



Transport sohasida elektr xavfsizligini ta'minlashning tashkiliy va texnik choralari

Sherzod R. Abduvakhitov², Shavkat X. Abdazimov^{1,a)}

^{1a)} DSc, dots., Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, 100072, O'zbekiston; tstu_energy@mail.ru <https://orcid.org/0009-0002-0761-0787>

² XHvMMN departamenti bosh mutaxassis, "O'zbekiston temir yo'llari" AJ, Toshkent, 100060, O'zbekiston; tstu_energy@mail.ru <https://orcid.org/0009-0009-3909-4888>

Dolzarbli: transport korxonalarida, ayniqsa yuqori kuchlanishli elektr qurilmalari qo'llaniladigan temir yo'l transportida elektr xavfsizligini ta'minlash nihoyatda muhim vazifadir. Kuchlanishlarning ortishi, elektr texnik qurilmalar sonining ko'payishi va doimiy yuklama xodimlar salomatligiga xavf tug'diradi. Xavfsizlik choralari yetarlicha bo'lmasa, elektr toki urishi, yong'in va avariya yuzaga kelishi mumkin. Zamonaviy sharoitlar samarali himoya tizimlari, texnik xizmat va monitoringni talab etadi. Mazkur mavzuning dolzarbli xavflarni kamaytirish va transport sohasida mehnat xavfsizligi madaniyatini oshirish zarurati bilan bog'liq.

Maqsad: temir yo'l transporti korxonalarida elektr xavfsizligini ta'minlash bo'yicha samarali choralarni o'rganish va asoslash.

Usullari: me'yoriy hujjatlar tahlili, taqqoslash, modellashtirish, xavf bahosi va texnik yechimlarni tahlil qilish.

Natijalar: o'rganilgan ma'lumotlar asosida yerga ulash, nolga ulash va himoya o'chirgichlar eng samarali choralardan ekanligi aniqlandi. Elektr xavfsizligi nazorati va texnik vositalarning muntazam tekshiruvini xavfning oldini oladi.

Kalit so'zlar: elektr toki, yerlatgich, elektr ta'minot, o'zgaruvchan tok, o'zgaruvchan tok.

Обеспечение электробезопасности на предприятиях транспорта

Шерзод Р. Абдувахитов², Шавкат Х. Абдазимов^{1,a)}

^{1a)} DSc, доц., Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, 100072, Узбекистан; tstu_energy@mail.ru <https://orcid.org/0009-0002-0761-0787>

² Гл. спец. Департамента КБДиОТ, АО «Узбекистон темир йуллари», Ташкент, 100060, Узбекистан; tstu_energy@mail.ru <https://orcid.org/0009-0009-3909-4888>

Актуальность: обеспечение электробезопасности на предприятиях транспорта, особенно на железнодорожном транспорте, где используются высоковольтные электроустановки, является крайне важной задачей. Повышение напряжений, рост числа электротехнических устройств и постоянная эксплуатационная нагрузка увеличивают риск поражения электрическим током. Несоблюдение мер безопасности приводит к серьезным последствиям: травмам, пожарам и авариям. Современные условия требуют внедрения эффективных систем защиты, технического обслуживания и контроля. Актуальность темы обусловлена необходимостью системного подхода к снижению рисков и повышению культуры безопасного труда в сфере транспорта.

Цель: изучение и обоснование эффективных мер обеспечения электробезопасности на предприятиях железнодорожного транспорта.

Методы: анализ нормативов, сравнительный обзор, моделирование, оценка рисков и технических решений.

Результаты: проведенный анализ подтвердил эффективность защитного заземления, зануления и устройства защитного отключения (УЗО). Выявлены типовые ошибки эксплуатации. Предложены улучшенные технические меры. Установлено, что систематический контроль снижает риск поражения электрическим током на транспорте.

Ключевые слова: электрический ток, заземление, электроснабжения, постоянный ток, переменный ток.

Organizational and technical measures for ensuring electrical safety in the transport sector

Sherzod R. Abduvakhitov², Shavkat X. Abdazimov^{1,a)}

^{1a)} DSc, assoc.prof, Tashkent State Transport University, Tashkent, 100072, Uzbekistan; tstu_energy@mail.ru <https://orcid.org/0009-0002-0761-0787>

² Chief specialist department of TSCaLP, JSC "O'zbekiston temir yo'llari", Tashkent, 100060, Uzbekistan; tstu_energy@mail.ru <https://orcid.org/0009-0009-3909-4888>

Relevance: ensuring electrical safety in transport enterprises, especially in railway systems that utilize high-voltage electrical equipment, is a critically important issue. Increasing voltages, the expansion of electrical devices, and constant operational loads raise the risk of electric shock. Failure to follow safety protocols can lead to serious consequences, including injuries, fires, and accidents. Today's conditions require the implementation of

For citation: Abduvakhitov Sh.R., Abdazimov Sh.X. Organizational and technical measures for ensuring electrical safety in the transport sector. Scientific and technical journal of Problems of Energy and Sources Saving, 2025, no. 4, pp. 359-364.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18693522>

Received: 05.04.2025

Revised: 19.04.2025

Accepted: 11.07.2025

Published: 27.12.2025

Copyright: © Sherzod R. Abduvakhitov, Shavkat X. Abdazimov, 2025.

Submitted to Problems of Energy and Sources Saving for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



effective protection systems, technical maintenance, and monitoring. The relevance of this topic lies in the need for a systematic approach to reducing risks and enhancing a culture of workplace safety in the transport sector.

Aim: to study and justify effective measures for ensuring electrical safety at railway transport enterprises.

Methods: analysis of standards, comparative review, modeling, risk assessment, and technical evaluation.

Results: analysis confirmed grounding, neutral connection, and RCDs are most effective. Operational errors were identified. Regular safety inspections and updated protective measures significantly reduce electric shock risk in transport enterprises.

Keywords: electric current, grounding, power supply, direct current (DC), alternating current (AC).

1. Введение (Introduction)

Обеспечение электробезопасности на предприятиях транспорта, особенно на железнодорожном, является важнейшей задачей в условиях интенсивной электрификации. Использование электровазозов, подстанций и других высоковольтных установок приводит к возникновению потенциально опасных условий для обслуживающего персонала и технических средств. Основными причинами поражения электрическим током остаются пробой изоляции, замыкания на корпус, утечки тока и человеческий фактор. Современные требования к технологической безопасности обязывают применять эффективные системы защиты, направленные на снижение рисков электротравматизма. Настоящее исследование направлено на анализ существующих технических и организационных методов обеспечения электробезопасности, оценку их эффективности и разработку рекомендаций по их применению в транспортной отрасли.

Для обеспечения электробезопасности при монтаже и эксплуатации электроустановок применяют различные способы и средства защиты, выбор которых зависит от ряда факторов, в том числе и от способа электроснабжения.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током в электроустановках должны применяться технические способы и средства защиты.

Выбор того или иного способа или средства защиты (или их сочетаний) в конкретной электроустановке и эффективность его применения зависят от целого ряда факторов [2,3].

Таблица 1. Классификация технических способов и средств защиты от поражения электрическим током

Table 1. Classification of Technical Methods and Means of Protection Against Electric Shock by Type of Contact and Application Conditions



2. Методы и материалы (Methods and materials)

В рамках данного исследования были использованы как теоретические, так и прикладные методы анализа, позволяющие системно подойти к изучению вопроса обеспечения электробезопасности на предприятиях транспорта. Основное внимание было уделено предприятиям же-



лезнодорожной отрасли, где эксплуатация высоковольтных электроустановок, электровозов и тяговых подстанций требует строгого соблюдения норм и правил безопасности.

Методологической основой исследования послужил анализ нормативно-правовой базы, регулирующей вопросы электробезопасности, в частности, «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ), ГОСТ 12.1.019-79 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты от поражения электрическим током», а также СанПиН и методические рекомендации, разработанные как в Узбекистане, так и за рубежом (IEC, DIN и др.).

Кроме нормативной документации, в ходе исследования были изучены учебные пособия и научные статьи отечественных и зарубежных специалистов в области техносферной безопасности и электротехники [1]. В теоретической части использованы методы логического, сравнительного и причинно-следственного анализа, позволяющие обосновать необходимость и эффективность применения определенных средств и способов защиты от поражения электрическим током. Для обобщения и систематизации полученных данных применялся метод контент-анализа научной и технической литературы, в том числе публикаций зарубежных авторов из России, Германии, Японии, США, Индии, Украины, Беларуси и других стран, где проблемы электробезопасности решаются с учетом современных технологий и автоматизированных систем контроля.

Из практических методов был применен метод экспертного анализа. Были опрошены инженеры-энергетики, специалисты по охране труда и технике безопасности, занятые на железнодорожных предприятиях, а также проведен аудит состояния электроустановок на одном из производственных объектов, где эксплуатируются высоковольтные источники питания.

В процессе анализа технических решений был сделан акцент на следующие виды защиты:

- защитное заземление;
- система зануления;
- устройства защитного отключения (УЗО);
- изолирующие и предохранительные средства индивидуальной защиты;
- коллективные ограждающие средства.

Каждое из вышеуказанных решений было рассмотрено в зависимости от условий эксплуатации: напряжения (до и выше 1000 В), рода тока (переменный или постоянный), степени влажности помещения, уровня изоляции оборудования и удаленности от источника питания.

Материалы, использованные для анализа, включали технические паспорта электроустановок, протоколы измерения сопротивления заземляющих устройств, акты по результатам электролабораторных испытаний и внутренние приказы предприятий по вопросам охраны труда.

Для анализа изолирующих средств применялись характеристики, приведенные в ГОСТ и технических условиях производителей. Изучались рабочие свойства диэлектрических перчаток, ковриков, инструментов с изолированными ручками, а также проверялись условия их хранения и эксплуатации.

Дополнительно был использован сравнительный метод оценки эффективности применения защитных средств при различных аварийных ситуациях: замыкание на корпус, пробой изоляции, утечка тока и др. Были проанализированы случаи аварийных отключений и причин получения электротравм с целью определения факторов, способствующих их возникновению.

Таким образом, применение комплексного подхода: от анализа нормативной базы до изучения реальных условий эксплуатации, позволило получить объективные данные об уровне электробезопасности на предприятиях транспорта и определить наиболее эффективные меры защиты, применимые в современных условиях.

С практической стороны, проведен анализ электроустановок и систем электроснабжения на одном из крупных железнодорожных предприятий. В частности, были изучены схемы заземления, виды автоматических устройств защитного отключения, характеристики защитных реле и предохранителей, условия установки и эксплуатации электрооборудования. Также анализировались протоколы замеров сопротивления заземляющих устройств, акты Энергонадзора и технические паспорта оборудования.

Для обоснования выбора технических решений были привлечены следующие методы:

- **Метод экспертной оценки**, при котором опрашивались инженеры по охране труда и инженеры-энергетики.
- **Аналитический метод**, с помощью которого сравнивались характеристики различных средств индивидуальной и коллективной защиты.
- **Метод технико-экономического сравнения**, позволивший оценить эффективность применения различных систем заземления (выносное и контурное) и зануления.
- **Метод риск-анализа**, с целью определения вероятности поражения человека электрическим током в различных производственных условиях.

Кроме того, для оценки состояния изолирующих средств индивидуальной защиты были проведены визуальные и функциональные осмотры таких средств, как диэлектрические пер-



чатки, коврики, калоши и инструмент с изолированными рукоятками. Отдельно рассматривались дополнительные предохранительные и ограждающие средства защиты, используемые в условиях повышенной опасности (работа на высоте, в замкнутых пространствах, при высокой влажности и высокой температуре).

Таким образом, применённый комплексный подход, включающий нормативный, теоретический и эмпирический анализы, позволил всесторонне оценить состояние и методы обеспечения электробезопасности на предприятиях транспорта и выработать конкретные рекомендации по их совершенствованию в современных условиях.

3. Результаты и обсуждение (Results and discussion)

В ходе исследования были выявлены основные проблемы и недостатки в системе электробезопасности на предприятиях транспорта, особенно на объектах железнодорожной инфраструктуры. Анализ существующих электроустановок показал, что значительная часть оборудования эксплуатируется с устаревшими системами заземления и без современных устройств защитного отключения (УЗО). Это увеличивает риск поражения электрическим током как для обслуживающего персонала, так и для пассажиров в зоне действия контактной сети.

Проведённые измерения сопротивления заземляющих устройств показали, что в 27% случаев оно превышает нормативные значения, установленные ПУЭ. Особенно критичны эти показатели в условиях высокой влажности и при наличии агрессивной среды, где металлоконструкции подвержены коррозии. Также выявлены случаи, когда нулевой рабочий и защитный проводники ошибочно использовались совместно, что недопустимо и может привести к смертельно опасным ситуациям при аварийных режимах [4].

В результате внедрения комбинированной системы защитного заземления и зануления на отдельных участках удалось добиться повышения уровня электробезопасности, подтвердив эффективность такого подхода. Также было установлено, что применение современных УЗО с током срабатывания не более 30 мА позволяет сократить риск поражения током на 70–80%, особенно в условиях косвенного прикосновения [10,11,12].

Анализ применения индивидуальных изолирующих средств защиты (перчатки, коврики, инструмент с изолированными рукоятками) показал, что регулярные осмотры и правильное хранение значительно продлевают срок их эксплуатации, и снижают риск отказа в момент критической нагрузки. Тем не менее, около 15% средств не проходили визуальный контроль или не имели маркировки, что свидетельствует о слабом уровне организационного контроля на местах [8,9].

Дополнительно рассмотрена практика использования предохранительных и ограждающих средств защиты. Применение временных ограждений, предупредительных знаков и запирающих устройств позволяет повысить уровень коллективной безопасности и снизить риск несанкционированного доступа к токоведущим частям.

Таким образом, результаты исследования подтвердили, что комплексный подход к электробезопасности, сочетающий технические и организационные меры, обеспечивает наиболее высокий уровень защиты. Внедрение современных нормативов, регулярный аудит электроустановок и обучение персонала являются ключевыми факторами в предотвращении несчастных случаев, связанных с поражением электрическим током.

На основе проведённого исследования и анализа состояния электробезопасности на транспортных предприятиях, особенно в железнодорожной отрасли, предлагается принять следующие меры для повышения уровня защиты от поражения электрическим током:

1. Совершенствование системы технического контроля: внедрить регулярные проверки состояния заземляющих устройств, устройств защитного отключения (УЗО) и других элементов электробезопасности с обязательной фиксацией результатов в технической документации.

2. Модернизация электроустановок: обновить устаревшие системы заземления и зануления, внедрить современные устройства защитного отключения с чувствительностью не выше 30 мА, особенно на объектах с повышенной влажностью и риском поражения током.

3. Повышение уровня подготовки персонала: организовать систематическое обучение и переподготовку обслуживающего персонала по вопросам электробезопасности, с акцентом на применение средств индивидуальной и коллективной защиты.

4. Разработка и внедрение программного мониторинга: создать цифровую платформу для контроля состояния электроустановок, включая автоматическое уведомление о превышении допустимых параметров сопротивления заземления, токов утечки и других опасных показателей.

5. Усиление административного контроля: разработать нормативные акты, предусматривающие ответственность должностных лиц за несоблюдение требований электробезопасности, включая ведение внутреннего аудита на регулярной основе.



6. Применение инновационных материалов: внедрить современные диэлектрические материалы и изоляционные технологии, устойчивые к температурным, механическим и химическим воздействиям, в конструкции средств защиты.

7. Повышение визуальной культуры безопасности: оснастить электроустановки стандартными предупреждающими знаками, барьерами, экранами и ограждениями, обеспечив тем самым профилактику несанкционированного доступа к опасным зонам.

8. Интеграция системы управления рисками: применить риск ориентированный подход при проектировании, монтаже и эксплуатации электроустановок, с обязательным анализом опасностей и мероприятий по их снижению.

Реализация данных предложений позволит значительно снизить уровень производственного травматизма, повысить надёжность электрооборудования и обеспечить безопасные условия труда в организациях транспортной отрасли.

4. Заключение (Conclusion)

В ходе исследования были рассмотрены ключевые аспекты обеспечения электробезопасности на предприятиях транспорта, особенно на объектах, где используется высоковольтное электрооборудование, такое как электровозы и тяговые подстанции. Установлено, что основными мерами защиты являются эффективная система заземления, использование устройств защитного отключения, изоляция токоведущих частей, регулярный технический осмотр и соблюдение норм охраны труда.

Особое внимание должно уделяться профессиональной подготовке персонала, использованию современных средств диагностики и мониторинга состояния электросетей. Электробезопасность напрямую влияет на бесперебойную работу транспорта и безопасность обслуживающего персонала, поэтому требует комплексного подхода и постоянного контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов /С.В.Белов и др. - М.: Высшая школа, 2004.
2. Методы и средства защиты человека от опасных и вредных производственных факторов: учеб. пособие /И.М.Башлыков и др; под ред. В.А.Трефилова В.А. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 348 с.
3. Зотов Б.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве. – М.: Колос, 2004.
4. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. для вузов/ под ред. проф. Э.А. Арустамова. – 8-е изд., перераб.и доп. - М.: Дашков и К°, 2005.
5. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие /под ред. О.Н. Русак. – 6-е изд. -С-Петербург: Из-во «Лань», 2008.
- 6.. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: Учебник./ Под ред. Кукина Л.П., Лапина. – М.: Высшая школа, 2006.
7. Овсянкин А.Д., Файнбург Г.З. Охрана труда: Учебное пособие. В 4-х частях – Пермь, Перм. гос. техн. ун-т. 2004., -304 с.
8. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территории при чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие/ Денисов В.В, Денисова И.А., Гутенёв В.В.и др. -Ростов-на-Дону: МарТ, 2003. -607 с.
9. В.И. Емельянов, В.Н. Кохомов. Защита населения и территории в чрезвычайных ситуациях. Учебное пособие для вузов. - М.: Изд-во Академический проект. 2003. -420 с.
10. Карякин Р.Н. Нормы устройства электроустановок производственных зданий. - М.: Изд-во "Энергосервис", 2008.
11. Карякин Р.Н. Нормы устройства сетей заземления. - М.: Изд-во "Энергосервис", 2002.
12. Карякин Р.Н. Нормы устройства безопасных электроустановок. - 2 - ое изд., дополненное. - М.: Изд-во "Энергосервис", 2009. - 215 с.

REFERENCES

1. Belov, S.V., et al. Life Safety. Textbook for Universities. Moscow: Vysshaya Shkola, 2004.
2. Bashlykov, I.M., et al. Methods and Means of Protecting Humans from Dangerous and Harmful Industrial Factors: Study Guide, edited by V.A. Trefilov. Perm: Perm State Technical University Publishing, 2008. - 348 p.
3. Zotov, B.I. Occupational Life Safety. Moscow: Kolos, 2004.
4. Life Safety: Textbook for Universities, edited by Prof. E.A. Arustamov. 8th revised and expanded edition. Moscow: Dashkov & Co, 2005.



5. Life Safety: Study Guide, edited by O.N. Rusak. 6th edition. Saint Petersburg: Lan Publishing, 2008.
6. Safety of Technological Processes and Productions. Labor Protection: Textbook, edited by L.P. Kukin and Lapin. Moscow: Vysshaya Shkola, 2006.
7. Ovsyankin, A.D., Fainburg, G.Z. Occupational Safety: Study Guide in 4 Parts. Perm: Perm State Technical University, 2004. - 304 p.
8. Denisov, V.V., Denisova, I.A., Gutenyov, V.V., et al. Life Safety. Protection of the Population and Territories in Emergency Situations: Study Guide. Rostov-on-Don: Mart Publishing, 2003. -607 p.
9. Emelyanov, V.I., Kokhomov, V.N. Protection of Population and Territory in Emergency Situations: University Textbook. Moscow: Academic Project Publishing, 2003. — 420 p.
10. Karyakin, R.N. Standards for Electrical Installations in Industrial Buildings. Moscow: Energoservice Publishing, 2008.
11. Karyakin, R.N. Standards for Grounding Systems. Moscow: Energoservice Publishing, 2002.
12. Karyakin, R.N. Standards for Safe Electrical Installations. 2nd revised edition. Moscow: Energoservice Publishing, 2009. - 215 p.