Дата поступления рукописи в редакцию: 10.06.2026 г. DOI: 10.24412/3034-4271-2026-3-100-104
Дата принятия рукописи в печать: 30.06.2026 г.

ЗВЕРЕВА Виктория Алексеевна,
магистрант,
Российский Государственный Социальный Университет,
e-mail: zverevavicyla@mail.ru

КЛИМОВА Елена Владимировна,
заведующий кафедрой экологии и природоохранной деятельности,
доцент, кандидат технических наук,
Российский Государственный Социальный Университет,
e-mail: klimovaev@rgsu.net

РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ОПЕРАТИВНЫХ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ ЧЕРЕЗ ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ЧЕК-ЛИСТОВ

Аннотация. *Стремительное технологическое усложнение «архитектуры» современных электросетей многократно повышает цену ошибки дежурного персонала при изменении эксплуатационного состояния высоковольтного оборудования. Отрасль столкнулась с серьезным методологическим противоречием. Так, с одной стороны, существует исчерпывающая, юридически выверенная база нормативных документов. С другой – сохраняется пугающе высокий процент аварий, которые спровоцированы пресловутым «человеческим фактором». Громоздкие бумажные регламенты, исторически ориентированные на ретроспективный контроль, оказываются бессильны перед когнитивными искажениями, с которыми работники сталкиваются в реальных полевых условиях. По существу, персонал совершает фатальные ошибки не из-за нехватки знаний, а вследствие потери концентрации. Цель – научно обосновать необходимость перехода от статичного документооборота к превентивной модели управления рисками через внедрение динамических цифровых чек-листов. Автор приходит к выводу, что алгоритмизированные контрольные карты являются не просто формой отчетности, а действенным психологическим барьером. Они принудительно замедляют действия оператора в критических узлах и переводят внутренний самоконтроль из невидимой абстрактной категории в осязаемое, подтверждаемое физическое действие. Главный практический авторский вклад проявляется в предложенной концептуальной архитектуре «двусторонней системы блокировок». Как представляется, глубокая программная интеграция мобильных чек-листов с телеметрическими данными систем АСДУ/SCADA способна физически исключить возможность фиктивных («фантомных») переключений, навсегда решив проблему рассинхронизации диспетчерской мнемосхемы и реального положения аппаратов.*

Ключевые слова: *АСДУ/SCADA, когнитивные искажения, оперативные переключения, охрана труда, риск-ориентированный подход, человеческий фактор, цифровизация безопасности, чек-лист, электроустановки.*

ZVEREVA Victoria Alekseevna,
Master's student,
Russian State Social University

KLIMOVA Elena Vladimirovna,
Head of the Department of Ecology and Environmental Protection,
Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,
Russian State Social University

RISK-ORIENTED APPROACH TO ENSURING THE SAFETY OF SWITCHING OPERATIONS IN ELECTRICAL INSTALLATIONS THROUGH THE IMPLEMENTATION OF A CHECKLIST SYSTEM

Annotation. *The rapid technological complexity of modern power grid «architecture» significantly increases the cost of errors made by duty personnel during changes in the operational state of high-voltage equipment. The industry has encountered a major methodological contradiction: while an exhaustive, legally*

verified framework of regulatory documents exists, there remains a startlingly high percentage of accidents triggered by the «human factor.» Cumbersome paper regulations, historically focused on retrospective control, prove ineffective against the cognitive biases workers face in real-world field conditions. Essentially, personnel commit fatal errors not due to a lack of knowledge, but as a result of a loss of concentration. The objective of this study is to scientifically substantiate the necessity of transitioning from static documentation to a preventive risk management model through the implementation of dynamic digital checklists. The author concludes that algorithmized control cards serve not merely as a form of reporting, but as an effective psychological barrier. They forcibly decelerate operator actions at critical nodes and transform internal self-control from an invisible, abstract category into a tangible, verifiable physical action. The primary practical contribution lies in the proposed conceptual architecture of a «two-way interlocking system.» It is suggested that the deep software integration of mobile checklists with telemetric data from ADCS/SCADA systems can physically eliminate the possibility of fictitious («phantom») switching operations, permanently resolving the issue of desynchronization between the dispatcher's mimic diagram and the actual position of the apparatus.

Key words: *ADCS/SCADA, cognitive biases, switching operations, occupational health and safety, risk-oriented approach, human factor, digitalization of safety, checklist, electrical installations.*

Введение

Обеспечение исключительной надежности и безопасности функционирования современных электроэнергетических систем привычно относится к числу наиболее приоритетных и сложных задач как корпоративного, так и государственного управления. По существу, оперативные переключения в электроустановках представляют собой многоэтапный, технологически емкий процесс. Он сопряжен с очень высоким уровнем производственного риска. Ошибочные действия дежурного персонала при изменении эксплуатационного состояния высоковольтного оборудования (оперировании разъединителями, выключателями либо заземляющими ножами) подчас приводят не только к масштабным системным авариям, обесточиванию крупных инфраструктурных узлов, но и к тяжелейшему производственному электротравматизму.

В сопоставлении с более ранними концепциями, где управленческий акцент делался, главным образом, на ретроспективном, посмертном расследовании уже произошедших инцидентов, современная инженерная парадигма требует проактивных мер. Как представляется, традиционные нормативные документы, текстовые инструкции, несмотря на их исчерпывающую юридическую полноту, в реалиях острого дефицита времени, стресса, серьезной когнитивной перегрузки оперативного персонала зачастую оказываются неэффективным барьером. Вследствие этого отметим, что энергетическая отрасль остро нуждается в фундаментальном пересмотре базовых механизмов контроля за действиями диспетчеров, электромонтеров непосредственно на их рабочих местах.

Материалы и методы

В современной литературе авторы демонстрируют разнонаправленные, но взаимодополняющие подходы к обсуждаемой проблематике. Т. В. Еремина, Т. В. Ахаржанова и коллеги закладывают теоретический «фундамент» через анализ превентивных мер [1]. С. А. Ермаков переводит дискуссию в плоскость технических решений, рассматривая устройства защитного отключения [2]. Ю. В. Жилкина расширяет контекст до масштабов риск-ориентированного управления сетевым хозяйством [3]. Это находит развитие в работах Н. В. Ковалевой и А. А. Зозули, которые исследуют законодательную базу промышленной безопасности [4]. Практическая реализация через автоматизацию и чек-листы отражена в специализированных методических материалах [5], а Р. А. Шиханов и С. И. Макашева акцентируют внимание на подготовке кадров, замыкая цикл обеспечения безопасности [6]. Данный подбор источников обоснован необходимостью охвата всех уровней системы (от нормативного регулирования до операционного контроля на местах).

При этом в источниках прослеживается нехватка работ, которые посвящены интеграции чек-листов в цифровые системы управления нарядами-допусками именно в момент переключений.

При написании статьи использовался метод системного анализа (для структурирования междисциплинарных связей), сравнительно-сопоставительный подход (в целях выявления лакун в исследованиях), теоретическое обобщение – чтобы сформировать целостную картину изучаемой предметной области.

Результаты и обсуждение

Глобальный методологический переход к риск-ориентированному подходу, концептуально закрепленному в международном стандарте ISO 45001 и активно адаптируемому в российской практике управления охраной труда, смещает вектор внимания с формального соблюдения бюрократических правил на непрерывную идентификацию латентных опасностей.

С опорой на указанный подход предполагается, что природа промышленной безопасности детерминируется сложным, динамично меняющимся комплексом угроз. Их требуется выявлять и купировать строго до момента физической реализации. В связи с этим отметим, что внедрение структурированной системы чек-листов (контрольных карт) выступает в качестве одного из наиболее перспективных, научно обоснованных

инструментов превентивного управления профессиональными рисками. Видимо, грамотная подстройка данного инструментария, изначально доказавшего свою непревзойденную прагматическую результативность в гражданской авиации и хирургической медицине, к суровым реалиям электроэнергетики способна нивелировать деструктивное влияние пресловутого «человеческого фактора» [2; 4; 7].

С теоретической точки зрения, риск-ориентированный подход к обеспечению безопасности подобных операций прочно базируется на методологии оценки надежности человека-оператора (Human Reliability Analysis, HRA). Разумно предположить, что безошибочное выполнение сложного бланка переключений в открытых распределительных устройствах напряжением 110-220 кВ требует от квалифицированного сотрудника предельного фокуса, непрерывной концентрации внимания. Между тем, высокая рутинность в сочетании с цикличной повторяемостью базовых операций неизбежно провоцируют так называемую «замыленность глаза» – опасное когнитивное искажение, при котором мозг специалиста начинает игнорировать явные сигналы об опасности; он действует по заученному шаблону. Современная оценка производственных рисков заключается в математическом моделировании сценариев реализации возможных ошибок (например, отключение линейного разъединителя под рабочей нагрузкой вместо элегазового выключателя) с последующим расчетом потенциального ущерба с использованием методов THERP или HEART. Применение передовых инструментов риск-менеджмента помогает констатировать сам факт нарушения регламента, математически оценивать вероятность его возникновения в специфических условиях эксплуатации (накопленная усталость работника, неблагоприятные метеоусловия, снижение внимания в ночную смену) [1; 2; 4; 8].

Стабильно от 65% до 75% технологических инцидентов и несчастных случаев на объектах генерации и распределения спровоцированы именно некорректными действиями обученного персонала [3; 6]. Примечательно, что подавляющее большинство этих трагических случаев происходит вовсе не из-за фундаментального отсутствия профессиональных знаний или неприемлемо низкой квалификации работников. Чаще всего причиной инцидентов становится прямое нарушение регламентированной последовательности операций или пропуск этапов контроля. На практике это выражается, например, в отсутствии визуальной проверки положения губок разъединителя или в установке переносного заземления без предварительного контроля отсутствия напряжения. Обычный бумажный бланк переключений, оформленный как сплошной текст, не обеспечивает интерактивности. Он не обязывает специалиста подтверждать каждый шаг в режиме реального времени. И это оставляет пробелы в системе безопасности.

В отличие от классических многостраничных инструкций, с которыми неудобно работать непосредственно на объекте, использование чек-листов опирается на более эффективный подход к поддержке персонала. Современный чек-лист представляет собой краткий и четкий алгоритм, содержащий только необходимые действия. Его специфика состоит в требовании фиксировать каждый выполненный пункт (цифровой или физической отметкой). До получения подтверждения переход к следующему этапу блокируется.

Такая фиксация – к примеру, нажатие кнопки на промышленном планшете – делает самоконтроль осязаемым действием. Подобный механизм намеренно снижает скорость работы на критически важных участках. Это позволяет исключить спешку и перевести действия персонала из автоматического режима в осознанный. В результате чек-лист компенсирует возможное снижение концентрации внимания сотрудника и страхует от ошибок [1; 2; 4].

Основные отличия описанных подходов с точки зрения производственной безопасности и результативности систематизированы в таблице 1.

Таблица 1. Сопоставление эффективности вариантов оперативного переключения (составлено автором)

Критерий	Классическая схема (бумажные бланки)	Риск-ориентированный подход (цифровые чек-листы)
Формат контроля действий	Ретроспективный (проверка бланка после завершения работы)	Проактивный (пошаговое подтверждение операций в реальном времени)
Адаптивность к среде	Статичная (требует ручной переделки документа при изменении схемы)	Динамичная (автоматическая перестройка алгоритма под актуальную схему)
Идентификация рисков	Обобщенная – стандартные предупреждения для всех типов работ	Контекстная – предупреждения генерируются в зависимости от текущего шага и оборудования

Аналитика, аудит	Затруднены. Требует ручного анализа архива бумажных документов	Быстрые. Формируется «цифровой след». Автоматический сбор Big Data
Защита от формализма	Низкая – возможность заполнить бланк «не выходя из кабинета»	Высокая (интеграция с GPS, требование фото- и видеофиксации узловых этапов)

Благодаря планомерному переходу к чек-листам обеспечивается качественный скачок в прозрачности всего технологического процесса. Впрочем, следует откровенно признать: формальное внедрение дорогостоящего софта ради самого факта введения в практику не даст желаемого синергетического эффекта без глубокой, кропотливой перестройки самой корпоративной культуры безопасности на предприятии.

Обращаясь непосредственно к практическим кейсам, целесообразно рассмотреть передовой опыт интеграции электронных чек-листов в носимые мобильные приложения, которые созданы специально для дежурных обходчиков и оперативно-ремонтного персонала крупных узловых подстанций. В целом ряде прогрессивных филиалов энергетических компаний внедрение мобильных терминалов сбора данных с предустановленными, жестко алгоритмизированными сценариями переключений позволило существенно снизить количество так называемых «околоаварийных» ситуаций в среднем на 42 % только за первый календарный год промышленной эксплуатации [5]. Такое программное приложение не просто пассивно демонстрирует сухую последовательность действий, но и в обязательном порядке требует от электромонтера прикрепления фотофиксации реального положения коммутационных аппаратов на наиболее ответственных, необратимых этапах. Подобная практика автоматически формирует неизменяемый цифровой след каждой операции. А это делает физически невозможным формальное, халатное заполнение отчетных документов.

Сформулируем ряд рекомендаций, стратегически направленных на повышение итоговой результативности рассматриваемого подхода. Представляется очевидным, что ключевой фундаментальной проблемой текущего этапа отраслевой цифровизации остается сильная фрагментарность разрозненных IT-решений. В связи с этим, предлагается разработать и нормативно закрепить архитектуру глубокой интеграции интерфейсов мобильных чек-листов с автоматизированными системами диспетчерского управления (АСДУ/SCADA) и базовыми модулями корпоративных ERP-систем. SCADA – диспетчерское управление и сбор данных – программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. SCADA может являться частью АСУ ТП, АСКУЭ, системы экологического мониторинга, научного эксперимента, автоматизации здания и т. д.

Новизна описываемого предложения состоит в создании интеллектуальной, двусторонней динамической системы блокировок. Программно-аппаратный комплекс не позволит электромонтеру нажать кнопку выполнения критической операции в чек-листе, если SCADA-система по телеметрическим каналам объективно не зафиксировала фактическое изменение состояния оборудования (к примеру, телеизмерения показывают наличие опасного тока нагрузки там, где его уже не должно быть). Главная цель данной превентивной меры – исключить так называемые «фантомные» переключения и синхронизировать действия персонала с фактическим состоянием оборудования. Это помогает решить критическую проблему расхождения между диспетчерской мнемосхемой и реальным положением коммутационных аппаратов на удаленном объекте.

Заключение

Риск-ориентированный подход к безопасности оперативных переключений в электроустановках – это не стандартный современный управленческий тренд, а закономерный этап развития системы охраны труда. Он продиктован объективным усложнением энергетической инфраструктуры. Интеграция в практическую плоскость системы чек-листов (в первую очередь, их электронных версий) является одним из действенных инструментов для предупреждения ошибок, которые связаны с человеческим фактором.

В дальнейших исследованиях имеет смысл сфокусироваться на применении алгоритмов машинного обучения для предиктивного анализа данных, собираемых через цифровые чек-листы. Это даст возможность заранее фиксировать неочевидные свойства небезопасного поведения сотрудников и предотвращать аварийные ситуации еще на этапе их формирования.

Список литературы:

[1] Еремина Т. В. Анализ создания системы безопасности электроустановок и способов превентивных защитных мер / Т. В. Еремина, Т. В. Ахаржанова, О. В. Плишкина [и др.]. — Текст : электронный // АгроЭкоИнфо. — 2025. — № 3 (69). С. 19-24.

[2] Ермаков С. А. Устройство защитного от-

ключения / С. А. Ермаков. — Текст : непосредственный // Проблемы энергетики, природопользования, безопасности жизнедеятельности и экологии : сборник материалов научно-практической конференции. — Брянск, 2025. — С. 18–28.

[3] Жилкина Ю. В. Риск-ориентированное управление предотвращения аварий на воздушных линиях электропередачи / Ю. В. Жилкина. — Текст : непосредственный // Вестник Казанского государственного энергетического университета. — 2025. — Т. 17, № 2 (66). — С. 19–32.

[4] Ковалева Н. В. Промышленная безопасность по законодательству Российской Федерации: теоретико-правовой анализ / Н. В. Ковалева, А. А. Зозуля. — Текст : непосредственный // Актуальные проблемы государства и права. — 2022. — Т. 6, № 4 (24). — С. 646–656.

[5] Работы повышенной опасности: точки контроля и чек-лист, чтобы автоматизировать работу. — Текст : электронный // e.otruda.ru : [сайт]. — 2025. — URL: https://e.otruda.ru/1080429 (дата обращения: 22.03.2026).

[6] Шиханов Р. А. Электробезопасность: современные тренды в вопросах подготовки персонала электроустановок / Р. А. Шиханов, С. И. Макашева. — Текст : непосредственный // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. — 2023. — № 1 (34). — С. 64–71.

[7] Шувалова П. А. Оценка и управление профессиональными рисками в системе управления охраной труда на примере предприятия ООО «Альсин» / П. А. Шувалова, М. В. Сошенко, В. И. Шмырев [и др.]. — Текст : непосредственный // Образование и право. — 2025. — № 5. — С. 624–629.

[8] Семейкин А. Ю. К вопросу о выборе оптимального метода оценки профессионального риска / А. Ю. Семейкин, Е. В. Климова, Е. А. Носатова, В. А. Петрова. — Текст : непосредственный // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. — 2025. — Т. 14, № 1 (69). — С. 200–209.

References:

[1] Eremina T. V. Analysis of the creation of a safety system for electrical installations and methods of preventive protective measures / T. V. Eremina, T. V. Akharzhanova, O. V. Plishkina [et al.]. - Text: electronic // AgroEcoInfo. - 2025. - No. 3 (69). P. 19-24.

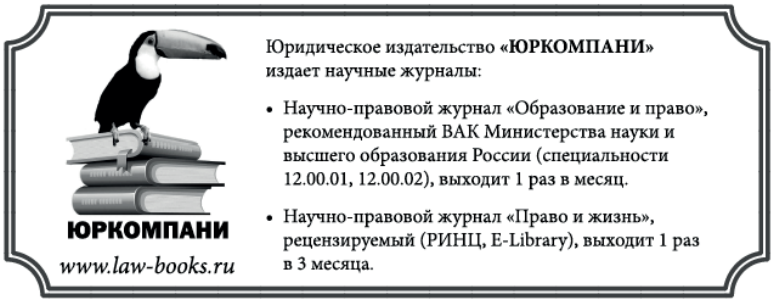
[2] Ermakov S. A. Residual current device / S. A. Ermakov. - Text: direct // Problems of energy, nature management, life safety and ecology: collection of materials from a scientific and practical conference. - Bryansk, 2025. - P. 18-28.

[3] Zhilkina Yu. V. Risk-oriented management of accident prevention on overhead power lines / Yu. V. Zhilkina. - Text: direct // Bulletin of the Kazan State Power Engineering University. — 2025. — Vol. 17, No. 2 (66). — Pp. 19–32.

[4] Kovaleva N. V. Industrial Safety under the Legislation of the Russian Federation: A Theoretical and Legal Analysis / N. V. Kovaleva, A. A. Zozulya. — Text: direct // Actual Problems of State and Law. — 2022. — Vol. 6, No. 4 (24). — Pp. 646–656.

[5] High-Hazard Jobs: Control Points and a Checklist to Automate Work. — Text: electronic // e.otruda.ru: [website]. — 2025. — URL: https://e.otruda.ru/1080429 (accessed: 22.03.2026).

[6] Shikhanov R. A. Electrical Safety: Modern Trends in Electrical Installation Personnel Training / R. A. Shikhanov, S. I. Makasheva. — Text: direct // Transport of the Asia-Pacific Region. — 2023. — No. 1 (34). — P. 64–71.

[7] Shuvalova P. A. Assessment and Management of Professional Risks in the Occupational Safety Management System Using the Example of Alsin LLC / P. A. Shuvalova, M. V. Soshenko, V. I. Shmyrev [et al.]. — Text: direct // Education and Law. — 2025. — No. 5. — P. 624–629.

[8] Semeikin A. Yu. On the Issue of Choosing the Optimal Method for Assessing Professional Risk / A. Yu. Semeikin, E. V. Klimova, E. A. Nosatova, V. A. Petrova. — Text: direct // 21st century: results of the past and problems of the present plus. — 2025. — Vol. 14, No. 1 (69). — P. 200–209.