

Ш. СУРМА, Е. ЛУКАСИК (МОНТАЖНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ НА ТРАНСПОРТЕ)

Группа управления на транспорте, Департамент транспорта, Силезский технологический университет, 40-019 Катовице, ул. Красинского 8/201, Польша, tel. +48 32 603 41 36, эл. почта: szymon.surma@polsl.pl, jerzy.lukasik@polsl.pl

МОНИТОРИНГ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

1. Введение

В настоящий момент системы мониторинга работы контактной сети развиты в недостаточной степени. Единственным источником информации о работе устройств питания контактной сети и уровня напряжения в контактной сети являются устройства тяговой автоматики, однако информация о наличии напряжения в контактной сети не совпадает с информацией об исправности сети на данном участке. Система обнаружения хищений оборудования контактной сети в Польше недостаточно развита. Проблема хищений имеет финансовую и юридическую стороны: кражи вызывают большие затраты на восстановление и включают в себя затраты, связанные с опозданием поездов. При этом польское право мягко подходит к проблеме кражи элементов, связанных с безопасностью движения. Кроме того, управляющий инфраструктурой часто узнает о краже в момент, когда на электровозе повреждается токоприемник или когда поезд не может продолжать движение. С другой стороны, кража элементов контактной сети это и вопрос безопасности – снятый контактный провод может повредить электровоз и угрожать машинисту, а также безопасности пассажиров и третьих лиц, находящихся вблизи контактной сети. Поэтому разработка системы обнаружения попыток кражи обустройства контактной сети и так называемую «интеллек-

гентную» кражу (например, кража грузов компенсаторов или только несущего троса, или только контактного провода) является приоритетной задачей. В статье рассмотрена проблематика мониторинга и диагностики контактной сети одновременно с обнаружением краж и отклонений в работе контактной сети. Представлена концепция противохищной системы диагностики и мониторинга, которая разработана в сотрудничестве с Группой по вопросам Автоматики в Транспорте Факультета Транспорта Силезского Политехнического Института и фирмы PAMAR.

2. Финансовый анализ последствий кражи элементов контактной сети

Наиболее часто похищаемыми элементами контактной сети являются контактные провода. Железная дорога теряет в год несколько десятков километров этих проводов на сумму порядка миллионов злотых.

Кроме контактных проводов добычей воров являются и другие элементы контактной сети: несущий трос, грузы компенсаторов, рельсовые соединители (тросы), струны, различные зажимы, трос группового заземления, опоры контактной сети или опорные конструкции.

В таблице 1 в качестве примера приведен список элементов контактной сети похищенных в 2006-2008 гг.

Таблица 1

Список элементов контактной сети похищенных в 2006-2008 гг.

№	Элемент контактной сети	2006	2007	2008	Итого	Единица
1	Контактный провод Djp	8862	9684	7380	25926	[m]
2	Несущий трос Cu	5657	4249	4813	14719	[m]
3	Грузы компенсаторов	572	348	182	1102	[szt]
4	Рельсовые соединители (тросы)	4593	497	20	5110	[szt]
5	Струны	548	539	245	1332	[szt]
6	Зажимы	46	50	8	104	[szt]
7	Трос группового заземления до рельса	171	3061	749	3981	[m]
8	Трос Cu 10	751	118	44	913	[m]
9	Опоры контактной сети и опорные конструкции	17	9	5	31	[szt]

В 2006 г. в Отделении Железнодорожных Линий Катовице состоялось 141 хищений, годом позже – 97 и в 2008 г. количество хищений уменьшилось в два раза по сравнению с предыдущим годом и составляло 42 случая.

Количество хищений не равно количеству похищенных элементов. Во время одного инцидента железная дорога может потерять, например, два метра несущего троса, а в другой раз даже два километра данного троса и контактного провода, что случилось 29.05.2008 года на участке Podgórze – Jaworze Jasienica.

Кроме того, управляющий инфраструктурой несет затраты из-за проблем в организации движения поездов, вызванных кражей элементов контактной сети – за каждую минуту опоздания поезда он вынужден выплачивать перевозчикам 8 зл. – для пассажирских поездов и 15 зл. – для грузовых поездов [2].

Провода контактной сети воруются наиболее часто из-за материала, из которого они изготовлены. Пункты скупки цветных металлов принимают медные предметы по хорошей цене [2].

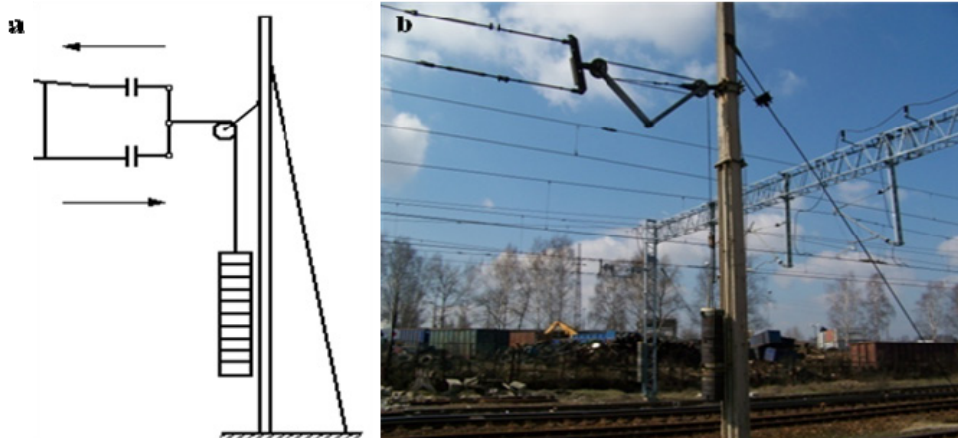


Рис. 1. Размещение уровней на компенсирующем устройстве контактной сети

Задачей уровня 2 является измерение угла наклона элемента рычага и обнаружение отклонений в сети, вызванных одновременным разрывом контактного провода или несущего троса.

Все уровни обнаруживают факт обрыва сети на участке с напряжением. Дополнительно в устройствах, расположенных вблизи секционного выключателя применен информационный «вход», позволяющий контролировать переключения секционного выключателя.

Каждая система мониторинга оборудована измерительной системой контроля величины напряжения в контактной сети и системой контроля факта наличия напряжения в сети.

В связи с большой рассредоточенностью наблюдаемых элементов на большой террито-

3. Система мониторинга и диагностики

Система состоит из трех основных элементов [4]:

- 1) опорного устройства;
- 2) сервера данных;
- 3) центра мониторинга.

3.1 Опорное устройство

Опорное устройство состоит из двух основных узлов:

а) система питания – на основе питающего преобразователя 3300 VDC / 12 VDC.

б) система приема-передачи с логикой и датчиками – состоит из двух систем цифровых уровней, размещенных в местах обозначенных на рисунке 1.

Задачей уровня 1 является контроль изменений угла между элементами защищающего устройства. Данные изменения вызваны растягиванием/сжатием проводов контактной подвески в связи с изменением температуры (их легко учесть) и изменениями веса грузов компенсаторов [3].

рии, система контроля контактной сети разделена по фидерным зонам, питаемых от одной тяговой подстанции. Данные непрерывно анализируются в центральной станции, которая собирает данные отдельных подсистем. Подсистема состоит из последовательности устройств, задачей которых является локальный мониторинг элементов контактной сети. Задачей локальной системы является мониторинг всех перемещений элементов (представленных на рис. 1) при помощи датчиков, обнаруживающих взаимное перемещение рукавов механической системы, которые происходят во время разрыва несущего троса или контактного провода, а также изменения нагрузки груза натяжения контактного провода и несущего троса.

Локальные станции питаются по контактной сети. Локальные системы имеют блок питания, который может функционировать при исчезновении напряжения, вызванного фактическим падением или актом вандализма. Концентрирующая станция посылает информацию в одну или нескольких центральных станций, задачей которых является централизованный мониторинг состояния тяги и быстрое обнаружение мест повреждений. Локальные устройства обладают уникальными идентифицирующими номерами, что позволяет указывать место ава-

рии с точностью до 500 м. Данное расстояние вытекает из плотности локальных станций.

3.2. Сервер данных

Все локальные устройства связываются с сервером данных. Задача сервера состоит в распределении данных от локальных устройств в соответствующие станции мониторинга. Для повышения достоверности локальные станции связываются с соответствующими станциями мониторинга посредством двух альтернативных серверов.

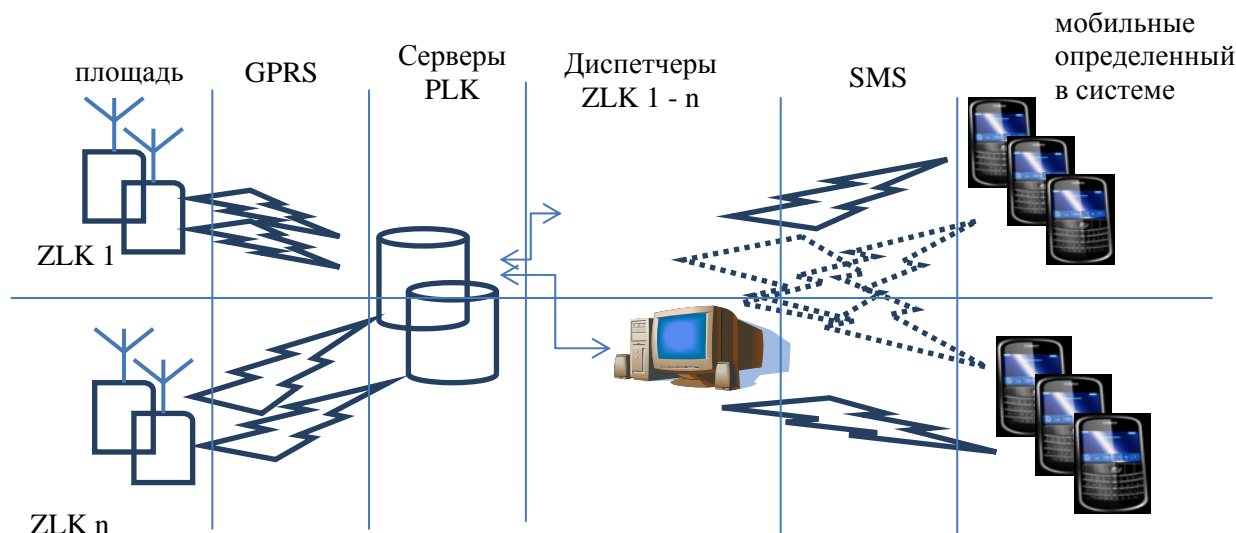


Рис. 2. Структура передачи данных в системе

3.3. Станция мониторинга

Задачей станции мониторинга является сбор информации со всей территории и графическое представление состояния сети на мониторе. Кроме того, возможен доступ к подробным данным о напряжении питания, температуре, влажности, состоянию уровней и состояние всех систем входа/вывода.

4. Полигон испытаний

По маршруту Katowice Panewniki – Katowice Muchowies, 27.01.2012 была установлена система мониторинга контактной сети.

Устройство работало во время больших морозов, за это время не были обнаружены никакие дефекты в работе устройства. Первый дефект был обнаружен 30.03.2012 г. Вызван он был перенапряжением в контактной сети. Перенапряжение, превышающее 15 кВ, повредило защиту преобразователя и помешало работе контроллера.

После пропадания напряжения 30.03.2012 г. система работала на батарейном приводе еще 26 ч. Возникшее перенапряжение потребовало изменений в защите от перенапряжений. 14.04.2012

г. Была проведена замена преобразователя с новой защитой. В связи с тем, что происходили сетевые перенапряжения (эксплуатационные и атмосферные) было принято решение о применении ограничителя перенапряжений. Следует добавить, что применяемый до сих пор метод защиты контактной сети от перенапряжений был недостаточным, помехи значительно превышали уровни, определенные в нормах и памятках МСЖД. Примененный ограничитель перенапряжений типа PROXAR улучшил параметры защиты против перенапряжений в такой степени, что с 3.07.2012 г, т.е. с момента применения ограничителя не был обнаружен ни один случай дефекта преобразователя. Можно принять, что в случае распространенного применения системы мониторинга контактной сети PAMAR SMD улучшится также защита контактной сети от перенапряжений поскольку, что каждый питающий преобразователь системы SMD будет защищаться ограничителем перенапряжений.

На рисунке 3 представлено фото первой тестовой системы. Проведенные в дальнейшем испытания подтвердили, что принятые данные правильные.

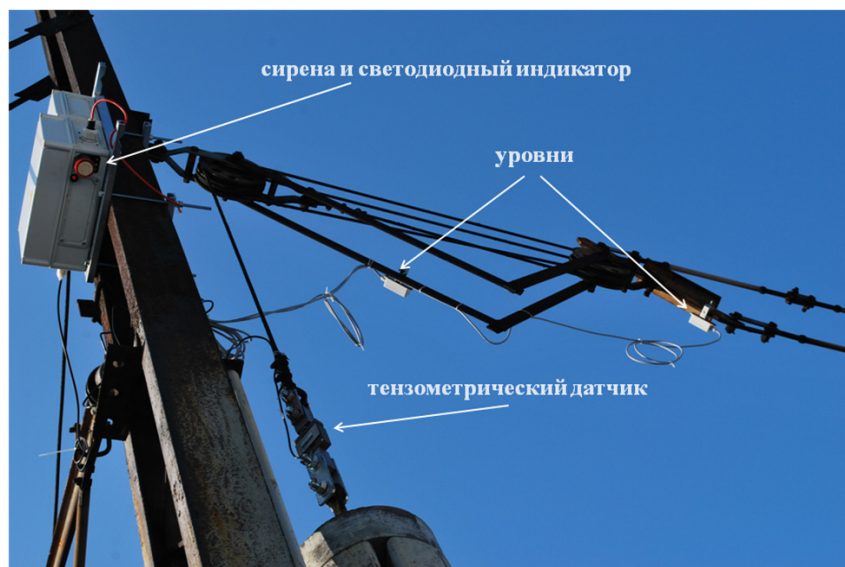


Рис. 3. Размещение элементов измерительной системы на защитном устройстве и рычаге

Уровень (применены цифровые двухосные уровни) С1 построен на защитном устройстве, а уровень С2 на рычаге. Можно сказать, что для датчика С2 почти нет изменений положения, зато для датчика С1 видны регулярные изменения положения. Изменения вызваны термическими изменениями длины контактной сети. В период с 15.05 по 17.05 температура была постоянной днем и ночью, отсюда регистрировались небольшие изменения контактной сети. Зато с 17.05 наблюдался постепенный рост температуры, что позволило регистрировать изменения длины проводов (рис. 4).

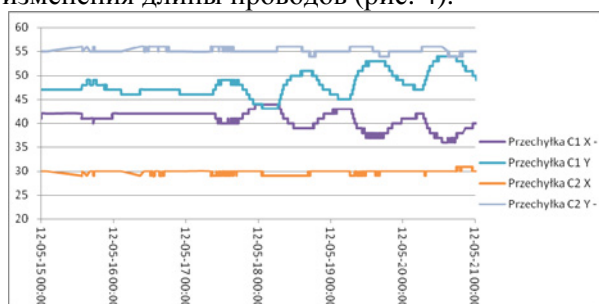


Рис. 4. Примерные сигналы цифровых уровней

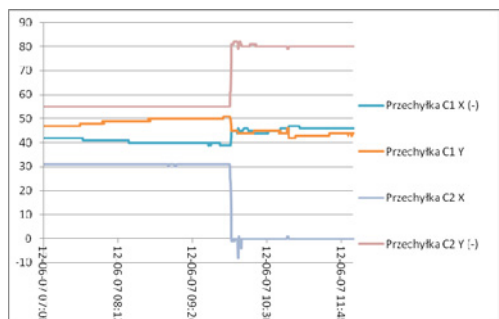


Рис. 5. Примерные сигналы цифровых уровней

На рис. 5 представлены сигналы цифровых уровней зарегистрированные 07.06.2012 в пределах с 7.00 по 12.00. В тот день РКР

Energetyka провела регулировку длины несущего троса. Можно сказать, что датчик С2 зарегистрировал значительное изменение угла отклонения. Изменение превысило лимитное значение уставки и вызвало срабатывание. После окончания работ была проведена корректировка параметров сети, изменились лимитные значения.

Система обнаруживает также провалы напряжения (продолжением не менее 2 секунд). На рис. 6 показана регистрация параметров напряжения в системе мониторинга. Из рисунка вытекает, что произошли два случая провалов напряжения и два продолжающихся исчезновения напряжения. Конечно, при необходимости, с точностью до 3 с, возможно определить время этих событий.

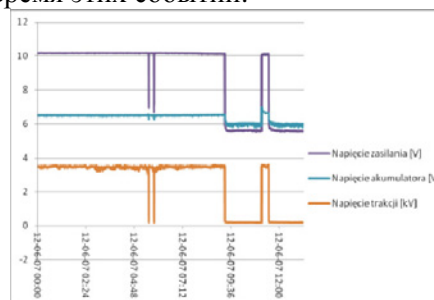


Рис. 6. Регистрация питающих напряжений 07.06.

В случае обнаружения события система срабатывает и передает информацию в форме смс. Содержание и время появления сообщения совпадает с состоянием события – проводился тест работы путем отключения и запуска сети для тестовых целей. В связи с тем, что существует возможность опоздания предоставления смс получателю (по причинам независимым от работы системы, например, проблемы оператора телефонов) информация о срабатывании по-

является также на мониторе станции мониторинга (см. рис. 2).

Содержание сообщений смс:

- отсутствие питания на опоре X.
- возобновлено питание на опоре X.
- отклонение датчика 1 на опоре X.
- возобновлена правильная работа датчика 1 на опоре X.
- отклонение датчика 2 на опоре X.
- возобновлена правильная работа датчика 2 на опоре X.
- нет связи с датчиком 1 на опоре X.
- обновлена связь с датчиком 1 на опоре X.
- нет связи с датчиком 2 на опоре X.
- обновлена связь с датчиком 2 на опоре X.
- нет передачи данных.
- обновление передачи.
- система ОК.

4. Резюме

Рассмотренная в статье проблематика обращает внимание на серьезную проблему, вызванную кражей элементов связанных с безопасностью железнодорожного движения. Представленное решение в настоящее время единственное, которое позволяет проводить мониторинг состояния контактной сети, обнаруживает попытки кражи и так называемую «интеллектуальную кражу» (например, когда похищены только контактный провод или несущий трос). Такого типа кражи не обнаруживаются до сих пор действующими системами, потому что они реагируют исключительно на короткое замыкание. «Интеллектуальная» кража, кроме финансовых потерь имеет еще одно важное последствие – некомплектная в результате кражи контактная сеть может повредить токоприемник на локомотиве, что является дополнительным негативным фактором, связанным с безопасностью и финансами. Система мониторинга контактной сети PAMAR SMD благодаря применению новейшей цифровой техники и новейшему программному обеспечению создает новые устройства диагностирования состояния контактной сети. В стандартном варианте система имеет следующие диагностические приборы:

- измерение напряжения в тяговой сети;
- измерения веса грузов компенсаторов;
- измерения угла отклонения рычага;
- измерения угла отклонения плеча защищающего устройства.

Данная информация однозначно определяет режим работы защищающего устройства и всех элементов, связанных с обеспечением компенсации длины проводов контактной сети.

Каждый из перечисленных элементов независимо информирует о краже.

Стандартным решением является также мониторинг неправильного включения секционного разъединителя.

Благодаря применению новейшей технологии система PAMAR SMD имеет ряд самодиагностических функций и, с точки зрения своей архитектуры, ее структура открытая, поэтому существует возможность расширения ее новыми функциями.

Большой организационной проблемой будет создание станции мониторинга и разделение функций между обществами группы ПКП. Контактная сеть принадлежит А.О. ПЛК, содержание сети и обеспечение поставок электроэнергии осуществляет ПКП Энергетика, а за охрану и безопасность на территории А.О. ПЛК отвечает Служба Охраны Железной Дороги (SOK).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Młyńczak J., Pawelak M.: *Sposób kontroli zmian napięcia sieci trakcyjnej napowietrznej i układ kontroli zmian napięcia sieci trakcyjnej napowietrznej*, Zgłoszenie Patentowe P.390149, 2010
2. Mikulski J., Młyńczak J., Pawelak M.: *Ochrona antykradzieżowa sieci trakcyjnej*. W: Computer systems aided science and engineering work in transport, mechanics and electrical engineering. TRANSCOMP2010. 14th International conference, Zakopane, Poland, 6 XII - 9 XII 2010. Conference proceedings. [Dokument elektroniczny]. Logistyka 6/2010, Poznań: Instytut Logistyki i Magazynowania, 2010, dysk optyczny (CD-ROM) s. 2257-2265, bibliogr. 5 poz.
3. Młyńczak J., Pawelak M.: *Monitoring sieci trakcyjnej*. Infrastruktura Transportu 2012 nr 5, s. 56-59, bibliogr. 1 poz.
4. Andrzej Białoń „Attenuation measurements of overvoltages on contact Line” Springer Verlag Berlin Heidelberg Seria: Telematics in the Transport Environment 12th International Conference on Transport Systems Telematics, TST 2012, Katowice-Ustron, Poland, October 10--13, 2012, Selected Papers Series: Communications in Computer and Information Science, Vol. 329 angielski 2012.
5. Andrzej Białoń, Juliusz Furman *Research damping surges In contact network 3 kV DC* Elektryfikacja transporta Ukraina 3/2012 rosyjski s. 35-39.
6. Andrzej Białoń, Juliusz Furman *Surge tests conducted in the contact system I lab environment* Elektryfikacja transporta Ukraina 3/2012 rosyjski s.39-43.

Поступила в печать 10.03.2013.

Статья рекомендована к печати д.т.н., с.н.с., В. Г. Сыченком

© Сурма Ш., Лукасик Е., 2013

В статье представлены устройства мониторинга и диагностики контактной сети PAMAR SMD. Задачей мониторинга является сбор информации со всей территории и графическое представление состояния сети на мониторе. Кроме того, возможен доступ к подробным данным о напряжении питания, температуре, влажности, состоянию уровней и состоянии всех систем входа/вывода. Описаны процедуры опытной эксплуатации, приведены результаты функционирования системы в разных температурных условиях. Показано, что диагностический и антивандальный мониторинг контактной сети в большей степени обеспечивает безопасность железнодорожного движения и в дальнейшем безопасность пассажиров и провозимых грузов. Его применение позволяет повысить экономические показатели поскольку снижаются затраты на восстановление контактной сети и уровень компенсаций за опоздание поездов.

Ключевые слова: контактная сеть, мониторинг, диагностика, безопасность движения.

УДК 621.331

Ш. СУРМА, Є. ЛУКАСИК (МОНТАЖНА АВТОМАТИЗАЦІЯ НА ТРАНСПОРТІ)

Група управління на транспорті, Департамент транспорту, Сілезький технологічний університет, 40-019 Катовіце, вул. Красінського 8/201, Польща, тел.: +48 32 603 41 36, ел. пошта: szymon.surma@polsl.pl, jerzy.lukasik@polsl.pl

МОНІТОРИНГ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ

У статті представлені пристрої моніторингу та діагностики контактної мережі PAMAR SMD. Завданням моніторингу є збір інформації з усієї території і графічне представлення стану мережі на моніторі. Крім того, можливий доступ до докладних даними про напругу живлення, температури, вологості, станом рівнів і стан всіх систем входу / виведення. Описано процедури дослідної експлуатації, наведені результати функціонування системи в різних температурних умовах. Показано, що діагностичний і антивандальний моніторинг контактної мережі більшою мірою забезпечує безпеку залізничного руху і надалі безпеку пасажирів і провозяться вантажів. Його застосування дозволяє підвищити економічні показники оскільки знижуються витрати на відновлення контактної мережі і рівень компенсаций за запізнення поїздів.

Ключові слова: контактна мережа, моніторинг, діагностика, безпеку руху.

Статтю рекомендовано до друку д.т.н, с.н.с., *В. Г. Сиченком*

UDC 621.331

S. SURMA, J. LUKASIK (ASSEMBLY AUTOMATION IN TRANSPORT)

Team Control in Transport, Department of Transport, Silesian University of Technology, 40-019 Katowice, 8/201 Krasinski Street, Poland, tel. +48 32 603 41 36, e-mail: szymon.surma@polsl.pl, jerzy.lukasik@polsl.pl

CONTACT NETWORK MONITORING

The paper presents monitoring devices, and diagnostics contact network PAMAR SMD. The task of monitoring is to gather information from all the territory and a graphical representation of the network on the monitor. In addition, you can access to detailed data on supply voltage, temperature, humidity, level and status of all systems of input / output. The procedures for trial operation, the results of operation of the system in different temperature conditions. It is shown that the diagnostic and monitoring vandal contact network provides a greater degree of safety of railway traffic and subsequently transported for the safety of passengers and cargo. Its use can improve economic performance because it reduces the cost of restoring the contact system and the level of compensation for late trains.

Keywords: contact network, monitoring, diagnostics, safety.

Prof. *V. G. Sichenko*, D. Sc. (Tech.) recommended this article to be published.