

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОМЕЛЬСКИЙ КОЛЛЕДЖ – ФИЛИАЛ УЧРЕЖДЕНИЯ
ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Конкурс молодежных исследовательских и проектных работ
«Транспорт будущего»

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ В РАБОТЕ
УСТРОЙСТВ СЦБ

Мельников Константин Александрович

учащийся гр. А-31,

Никитянин Никита Александрович

учащийся гр. А-31,

Научный руководитель: преподаватель

Долгополов Артем Георгиевич

Гомель, 2020

РЕФЕРАТ

Работа состоит из введения, 4 разделов, заключения и библиографического списка. Полный объем работы составляет 17 страниц, включая, 4 рисунка, библиографический список из 5 наименований.

ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА, ДИСТАНЦИЯ СИГНАЛИЗАЦИИ И СВЯЗИ, БЛПА, ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ СТРЕЛКА

Объектом исследования является методы поиска отказов в работе двухпроводной схемы управления.

Цель работы – определение недостатков традиционных методов поиска отказов в работе централизованной стрелки, а также исследование перспектив по внедрению беспилотных летательных аппаратов с GSM-управлением для повышения оперативности в поиске отказов в работе устройств сигнализации, централизации и блокировки.

Выполненные исследования позволили определить недостатки, влияющие на время поиска отказов. Приведен анализ отказов стрелочных электропривод, а также произведены расчеты времени поиска неисправностей в работе централизованной стрелки при возникновении различных типов повреждений.

Результаты работы могут быть полезны для работников дистанции сигнализации и связи при совершенствовании методов технической диагностики напольных устройств СЦБ.

Содержание

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 6 |
| 1 АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ СТРЕЛОЧНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ | 7 |
| 2 АКТУАЛЬНОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОИСКА ОТКАЗОВ | 8 |
| 3 ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТИ ПРИ ОТКАЗАХ СТРЕЛОЧНОГО ПЕРЕВОДА | 10 |
| 4 ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОЕКТА ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ БЛПА ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА СЦБ | 16 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 17 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 18 |

ВВЕДЕНИЕ

Для повышения пропускной способности и безопасности движения поездов железнодорожные станции оборудуются устройствами электрической централизации (ЭЦ). Одними из самых ответственных устройств ЭЦ являются стрелочные электроприводы (СЭП) – напольные устройства, требующие постоянного технического обслуживания, увеличивающего срок их эксплуатации в условиях сложного спектра нагрузок (динамических, климатических и др.), и схемы управления СЭП – узлы с территориально разрозненными элементами, связанными кабельной линией. От их правильной, безотказной и безопасной работы зависит работоспособность системы ЭЦ и, как следствие, всего комплекса систем железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ).

Физический износ и моральное старение устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), недостаточные объемы их обновления вошли в последние годы в число основных недостатков, влияющих на надежность работы технических средств и безопасность движения.

Как показывает практика эксплуатации устройств СЦБ, часто больше времени затрачивается на поиск отказа, чем на его устранение. Поэтому применение рационального способа и новых методов поиска отказов может значительно сократить общее время восстановления.

1 АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ СТРЕЛОЧНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

На сегодняшний день все железнодорожные станции Белорусской железной дороги оборудованы устройствами ЭЦ или микропроцессорной централизации (МПЦ), обеспечивающие пропускную способность станций и безопасность движения. За качественное содержание и исправную работу этих устройств отвечают 13 дистанций сигнализации и связи (ШЧ). Наиболее ответственным устройствам является стрелочный электропривод и схемы управления им, который должен сохранять свою работоспособность как можно дольше в условиях сложного спектра нагрузок (динамических, климатических и др.). Основным типом стрелочных электроприводов является СП-6 БЕЛ, который производится Гомельским электротехническим заводом. Такой тип стрелочных электроприводов применяется и на железных дорогах Российской Федерации и СНГ.

Анализируя отказы СЭП [1] по узлам (рисунок 1), необходимо отметить, что большая часть из них приходится на автопереключатели (АП) – 339 случаев (39%) и электродвигатели постоянного тока – 175 случаев (20%). По остальным узлам отказы составляют: курбельный контакт – 94 случая (11%), неисправность монтажа – 79 (9%), фрикционное сцепление – 68 (8%), шибер и контрольные линейки – 49 (6%), электродвигатели переменного тока – 36 (4%), прочие – 23 (3%).

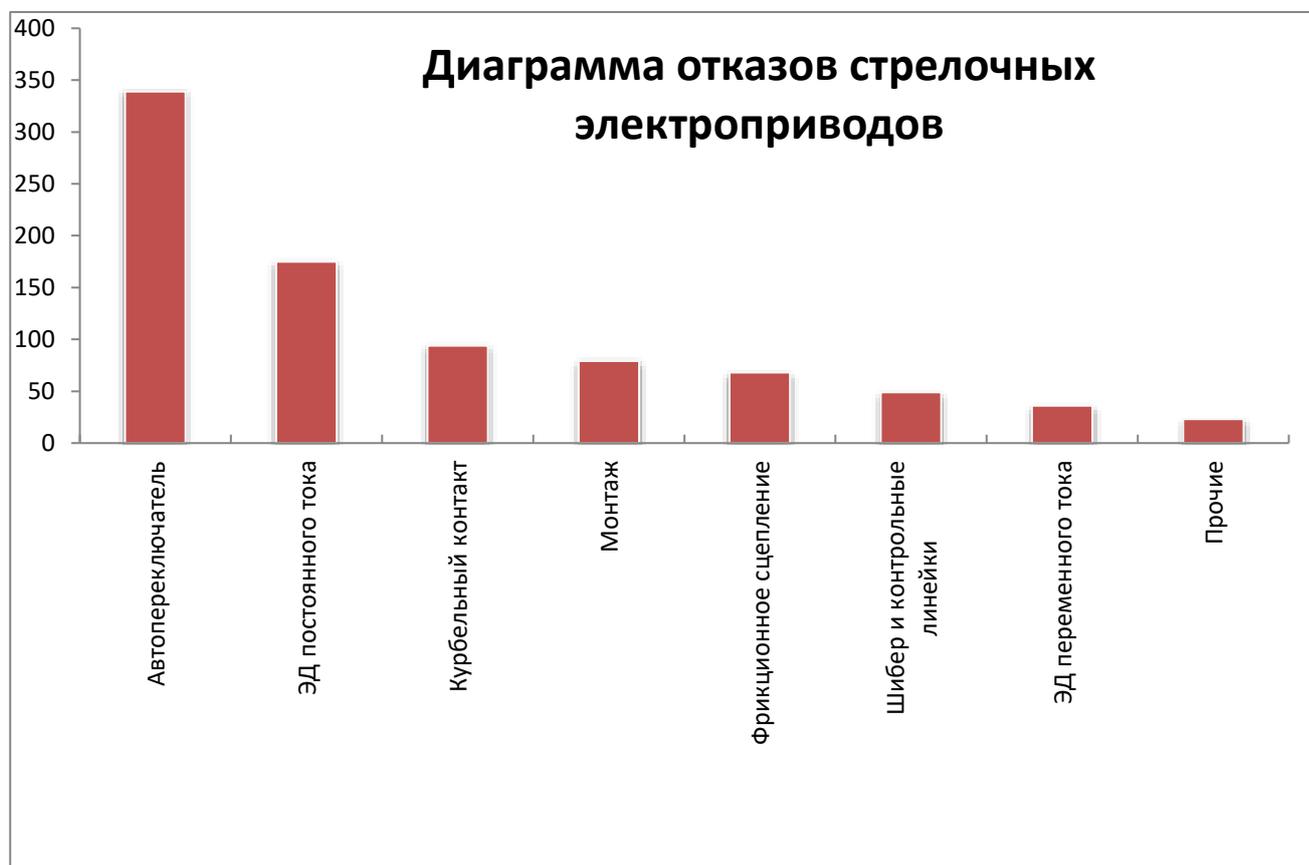


Рисунок 1 – Диаграмма отказов

2 АКТУАЛЬНОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОИСКА ОТКАЗОВ

В современных условиях поиск и устранение отказов ведется при ограниченной информации, имеющей неконкретный характер. Вследствие ряда причин на практике имеются случаи, когда электромеханику, прибывшему на место неисправности, приходится возвращаться на пост ЭЦ за новыми деталями, блоками и приборами. Поэтому для правильной организации технического обслуживания необходимы новые методы и технические средства получения своевременной и достоверной информации о техническом состоянии СЖАТ.

Затраты на устранение отказа СЖАТ прямо пропорциональны времени восстановления, а ущерб от задержек поездов, вызванных этими отказами, на грузонапряженных участках железных дорог растет быстрее, чем увеличивается время восстановления. Заметно уменьшить время восстановления позволяют системы диагностического или прогнозирующего контроля состояния устройств [2].

Техническая диагностика обеспечивает своевременное выявление неисправностей и создает возможность для оперативного их устранения, вплоть до прогнозирования работы объекта диагностирования. Средства технической диагностики имеют большие эксплуатационные возможности, обеспечивающие автоматический контроль и своевременную оценку работоспособности объекта контроля. Методы диагностирования позволяют построить такую последовательность контрольных и проверочных операций, при которой среднее время поиска окажется минимальным. В то же время следует учитывать, что при редко встречающихся отказах рациональная система поиска отказа окажется несостоятельной и время на поиск может оказаться больше, чем при случайных проверках, однако вероятность такого случая минимальна.

Несмотря на целый ряд мероприятий по повышению надежности СЖАТ, к которым относят планово-профилактические работы, организацию новых методов обслуживания, обучение обслуживающего персонала правилам и методам устранения отказов, время восстановления системы t_B зависит от таких случайных величин, как время поиска неисправности t_{Π} , время оповещения о появившейся

неисправности $t_{0П}$, время, затрачиваемое на следование к отказавшему устройству $t_{ПР}$, и время устранения неисправности t_y :

$$t_B = t_{П} + t_{0П} + t_{ПР} + t_y \quad (1)$$

При внедрении систем технической диагностики и мониторинга время оповещения незначительно. Величина $t_{0П}$ определяется частотой опроса контролируемых объектов. В системах диагностики время опроса составляет не более 30 с, поэтому при расчетах времени восстановления величиной $t_{0П}$ можно пренебречь. Разработка и внедрение автоматизированных алгоритмов поиска неисправностей минимизирует величину $t_{П}$.

Для минимизации $t_{ПР}$ необходимо использовать беспилотные летательные аппараты, управляемые электромехаником СЦБ через компьютерное приложение или мобильный телефон, предназначенные для визуального обследования неисправностей, возникающих в стрелочном переводе или стрелочной гарнитуре по средством видеокамеры. Эти аппараты должны иметь возможность быстрой доставки блоков или деталей с поста ЭЦ в горловину станции.

При стремлении этих временных составляющих к минимуму соотношение (1) примет следующий вид:

$$t_B \rightarrow t_y \quad (2)$$

Таким образом, новые методы обнаружения и поиска неисправностей существенно экономят время, а материальные потери от задержек и простоев поездов окажутся минимальны.

3 ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТИ ПРИ ОТКАЗАХ СТРЕЛОЧНОГО ПЕРЕВОДА

В работе стрелки ЭЦ выделяют четыре группы отказов: стрелка не переводится; стрелка переводится, но не заканчивает перевод; стрелка переводится, но не получает контроль; стрелка внезапно теряет контроль. С помощью автоматизированной обучающей системы АОС-ШЧ, разработанной специалистами кафедры «Автоматика и телемеханика» Санкт-Петербургского университета путей сообщения производили исследование времени поиска неисправностей при отказе – *стрелка переводится, но не заканчивает перевод*.

Поиск неисправностей начинали как с поста ЭЦ, так и с горловины станции, используя оптимальные алгоритмы. Исследования производились при различных неисправностях, относящихся к одной группе отказа. При поиске неисправностей предполагается использование традиционных средств диагностики при проведении проверок: звонок взреза, индикация контроля положения стрелки на пульт-табло дежурного по станции (ДСП), амперметр ДСП, визуальный осмотр, измерение с помощью ампервольтметра, замена блоков, стрелочные щупы, шаблоны.

На рисунке 2 представлена диагностическая диаграмма алгоритма поиска неисправности исследуемого отказа.

Исходные данные для исследования:

- 1) На железнодорожной станции, оборудованной ЭЦ системы блочной маршрутной централизации (БМРЦ) в разгар рабочей смены ДСП при попытке перевода стрелки № 21 в плюсовое положение она не закончила перевод, при этом контроль минусового положения имеется.
- 2) После наступления этого события и оформления соответствующей записи в журнале осмотра ДСП совершает звонок электромеханику СЦБ, который находился в мастерской СЦБ и смог сразу же принять вызов.
- 3) После получения отказа электромеханик, оповестив диспетчера дистанции сигнализации и связи, приступил к поиску неисправности. Стрелка №21 находится на расстоянии 1,25 км от поста ЭЦ. Скорость перемещения электромеханика принимаем 5 км/ч.

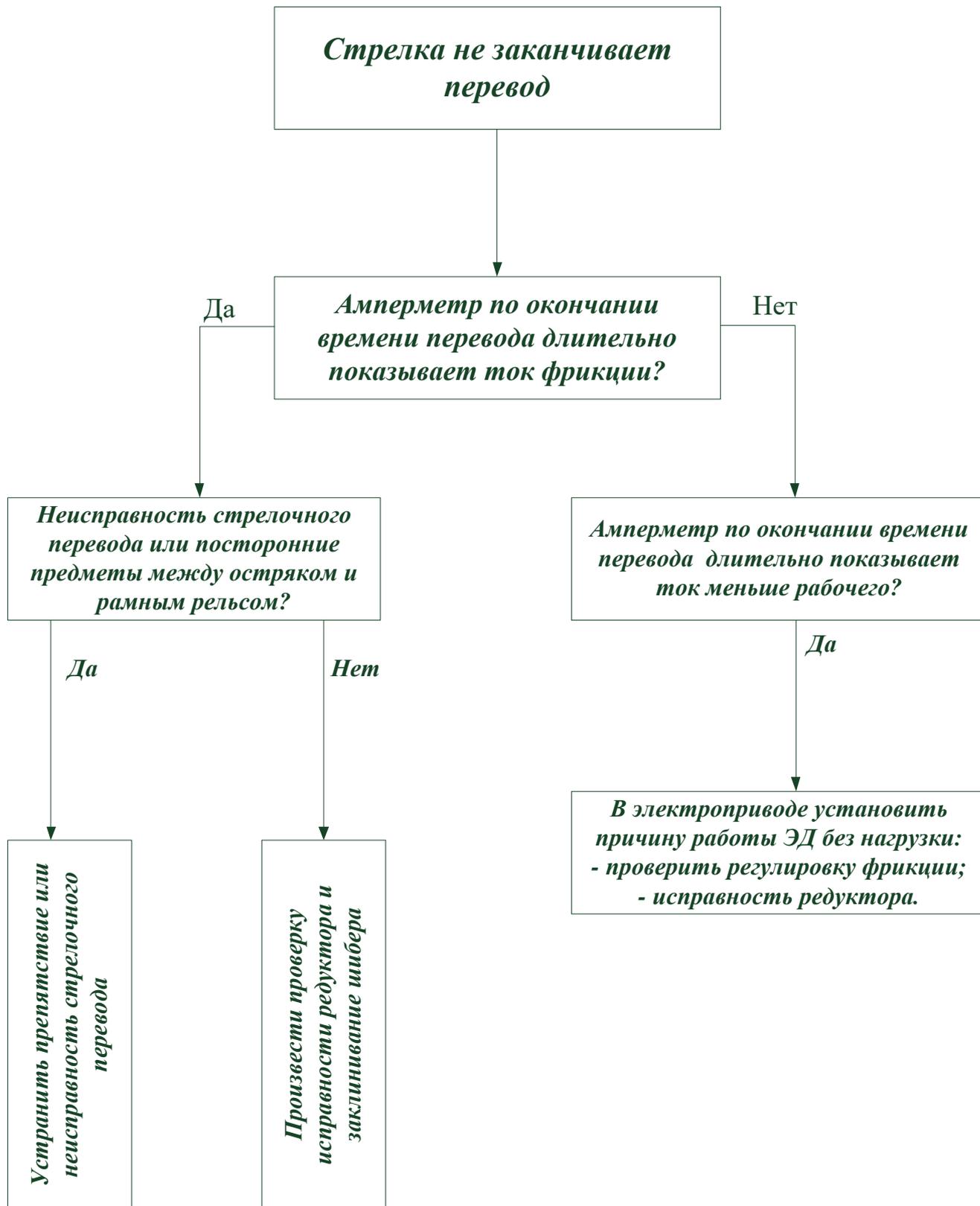


Рисунок 2 – Диагностическая диаграмма алгоритма поиска неисправности

В таблицах 1-2 представлены данные, полученные при совершении поиска неисправностей при получении отказа.

Таблица 1 – Время поиска неисправности стрелочного перевода

| Неисправность | Вид проверок или совершаемых действий | Затрачиваемое время для проведения проверки, мин. |
|---|--|---|
| <p>Накал на остряке; Сужение колеи у остряков стрелки; Напрессован снег между остряком и рамным рельсом; Стрелка сильно загрязнена.</p> | Движение от помещения ШН в помещение ДСП. | 2 |
| | Анализ индикации стрелочного коммутатора, звонка взреза и значения силы электрического тока амперметра до и после поворота стрелочной рукоятки на перевод. | 2 |
| | Движение с поста ЭЦ в горловину станции к стрелке № 21. | 18 |
| | Производим проверку исправности стрелочного перевода визуальным осмотром. | 5 |
| Итоговое время на поиск неисправности | | <u>26</u> |



Рисунок 3 –Круговая диаграмма времени поиска неисправности

Таблица 2 – Время поиска неисправности в стрелочном электроприводе

| Неисправность | Вид проверок или совершаемых действий | Затрачиваемое время для проведения проверки, мин. |
|---|--|---|
| <p>Рассоединение уравнивательной муфты; Заклинивание шибера; Разрегулировка фрикционного сцепления.</p> | Движение от помещения ШН в помещение ДСП. | 2 |
| | Анализ индикации стрелочного коммутатора, звонка взреза и значения силы электрического тока амперметра до и после поворота стрелочной рукоятки на перевод. | 2 |
| | Движение с поста ЭЦ в горловину станции к стрелке № 21. | 18 |
| | Проверка исправности стрелочного перевода | 5 |
| | Открываем стрелочный электропривод | 2 |
| | Проверка исправной работы шибера и редуктора при переводе стрелки | 10 |
| Итоговое время на поиск неисправности | | <u>39</u> |

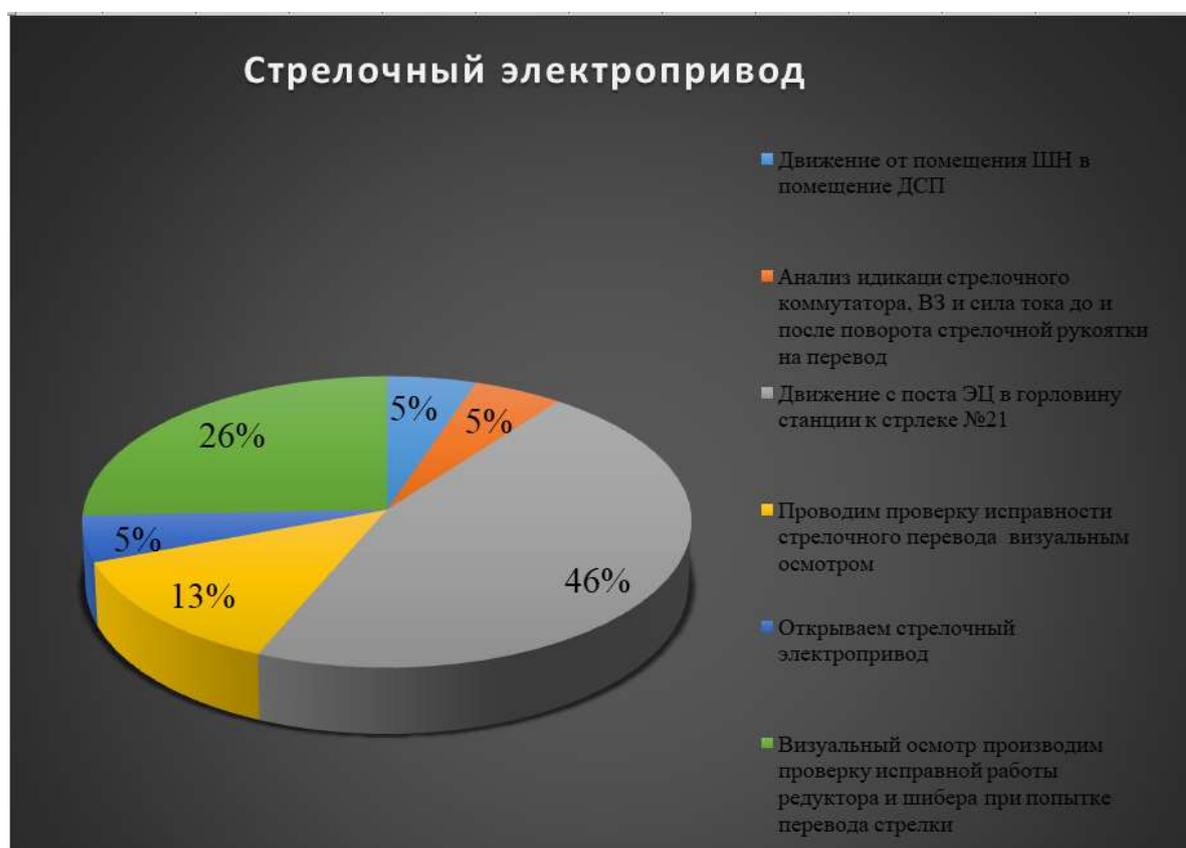


Рисунок 4 – Круговая диаграмма времени поиска неисправности

Выводы по 3 главе: В результате проведенных исследований времени поиска неисправности при отказе «Стрелка не заканчивает перевод» очевидно, что оперативность поиска зависит от многих факторов:

- 1) Опыт электромеханика, выполняющий техническую диагностику;
- 2) Выбор оптимального порядка проведения проверок при отыскании неисправности;
- 3) Психологическая устойчивость, а также умение быстро принимать правильные решения.

Необходимо отметить, что некоторые неисправности проявляются абсолютно одинаково, если использовать для диагностики только традиционные средства: амперметр ДСП, звонок взреза и индикацию контроля положения стрелки. Например, неисправность «Сужение колеи острия стрелки» и «Заклинивание шибера» можно уточнить только в горловине станции, а для этого необходимо будет сходить в горловину станции не один раз, а как минимум два раза, что приводит к увеличению времени поиска.

После получения данных исследования выяснили, что время пути к централизованной стрелке составляет **67%** от общего времени обнаружения неисправности в стрелочном переводе и **46%** при неисправности в стрелочном электроприводе.

Следовательно, для уменьшения времени обнаружения неисправности за счет сокращения времени следования к отказавшему устройству актуально рассмотреть возможность применения беспилотных летательных аппаратов («БЛПА»), оснащенных видеокамерой, лазерным измерителем расстояний, а также дистанционной системой управления через мобильное приложение или компьютер.

4 ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОЕКТА ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ БЛПА ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА СЦБ

Требования, предъявляемые к БЛПА электромеханика:

- 1) Вертикальный взлет и посадка;
- 2) Возможность полета по заданным маршрутам в автоматическом режиме;
- 3) Редакция полетного задания, управление взлетом и посадкой осуществлять через выделенные для Белорусской железной дороги GSM- каналы;
- 4) Трансляция телеметрии и видео в реальном времени;
- 5) Загрузка на сервер фото и видео с бортовой камеры в процессе или после полета;
- 6) Возможность работы аккумулятора без подзарядки в течение 8 часов;
Надежная электроника;
- 7) Измеритель зазоров между острием и рамным рельсом.

Для изготовления этого устройства необходимо решить следующие задачи:

- 1) Выбор полетного контроллера, датчиков расстояния, а также выбор оборудования для передачи данных в центр управления;
- 2) Выбор фото-видеокамеры с подвижным подвесом;
- 3) Выбор моторов и пропеллеров;
- 4) Осуществить проектирование рамы, чтобы пропеллеры не мешали друг другу создавать тягу;
- 5) Выбор системы аккумуляторного питания;
- 6) Проектирование структурной, принципиальной и монтажной схемы устройства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение БЛПА в работе электромеханика СЦБ позволит существенно сократить время на поиск неисправностей в горловинах станции, что позволит повысить эффективность работы системы технического диагностирования и мониторинга, производительность и безопасность труда персонала. Кроме того, беспилотные летательные аппараты в комплексе с «умными» системами автоматизации обнаружения и устранения отказов создает предпосылки к переходу с планово-предупредительной системы технического обслуживания к обслуживанию по фактическому состоянию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Надежность систем железнодорожной автоматики и телемеханики и связи / В. В. Сапожников, Вл.В. Сапожников, В. И. Шаманов ; ред. Вл. В. Сапожников. – М. : УМК МПС РФ, 2002. – 285 с.

2. Поиск отказов в устройствах СЦБ / В. Л. Лабцкий, В. В. Нестеров // Автоматика, связь и информатика. – 1990. – № 12. – С. 25–28.

3. Метод определения технического состояния устройств железнодорожной автоматики / С. В. Бочкарев, А. А. Лыков // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2012. – Вып. 4 (33). – С. 48–55.

4. Предупреждение и устранение неисправностей в устройствах СЦБ / Б. Д. Перникис, Р. Ш. Ягудин. – М. : Транспорт, 1994. – 254 с.