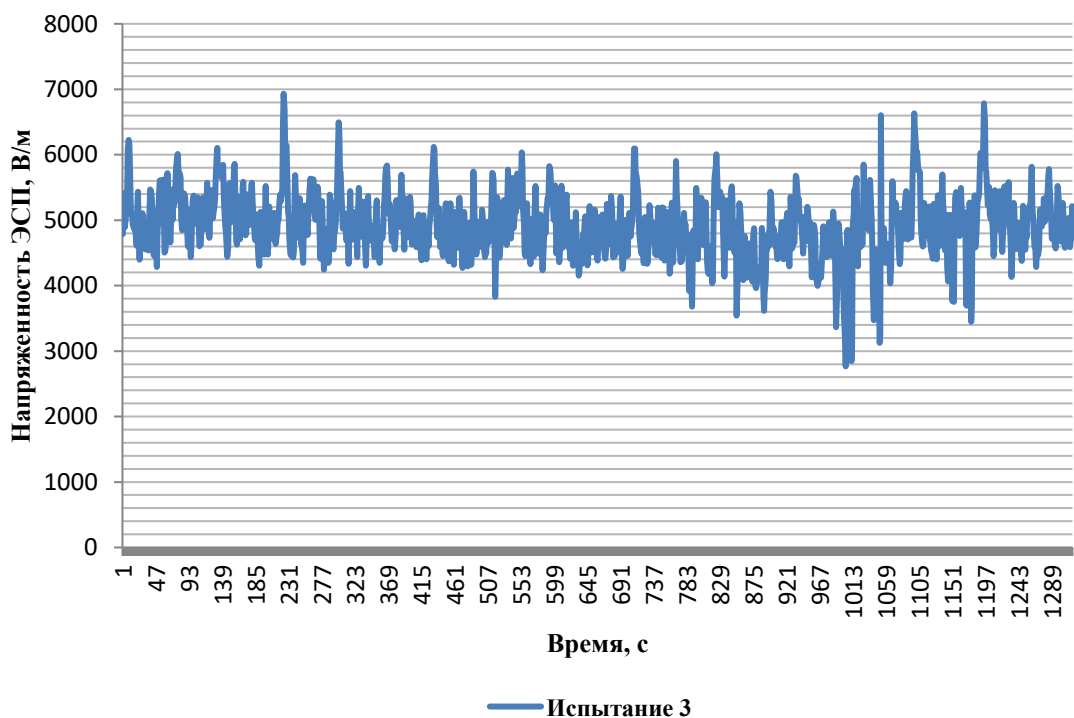


Рис. 4.18 Зависимость напряженности ЭСП от времени испытания № 3

На последней минуте испытания наблюдаются резкие изменения значений: от средних - падение до минимальных, затем увеличение до максимальных. Эти перепады могут быть обусловлены тем, что испытуемый увеличивал скорость передвижения, результатом чего служило повышение трения. Также причиной, могли послужить незначительные изменения климатических факторов, например, понижение температуры.

График результатов испытания №4 (рис. 4.19) можно условно разделить на две части: на первой минуте испытания значения располагались в интервале от 3,6 до 7,4 кВ/м, затем, как видно из изображения, произошел резкий скачок напряжения, и значение достигло наивысшей точки на отметке в 10,9 кВ/м.

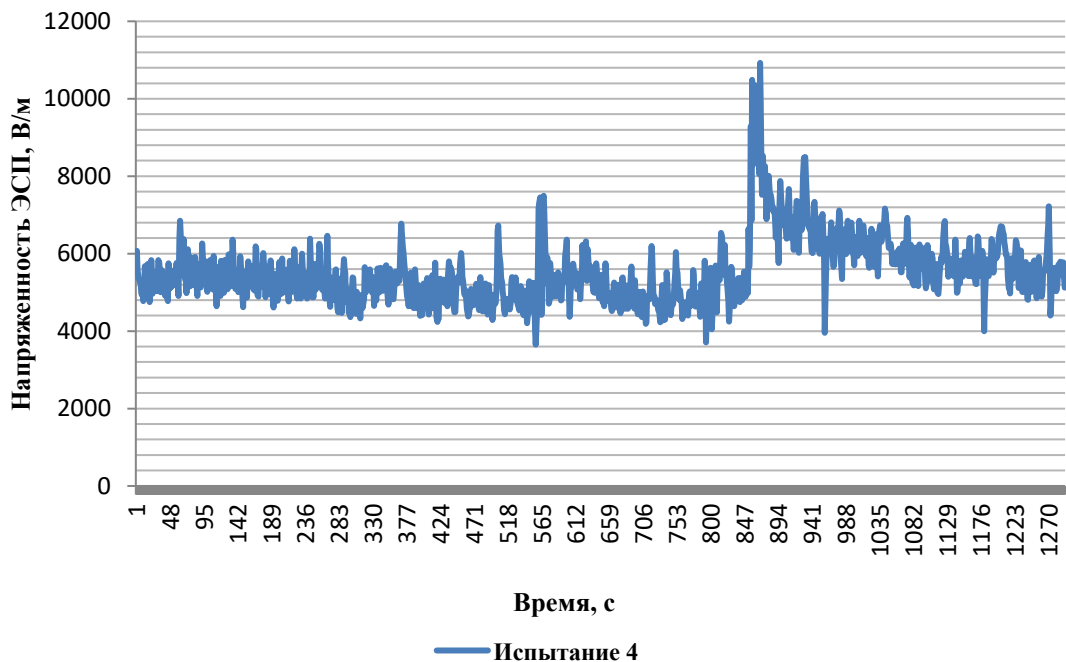


Рис. 4.19 Зависимость напряженности ЭСП от времени испытания № 4

Во второй части испытания напряженность ЭСП медленно стала понижаться, и значения расположились в интервале от 4,8 до 7 кВ/м.

Среднее значение по испытанию №4 составляет 5,5 кВ/м, минимальное 3,6 кВ/м.



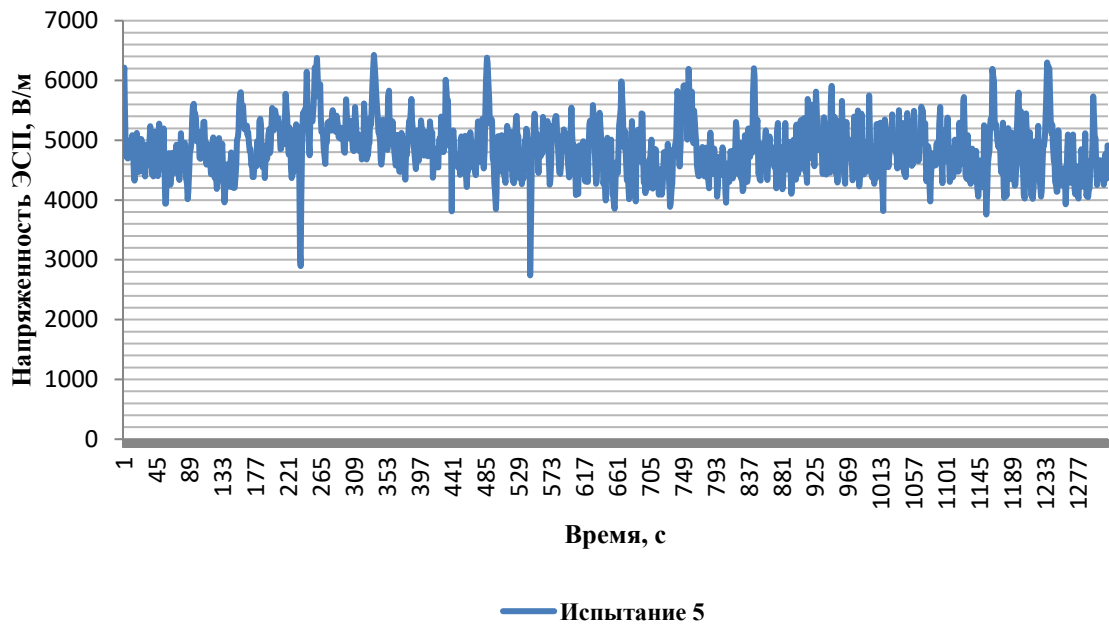


Рис. 4.20 Зависимость напряженности ЭСП от времени испытания № 5

График результатов испытания № 5 (рис. 4.20) по характеру кривой схож с графиком испытания № 3, а именно по количеству скачков напряжения и диапазону средних значений, которые располагаются в интервале от 4,4 кВ/м до 5,5 кВ/м. Среднее значение по графику составляет 4,8 кВ/м.

Максимальное значение зафиксировано на отметке в 6,4 кВ/м, а минимальное в 2,7 кВ/м. Для более наглядного представления различий или сходства между графиками необходимо построить общий график (рис. 4.21) для всех пяти испытаний.

Из графика видно, что кривые результатов испытаний № 1 и 4 выделяются из-за очень высоких показателей уровня напряженности во второй половине испытания. Можно отметить, что средние значения всех 5 графиков не превышают отметки 7 кВ/м. График результатов испытания № 5 отличается наибольшей стабильностью и меньше подвержен перепадам напряжения.

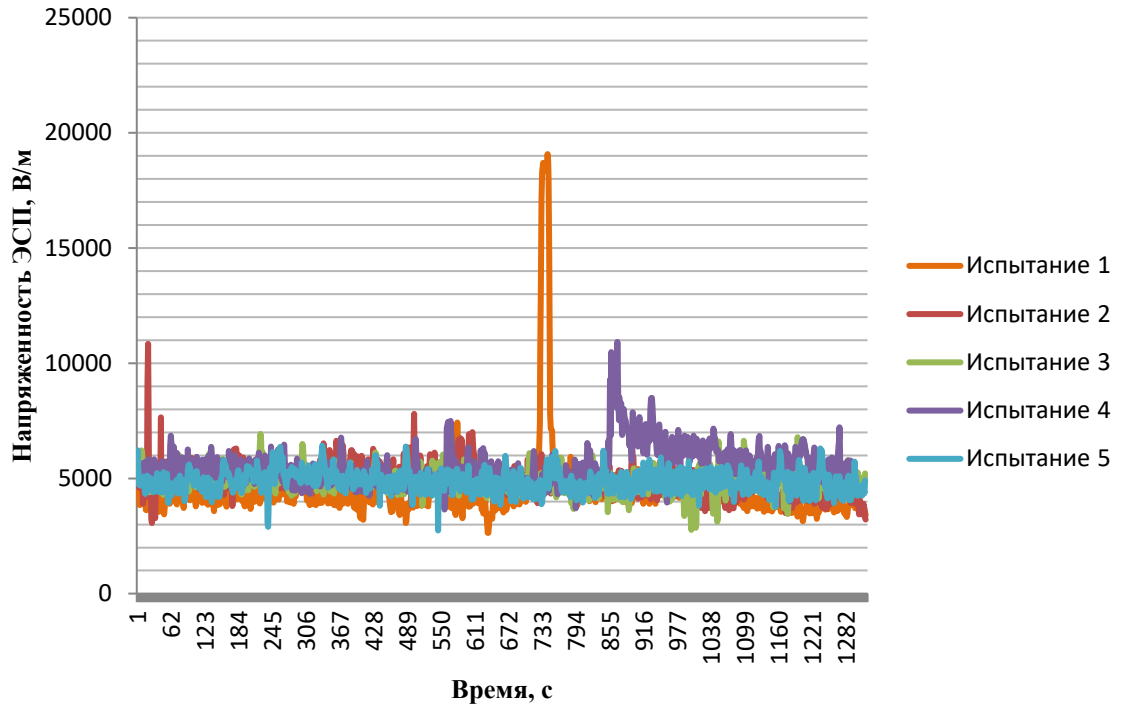


Рис. 4.21 Зависимость напряженности ЭСП от времени испытаний № 1 – 5

Результаты средних и максимальных значений каждого испытания сведены в гистограммы (рис. 4.22 - 4.23).

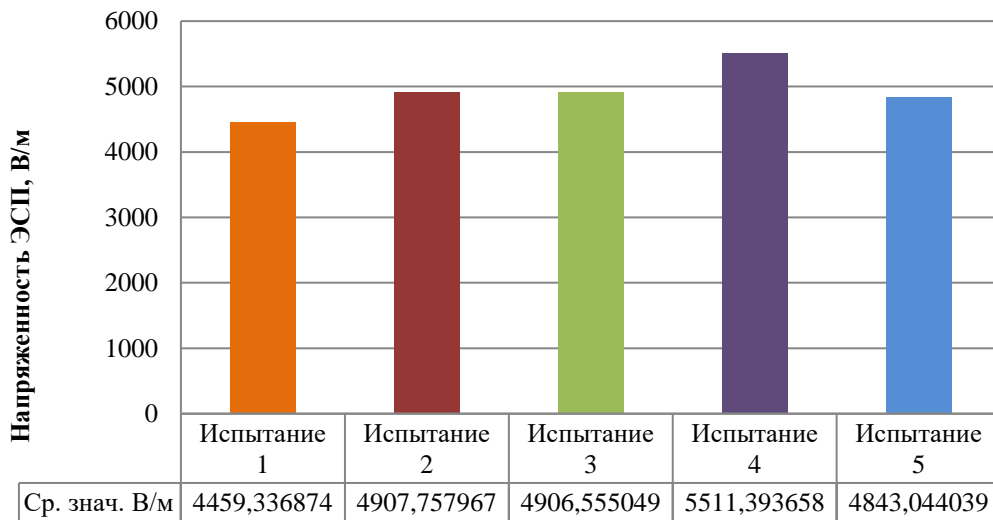


Рис. 4.22 Сравнение средних значений напряженности ЭСП испытаний № 1 – 5

Результаты на гистограмме (рис. 4.22) демонстрируют показатели средних значений каждого испытания. Наименьший результат показывает

испытание № 1 со значением 4,4 кВ/м, наибольший – испытание № 4 со значением 5,5 кВ/м.

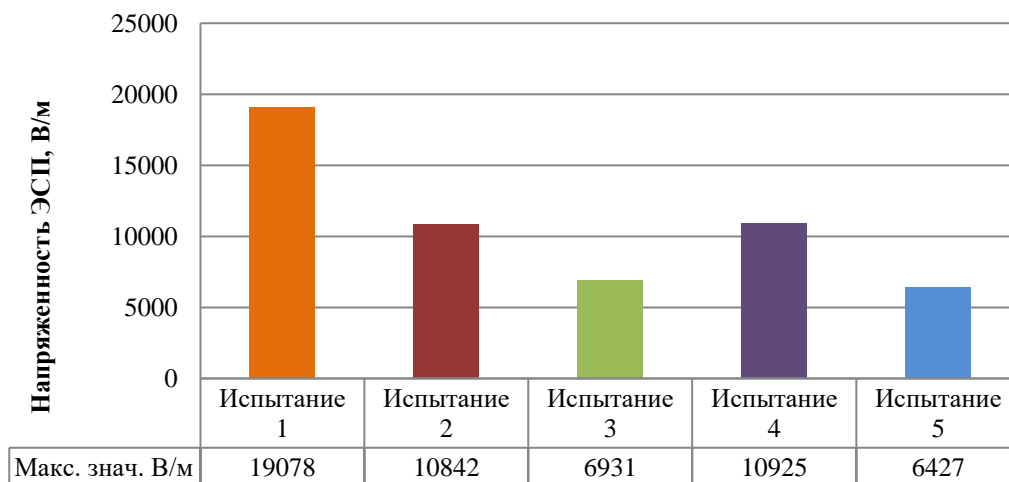


Рис. 4.23 Сравнение максимальных значений напряженности ЭСП испытаний № 1 – 5

При сравнении максимальных значений (рис. 4.23) наименьшее среди остальных демонстрирует испытание № 5 со значением 6,4 кВ/м, наибольшее испытание №1 – 19 кВ/м.

Испытание специальной обуви со съемной конструкцией в условиях Крайнего Севера включало в себя такой же перечень действий, как и при испытании образца без конструкции. Испытание проводилось 5 раз. Температура в г. Лангепас на момент проведения испытания понизилась до -25°С при относительной влажности воздуха – 75%.

После обработки данных были получены графики зависимости напряженности ЭСП от времени (рис. 4.24 - 4.28).

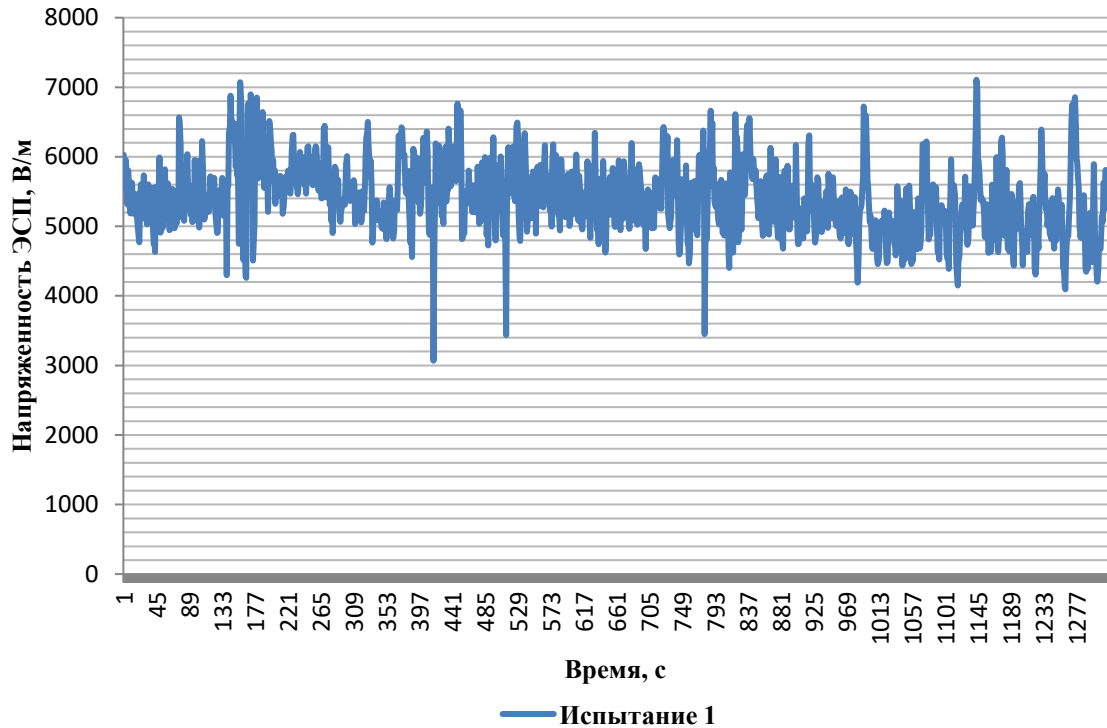


Рис. 4.24 Зависимость напряженности ЭСП от времени испытания № 1

Большинство значений графика испытания № 1 (рис.4.24) находится в интервале от 4,5 до 6,6 кВ/м. Среднее значение равно 5,3 кВ/м.

Можно увидеть, что для этого испытания характерно резкое падение напряжения: так, одно из минимальных значений зафиксировано на отметке в 3 кВ/м. Максимальное значение достигнуто на отметке в 7,1 кВ/м.

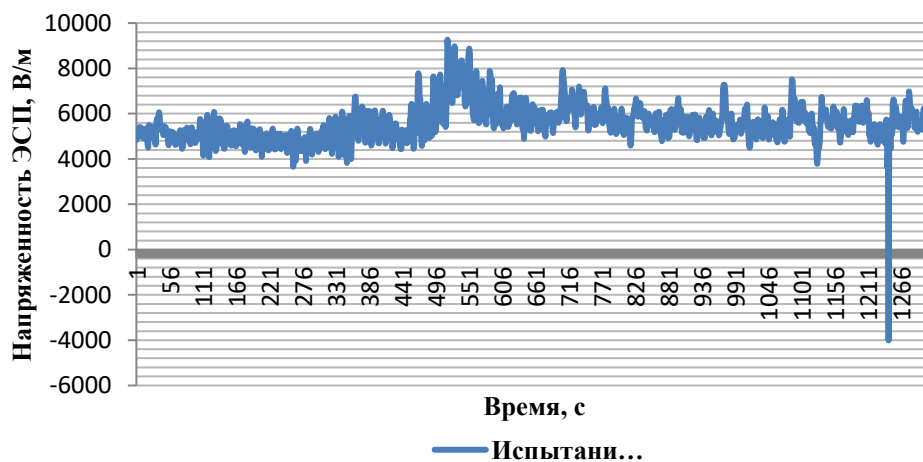


Рис. 4.25 Зависимость напряженности ЭСП от времени испытания № 2

Первая часть испытания № 2 (рис.4.25) протекала в диапазоне от 3,6 до 6,7 кВ/м. Значения на второй минуте начинают возрастать, и интервал расположения значений меняется: максимальный показатель достигается на отметке 9,2 кВ/м. Среднее значение испытания – 5,5 кВ/м.

При проведении испытания фиксируется отрицательное значение уровня напряженности ЭСП, оно же минимальное и составляет -4 кВ/м.

Уровень напряженности испытания № 3 (рис.4.26) сначала снижается, начиная с отметки 12 кВ/м. Затем значения резко возрастают, достигнув максимума на отметке в 14,3 кВ/м, через несколько секунд достигается второй максимум в 13,9 кВ/м, после которого уровень напряженности начинает снижаться.

В ходе испытания было отмечено три минимальных значения уровня напряженности ЭСП: первый на 1,08 минуте и равен 2,6 кВ/м, второй – на 1,44 минуте со значением 0,8 кВ/м, третий – на 2,30 минуте со значением 1,03 кВ/м.

Среднее значение составляет 8,9 кВ/м. Характер графика зависимости заметно отличается от двух предыдущих испытаний: диапазон значений по шкале напряженности располагается выше, однако, наблюдается общая тенденция к понижению значений уже на первой минуте проведения испытания.

Первая половина испытания № 4 (рис.4.27) протекала без резких перепадов уровня напряженности. Значения располагаются в интервале от 8 кВ/м до 11,4 кВ/м.

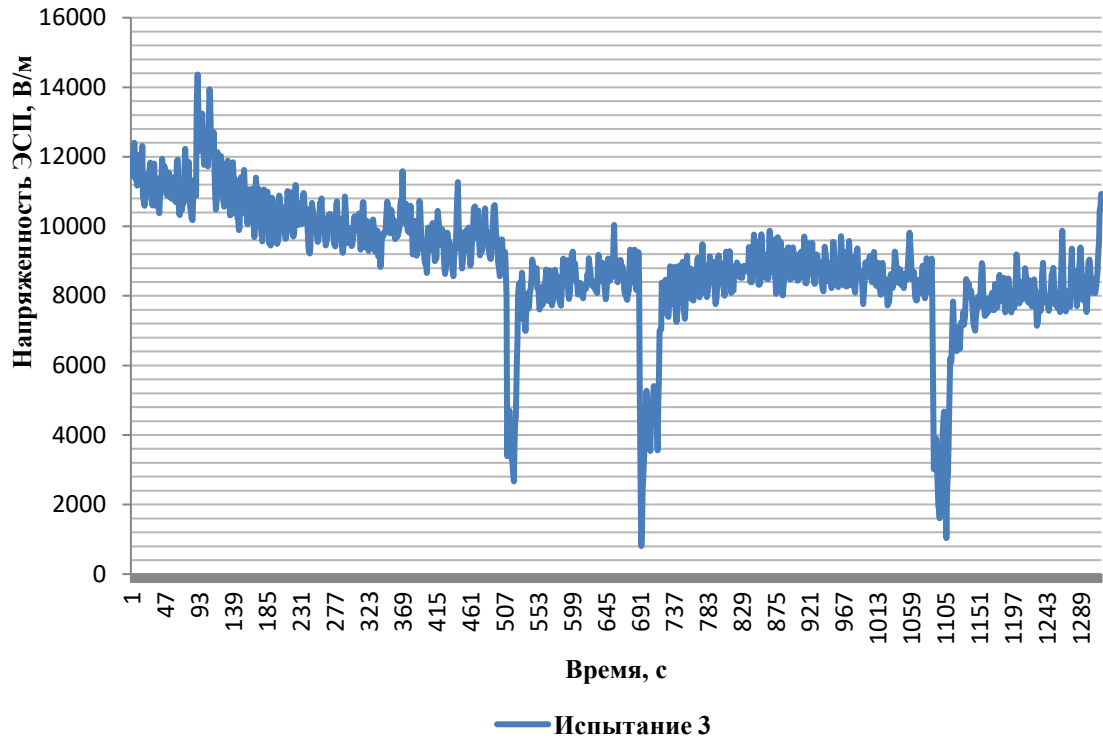


Рис. 4.26 Зависимость напряженности ЭСП от времени испытания № 3

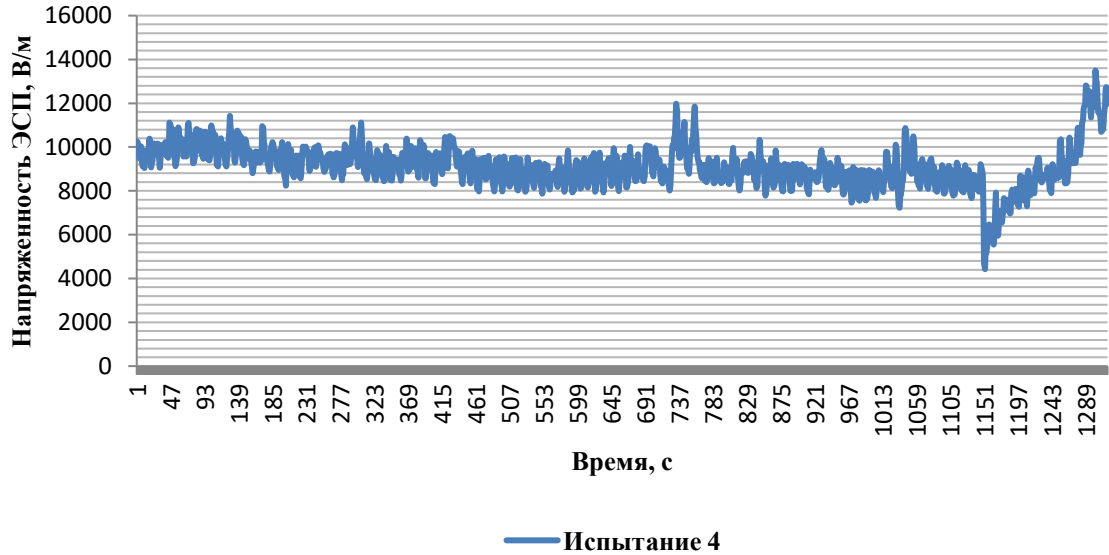


Рис. 4.27 Зависимость напряженности ЭСП от времени испытания № 4

Во второй половине испытания на графике наблюдаются перепады напряжения. На 2,4 минуте достигается минимальное значение 4,4 кВ/м, а на 2,71 минуте – 13,4 кВ/м. Среднее значение составляет 9,1 кВ/м.

На графике результатов испытания № 5 (рис.4.28) показатели варьируются в диапазоне от 9 до 15 кВ/м. В начале уровень напряженности ЭСП возрастает, затем снова снижается. Такой характер наблюдается вплоть до окончания испытания.

Минимальное значение зафиксировано на отметке в 5,1 кВ/м, максимальное – 15,6 кВ/м. Среднее значение составило 10,3 кВ/м.

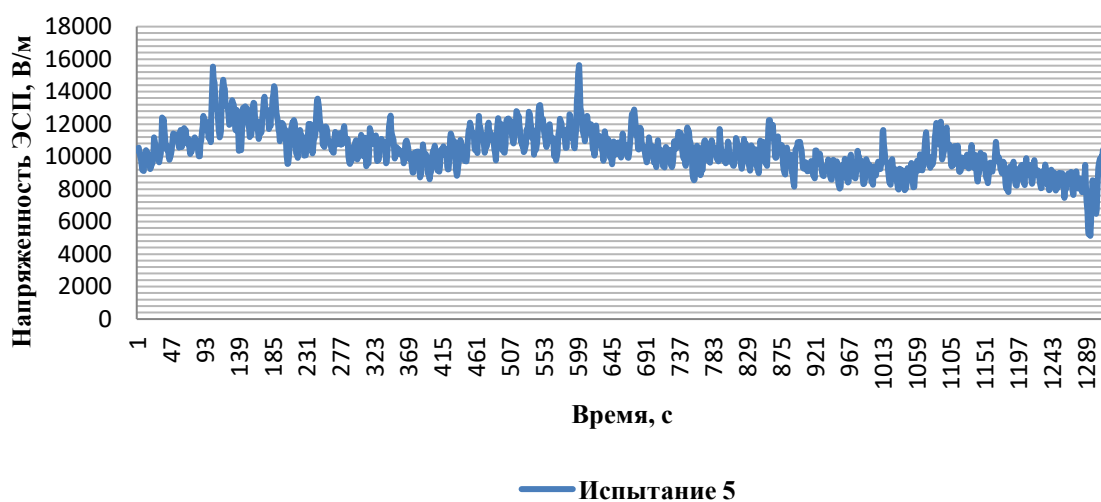


Рис. 4.28 Зависимость напряженности ЭСП от времени испытания № 5

Для более наглядного представления различий или сходства между графиками, описанными выше, необходимо построить общий график (рис. 4.29) для всех пяти испытаний модели с конструкцией.

При сравнении графиков результатов всех пяти испытаний образца с конструкцией можно сделать следующие выводы: испытание № 1 показывает положительные результаты из-за низкого уровня напряженности ЭСП. С течением времени, при каждом последующем проведении испытания, показатели ухудшались, и наименее благоприятный результат демонстрирует график испытания № 5. Сходство испытаний № 2 и 3 заключается в резких падениях уровня напряженности.

Результаты средних и максимальных значений каждого испытания модели с конструкцией сведены в гистограммы (рис. 4.30, 4.31). На

гистограмме (рис. 4.30) демонстрируются показатели средних значений каждого испытания. Наименьший результат показывает испытание № 1 со значением 5,3 кВ/м, наибольший – испытание №5 со значением 10,3 кВ/м.

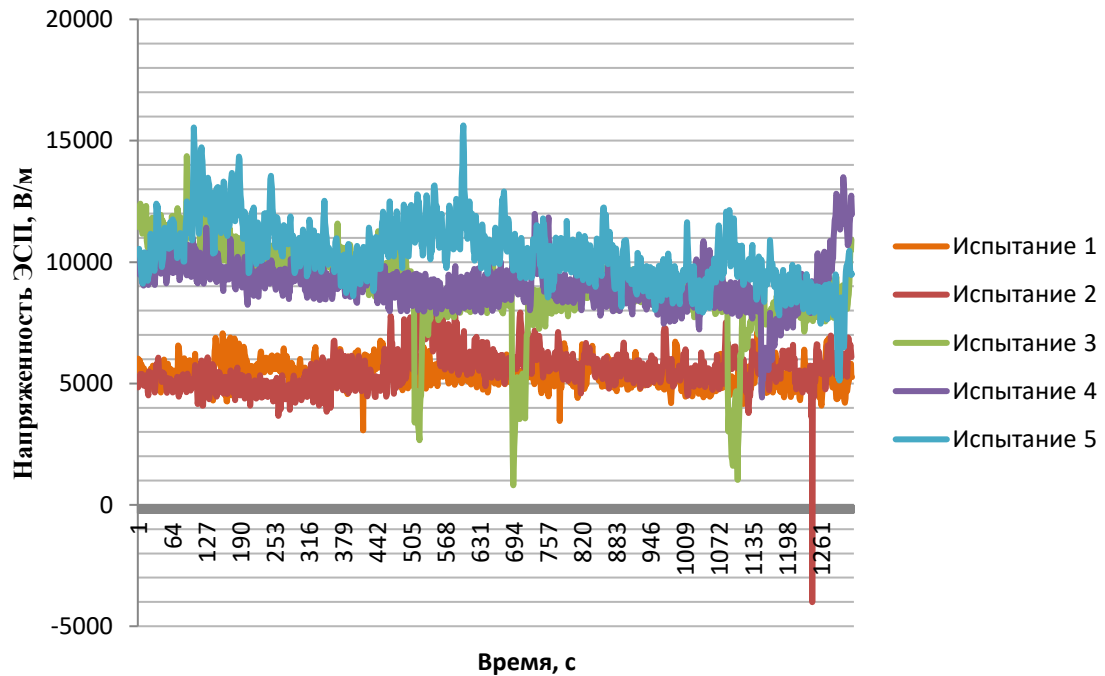


Рис. 4.29 Зависимость напряженности ЭСП от времени испытаний № 1 – 5

При сравнении максимальных значений напряженности ЭСП (рис.4.31) можно увидеть, что наибольший показатель испытания № 5 – 15,6 кВ/м. Наименьшее значение демонстрирует испытание № 1 со значением 7,1 кВ/ м. Гистограммы наглядно демонстрируют, что лучшие показатели зафиксированы при первом испытании.



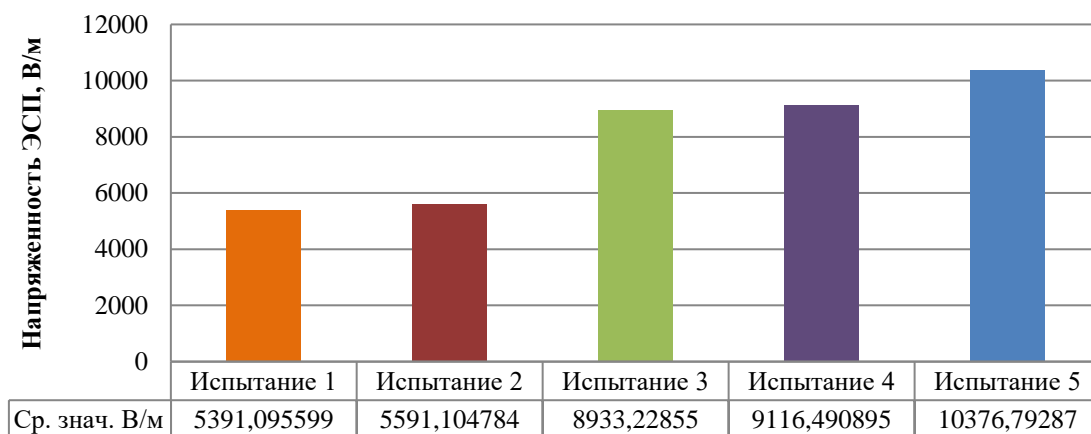


Рис. 4.30 Сравнение средних значений напряженности ЭСП  
испытаний № 1 – 5

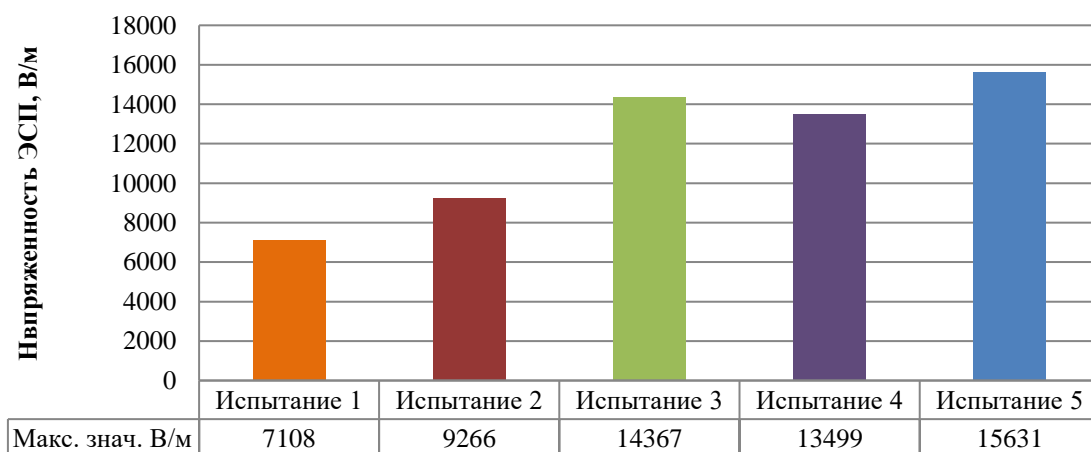


Рис. 4.31 Сравнение максимальных значений напряженности ЭСП  
испытаний № 1 – 5

Целесообразно сопоставление средних значений по результатам испытаний образца с конструкцией и без нее. На рис. 4.32 представлены результаты пяти испытаний первой и второй серий.

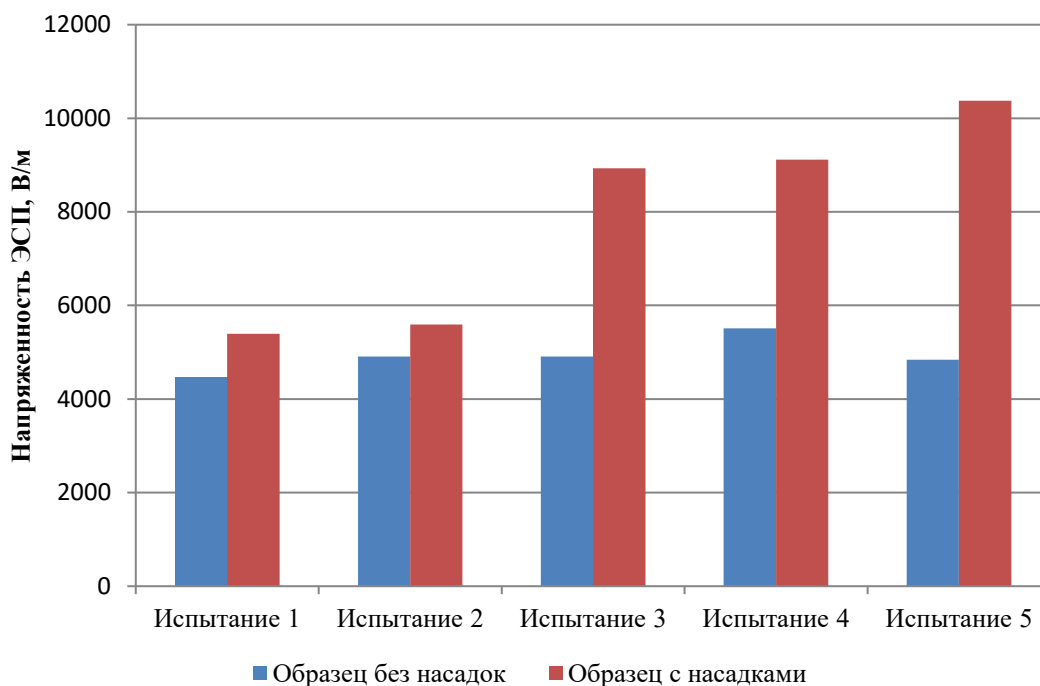


Рис. 4.32 Сравнение средних значений напряженности ЭСП испытаний образца с конструкцией и без нее

Из показаний средних значений напряженности ЭСП можно обнаружить тенденцию к росту показателей. Показатели средних значений при испытаниях с конструкцией выше показателей модели без конструкции, что в свою очередь может быть связано с понижением температуры на 5 градусов на момент проведения испытания.

На рис. 4.33 сравниваются показатели максимальных значений напряженности ЭСП всех пяти испытаний. Образец с использованием конструкции демонстрирует положительные результаты на протяжении первых двух испытаний. Начиная с третьего испытания положительные результаты демонстрировал образец без использования конструкции.

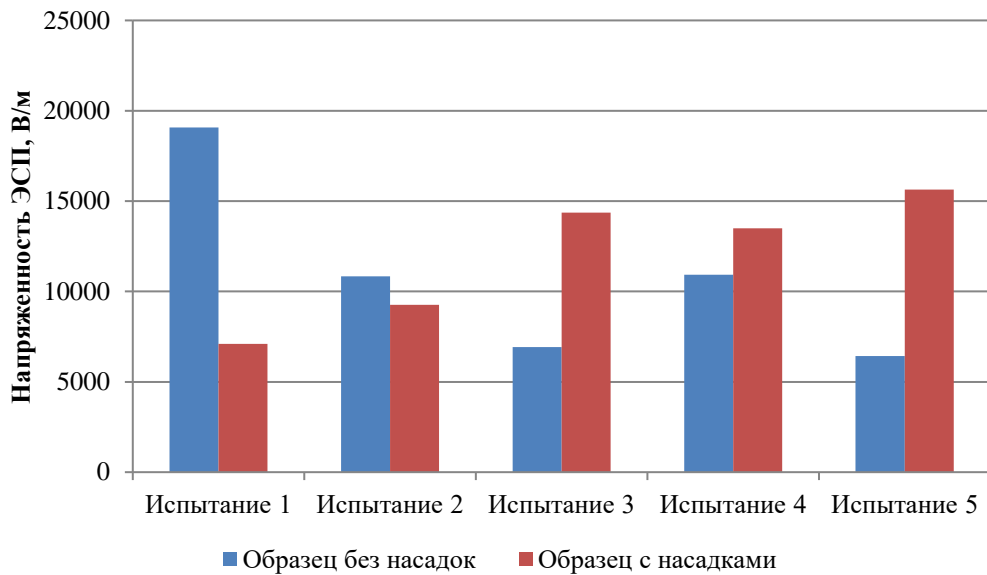


Рис. 4.33 Сравнение максимальных значений напряженности ЭСП испытаний образца с конструкцией и без

Обращаясь к ГОСТу 12.1.045-84 [180], в котором прописаны допустимые уровни напряженности электростатических полей, устанавливаемые в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах, можно отметить, что при напряженности электростатических полей менее 20 кВ/м время пребывания в электростатических полях не регламентируется. Показатели на гистограммах не превышают отметки в 20кВ/м из чего можно сделать вывод, что испытуемому не грозит опасность в зоне проведения испытания, и специальная обувь отвечает предъявляемым к ней требованиям.

В свою очередь на гистограмме (рис. 4.34) сравниваются показатели средних значений первых двух испытаний образца без конструкции в условиях Крайнего Севера и закрытом помещении.

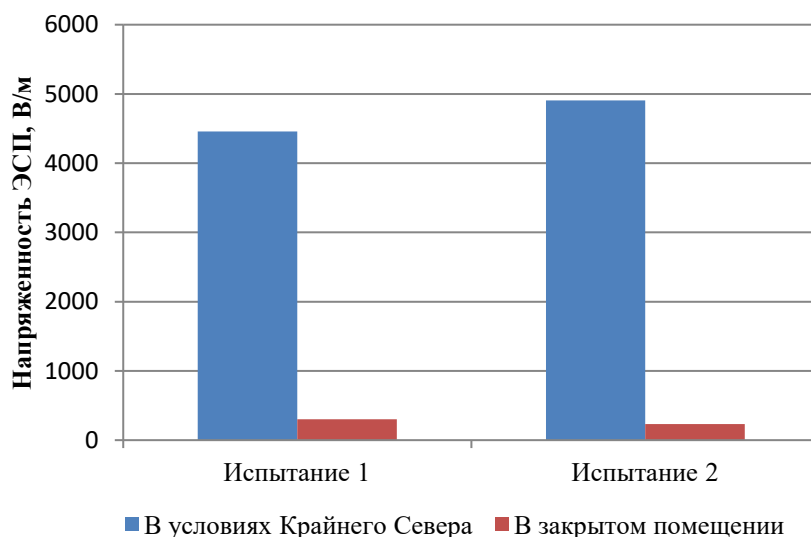


Рис. 4.34 Сравнение средних значений напряженности ЭСП испытаний образца без конструкции в условиях Крайнего Севера и закрытого помещения

На гистограмме (рис. 4.35) сравниваются показатели средних значений первых двух испытаний образца с конструкцией в условиях Крайнего Севера и закрытом помещении.

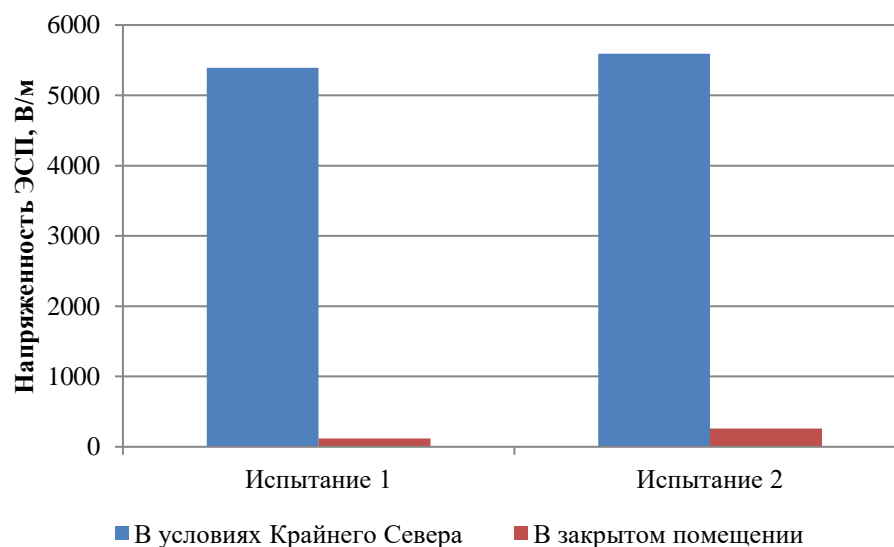


Рис. 4.35 Сравнение средних значений напряженности ЭСП испытаний образца с конструкцией в условиях Крайнего Севера и закрытого помещения

Несмотря на большую разницу в средних значениях, которая, на наш взгляд, обусловлена изменением климатических условий при проведении испытаний, показатели не превышают допустимых значений, установленных ГОСТ 12.1.045-84 [179] и 53734.5.1-2009 [35].

При сравнении значений напряженности ЭСП, модель с использованием насадок демонстрирует положительные результаты на протяжении первых 2 испытаний: напряженность ЭСП не превышает 10 кВ/м. Кроме испытаний в северных климатических условиях, проведены лабораторные испытания съемной конструкции, в которой модель с использованием насадок показывает лучшие результаты, чем модель без конструкции, что говорит о положительном результате.

Таким образом, предложенная экспериментальная конструкция положительно показала себя в лабораторных условиях, но не выполнила поставленные задачи в климатических условиях Крайнего Севера. Возможная причина - отсутствие гальванической связи насадки с землей из-за наличия снежного покрова, который при температурах воздуха ниже минус 10°C является хорошим изолятором [181]. Дальнейшие варианты решения данной проблемы могут быть следующие:

- подбор (разработка) материалов одежды и обуви персонала с оптимальными антистатическими свойствами для отрицательных температур, которые позволят резко снизить ЭСП персонала;
- оборудование проходов для обслуживания взрывоопасных объектов настилами, свободными от снега и с заземляющими свойствами.

#### **4.3. Концепция антистатической обуви с заземляющими свойствами**

В настоящее время приобретает актуальность конструирование и проектирование узкопрофессиональной обуви, в том числе антистатической, учитывающей всю специфику конкретного вида промышленности и различных отраслей производств. Функционал проектируемой

антистатической обуви, как средства индивидуальной защиты, при сохранении антистатических свойств можно обеспечить различными методами: - использование специальных материалов (углеродные, токопроводящие ткани, антистатические волоконные нити, мембраны), - конструктивные методы (выдвижные шипы, антипрокольная стелька, амортизирующие элементы).

При проектировании антистатической обуви, из множества описанных выше методов следует применять те из них, которые повышают защиту от воздействия электростатических полей, не влияя при этом на физиолого-гигиенические свойства обуви и комфортность.

При разработке концепции антистатической обуви проведен анализ современных типов специальной обуви и патентный поиск их аналогов [54-80]. Анализ показал необходимость совершенствования существующих технологий и конструктивных характеристик антистатической обуви.

Известно, что в соответствии с ГОСТ Р 53734.4.3-2010 (МЭК 61340-4-3:2001) «Электростатика. Часть 4.3. Методы испытаний для прикладных задач. Обувь» [32] обувь является антистатической, если электрическое сопротивление низа обуви находится в диапазоне  $R_{AC} \leq 1 \cdot 10^5$  Ом (антистатическая проводящая обувь) или в диапазоне  $1 \cdot 10^5$  Ом  $\leq R_{AC} \leq 1 \cdot 10^8$  Ом (антистатическая рассеивающая обувь). При этом антистатическая проводящая обувь по ГОСТ Р 53734.4.3-2010 с электрическим сопротивлением в диапазоне  $R_{AC} \leq 1 \cdot 10^5$  Ом может послужить причиной риска поражения электрическим током от электрооборудования или деталей, находящихся под напряжением. Проводящая антистатическая обувь позволит электрическому току пройти «сквозь» человека, что может крайне негативно сказаться на его здоровье. В то время как антистатическая рассеивающая обувь с электрическим сопротивлением в диапазоне  $1 \cdot 10^5$  Ом  $\leq R_{AC} \leq 1 \cdot 10^8$  Ом ограничивает электрический ток, который не нанесет мгновенного вреда здоровью человека.

Нижнее значение  $1 \cdot 10^5$  Ом для антистатической рассеивающей обуви обусловлено требованием электробезопасности при работе на объектах с электрическими сетями и выбирается из условий ограничения максимального тока, проходящего через тело пользователя при контакте с токопроводящими частями оборудования. Верхнее значение сопротивления  $1 \cdot 10^8$  влияет на накопленный электростатический потенциал пользователя и определяется скоростью стекания электрического заряда с тела человека, которое является проводником и получает трибоэлектрический заряд от одежды при движении. Проводящий низ обуви позволяет стекать накопленному заряду с тела человека на землю, обеспечивая антистатические свойства обуви.

Недостатки антистатической обуви, представленной на современном российском рынке, связаны с технологическими трудностями изготовления низа обуви с четко заданными электрическим сопротивлением. Если же при изготовлении антистатической обуви удастся достигнуть нужного электрического сопротивления низа обуви за счет вводимых антистатических присадок в композитный состав низа, то эти свойства теряются либо деградируют в процессе носки. Кроме того, классические конструкции антистатической обуви, представленные на современном рынке, не позволяют оптимизировать значение сопротивление  $R_{AC}$  для конкретных условий применения. В данном случае с помощью заявленного устройства можно достигнуть четко заданного электрического сопротивления, что позволит обеспечить нормированную проводимость для стекания заряда.

Нами предложена антистатическая обувь с заземляющими свойствами [182]. Полезная модель относится к обувной промышленности, в частности, к производству антистатической обуви и может быть применена для удобства и безопасности при эксплуатации (нефтегазоперерабатывающая отрасль, работа с электроникой и т.д.).

Наиболее близким прототипом испытуемого образца антистатической обуви с заземляющими свойствами является антистатическая обувь, описанная в патенте на полезную модель № TW 2010205833 (A1) [59], которая

снабжена чип-резистором, расположенным между подошвой и стелькой. Резистор включает в себя соединительные штыри на каждом из двух противоположных концах. Два соединительных штыря резистора электрически подсоединены к подошве и стельке, соответственно. К недостаткам описанной обуви, принятой за прототип, можно отнести то, что стелька снабжена вторым проводящим элементом, имеющим громоздкую конфигурацию на протяжении всей длины стельки, что в свою очередь неудобно при технической сборке конструкции. Кроме того, материал ходовой поверхности антистатической обуви не является электропроводным.

Следующий прототип - конструкция антистатической обуви, описанная в патенте № ES 2005077217 (A1) [70], содержащая устройство, нейтрализующее статическое электричество. Изобретение представляет собой стельку, которая поддерживает ногу пользователя и, которая оборудована элементами, проводящими статическое электричество. Подошва включает печатную плату, которая, в свою очередь, соединена с заземляющим элементом. Однако у данного устройства имеется существенный недостаток, связанный с неравномерностью распределения электрического сопротивления элементов деталей обуви, а также тем, что, проводящий элемент, находящийся в ходовой части подошвы, не защищен от загрязнений и его антистатическая функция будет снижена во время эксплуатации, при этом возможность замены печатной платы или ее элементов отсутствует.

Технической задачей разрабатываемой полезной модели является создание специальной антистатической обуви с заземляющими свойствами, с устойчивыми показателями электрического сопротивления для защиты от электростатических полей, оптимальный номинал которого может выбираться для конкретного режима использования изделия.

Техническим результатом полезной модели является обеспечение антистатических свойств обуви, за счет повышения устойчивости ее показателей электрического сопротивления, реализуемых с помощью платы со сменным резистором стабильного электрического сопротивления, которое



может контролироваться. На рис. 4.36 представлена эквивалентная электрическая схема, которая моделирует работу заземляющего устройства. Электрическая емкость человека в одежде ( $C$ ) составляет 100-200 пФ, электрическое сопротивление низа повседневной обуви  $R_{ОБ}$ , на которую опирается стопа без учета нижнего проводящего слоя превышает  $10^{10}$  Ом. Электрическое сопротивление резистора на плате  $R_{П}$  определяется из соотношения:

$$R_{П} = R_{АС} * R_{ОБ} * (R_{ОБ} - R_{АС})^{-1}; \quad (4.1);$$

При выполнении условия  $R_{ОБ} \geq R_{АС}$  сопротивление резистора на плате равно значению  $R_{АС}$ .

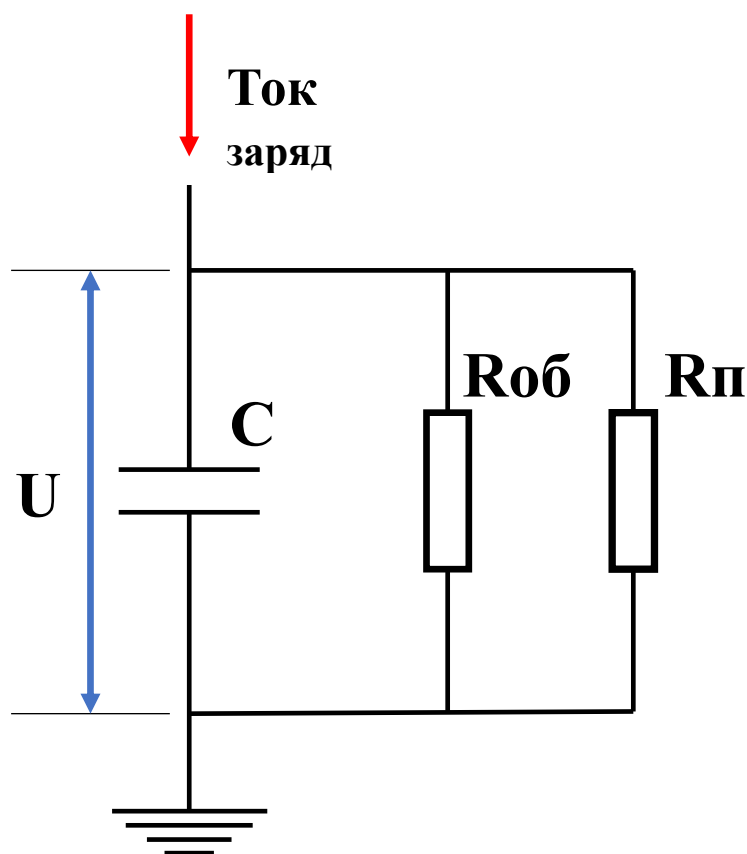


Рис. 4.36 Эквивалентная электрическая схема

Работа устройства поясняется чертежами. На рис. 4.37 представлено устройство антистатической обуви с заземляющими свойствами. На рис. 4.38 представлено устройство платы со сменным резистором. На рис. 4.39

представлено устройство металлического контакта.

Техническая задача и технический результат достигаются тем, что антистатическая обувь с заземляющими свойствами (рис.4.37) содержит в нижнем электропроводном слое подошвы (1) металлический контакт (2) в виде проводника, закрепленный между двумя слоями подошвы с помощью скобы (3) (рис. 4.38). Металлический контакт связан через проводник (4) внутри заднего наружного ремня (5) с платой (6) со сменным резистором (7) с постоянным электрическим сопротивлением в диапазоне от  $10^5$  до  $10^8$  Ом (рис. 4.39). Резистор для варьирования электрического сопротивления выполнен в виде чипа на основе сборки из высоковольтных микрорезисторов, соединенных последовательно и изолированных от внешней среды посредством герметизирующего компаунда с высоким удельным сопротивлением. Плата (6) расположена внутри кармана (8) на кнопке (9), что позволяет произвести быструю замену резистора (7), для варьирования электрического сопротивления. Плата (6) связана через проводник (10) с эластичным браслетом (11), в состав которого входят токопроводящие нити, браслет на ноге регулируется за счет ленты-велькро.



Рисунок 4.37 Устройство антистатической обуви с заземляющими свойствами

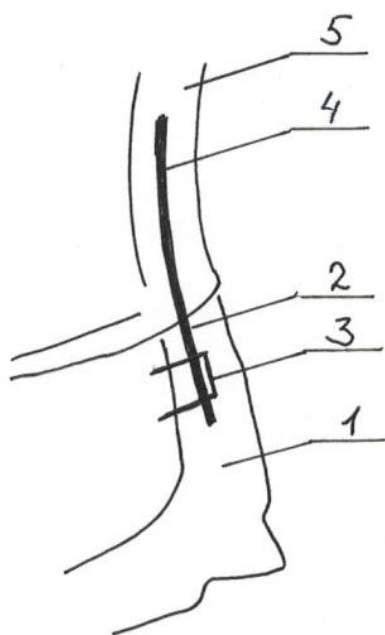


Рисунок 4.38 Устройство металлического контакта

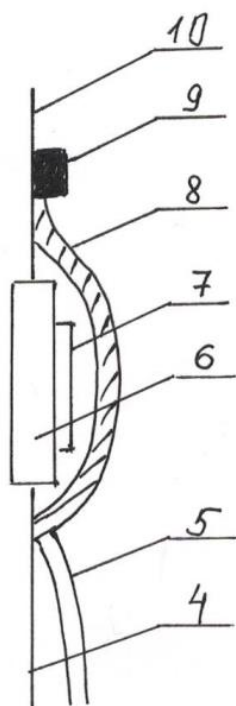


Рисунок 4.39 Устройство платы со сменным резистором

Электрическое сопротивление для антистатической обуви находится в диапазоне от  $10^5$  до  $10^8$  Ом, поэтому возможность быстрой замены номинала

резистора позволяет устанавливать его постоянное электрическое сопротивление в данном диапазоне, в зависимости от области использования. Рекомендуемое электрическое сопротивление  $10^7$  Ом позволит использовать антистатическую обувь с заземляющими свойствами в нефтегазоперерабатывающей отрасли и при работе с электроникой.

Устройство работает следующим образом, в процессе передвижения на пользователе накапливается электростатический заряд, образующийся заряд передается на эластичный браслет (11), в состав которого входят токопроводящие нити, скапливается там, и перетекает через проводник на плату (6) со сменным резистором (7) с постоянным электрическим сопротивлением в диапазоне от  $10^5$  до  $10^8$  Ом по проводнику (4) через металлический контакт на нижний электропроводный слой подошвы (1). Через электропроводный слой подошвы, накопленный электростатический заряд стекает с пользователя на напольное покрытие (землю). Время стекания заряда зависит от величины сопротивления  $R$  и электрической емкости человека и равно:

$$\tau = R * C \quad (4.2);$$

Для обычной обуви среднее время стекания заряда составляет секунды ( $C = 200$  пФ;  $R_{об} = 10^{10}$  Ом,  $\tau = 2$  с). Для антистатической обуви, оснащенной описанным устройством, время стекания заряда можно варьировать в широком интервале  $\tau = 2 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^{-2}$  с, не нарушая требования электробезопасности при работе на объектах с электрическими сетями.

Таким образом, такое техническое решение может предотвратить аварии, которые происходят вследствие образования статического электричества на теле человека при работе в нефтегазоперерабатывающей отрасли, исключить или снизить вероятность выхода из строя чувствительных электронных систем и компонентов.

Путем заземления тела человека через антистатическую обувь с заземляющими свойствами происходит также нейтрализация вредно влияющих на здоровье наведенных электростатических полей.

## ВЫВОДЫ ПО ЧЕТВЕРТОЙ ГЛАВЕ

1. На основании анализа информации о техногенных авариях при хранении и транспортировке нефти и газа, показано негативное воздействие статического электричества. Выявлены основные причины аварий, среди которых преобладает плохое заземление оборудования и персонала, накопление статического электричества на человеке.

2. Проведенный анализ территориальных и климатических особенностей нефтеперерабатывающих компаний на Крайнем Севере позволил определить, что обувь для нефтяника должна обладать значительными теплоизоляционными показателями и эксплуатироваться в широком диапазоне температур до минус 50 °С в сочетании со специфическими защитными функциями.

3. С учетом современных тенденций развития конструкционных особенностей специальной обуви, предложена экспериментальная конструкция, позволяющая оптимизировать антистатические свойства, которая показала положительные результаты при испытаниях системы «человек-обувь-напольное покрытие».

4. Проведены натурные испытания экспериментальной конструкции в условиях Крайнего Севера. Отмечено влияние снежного покрова на отсутствие гальванической связи с землей при температурах ниже минус 10 °С. Даны рекомендации для антистатической одежды и обуви при обслуживании взрывоопасных объектов в условиях отрицательных температур. Предложено при обслуживании взрывоопасных объектов в условиях отрицательных температур оборудовать проходы настилами, свободными от снега и с заземляющими свойствами.

4. Предложена концепция антистатической обуви с заземляющими свойствами, технической задачей которой является создание специальной антистатической обуви с устойчивыми показателями электрического

сопротивления для защиты от электростатических полей, оптимальный номинал которого может выбираться для конкретного режима использования обуви. Подана заявка на полезную модель «Антистатическая обувь с заземляющими свойствами».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. На основе проведенного анализа патентных источников, научно-технической литературы, нормативно-технической документации, современных методик определения электростатического потенциала обувных материалов и напряженности электростатического поля выявлено, что в настоящее время в мировой практике отсутствует единая систематизированная база знаний о свойствах антистатической обуви. Это обуславливает необходимость разработки экспериментальных методик оценки специальной обуви по антистатическим показателям с применением современной приборной базы, которые будут применимы в реальных условиях эксплуатации.

2. Проанализированы действующие стандарты и регламенты, устанавливающие уровень антистатических показателей. Выявлено, что отсутствует единая система оценки антистатических показателей. Значение нормирующего показателя зависит от метода испытания и типа оборудования. Одни стандарты ориентируются на напряженность электростатического поля, как на нормирующий показатель, другие на электрическое сопротивление. Между тем, эти значения имеют разные единицы измерения, что сильно затрудняет оценку безопасности по показателям антистатического статуса.

3. Выполнен анализ современных материалов, конструкций и технологий, используемых для изготовления специальной и антистатической обуви, который показал, что в настоящее время уделяется недостаточно внимания проектированию специальной и антистатической обуви для работников различных отраслей производств. Показано, что отсутствие единой систематизированной базы знаний не позволяет на этапе конструирования в полной мере заранее спрогнозировать параметры антистатической обуви и гарантировать ее работоспособность для конкретных условий использования. Поэтому особую актуальность приобретают

экспериментальные методы, позволяющие оценивать эти параметры в реальных условиях эксплуатации.

4. Разработана классификация типовых конструкций специальной обуви по отраслям производств на основе анализа требований и типовых норм выдачи специальной обуви, позволяющая рационализировать информацию о специальной обуви, и которая может быть использована при закупке специальной обуви работникам сквозных профессий.

5. Проведено маркетинговое исследование с целью определения критериев выбора рабочей обуви в металлургической, машиностроительной, горнодобывающей, энергетической и нефтегазохимической отраслях производств. Установлено, что основным критерием выбора СИЗ является цена. Лишь 9% предприятий при выборе рабочей обуви руководствуются соответствием нормам выдачи СИЗ по отраслям производств. Все эксперты, без исключения, отметили, что на производстве используется антистатическая обувь, что говорит о высокой потребности в данной продукции.

6. Разработана методика оценки антистатических показателей системы «человек - обувь - напольное покрытие» с использованием индикатора-регистратора ИРИ-04М на основе модели человеческого тела. Методика позволяет проводить измерения напряженности электростатического поля и электростатического потенциала на теле человека в реальных условиях эксплуатации, с учетом параметров внешней среды, в том числе при отрицательных температурах. Методика дает возможность оценивать безопасность специальной обуви по показателям антистатического статуса, что позволит сертифицировать обувь по классам безопасности и контролировать электростатический заряд на теле человека при выполнении технологических операций.

7. Выявлено, что электростатическое поле вокруг заряженного тела человека (экспериментатора) образуется в форме эллипсоида, а с увеличением элементов одежды на теле человека накопление заряда значительно возрастает. Научно-обоснованные разработка и подбор материалов для



специальной одежды и обуви с оптимальными антистатическими свойствами, позволит резко снизить ЭСП и повысит гигиенические показатели рабочих условий персонала различных предприятий.

8. Проведено семь серий испытаний, в ходе которых измерялись следующие характеристики: температура и относительная влажность воздуха; динамика изменения напряженности ( $E$ , кВ/м) электростатического поля на поверхности тела оператора; электростатический потенциал ( $U$ , кВ) заряженного тела оператора относительно заземления; эффект релаксации накопленного заряда на теле оператора в ходе испытаний, когда низ обуви оператора соединяется с землей ( $R=0$ ). Показано, что заряд не стекает с экспериментатора при его остановке на изолированной пластине, это говорит о том, что воздух практически не проводит электростатические заряды. Получены экспериментальные данные, отражающие корреляцию показателей напряженности электростатического поля и электростатического потенциала на теле человека, для обуви различных типов.

9. Установлено, что на уровень электростатического заряда оператора существенно влияет тип обуви. Использование антистатической обуви позволило снизить уровень электростатического поля на теле оператора практически на порядок величины – с 18 кВ/м до 0,2 кВ/м., что позволяет рекомендовать использование антистатической обуви в условиях работы на взрывоопасных производствах, где возможно возникновение аварийных ситуаций из-за накопленного заряда на теле оператора.

10. Разработанная методика оценки антистатических показателей системы «человек - обувь - напольное покрытие» с использованием индикатора-регистратора ИРИ-04М гармонизирована с методикой, описанной в ГОСТ Р 53734.4.5-2010, которая позволяет произвести расчет электростатического потенциала, формирующегося на теле человека, в зависимости от измеренной напряженности ЭСП.

11. Впервые построены зависимости напряженности электростатического поля от электростатического потенциала на теле человека, находящегося в обуви различных типов.

12. Разработана экспериментальная конструкция для придания обуви антистатических свойств. Проведены лабораторные и натурные испытания в условиях Крайнего Севера. Конструкция положительно показала себя в лабораторных условиях, но не выполнила поставленные задачи в климатических условиях Крайнего Севера, так как отсутствует гальваническая связь насадки с землей из-за наличия снежного покрова, который при температурах воздуха ниже минус 10°C является хорошим изолятором. На основании полученных результатов рекомендуется при обслуживании взрывоопасных объектов в условиях отрицательных температур оборудовать проходы настилами, свободными от снега и с заземляющими свойствами.

13. Предложена концепция антистатической обуви с заземляющими свойствами, технической задачей которой является создание специальной антистатической обуви с устойчивыми показателями электрического сопротивления для защиты от электростатических полей, оптимальный номинал которого может выбираться для конкретного режима использования обуви. Подана заявка на полезную модель «Антистатическая обувь с заземляющими свойствами».

14. Представляется целесообразным дальнейшее проведение системных экспериментальных исследований, аналогичных описанным в главе 3 и 4, для расширения изучения антистатических свойств обуви.

15. Результаты проведенных исследований позволят получить экономический эффект за счет совершенствования структуры ассортимента предприятий, изготавливающих специальную обувь, интеллектуализации труда модельера-конструктора, снижающей его продолжительность и трудоемкость. Социальный эффект выполненных исследований выражается в обеспечении потребителей здоровьесберегающими изделиями широкого ассортимента.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Газпром [Текст]. – <https://www.gazprom.ru/>[Электронный ресурс].
2. Василенок Ю.И. Защита полимеров от статического электричества. - Л.: «Химия», 1975-192 с.
3. Ландау ЛД., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. ТОМ VIII. Электродинамика сплошных сред. М.: Наука, 1982. 621 с.
4. Кечиев Л.Н. Пожидаев ЕД. Защита электронных средств от воздействия статического электричества. - М.: Издательский Дом «Технологии», 2005.-352 с.
5. Хорват Т., Берта И. Нейтрализация статического электричества - М: Энергоатомиздат, 1987. -104 с.
6. Изгородин А.К.. Семикин А.П. Электризация волокнистых материалов.-Иваново: ИГТА, 2002. -200 с.
7. Гефтер П.Л. Электростатические явления в процессах переработки химических волокон,-М.: Легпромбытиздат, 1989.- 272 с.
8. Кадников О.Г, Кабизский В.И. ИК-спектры некоторых биологически важных макромолекул, подвергнувшихся воздействию статического электрического поля // Тр. Ленинградского института цитологии. Общие механизмы клеточных реакций на повреждающее воздействие.-Л., 1977. -С. 14-115.
9. Кадников О.Г, Товстяк В.В. Изучение влияния электростатического поля на эритроциты крови человека // Тр. Ленинградского института цитологии. Общие механизмы клеточных реакций на повреждающее воздействие.- Л., 1977. – С. 116-117.
10. Протасов В.Р, Сердюк О.А. Биоэлектрические поля: источники, характер, назначение // Успехи современной биологии.- 1982.-Т. 93.- Вып. 2. - С. 270-286.

11. Станкевич К.И. Биологическое действие и гигиеническая регламентация статического электричества, накапливаемого на синтетических полимерных материалах // Пластические массы.- 1975.- 4.-С. 70-72.

12. Толстопятова В.Н., Кривова Т.И. О нормировании разрядов в электрическом поле // Сборник научных работ «Вопросы техники безопасности и производственной санитарии».- М.: Институт охраны труда ВЦСПС, 1982.С. 101-105.

13. Каневская Ж.С, Добржанская А.К., Маркова Т.Ф. Клинико-физиологическая характеристика статического электрического поля на организм человека // Материалы всесоюзной научной конференции «Гигиена труда и научно-технический прогресс». -Л., 1970. - С. 47-48.

14. Кривова Т.И., Морозов Ю.А., Якубенко А.В. и др. Гигиенические нормы допустимой напряженности электростатического поля I/ Сборник научных работ институтов охраны труда ВЦСПС.-М, 1981.-С. 131-136.

15. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2014 года № 366 «Об утверждении государственной программы российской федерации "Социально-экономическое развитие арктической зоны Российской Федерации" (с изменениями на 31 марта 2020 года).

16. Тенденции мирового рынка СИЗ [Текст]. – 2017/  
<https://getsiz.ru/tendencii-mirovogo-rynka-ohrany-truda> [Электронный ресурс].

17. Технический регламент Таможенного союза 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» [Текст]. – <http://docs.cntd.ru> [Электронный ресурс].

18. Военная обувь и снаряжение / Маминов Е.К., Тарасов Н.П., Жуков Ю.А.- Ленинград.: ВАТТ, 1970. - 378с.

19. Разработка методов и средств ресурсосбережений при изготовлении обуви повышенной комфортности и надежности / Сабанцева А.А. Дисс. на соискание к.т.н. 05.19.06 – М, 2003

20. Экипировка. Учебное пособие / А. В. Ноздрачев и др.; - СПб: Фонд "Университет", 2001. - 276 с.

21. Военная обувь и снаряжение / Малайцев В.Р., Холодков А.И. – Военная академия тыла и снабжения имени В.М. Молотова, 1952 – 526с.
22. ГОСТ 23251-83 Обувь. Термины и определения (с Изменениями N 1, 2) [Текст]. – 2017 <http://docs.cntd.ru/document/1200018386> [Электронный ресурс]
23. Зелинская В.А., Сироткина О.В., Белицкая О.А. Анализ требований предъявляемых к рабочей обуви на основании аттестации рабочих мест // Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности: сборник материалов Международной научной студенческой конференции. Часть 2. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2018. – 279 с., с. 60-62
24. ГОСТ 12.4.137-84 Обувь для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, взрывоопасной и нетоксичной пыли [Текст]. – нормативно-технический материал. – Москва: Изд-во стандартов, 1985.].
25. ГОСТ 28507-90 «Обувь специальная кожаная для защиты от механических воздействий. Общие технические условия» [Текст]. – <http://docs.cntd.ru> [Электронный ресурс].
26. ГОСТ Р 12.4.187-97 «Обувь специальная кожаная для защиты от общих производственных загрязнений. Общие технические условия» [Текст]. – <http://docs.cntd.ru> [Электронный ресурс].
27. ГОСТ 12.4.032-77 Обувь для защиты от повышенных температур [Текст]. – нормативно-технический материал. – Москва: Изд-во стандартов, 1979.
28. Европейский стандарт EN ISO 20347: Требования к рабочей обуви для профессионального использования. [Текст]. – <http://sacla.ru/spravka/obuv> [Электронный ресурс].
29. Европейский стандарт для специальной обуви EN ISO 20345:2007/ [Текст]. – <http://www.patboot.ru/news/2011/evropeyskiy-standart-dlya-specobuvi-EN-ISO-203452007.50.html> [Электронный ресурс].

30. Европейский стандарт для специальной обуви EN ISO 20346:2007 и его особенности. [Текст]. – <http://www.patboot.ru/news/2012/evropeyskiy-standart-EN-ISO-203462007-i-ego-osobennosti.176.html> [Электронный ресурс].

31. ЦПО Антистатическая обувь ESD [Текст]. – 2013. <http://www.proshoes.ru> [Электронный ресурс].

32. ГОСТ Р 53734.4.3-2010(МЭК 61340-4-3:2001). Электростатика. Часть 4.3. Методы испытаний для прикладных задач. Обувь. [Текст]. – М.: Госстандарт России, 2010. – 12 с.

33. ГОСТ 12.4.124-83 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ) Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.

34. ГОСТ Р 53734.4.5. 2010 (МЭК 61340-4-5:2004) Электростатика. Часть 4.5. Методы испытаний для прикладных задач. Методы оценки электростатических свойств обуви и напольного покрытия в комбинации с человеком, 2010. – 4 с.

35. ГОСТ Р 53734.5.1-2009 (МЭК 61340-51:2007) Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Общие требования

36. ГОСТ 53734.4.6-2012 (МЭК 61340-4-6:2010) «Электростатика. Часть 4.6. Методы испытаний для прикладных задач. Антистатические браслеты», 2012 – 3 с.

37. ГОСТ Р 52538-2006 «Чистые помещения. Одежда технологическая. Общие требования»

38. ГОСТ Р 52274-2004. Электростатическая искробезопасность. Общие технические требования и методы испытаний. [Текст]. – 2014. <http://snipov.net> [Электронный ресурс].

39. ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования».

40. ГОСТ 12.1.010-76 «ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования».

41. ГОСТ 12.1.018-93 «ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования».

42. ГОСТ Р ЕН ИСО 20347-2013 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты ног. Обувь специальная. Технические требования [Текст]. – 2013. <https://standartgost.ru> [Электронный ресурс].

43. Правовая система "Референт 2014 "О принятии технического регламента таможенного союза «О безопасности средств индивидуальной защиты» [Текст]. – 2014. <http://www.referent.ru> [Электронный ресурс].

44. ГОСТ 12.4.172-2014 Система стандартов безопасности труда. Комплект индивидуальный экранирующий для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования и методы испытаний [Текст]. – 2015. <https://standartgost.ru> [Электронный ресурс].

45. ГОСТ 12.4.283-2014 ССБТ. Комплект защитный от поражения электрическим током. Общие технические требования. Методы испытаний.

46. ГОСТ 12.4.076-90 Система стандартов безопасности труда. Материалы для специальной кожаной обуви.

47. ГОСТ 25937-83 Материалы обувные. Метод определения удельных объемного и поверхностного электрических сопротивлений.

48. ГОСТ 12.4.104-81 Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная кожаная. Метод определения суммарного теплового сопротивления [Текст]. – 2014. <https://standartgost.ru> [Электронный ресурс].

49. Камутенья Д.Ф., Тарасова Ю.Г., Белицкая О.А., Сироткина О.В. Исследование антистатических показателей специальной обуви пригодной к использованию в условиях крайнего севера // Тезисы докладов 70-ой Внутривузовской научной студенческой конференции «Молодые ученые – инновационному развитию общества (МИР-2018)» - М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2018. – С. 155-156.

50. ТС N RU Д-RU.АГ03.В.07921 - Декларация соответствия на сайте Росаккредитации. «Обувь специальная антистатическая рассеивающая для защиты от воздействия статического электричества: антистатические ботинки,

ботинки с высокими берцами, полуботинки, сапоги, полусапоги, сандалеты, сабо из натуральной или искусственной кожи с подошвой из двухслойного антистатического полиуретана, в том числе обувь с внутренними защитными подносками ударной прочностью 200Дж т.з.: «ЦПО»».

51. ТС N RU Д-РУ.АЛ14.В.71441 - Декларация соответствия на сайте Росаккредитации. «Средства индивидуальной защиты от статического электричества, в том числе с дополнительной защитой от механических воздействий и общих производственных загрязнений: обувь специальная: бахилы, ботинки, полуботинки, туфли, галоши, боты, тапочки, сандалии, сабо».

52. Белицкая О.А., Сироткина О.В. Особенности параметров ESD-защиты антистатической обуви согласно нормативно-технической документации // Сборник статей «Современные тенденции развития науки, образования»: М.: Импульс, 2018. –375с., 257-261 с.

53. Хван Т.А., Хван П.А. Безопасность жизнедеятельности. - Ростов н/Д: Феникс, 2001. - 352 с.

54. Пат. № CN 2014146278 (A1) Footwear conductive loop and footwear thereof. Обувь проводящего контура / Kek Hing Kow; патентообладатель: ESD Technology Consulting & Licensing Co Ltd; опубл. 25.09.2014; A43B7/36;

55. Пат. № KR 2013028025 (A3) Shoe comprising electrical stimulation means comprising flexible electric transfer electrode portion. Обувь, содержащая средства электрической стимуляции и часть переноса электрода / Kim Mi Yung, Nam Jung Bok, Lee Byung Ha, Park Hyun Woo; патентообладатели: Endeo Co Ltd; Kim Mi Yung; Nam Jung Bok; Lee Byung Ha; Park Hyun Woo; опубл. 28.02.2013; A43B7/36; A61N1/36;

56. Пат. № ES 2012059613 (A1) Footwear insole that discharges static by means of grounding. Стелька для обуви, которая разряжается путем заземления / Moreno Olmo Aurora; опубл. 10.05.2012; A43B7/36;

57. Пат. № KR 2008069524 (A1) Footwear sole having an electric discharge effect. Обувная подошва с электрическим разгрузочным эффектом / Jeong Jae



Gu; опубл.12.06.2008; A43B7/36;

58. Пат. № CA 2011072689 (A1) Electronic device for safety footwear. Электрическое устройство для безопасности стоп / La Rochelle Simon; опубл.: 31.03.2011; A43B13/14; A43B23/00;

59. Пат. № TW 2010205833 (A1) Anti-Static Sole. Антистатическая подошва/Wang San-Huai; патентообладатели: Wang San-Huai; New Process Corp; опубл. 19.08.2010; A43B13/12; A43B13/38; A43B19/00;

60. Пат. № US 2013126751 (A1) Footwear having sensor system. Обувь с сенсорной системой/Owings Andrew A, Rice Jordan M, Schrock Allan M; патентообладатель: Nike International LTD; опубл.: 29.08.2013; A43B13/12; A43B13/14; A43B13/20; A43B13/38; A43B3/00; A43B7/08;

61. Пат. № ES 2016042175 (A1) Assembly of an electroconductive sole and an electroconductive insole for footwear. Сборка электропроводящей подошвы и электропроводной стельки для обуви / Prades Gil Luis; опубл.: 24.03.2016; A43B7/36;

62. Пат. № MY 2012121585 (A3) Epoxidised natural rubber based blend for antistatic footwear application. Эпоксидированная смесь на основе натурального каучука для антистатической обуви/Kok Chong Yong, Mohamad Asri Ahmad; опубл.: 13.09.2012; A43B1/10; A43B7/36; C08J3/22; C08J3/247; C08K3/04;

63. Пат. № IT 2014166785 (A1) Insert for footwear. Вкладыш для обуви/Giancarlo Boscarior; патентообладатель: Giancarlo Boscarior; опубл. 16.10.2014; A43B17/00; A43B17/04; A61N2/00;

64. Пат. № MY 2011088758 (A1) Antistatic shoes. Антистатическая обувь/Kow Kek Hing; патентообладатель: Kow Kek Hing; опубл. 28.07.2011; A43B7/36;

65. Пат. № MY 2010101452 (A1) An electrostatic dissipative shoe assembly. Сборка электростатической диссипативной обуви/ Kow Kek Hing; патентообладатель: Kow Kek Hing; опубл.10.09.2010; A43B3/16; A43B7/00; A43B7/36;

66. Пат. № MY 2009091236 (A1) An electrostatic discharge shoe cover.

Антистатические бахилы/Kow Kek Hing; патентообладатель: Kow Kek Hing; опубл. 23.07.2009; A43B3/16; A43B3/20; A43B7/36;

67. Пат. № CN 2008119257 (A1) Antistatic shoes. Антистатическая обувь/Wan Xianneng; патентообладатель: Wan Xianneng; опубл. 09.10.2008; A43B7/36;

68. Пат. № AT 2008058984 (A1) Shoe with an electrically conductive sole. Обувь с электропроводящей подошвой/Wiebecke Adolf; патентообладатель: Wiebecke Adolf; опубл. 22.05.2008; A43B7/36; A61N1/14;

69. Пат. № KR 2008026824 (A1) Insole to eliminate electrostatics. Стелька, устраняющая электростатику/Kim Han Geun, Park Jung Sik, Jung Jin Hyun; патентообладатели: Kim Han Geun, Park Jung Sik, Jung Jin Hyun; опубл. 06.03.2008; A43B17/00;

70. Пат. № ES 2005077217 (A1) Shoe comprising a static electricity discharge device. Обувь с антистатическим устройством/Asendio Benedi Jose Manuel, Luna Gimeno Pedro; патентообладатели: Antoranz Hernandez Gregorio, Asendio Benedi Jose Manuel, Luna Gimeno Pedro; опубл. 25.08.2005; A43B7/36; A43B7/36;

71. Пат. № US 2008289217 (A1) Footwear. Обувь/Horvath Juliu; патентообладатель: Horvath Juliu; опубл. 27.11.2008; A43B13/00; A43B7/14;

72. Пат. № US 2007000155 (A1) Shoes with electrostatical grounding. Обувь с электростатическим заземлением/ Laufer Mark, Rudneva Maria; опубл. 04.01.2007; A43B23/00;

73. Пат. № US 7471497 (B1) Electrostatic discharge prevention device. Устройство, защищающее от статического электричества/ Knight Sr William C, Knight Teri L; опубл. 30.12.2008; H05F3/00;

74. Пат. № US 7424782 (B2) Electrically conductive shoe and system. Электропроводящая обувь и система/Cheskin Melvyn; опубл. 16.09.2008; A43B7/00; A43B7/36;

75. Пат. № JP 20070048655 (A) Static eliminating function-carrying footwear. Антистатическая функциональная обувь/ Hasegawa Masahiro; опубл.

09.05.2007; A43B13/14; A43B7/36;

76. Пат. № BE 2873339 (A1) Clean room shoe sole. Обувь для чистых помещений/Raf Michiels; патентообладатель: Wolfstar; опубл. 20.05.2015; A43B13/04; A43B7/36;

77. Пат. № IT 2074899 (B1) Method for manufacturing antistatic shoes. Метод создания антистатической обуви/Baldin Francesco; патентообладатель: Baldin Francesco; опубл. 27.02.2013; A43B3/10; A43B7/36; B29C65/58; B29C65/66; B29D35/00; B29D35/04; B29L31/50;

78. Пат. № RU 201710561 (A). Антистатический комплект с периодическим снижением напряженности электростатического поля // Алисевич Е.А. (RU), Дудыкина В.К. (RU), Котоменков Д.Е. (RU), Котоменкова О.Г. (RU), Санджиева И.В. (RU), Стародубцев Ю.И.(RU); заявл. 20.02.2017; опубл: 20.08.2018; Бюл. № 23

79. Пат. № RU 2400112 (C2) IT Antistatic shoes. Антистатическая обувь/RIGETTO Luchio; заявл. 29.12.2005, опубл: 27.09.2010

80. Пат. № RU 2 471 823 (C2) DE Покрытие субстрата, содержащее комплекс ионного фторполимера и поверхностно заряженные наночастицы / Бюргер Вольфганг, Штеффль Рудольф; Патентообладатель(и):В.Л. ГОР ЭНД АССОШИЭЙТС ГМБХ; Опубл.:10.01.2013; Бюл. № 1

81. Белицкая О.А., Сироткина О.В. Патентное исследование совершенствования конструкции обуви с антистатическим эффектом // Сборник материалов докладов международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» Часть 1, М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2018. – 257 с., с. 115-119

82. Довнич И.И. Технология производства обуви: Учебник для нач. проф. образования - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 288 с.

83. Техноавия история компании [Текст]. – <http://www.technoavia.ru> [Электронный ресурс]. – 2018.

84. Энергоконтракт спецобувь [Текст]. – <https://www.energocontract.ru> [Электронный ресурс]. – 2018.
85. Спецодежда Сириус [Текст]. – <http://sirius-spb.ru> [Электронный ресурс]. – 2018.
86. История Тракт [Текст]. – <https://www.trakt.ru> [Электронный ресурс]. – 2018.
87. ГК «Спецобъединение» [Текст]. – <https://www.spets.ru> [Электронный ресурс]. – 2018.
88. Компания Авангард [Текст]. – <https://www.avangard-sp.ru> [Электронный ресурс]. – 2018.
89. Создание бренда Модерам [Текст]. – <http://moderam.ru> [Электронный ресурс]. – 2018.
90. Все компании Яхтинг [Текст]. – <http://yahting.biz> [Электронный ресурс]. – 2018.
91. История торговой марки Roverboots [Текст]. – <http://www.roverboots.com> [Электронный ресурс]. – 2018.
92. Рабочая обувь JALAS [Текст]. – <https://centre7.ru> [Электронный ресурс]. – 2018.
93. Компания SACLA [Текст]. – <https://sacla.ru> [Электронный ресурс]. – 2018.
94. Европейская обувь [Текст]. – <http://sievirus.com> [Электронный ресурс]. – 2018.
95. Лучшие европейские производители рабочей обуви [Текст]. – <https://moscow.proteces.ru> [Электронный ресурс]. – 2018.
96. ГетСиз [Текст]. – <https://getsiz.ru/top-20-rossijskih-proizvoditelej-kozhanoj-spesobuvi.html> [Электронный ресурс]. — 2018.
97. Пат. РФ на пром. образец № 62160. Ботинки специальные с противоосколочной структурой/ Дякина М.В., Бошкарева Ю.В., Татарчук И.Р., 2005.

98. Обзор защитной обуви [Текст]. – <https://www.sievi.com/ru/> [Электронный ресурс]. – 2020.

99. Технологии лидеров спецобуви [Текст]. – <http://www.patboot.ru> [Электронный ресурс]. – 2017.

100. Новинки Восток-Сервиса [Текст]. – <https://shop.vostok.ru> [Электронный ресурс]. – 2017.

101. Технологические особенности обуви Топпер [Текст]. – <https://topper.spb.ru> [Электронный ресурс]. – 2017

102. ЗАО «ФПГ Энергоконтракт» [Текст]. – 2015. <http://www.energocontract.ru> [Электронный ресурс].

103. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 16.07.2007 N 477. "Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам, занятым на строительных, строительномонтажных и ремонтно-строительных работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 16.10.2007 N 10332). Приказ Минтруда России от 01.11.2013 N 652н. "Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам горной и металлургической промышленности и металлургических производств других отраслей промышленности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением" (Зарегистрировано в Минюсте России 31.12.2013 N 30969).

104. Приказ Минздравсоцразвития России от 14.12.2010 N 1104н (ред. от 20.02.2014) "Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам машиностроительных и металлообрабатывающих производств, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на

работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением" (Зарегистрировано в Минюсте России 21.01.2011 N 19559).

105. Приказ Минтруда России от 01.11.2013 N 652н. "Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам горной и металлургической промышленности и металлургических производств других отраслей промышленности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением " (Зарегистрировано в Минюсте России 31.12.2013 N 30969).

106. Приказ Минздравсоцразвития России от 09.12.2009 N 970н (ред. от 20.02.2014) "Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам нефтяной промышленности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением" (Зарегистрировано в Минюсте России 27.01.2010 N 16089).

107. Приказ Минздравсоцразвития России от 11.08.2011 N 906н (ред. от 20.02.2014) "Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам химических производств, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением" (Зарегистрировано в Минюсте России 05.09.2011 N 21737).

108. Приказ Минздравсоцразвития России от 25.04.2011 N 340н (ред. от 20.02.2014) "Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам организаций электроэнергетической промышленности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах,

выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением" (Зарегистрировано в Минюсте России 24.05.2011 N 20834).

109. Технологии, дизайн, наука, образование в контексте инклюзии: Сборник научных трудов. Часть 1. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. – 141 с.

110. Верх обуви [Текст].- <https://www.aww.ru/>[Электронный ресурс].

111. Юфть[Текст].- <https://enerplus.ru/blog/>[Электронный ресурс].

112. Вахруши-Литобувь [Текст].-<http://www.ooovlo.ru> / [Электронный ресурс].

113. Вахруши-Юфть [Текст]. - <http://www.vaxrushi.ru> / [Электронный ресурс].

114. Артекс[Текст].- <http://имэкс.рф/>[Электронный ресурс].

115. КожСоюз[Текст].- <http://kozhsouuz.ru/>[Электронный ресурс].

116. Русская кожа[Текст].- <http://www.leather.ru/>[Электронный ресурс].

117. Прайм Текстиль[Текст].- <http://primetextile.ru/>[Электронный ресурс].

118. Ассортимент Прайм Текстиль [Текст].- <https://www.stickbox.ru/>[Электронный ресурс].

119. Микрофибра [Текст]. - <http://www.begemot-rus.com> / [Электронный ресурс].

120. Gore-Tex[Текст].- <https://www.gore-tex.ru/>[Электронный ресурс].

121. Gelanots [Текст].- <https://baskcompany.ru/>[Электронный ресурс].

122. Sympatex [Текст].- <https://forma-odezhda.ru/>[Электронный ресурс].

123. Шелтер [Текст].- <http://www.sh.wesmir.com/>[Электронный ресурс].

124. Портянко Г.В., Белицкая О.А. Исследование современного рынка материалов используемых для обуви специального назначения // Технологии, дизайн, наука, образование в контексте инклюзии: Сборник научных трудов. Часть 2. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. – 244 с., с. 107-112

125. Виды подносков [Текст].- <http://www.patboot.ru/>[Электронный ресурс].
126. Завод Труд[Текст].- <https://zavod-trud.ru/>[Электронный ресурс].
127. Керамекс[Текст].-<http://ceramex.ru/>[Электронный ресурс].
128. FLECKSTEEL[Текст].-<http://gruporliniofleck.com.br/>[Электронный ресурс].
129. Safit [Текст].- <http://www.safit.us/>[Электронный ресурс].
130. DefuShoe [Текст].-<http://www.defumaterial.com> / [Электронный ресурс].
131. Майкл-Трейдинг[Текст].-<https://titrus.ru/> [Электронный ресурс].
132. Компонент[Текст].- <https://forma-odezhda.ru/>[Электронный ресурс].
133. Обувь для ESD и чистых помещений [Текст]. – 2013. <http://doka-esd.ru> [Электронный ресурс].
134. Ткани антистатические [Текст]. — <http://96642.ru.all.biz/> [Электронный ресурс]. — 2013
135. Энергоконтракт [Текст]. — <https://energocontract.ru/science/antistaticheskaya-tkan/> [Электронный ресурс]. — 2017
136. Токопроводящие нитки [Текст]. — <https://ru.wikipedia.org/> [Электронный ресурс]. — 2014
137. Ткань «Союз Антистат» с антистатической нитью Nega-Stat® [Текст]. — <http://www.technoavia.ru/> [Электронный ресурс]. — 2016
138. Углеродные ткани [Текст]. — <http://carbocarbo.ru/> [Электронный ресурс]. — 2016
139. Углеродные волокна [Текст]. — <http://www.mvmplant.com/> [Электронный ресурс]. — 2008
140. Углеродная ткань [Текст]. — <http://www.ultratkan.ru/> [Электронный ресурс]. — 2016
141. Углеродная ткань - производство и применение [Текст]. — <http://www.tesla-tehnika.biz/> [Электронный ресурс]. — 2013



142. Ткани с антистатической углеродной нитью [Текст]. — <http://lortexeco.net/> [Электронный ресурс]. — 2016
143. ГОСТ 12.4.103-83. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук.-М.: Гос.комитет СССР, 1983.-5с
144. Портянко Г.В., Сироткина О.В., Белицкая О.А., Анализ специальных материалов для верха и низа обуви различного назначения (часть 2, с. 95). Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности: сборник материалов Международной научной студенческой конференции. Часть 2. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2018. – 279 с.
145. Белицкая О.А., Сироткина О.В. К вопросу о необходимости применения на производстве антистатической обуви // Материалы докладов Международного научно-практического Симпозиума «Прогрессивные технологии и оборудование: текстиль, одежда, обувь» (3 ноября 2020 г.), - Витебск: УО «ВГТУ», 2020. – 249 с., с. 131-135
146. Рощупкина Д.В., Ключникова В.М., Костылева В.В. Маркетинговое исследование актуальности коллекций обуви, созданных на основе исторического источника. [Текст] // Дизайн и технологии. – 2018. – №64 (106). – с. 121-126.
147. Зелинская В.А., Сироткина О.В., Белицкая О.А. Маркетинговое исследование рынка с целью определения критерий выбора рабочей обуви в различных отраслях производств // Сборник научных трудов «Эргодизайн как инновационная технология проектирования изделий и предметно-пространственной среды: инклюзивный аспект», Часть 2. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2019. – 169 с. – с. 31 – 35.
148. Индивидуальный регистратор-индикатор ИРИ-04М. Руководство по эксплуатации БВЕК 550000.001 РЭ [Текст]. — М.: НТМ-Защита, 2008. – 14с.
149. ГОСТ Р 51330.13 [Текст]. <https://www.elec.ru/> – [Электронный ресурс].

150. Правила устройства электроустановок» (ПУЭ гл. 7.3) [Текст]. <https://www.elec.ru/library/direction/pue.html> – [Электронный ресурс].

151. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП гл. 3.4) [Текст]. <http://docs.cntd.ru/document/901839683> – [Электронный ресурс].

152. Постановление Госгортехнадзора РФ от 20.05.2003 N 33 "Об утверждении правил промышленной безопасности нефтебаз и складов нефтепродуктов" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 09.06.2003 N 4666) [Текст]. [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_42669/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_42669/) – [Электронный ресурс].

153. Сравнение различных процедур проверки воздействия электростатического разряда. Часть 1 05-06-2012 Журнал РАДИОЛОЦМАН, январь 2012 Dwight Byrd и Thomas Kugelstadt, Texas Instruments.

154. Военный стандарт США, MIL-STD-883, метод 3015.9 Классификация чувствительности к электростатическому разряду [Текст]. <http://ru.knowledgr.com/06763409/MILSTD883> – [Электронный ресурс].

155. Международный стандарт JEDEC JS-001-2012 [Текст]. <https://www.jedec.org/> – [Электронный ресурс].

156. ГОСТ 30804.4.2-2013 (IEC 61000-4-2:2008) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний (с Поправкой) [Текст]. <http://docs.cntd.ru/document/1200104291> – [Электронный ресурс].

157. Марин К.Э., Холмяков П.В., Белицкая О.А., Сироткина О.В. Исследование антистатических показателей системы «Человек-специальная обувь-напольное покрытие // Тезисы докладов 72-ой Внутривузовской научной студенческой конференции «Молодые ученые – инновационному развитию общества (МИР-2020)», посвященной юбилейному году в РГУ им. А.Н. Косыгина. Часть 5, 2020 г. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2020. – 201 с., с. 66-67.

158. Белицкая О.А., Сироткина О.В. Разработка методики оценки безопасности специальной обуви под влиянием внешних факторов // Дизайн и технологии - № 74 (116). – Москва: РГУ 2019. - с. 31-38

159. Антистатическая обувь и одежда [Текст]. — <http://www.proshoes.ru/> [Электронный ресурс]. — 2016.

160. Белицкая О.А., Сироткина О.В. Оценка безопасности специальной обуви по показателям антистатического статуса: Сб. стендовых докладов молодых ученых и студентов МЕЖДУНАРОДНОГО КОСЫГИНСКОГО ФОРУМА «Современные задачи инженерных наук», 2019 г.

161. Сироткина О.В., Белицкая О.А. «Сравнительный анализ динамики накопления электростатического заряда бытовой и специальной антистатической обуви» // Сборник научных трудов «Технологии, дизайн, наука, образование в контексте инклюзии» - М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2018. – С. 174-178;

162. Белицкая О.А., Сироткина О.В. Оценка динамики накопления электростатического потенциала бытовой и специальной антистатической обуви на различных напольных покрытиях // Дизайн и технологии - № 70 (112). – Москва: РГУ 2019. -140 с., с. 28-33.

163. Белицкая О.А., Сироткина О.В. Экспериментальное определение взаимосвязи напряженности электростатического поля и электростатического потенциала обувных конструкций // Дизайн и технологии - № 72 (114). – Москва: РГУ 2019. - с. 29-33

164. Климат Ханты-Мансийского АО [Текст]. — <https://www.meteoblue.com/> [Электронный ресурс]. — 2018.

165. Черунова И.В., Меркулова А.В. Специальная антиэлектростатическая теплозащитная одежда – современные проблемы и особенности проектирования [Текст] // Швейная промышленность – М., 2008. - Вып.3. – С.39-40.

166. Белицкая О.А., Сироткина О.В. Оценка антистатических показателей специальной обуви в условиях пониженных температур //

сборник научных трудов «Концепции, теория, методики фундаментальных и прикладных научных исследований в области инклюзивного дизайна и технологий» по итогам Международной научно-практической заочной конференции (25-27 марта 2020 г.): Часть 1. –М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2020. – 170 с., с. 158-163.

167. Electrical Safety – Static Electricity [Текст]. — <https://www.safetymanualosha.com> [Электронный ресурс].

168. Биев А.А., Шпак А.В. Проблемы нефтепродуктообеспечения арктических регионов России // Проблемы развития территории. Выпуск 2(88), 2017, с. 51-62.

169. О компании «Лукойл» [Текст]. — <http://www.lukoil.ru/> [Электронный ресурс]. — 2017.

170. История компании [Текст]. — <http://www.teboil.ru/> [Электронный ресурс]. — 2017.

171. Деятельность компании [Текст]. — <http://www.lukoil.ru> [Электронный ресурс]. — 2017.

172. ТПП «ЛАНГЕПАСНЕФТЕГАЗ» [Текст]. — <http://zs.lukoil.ru/> [Электронный ресурс]. — 2018.

173. Климат Ханты-Мансийского АО [Текст]. — <http://www.hantymansiiskao.ru> [Электронный ресурс].

174. Разработка и добыча [Текст]. — <http://www.lukoil.ru/> [Электронный ресурс]. — 2017

175. Yuqin Hu, Diansheng Wang, Jinyu Liu, Jianshen Gao, A case study of electrostatic accidents in the process of oil-gas storage and transportation [Текст] // Journal of Physics: Conference Series 418. — 2013.

176. Рабочая обувь для нефтяников [Текст]. — <http://www.patboot.ru/search.html?ac=5/> [Электронный ресурс].

177. Камутенья Д.Ф., Тарасова Ю.Г., Белицкая О.А., Сироткина О.В. Исследование антистатических показателей специальной обуви пригодной к использованию в условиях крайнего севера // Тезисы докладов 70-ой

Внутривузовской научной студенческой конференции «Молодые ученые – инновационному развитию общества (МИР-2018)» - М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2018. – С. 155-156

178. Сапоги «Мотор 5». Характеристика [Текст]. —<https://shop.vostok.ru/> [Электронный ресурс]. – 2017

179. ГОСТ 28507-99 Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от механических воздействий. Технические условия. [Текст]. — М.: Межгосударственный стандарт, 1999. – 16с.

180. ГОСТ 12.1.045-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. [Текст]. — М.: Межгосударственный стандарт, 1984. – 3с.

181. Гляциологический словарь // под ред. Котлякова В.М. Гидрометеиздат, Ленинград, 1984 г. – 564 с.

182. Заявка о выдаче патента Российской Федерации на полезную модель № 2020123851 «Антистатическая обувь с заземляющими свойствами» входящий № 041238 от 17.07.2020.

## **Приложение А**

**Основные действующие стандарты и регламенты по электростатике**

Таблица А1. Перечень основных нормативных документов, регламентирующих электростатические показатели обуви, одежды, напольных покрытий и внешней среды

Нормативный правовой акт	Наименование нормативного правового акта	Дата вступления в силу действующей редакции	Нормируемый показатель	Значение нормируемого показателя
1	2	3	4	5
ГОСТ Р 53734.4.2-2015 (IEC 61340-4-2:2013)	Электростатика. Часть 4-2. Методы испытаний для прикладных задач. Электростатические свойства одежды.	01.03.2016	Сила тока	300 МА
			потенциал МЧТ	100 В
ГОСТ 12.4.124-83	Система стандартов безопасности труда. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования	01.01.1984	Величина сопротивления заземляющего устройства	100 Ом
			Электрическое сопротивление	от $10^6$ до $10^8$ Ом
ГОСТ Р 53734.4.3-2010	Электростатика. Часть 4.3. Методы испытаний для прикладных задач. Обувь	01.01.2012	Электрическое сопротивление	от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^8$ Ом
ГОСТ Р 53734.4.5-2010	Электростатика. Часть 4.5. Методы испытаний для прикладных задач. Методы оценки электростатических свойств обуви и напольного покрытия в комбинации с человеком	01.01.2012	Электрическое сопротивление	$10^6$ Ом

1	2	3	4	5
ГОСТ Р 53734.4.9-2012	Электростатика. Часть 4.9. Методы испытаний для прикладных задач. Одежда	01.11.2013	Сопротивление	$3,5 \cdot 10^7$ Ом
ГОСТ ИЕС 61340-4-1-2017	Электростатика. Методы испытаний для прикладных задач. Электрическое сопротивление напольных покрытий и установленных полов	01.08.2018	Электрическое сопротивление, включая сопротивление относительно земли, сопротивление от точки до точки и вертикальное сопротивление	от $10^4$ до $10^{13}$ Ом
ГОСТ Р ЕН ИСО 20345-2011	Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты ног. Обувь защитная. Технические требования	01.07.2012	Электрическое сопротивление	100 кОм до 1000 МОм
ГОСТ Р ЕН ИСО 20347-2013	Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты ног. Обувь специальная. Технические требования	01.12.2014	Электрическое сопротивление	100 кОм до 1000 МОм
ГОСТ Р 53734.3.1-2013	Электростатика. Методы моделирования электростатических явлений. Электростатический разряд. Модель человеческого тела.	01.03.2014	Электрическое сопротивление	1000 МОм



Таблица А2. Перечень основных нормативных документов, регламентирующих электростатические показатели, влияющие на здоровье человека

Нормативный правовой акт	Наименование нормативного правового акта	Дата вступления в силу действующей редакции	Нормируемый показатель	Значение нормируемого показателя
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
ТР ТС 007/2011	О безопасности продукции, предназначенной для детей подростков.	Есть изменения 28.04.2017 г	Напряженность электростатического поля	не должна превышать 15 кВ/м
ТР ТС 019/2011	О безопасности средств индивидуальной защиты	с изменениями на 28.05.2019	Напряженность электростатического поля	не более 15 кВ/м
ТР ТС 017/2011	О безопасности продукции легкой промышленности	23.09.2011	Напряженность электростатического поля	не более 15 кВ/м
СанПиН 2.4.7/1.1.1286-03	Гигиенические требования к одежде для детей, подростков и взрослых, товарам детского ассортимента и материалам для изделий (изделиям), контактирующим с кожей человека	28.06.2010	Напряженность электростатического поля	на поверхности материала 2-7 кВ/м (в зависимости от класса одежды)
СанПиН 2.2.4.3359-16	Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах	01.01.2017	Напряженность электростатического поля	не более 15 кВ/м

Таблица А3. Перечень основных нормативных документов, регламентирующих электростатические показатели, влияющие на технологические процессы

Нормативный правовой акт	Наименование нормативного правового акта	Дата вступления в силу действующей редакции	Нормируемый показатель	Значение нормируемого показателя
1	2	3	4	5
ГОСТ Р 53734.5.2-2009	Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Руководство по применению	31.08.2010	Сопротивление для снижения напряжения МЧТ менее 100 В	не более $3.5 \cdot 10^7$ Ом
			Напряженность электростатического поля, в точке где обрабатывается ЧЭСР-компонент	Не более 10000 В/м
			Сопротивление от точки на поверхности до точки заземления	не менее $1,0 \cdot 10^9$ Ом
ГОСТ Р 53734.4.7-2012	Электростатика. Часть 4.7. Методы испытаний для прикладных задач. Ионизация	01.11.2013	Емкость измерительной пластины	15пФ
ГОСТ ИЕС 61340-5-1-2019	Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Общие требования	01.08.2019	Сопротивление между функциональным и защитным заземлением	не более 25 Ом
			Напряженность электростатического поля в месте, где используются ЧЭСР-компоненты	не более 5000 В/м

Таблица А4. Перечень основных нормативных документов, регламентирующих электростатические требования к материалам, используемых в обуви и одежде

Нормативный правовой акт	Наименование нормативного правового акта	Дата вступления в силу действующей редакции	Нормируемый показатель	Значение нормируемого показателя
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
ГОСТ Р 53734.2.3-2010	Электростатика. Часть 2.3. Методы определения электрического сопротивления твердых плоских материалов, используемых с целью предотвращения накопления электростатического заряда	01.01.2012	Электрическое сопротивление	от $10^4$ до $10^{12}$ Ом
ГОСТ 32995-2014	Материалы текстильные. Методика измерения напряженности электростатического поля	01.07.2017	Напряженность электростатического поля	не более 15 кВ/м

## **Приложение Б**

Графики зависимостей напряженности ЭСП от времени

(модели № 1, 2, 3)

## Вторая серия

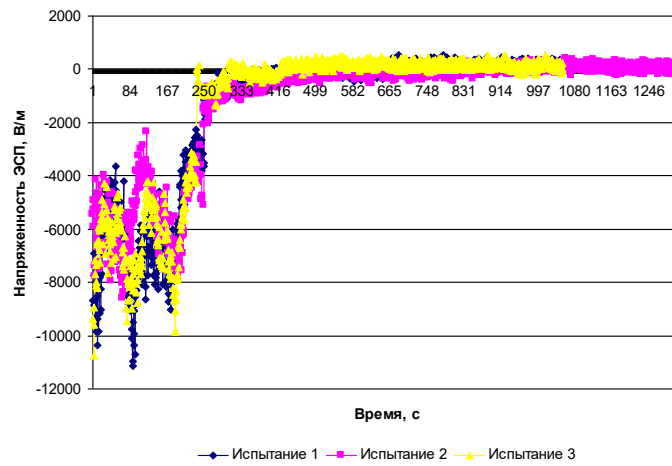


Рис. Б1 Зависимость напряженности ЭСП от времени Модели №1

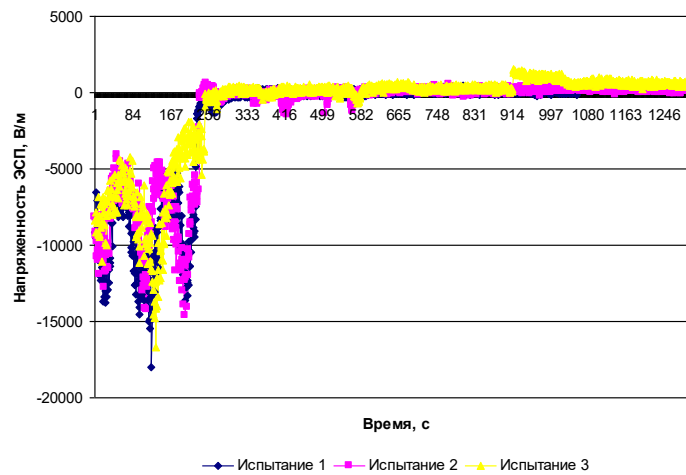


Рис. Б2 Зависимость напряженности ЭСП от времени Модели №2

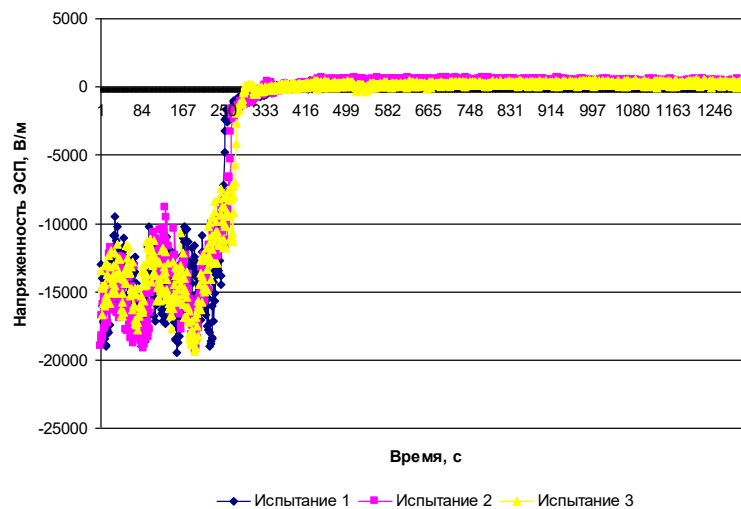


Рис. Б3 Зависимость напряженности ЭСП от времени Модели №3

## Третья серия

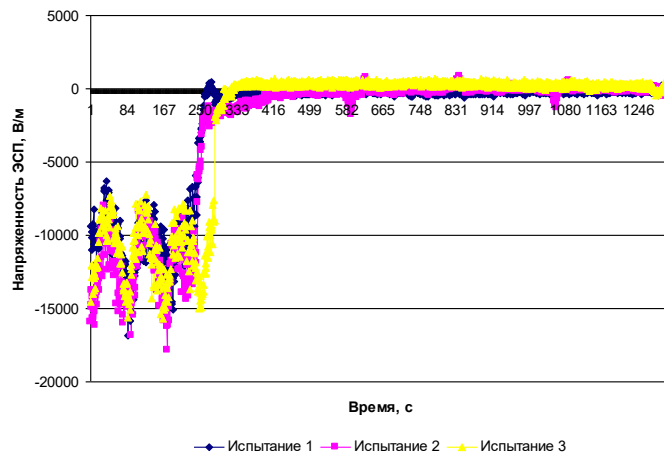


Рис. Б4 Зависимость напряженности ЭСП от времени Модели №1

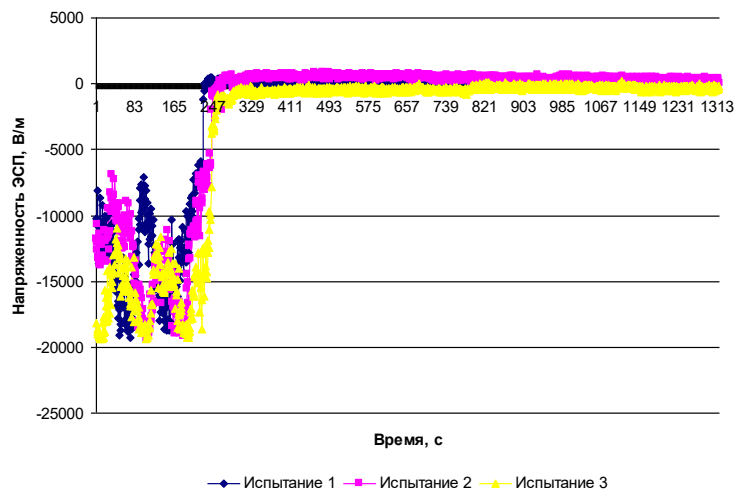


Рис. Б5 Зависимость напряженности ЭСП от времени Модели №2

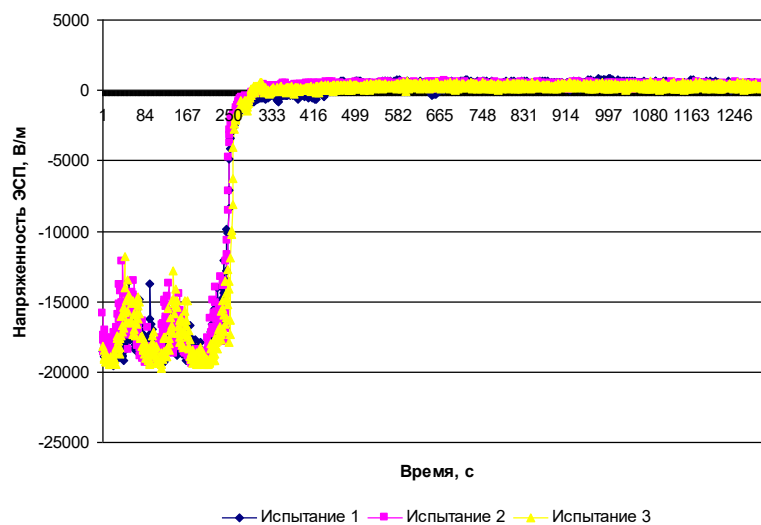


Рис. Б6 Зависимость напряженности ЭСП от времени Модели №3

### Четвертая серия испытаний

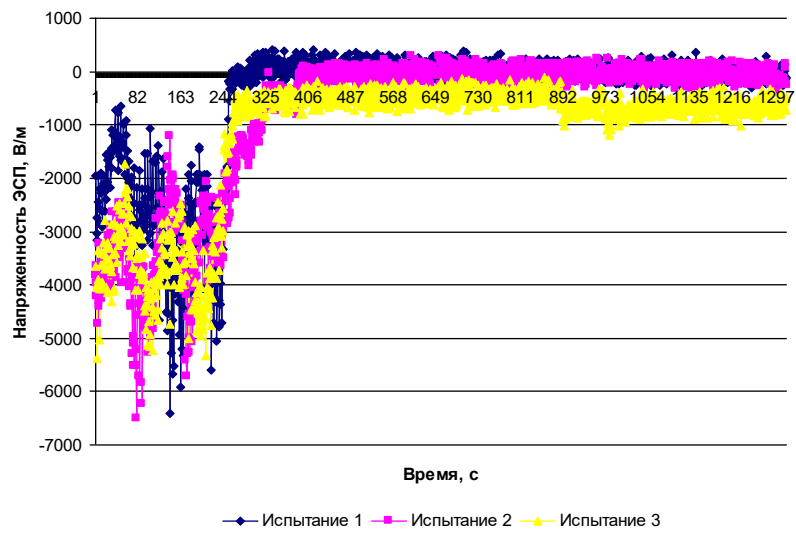


Рис. Б7 Зависимость напряженности ЭСП от времени Модели №1

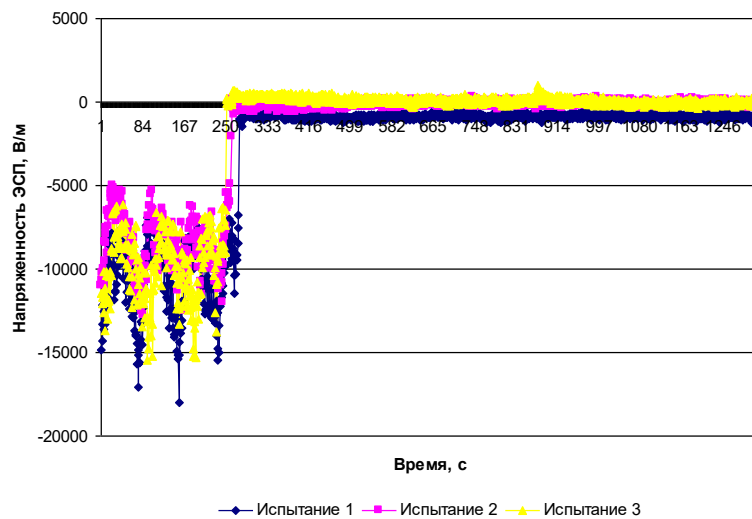


Рис. Б8 Зависимость напряженности ЭСП от времени Модели №2

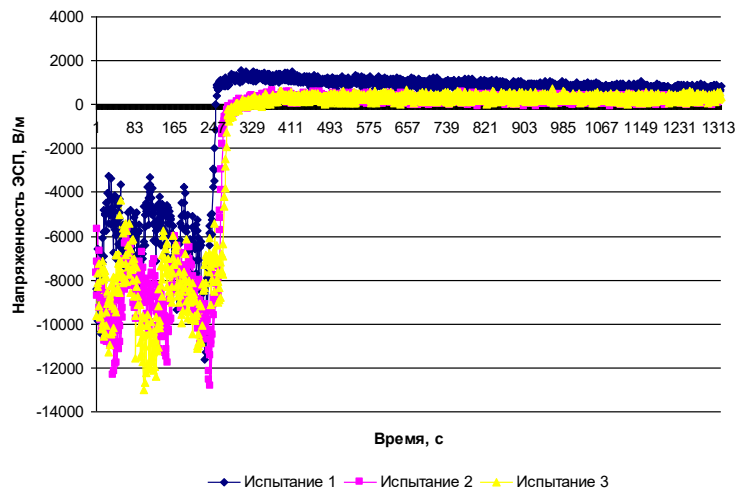


Рис. Б9 Зависимость напряженности ЭСП от времени Модели №3

## Шестая серия

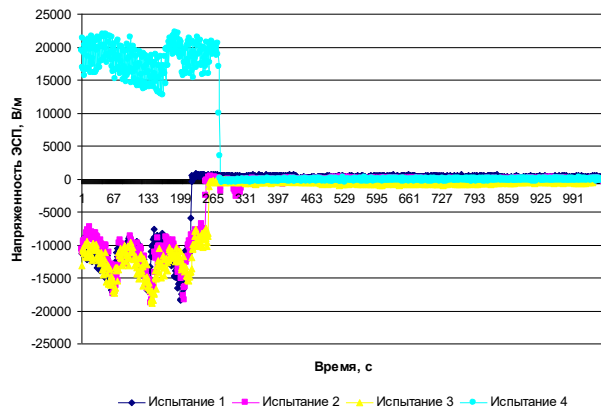


Рис. Б10 Зависимость напряженности ЭСП от времени Модели №1

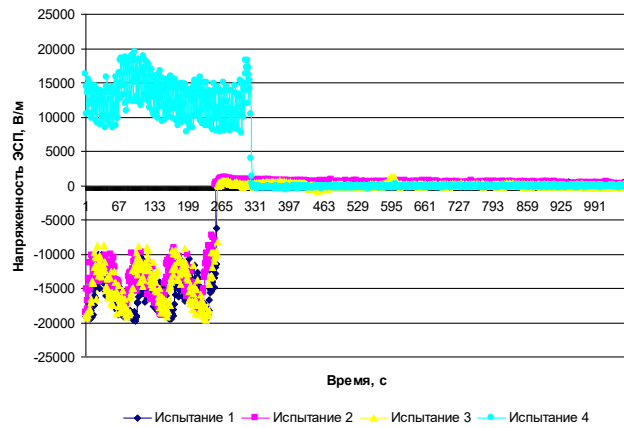


Рис. Б11 Зависимость напряженности ЭСП от времени Модели №2

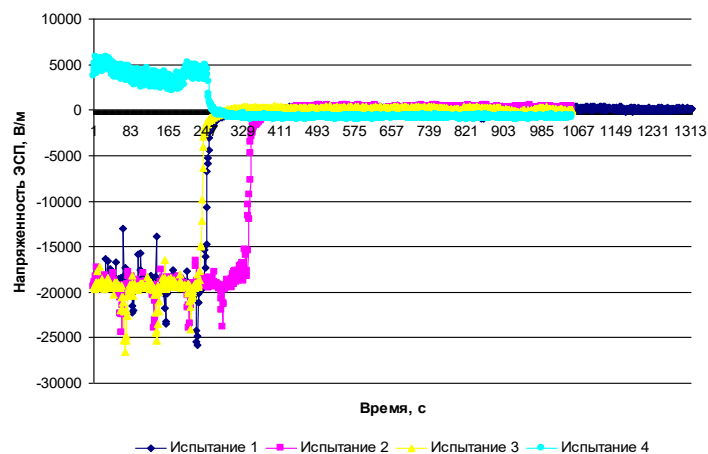


Рис. Б12 Зависимость напряженности ЭСП от времени Модели №3



### Седьмая серия испытаний

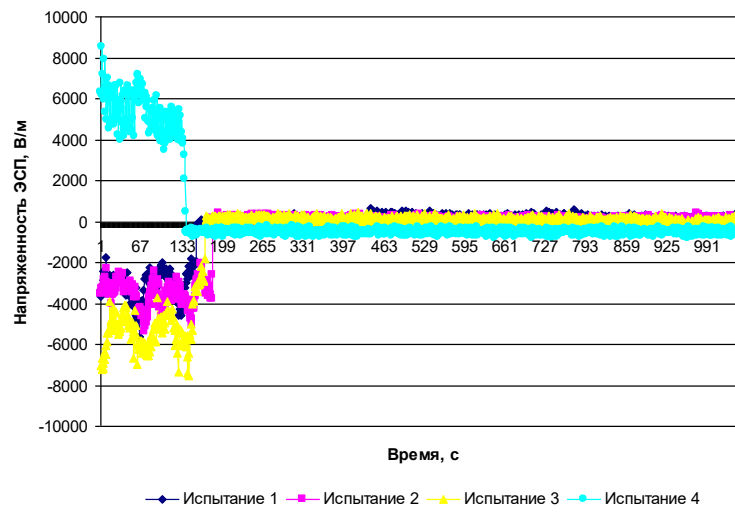


Рис. Б13 Зависимость напряженности ЭСП от времени Модели №1

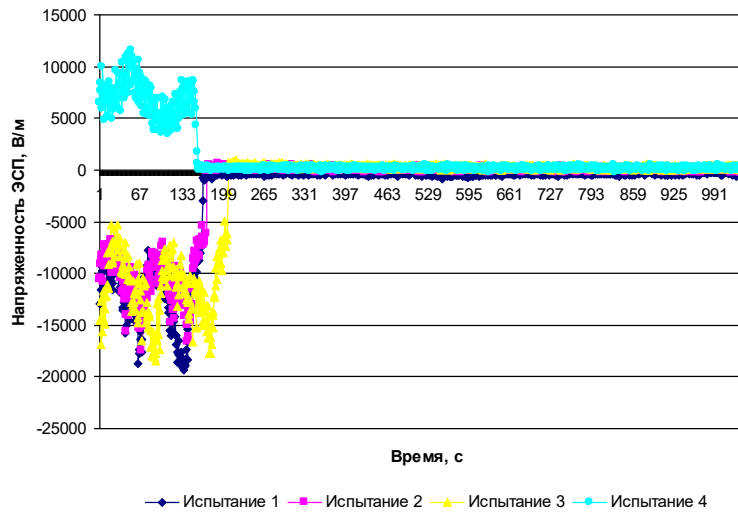


Рис. Б14 Зависимость напряженности ЭСП от времени Модели №2

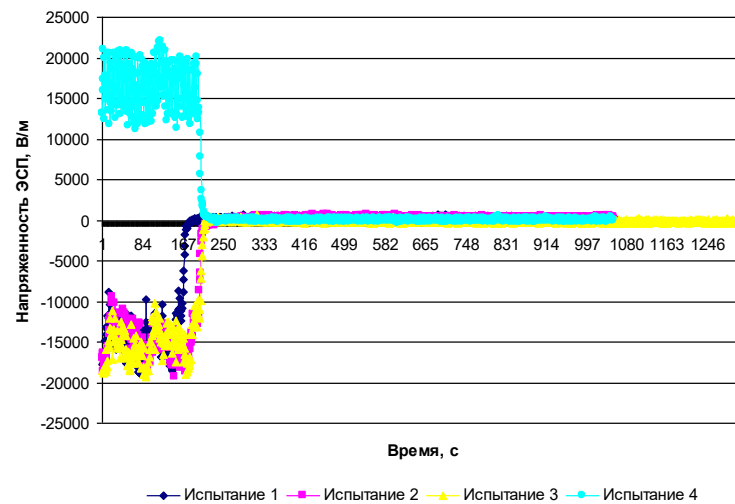


Рис. Б15 Зависимость напряженности ЭСП от времени Модели №3

## **Приложение В**

Гистограммы распределения максимальных и средних значений напряженности ЭСП

## Вторая серия

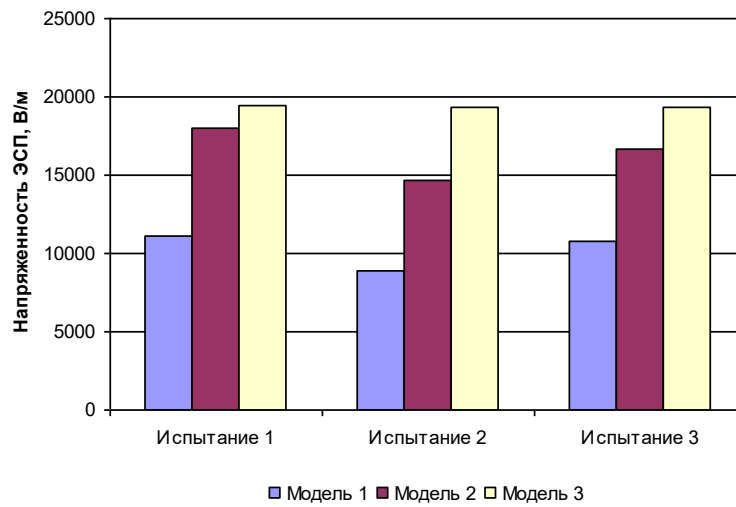


Рис. В1 Гистограммы распределения максимальных значений напряженности ЭСП второй серии испытаний

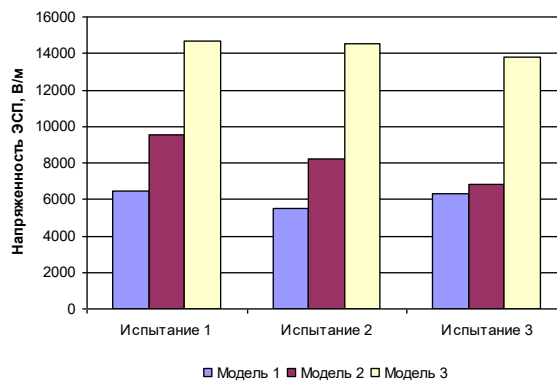


Рис. В2 Гистограммы распределения средних значений напряженности ЭСП второй серии испытаний

### Третья серия

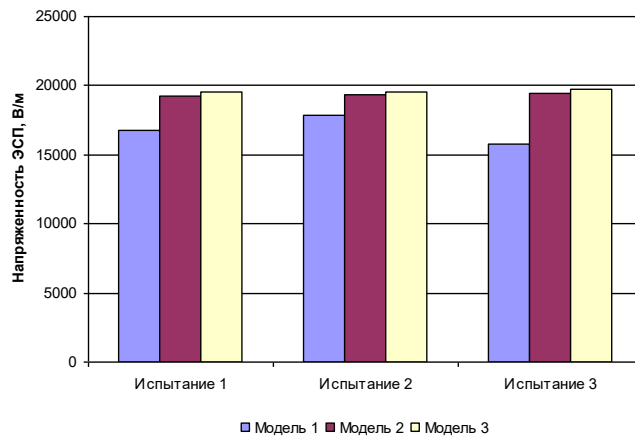


Рис. В3 Гистограммы распределения максимальных значений напряженности ЭСП третьей серии испытаний

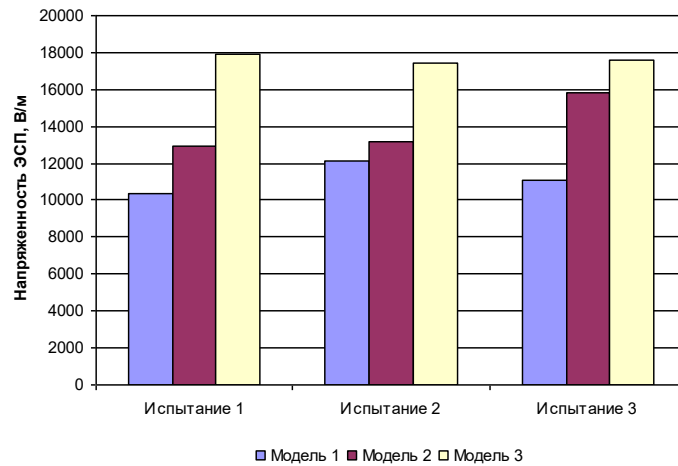


Рис. В4 Гистограммы распределения средних значений напряженности ЭСП третьей серии испытаний

### Четвертая серия

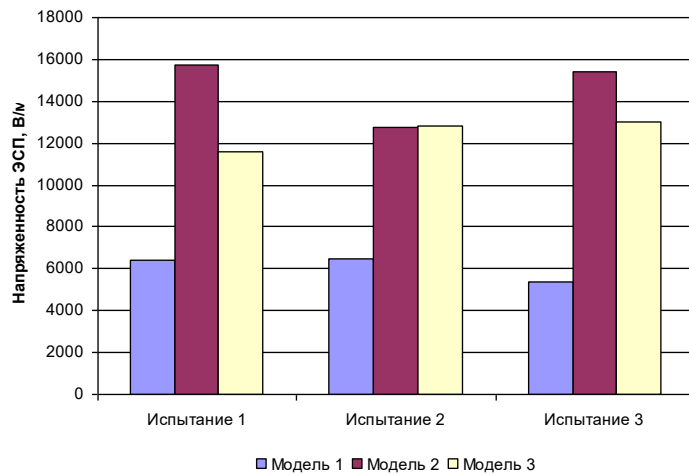


Рис. В5 Гистограммы распределения максимальных значений напряженности ЭСП четвертой серии испытаний

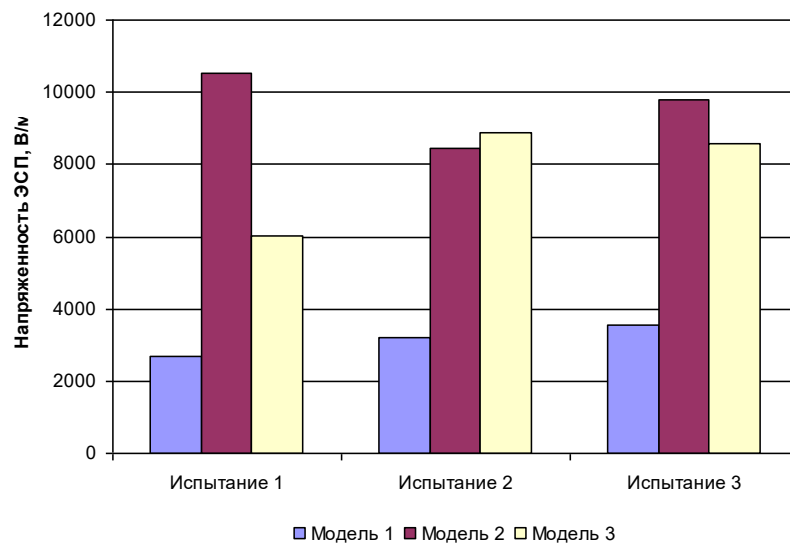


Рис. В6 Гистограммы распределения средних значений напряженности ЭСП четвертой серии испытаний

## Шестая серия

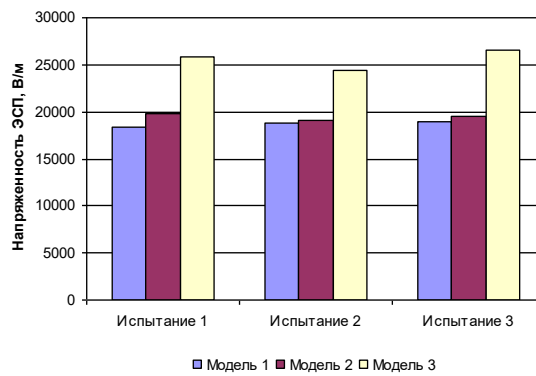


Рис. В7 Гистограммы распределения максимальных значений напряженности ЭСП шестой серии испытаний

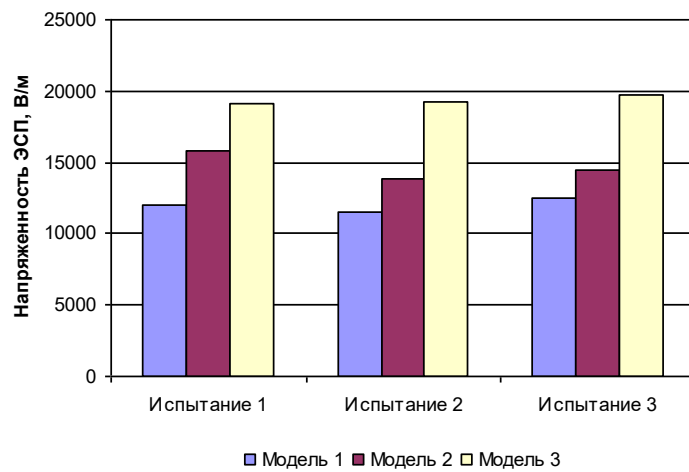


Рис. В8 Гистограммы распределения средних значений напряженности ЭСП шестой серии испытаний

## Седьмая серия

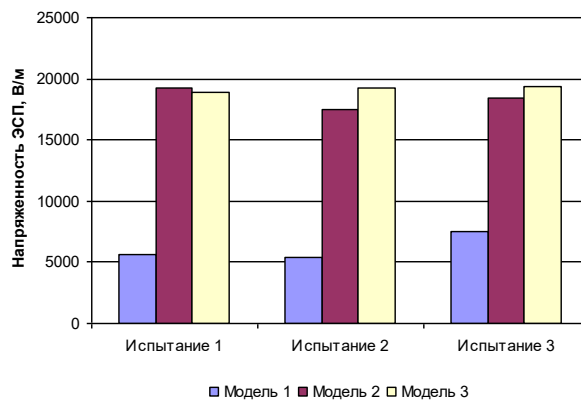


Рис. В9 Гистограммы распределения максимальных значений напряженности ЭСП седьмой серии испытаний

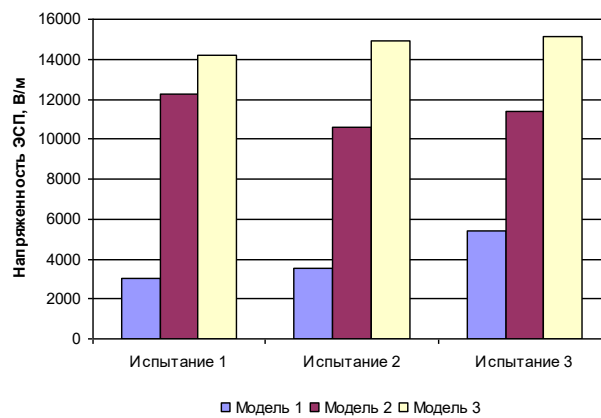


Рис. В10 Гистограммы распределения значений напряженности ЭСП седьмой серии испытаний

## **Приложение Г**

Акты о внедрении результатов диссертационного исследования



«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор - проректор по учебно-методической работе

ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»

Семан Дембицкий С.Г.

«28» сентября 2020 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор

ЗАО МОФ «Парижская коммуна»

Никитин А.А.

«28» сентября 2020 г.



## АКТ

Мы, нижеподписавшиеся представители ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» и представители ЗАО «МОФ «Парижская коммуна», составили настоящий акт о том, что результаты исследования, проведенные аспирантом Сироткиной О.В. в рамках диссертационной работы «Разработка методики оценки безопасности специальной обуви по показателям антистатического статуса» переданы в виде результатов анкетирования, которые позволяют увидеть направления совершенствования конструкций специальной обуви, а также картину распределения критериев и мотивов закупок специальной обуви предприятиями различных сфер промышленности.

Полученные ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» решения могут составить основу перспективной политики предприятия в области совершенствования структуры ассортимента выпускаемых изделий специального назначения.

Представители  
РГУ им. А.Н. Косыгина:

зав. кафедрой ХМК и ТИК  
проф. Костылева В.В.

доц. Белицкая О.А.

апс. Сироткина О.В.

Представители  
ЗАО МОФ «Парижская коммуна»:  
заместитель генерального  
директора по управлению  
производственным комплексом  
д.т.н., доц. Татарчук И.Р.

«УТВЕРЖДАЮ»  
 Первый проректор – проректор  
 по учебно-методической работе  
 ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»  
 Дембицкий С.Е.  
 «13» января 2021 г.



«УТВЕРЖДАЮ»  
 Генеральный директор  
 ООО «НТМ-Защита»



Мурашов А.И.  
 2021 г.

### АКТ

Мы, нижеподписавшиеся представители приборостроительной компании ООО «НТМ-Защита» и представители ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», составили настоящий акт о том, что результаты исследования, проведенные аспирантом Сироткиной О.В. в рамках диссертационной работы «Разработка методики оценки безопасности специальной обуви по показателям антистатического статуса» внедрены в производственный процесс ООО «НТМ-Защита».

Наименование объектов внедрения – «Методика измерений электростатических полей и антистатических показателей материалов специальной обуви в системе «человек – обувь – окружающая среда» с помощью регистраторов «ИРИ-4М» и «СТ-01», которые производятся ООО «НТМ-Защита»

Полученные ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» результаты испытаний при апробации методики оценки антистатических показателей послужил основанием для расширения областей использования и возможностей производимого оборудования.

Представители

РГУ им. А.Н. Косыгина:

зав. кафедрой ХМК и ТИК

проф. Костылева В.В.

доц. Белицкая О.А.

аис. Сироткина О.В.

Представители

ООО «НТМ-Защита»:

технический директор,

к.ф-м.н. Котляров А.А.



УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор - проректор  
по учебно-методической работе  
ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»

*С.Г. Дембицкий* Дембицкий С.Г.

«*Семь*» 2020 г.

## АКТ

внедрения в учебный процесс результатов  
диссертационной работы на тему «Разработка методики оценки безопасности  
специальной обуви по показателям антистатического статуса»  
Сироткиной Олеси Викторовны

Мы, нижеподписавшиеся, Костылева В.В., Киселев С.Ю., Литвин Е.В. составили настоящий акт о том, что результаты теоретических исследований, полученные в диссертации Сироткиной О.В. содержатся в учебном пособии «Современные представления о материалах, конструкциях и технологиях изготовления специальной обуви различного назначения», допущенном к изданию редакционно-издательским советом в качестве учебного пособия для направлений подготовки 29.03.01, 29.04.01 «Технология изделий легкой промышленности», 29.03.05, 29.04.05 «Конструирование изделий легкой промышленности», 38.03.07 «Товароведение».

Заведующий кафедрой  
художественного моделирования,  
конструирования и технологии  
изделий из кожи,  
д.т.н., профессор

*В.В. Костылева*  
В.В. Костылева

д.т.н., профессор кафедры  
художественного моделирования,  
конструирования и технологии  
изделий из кожи

*С.Ю. Киселев*  
С.Ю. Киселев

к.т.н., доцент кафедры  
художественного моделирования,  
конструирования и технологии  
изделий из кожи

*Е.В. Литвин*  
Е.В. Литвин