

ских отказов применяются для того УПБ, который определен тяжестью ущерба, в нашем случае для подсистемы технического зрения это УПБ 4.

Если для систем, использующих жесткую логику для определения частоты нежелательного события, можно было воспользоваться традиционными вероятностными расчетами надежности и безопасности исходя из структуры изделия, то для систем, использующих техническое зрение, потребовалось применить расчетно-экспериментальный метод. Это вызвано необходимостью оценки эффективности работы алгоритмов работы нейронных сетей, которую можно выполнить только путем проведения испытаний и получения выборки достаточного объема.

В ходе планирования испытаний был рассмотрен каждый конкретный сценарий эксплуатации исследуемой системы и определены возможные опасности, свойственные данному сценарию. Это позволило при проведении испытаний смоделировать конкретную ситуацию для сбора статистики по способности системы снижения риска реализации данной опасности в реальной среде, а именно на Московском центральном кольце, с целью подтверждения соответствия требованиям.

Таким образом, используя метод МЕМ и полученную статистику, мы выполнили нормирование требований безопасности к системе технического зрения в конкретном сценарии и сформировали минимальное требование к подсистеме, удовлетворяющее всем сценариям, а также подтвердили выполнение этих требований. Опыт применения данного метода показал, что он может быть использован в инновационных системах, для которых стандартизованные требования безопасности отсутствуют.

УДК 62-567.5:536.7

## **ВНЕДРЕНИЕ МОБИЛЬНОГО РАБОЧЕГО МЕСТА КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ ХОЗЯЙСТВА АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ**

*Ю. А. ГЕНВАРЕВА, О. Ю. МАЛАХОВА*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал Приволжского государственного университета путей сообщения, Российская Федерация*

Надежность устройств железнодорожной автоматики и телемеханики носит приоритетный характер, определяет степень безопасности производственного процесса для персонала и окружающей среды. Для осуществления технического процесса ремонта и обслуживания устройств для каждого предприятия железнодорожного транспорта разрабатываются свои графики и вводятся системы диагностики. Современные тенденции цифровизации и автоматизации применяются не только в повседневной нашей жизни в качестве использования гаджетов и всевозможных приложений, но и активно внедряются в производственную сферу.

На сегодняшний день в большинстве дистанций хозяйства автоматики и телемеханики график обслуживания устройств не автоматизирован, а реализуется на бумажном носителе. В данной научной статье нами рассматривается вопрос внедрения мобильного рабочего места (МРМ) электромеханика хозяйства автоматики и телемеханики. Благодаря мобильному рабочему месту работники могут получать информацию о состоянии оборудования в реальном времени, проводить диагностику и обслуживание удаленных объектов без необходимости нахождения на месте. Это позволяет избежать опасных ситуаций и минимизировать риск возникновения чрезвычайных ситуаций. Важным преимуществом мобильного рабочего места выступает быстрый доступ к инструкциям по безопасной эксплуатации оборудования. Работники получают возможность быстро реагировать на любые потенциально опасные ситуации и принимать необходимые меры по предотвращению аварий.

Мобильное рабочее место электромеханика устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) (МРМ) является одним из средств обслуживания пути и устройств СЦБ, что подразумевает практическое внедрение цифровых технологий в хозяйстве автоматики и телемеханики в части:

- совершенствования технологических процессов хозяйства;
- минимизации рутинных операций;
- соблюдения норм содержания технических средств;
- обеспечения автоматизированного контроля за выполнением работ.

Благодаря МРМ будет обеспечиваться безаварийная работа и как следствие – безопасность производства для персонала и окружающей среды. Использование МРМ позволит уйти от ведения бумажной документации и перейти на цифровой учет. Внедрение мобильного рабочего места в хозяйстве автоматики и телемеханики может значительно повысить безопасность условий труда для работников. Позволяет оперативно отслеживать и контролировать работу оборудования и систем дистанционно, что уменьшает риск возникновения аварийных ситуаций.

Назначением МРМ является автоматизация технологических процессов, выполняемых линейным персоналом (электромеханики, старшие электромеханики) и руководством дистанций сигнализации, централизации и блокировки. На сегодняшний день реализуется пилотный проект по осуществлению внедрения мобильных рабочих мест МРМ на полигонах Восточно-Сибирской и Октябрьской железных дорог [4].

Пользователь МРМ должен обладать базовыми навыками работы с мобильными устройствами (смартфонами). Данная программа устанавливается на смартфон и потребует разрешения на следующие функции телефона:

- камера;
- контакты;
- микрофон;
- память;
- PLTE;
- получение данных о координатах точки на местности.

Для использования МРМ требуется серверное пространство, в котором будут храниться все данные о устройствах, находящихся на станции.

На каждого электромеханика создается учетная запись, содержащая следующую информацию:

- суточный план;
- перечень устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) в зоне обслуживания;
- информацию о станциях (парках);
- перечень организационно-распорядительных документов (письма, приказы, распоряжения);
- информацию о программе (версия ПО, загрузка обновления, информация о пользователе МРМ, информация об ошибках ПО и израсходованном трафике, информация о процессах синхронизации, описание «Что нового» по каждой версии ПО)

Автоматизация рабочих мест – трудоемкая и кропотливая работа, имеющая большой потенциал. Внедрение МРМ позволяет решать эту задачу, однако с точки зрения использования ее функциональных возможностей хозяйству автоматики и телемеханики сегодня необходимо определить пути реализации этой технологии. Оснащение дистанций СЦБ позволит каждому сотруднику иметь мобильное рабочее место. Пользователи МРМ должны обладать базовыми навыками работы с мобильными устройствами (смартфонами) и соответствующим функционалом ЕК АСУИ [3].

При внедрении приложения МРМ важно рассмотреть вопрос интеграции с АСУИ, что позволит автоматизировать процесс внесения всей необходимой информации, а также контролировать местонахождение персонала, поднять производственную дисциплину, проверять и отмечать фактическое выполнение рабочих заданий и фиксировать результаты измерений, оперативно получать подробную информацию о выявленных неисправностях на обслуживаемом участке, просматривать технические характеристики устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), историю неисправностей, выполненных работ и результатов измерений.

Создание информационной платформы для перехода на безбумажную технологию в части автоматизированного формирования электронных учетных форм в процессе выполнения работ позволит оформлять все записи в журналах через МРМ, чтобы электромеханик мог даже вне поста электрической централизации (ЭЦ) завершить суточный план или выполненная работа сама автоматически была занесена в требуемый электронный журнал.

Анализ показывает, что достаточно большое количество трудозатрат занимает выполнение непроизводственных работ, связанных с прохождением инструктажей, контрольными мероприятиями по проверке фактического выполнения работ, оформлению работ, регистрации измерений и оформлению записей в журналах установленной формы. Таким образом, внедрение мобильного рабочего места в хозяйстве автоматики и телемеханики является эффективным средством повышения безопасности условий труда работников и обеспечения бесперебойной работы оборудования и систем.

## Список литературы

- 1 Андреев, Г. А. Ресурсосбережение и оптимизация затрат на предприятиях железнодорожного транспорта / Г. А. Андреев, Ю. А. Генварева // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития : материалы VI Междунар. науч.-исслед. конф., посвящ. 50-летию Самарского государственного университета путей сообщения, Самара–Оренбург, 18–19 апреля 2023 года. – Самара; Оренбург : ОриПС–филиал СамГУПС в г. Оренбурге, 2023. – С. 17–19.
- 2 Генварева, Ю. А. Техническое обслуживание устройств СЦБ как фактор обеспечения безопасности движения железнодорожного транспорта / Ю. А. Генварева // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 160-летию Белорусской железной дороги, Гомель, 24–25 ноября 2022 г. В 2 ч. Ч. 1. / под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2022. – С. 213–214.
- 3 Пультяков, А. В. Пути повышения эффективности технической эксплуатации устройств железнодорожной автоматики и телемеханики при внедрении мобильных рабочих мест / А. В. Пультяков, В. А. Аношин // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2024. – № 1(81). – С. 138–149. – DOI: 10.26731/1813-9108.2024.1(81).
- 4 Солдатенков, Е. Г. Опыт эксплуатации МРМ-Ш / Е. Г. Солдатенков // Автоматика, связь, информатика. – 2022. – № 2. – С. 39–40.

УДК 681.5.09

## АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИЗА ВЛИЯНИЯ ОТКАЗОВ АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ПО ОБЩЕЙ ПРИЧИНЕ В СИСТЕМАХ, СВЯЗАННЫХ С БЕЗОПАСНОСТЬЮ

*Т. А. ГОЛДОБИНА, Н. В. РЯЗАНЦЕВА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В эпоху технического прогресса и многообразия аппаратно-программных средств особую важность приобретают вопросы обеспечения функциональной безопасности систем, включающих в себя электрические, электронные и программируемые электронные компоненты (Э/Э/ПЭ). Одним из направлений исследований в этой области является анализ сложных систем, задачей которого является минимизация рисков, связанных с возможными отказами аппаратных средств, приводящими к аварийным ситуациям в системах, связанных с безопасностью.

Среди методик анализа видов, последствий и критичности отказов (FMECA) были разработаны специальные модели для учета кратных отказов в группе сходных по некоторым параметрам элементов [1], получившие название моделей отказов по общей причине (CCF – Common Cause Failures). Причины возникновения такого рода кратных неисправностей достаточно подробно изложены в литературе [2].

Наиболее распространенными среди упомянутых методик вычисления вероятностных характеристик отказов по общей причине являются модель  $\beta$ -фактора (Beta-Factor Model),  $\alpha$ -фактора (Alpha-Factor Model), множественных греческих букв (Multiple Greek Letter Model), биномиальная модель (Binomial Failure Rate Model). Расчетные соотношения CCF моделей основаны на методах комбинаторики и имеют ограничения на равную вероятность отказов всех  $m$  элементов CCF группы, что допустимо при рассмотрении схем постоянного резервирования [2].

Авторами спроектировано и разработано программное обеспечение, которое позволит автоматизировать процесс анализа и оценки рисков, связанных с кратными отказами аппаратных средств, и тем самым повысить надежность и безопасность эксплуатации систем, связанных с безопасностью. В качестве языка реализации был выбран высокоуровневый язык программирования Python, отличающийся эффективностью, простотой и универсальностью использования. Несомненными преимуществами языка являются: наличие обширных библиотек; совместимость – интерпретатор Python может интегрироваться с другими языками программирования, например, с Java, C и C++; адаптируемость ко всем существующим аппаратным и программным платформам; возможность программировать в объектно-ориентированной, функциональной, императивной, процедурной, структурной и других парадигмах.

В качестве системы управления базами данных была выбрана PostgreSQL в сочетании с графической средой администрирования PgAdmin, что обусловлено следующими ключевыми факторами. PostgreSQL является системой с открытым исходным кодом, что предоставляет значительную гибкость в использовании и модификации в соответствии с требованиями проекта. Поддержка различных операционных систем делает PostgreSQL удобной для разработки и тестирования в различных