

обработки и передачи данных. Таким образом, защита информации-это комплекс мер, принимаемых для предотвращения утечки информации, кражи, потери, несанкционированного уничтожения, модификации, изменения без смысла, несанкционированного копирования, блокировки. Он состоит из организационных, программных и технических методов и инструментов, направленных на соблюдение ограничений безопасности.

Угрозой информационной безопасности автоматизированной системы является реализация эффектов, приводящих к нарушению конфиденциальности, целостности и легкости доступа к информации, обрабатываемой ИС, а также к возможности потери, уничтожения и прекращения функционирования компонентов ИС.

**Ключевые слова:** информационная система, файл, программа, компонент, персонал.

The Bulletin of Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, ISSN 1609-1817, DOI 10.52167/1609-1817, Vol. 117, No.2 (2021) pp.112-119

## THE INFLUENCE OF THE DISTRIBUTION OF THE RESISTANCE OF RAIL LINES ALONG THEIR LENGTH

**Victor Shamanov**, Dr.Sci.(Eng.), Professor of Russian University of transport, Department «Automation, telemechanics and communication of railway transport», Moscow, Russia, shamanov\_vi@mail.ru

**Boris Vedernikov**, Cand.Sci.(Eng.), Academy of Logistics and Transport, Department «Automation and control», Almaty, Kazakhstan, vedernikov\_b@mail.ru

**Laura Tasbolatova**, master of sciences, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan, egao@inbox.ru

**Abstract.** There are presented the results of calculating the distribution of the asymmetry coefficient of the input resistance of the rail lines under various conditions: when there is longitudinal and transverse asymmetry, when there is only longitudinal asymmetry of the rail chain, and also when there is only transverse asymmetry of the rail chain.

Measurements in operating conditions to assess electromagnetic situation in traction rail network and on electric locomotives are relatively complicated and require a lot of time and money to carry out.

Electromagnetic situation can change rapidly, and the results of such measurements are difficult to extrapolate to other conditions in terms of traffic and weight on the same railroad sections.

Therefore, theoretical research in this area with the development of methods for calculating the level of interference to the devices in question under various operating conditions is relevant.

Up to a half of failures in operation of rail circuits and automatic locomotive signaling on railroad sections with electric alternating traction current occurs due to the interfering effect of traction current asymmetry in the rail lines.

Traction current asymmetry occurs either in asymmetric or heterogeneous rail lines, or in rail lines that have both of these properties. In asymmetric rail lines, the resistances of their rail strands with respect to the ground are different. These include rail lines in which one of the rail strands is connected to the grounding circuits of overhead poles and other structures. In heterogeneous rail lines differ only in the resistance of the rail strands along their length, and in

asymmetric and heterogeneous rail lines differ as the resistance of the rail strands, and their resistance in relation to the ground.

When analyzing the effect of reverse traction current on rail circuits, it is convenient to use three-pole schemes of rail line substitution, when a two-wire rail line is represented as two single-wire lines "rails-ground". Then the substitution scheme of a rail line segment is a parallel connection of two T-shaped three-poles, and the substitution scheme of a rail line of the required length is a series-parallel connection of three-pole rail line segments.

**Keywords:** rail line, transverse asymmetry, longitudinal asymmetry, input resistance of rail lines, asymmetry coefficient.

УДК 656.259.12

DOI 10.52167/1609-1817-2021-117-2-112-119

**В.И. Шаманов<sup>1</sup>, Б.М. Ведерников<sup>2</sup>, Л.Т. Тасболатова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва, Россия

<sup>2</sup>Академия логистики и транспорта, г. Алматы, Казахстан

## ВЛИЯНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЛЬСОВЫХ ЛИНИЙ ПО ИХ ДЛИНЕ

**Аннотация.** Устойчивость работы аппаратуры автоматики существенно зависит от асимметрии тягового тока в рельсовых линиях. Ее первоисточником является продольная и поперечная асимметрия сопротивления рельсовых линий, а взаимная индуктивность рельсовых нитей увеличивает эту асимметрию. Приводятся результаты расчета распределения коэффициента асимметрии входных сопротивлений рельсовых линий при различных условиях: когда есть продольная и поперечная асимметрия, когда имеется только продольная асимметрия рельсовой цепи, а также когда есть только поперечная асимметрия рельсовой цепи.

**Ключевые слова:** рельсовая линия, поперечная асимметрия, продольная асимметрия, входные сопротивления рельсовых нитей, коэффициент асимметрии.

Системы контроля свободности участков железнодорожного пути, а также системы передачи информации по рельсам на локомотивы поездов и между сигнальными точками автоматической блокировки работают в сложной электромагнитной обстановке, особенно на участках с электрической тягой. Процесс воздействия электромагнитных помех на аппаратуру этих систем многофакторный, а причины появления высокого уровня помех многочисленны и часто взаимосвязаны.

Использование рельсовых линий для одновременного пропуска сигнальных токов рельсовых цепей (РЦ) и автоматической локомотивной сигнализации (АЛС) с тяговыми токами, величина которых на один – два порядка

больше сигнальных, приводит к появлению мощных помех на работу аппаратуры автоматики. Помехи вызывают кратковременные отказы (сбои) в работе этой аппаратуры. В результате, огни светофоров переключаются на ложные показания, требующие снижения скорости движения поездов. Перекрытия перед движущимся поездом разрешающего показания напольного светофора на запрещающее показание вызывает необходимость применения экстренного торможения. Если ложные переключения ламп локомотивного светофора происходят часто, поездной бригаде разрешено отключать аппаратуру автоматической локомотивной сигнализации. Всё это увеличивает вероятность аварий и крушений,

уменьшает пропускную способность участков железных дорог [1, 2].

До половины сбоев в работе рельсовых цепей и автоматической локомотивной сигнализации на участках железных дорог с электротягой переменного тягового тока происходит из-за мешающего действия асимметрии тягового тока в рельсовых линиях.

Асимметрия тягового тока возникает или в несимметричных, или неоднородных рельсовых линиях, или в рельсовых линиях, обладающих обоими этими свойствами [3,4]. В несимметричных рельсовых линиях различаются сопротивления их рельсовых нитей по отношению к земле. К таким относятся рельсовые линии, у которых к одной из рельсовых нитей подключаются цепи заземления опор контактной сети и других конструкций. У неоднородных рельсовых линий различаются только сопротивления рельсовых нитей по их длине, а у несимметричных и неоднородных рельсовых линий различаются как сопротивления рельсовых нитей, так и их сопротивления по отношению к земле [5, 6].

Уровень данных помех определяется величиной асимметрии тягового тока под приемными локомотивными катушками автоматической локомотивной сигнализации или в местах подключения к рельсам аппаратуры рельсовых цепей. Первоисточником появления асимметрии тягового тока является асимметрия продольного и/или поперечного сопротивлений рельсовых нитей в рельсовой линии. Асимметрия сопротивлений распределяется по длине рельсовых линий случайным образом, поэтому случайным образом изменяется и асимметрия тягового тока по длине рельсовых цепей.

Асимметрия тягового тока в конце рельсовой цепи, где её приемник подключается к рельсам, зависит от усредненной асимметрии продольного и поперечного сопротивления отрезка рельсовой линии, расположенного между

питающим и релейным концом рельсовых цепей. А сопротивления секций основных обмоток дроссель-трансформаторов (ДТ) играют роль балластных сопротивлений. Поэтому рельсовые цепи более устойчиво работают при электротяге.

На устойчивость работы автоматической локомотивной сигнализации влияет распределение тягового тока под приемными локомотивными катушками, которое зависит от величины асимметрии сопротивления по длине рельсовой линии перед головным локомотивом поезда. Эта асимметрия зависит также от соотношения величин продольного и поперечного сопротивлений рельсовой нити в конкретной точке пути. Например, при приближении головы поезда к точке рельсовой цепи, после которой лежат рельсовые стыки (изолирующие стыки) с повышенными переходными сопротивлениями, утечка тягового тока из рельсов в землю растет при неизменной величине сопротивления рельсов по отношению к земле. Поэтому асимметрия сопротивления в рельсовой линии сильнее влияет на устойчивость работы автоматической локомотивной сигнализации.

Для выявления причин появления сбоев в работе рассматриваемой аппаратуры необходимо знать, как распределяются величины электрических сопротивлений элементов рельсовых нитей по длине рельсовых линий.

Измерения в условиях эксплуатации для оценки электромагнитной обстановки в тяговой рельсовой сети и на электровозах относительно сложны и требуют больших затрат времени и средств на их проведение.

Электромагнитная обстановка может быстро меняться, а результаты таких измерений затруднительно экстраполировать на другие условия по интенсивности движения и весу на тех же участках железных дорог.

Поэтому актуальны теоретические исследования в данной области с разработкой методов расчета уровня помех

на рассматриваемые устройства в различных условиях эксплуатации.

При анализе влияния обратного тягового тока на рельсовые цепи удобно использовать схемы замещения рельсовых линий трехполюсниками, когда двухпроводная рельсовая линия представляется как две однопроводные линии «рельсы-земля». Тогда схема замещения отрезка рельсовой линии - это параллельное соединение двух Т-образных трехполюсников, а схема замещения рельсовой линии требуемой длины – последовательно-параллельное соединение трехполюсников отрезков рельсовых линий [4, 5].

$$Z_{BX1,k} = Z'_{1,k} + \frac{(Z''_{1,k} + Z_{BX1k-1}) R_{P31,k}}{Z''_{1,k} + Z_{BX1k-1} + R_{P31,k}}, \quad (1)$$

где  $Z'_{1,k}, Z''_{1,k}$  - сопротивления половин  $k$ -го отрезков рельсовых нитей первой рельсовой нити в Т-образной схеме её замещения;

$Z_{BX1k-1}$  - входные сопротивления  $k-1$ -го отрезков первой рельсовой нити рельсовой линии;

Асимметрия тягового тока, влияющая на работу аппаратуры АЛС при движении поезда, определяется соотношением входных сопротивлений рельсовых нитей отрезка рельсовой линии.

Расчеты входных сопротивлений рельсовых нитей ведутся последовательно, начиная от точек подключения к рельсам ДТ, установленного на выходном конце РЦ или рельсовой линии [7].

В общем виде, формула для вычисления входных сопротивлений для всех  $k$ -х трехполюсников первой рельсовой нити имеет вид:

$R_{P31,k}$  - сопротивление изоляции по отношению к земле  $k$ -го отрезка первой рельсовой нити;

$k = 2, \dots, n$ .

Для второй рельсовой нити рельсовой линии эта формула принимает вид

$$Z_{BX2,k} = Z'_{2,k} + \frac{(Z''_{2,k} + Z_{BX2k-1}) R_{P32,k}}{Z''_{2,k} + Z_{BX2k-1} + R_{P32,k}}, \quad (2)$$

где  $Z'_{2,k}, Z''_{2,k}$  - сопротивления половин  $k$ -го отрезков рельсовых нитей второй рельсовой нити в Т-образной схеме её замещения;

$Z_{BX2k-1}$  - входные сопротивления  $k-1$ -го отрезков второй рельсовой нити рельсовой линии;

$R_{P31,k}$  - сопротивление изоляции по отношению к земле  $k$ -го отрезка второй рельсовой нити.

Детальность такого исследования обеспечивается выбором длин отрезков рельсовой линии. Далее приводятся некоторые результаты расчета распределения асимметрии тягового тока вдоль рельсовой линии. В качестве примера приведены графики, полученные

для рельсовой цепи длиной 1,5 км, ограниченной изолирующими стыками с дроссель-трансформаторами.

В статье для анализа распределения изменения коэффициента входных сопротивлений рельсовых нитей и асимметрии переменного тягового тока рельсовых нитей рассмотрим следующие случаи:

- рельсовая цепь с продольной асимметрией;

- рельсовая цепь с поперечной асимметрией.

На рисунке 1 приведен график изменения коэффициента асимметрии входных сопротивлений рельсовых линий  $k_{AZ}$  при различных значениях сопротивления изоляции. Удельное

сопротивление первой рельсовой нити при этом берется  $z_{PH1} = 0,4 e^{j65^\circ}$  Ом/км, а коэффициент продольной асимметрии составляет  $k_a^{np} = 0,05$ . При этом к

рельсовой нити, расположенной с правой стороны по ходу движения поездов, подключены цепи заземления опор контактной сети и других конструкций.

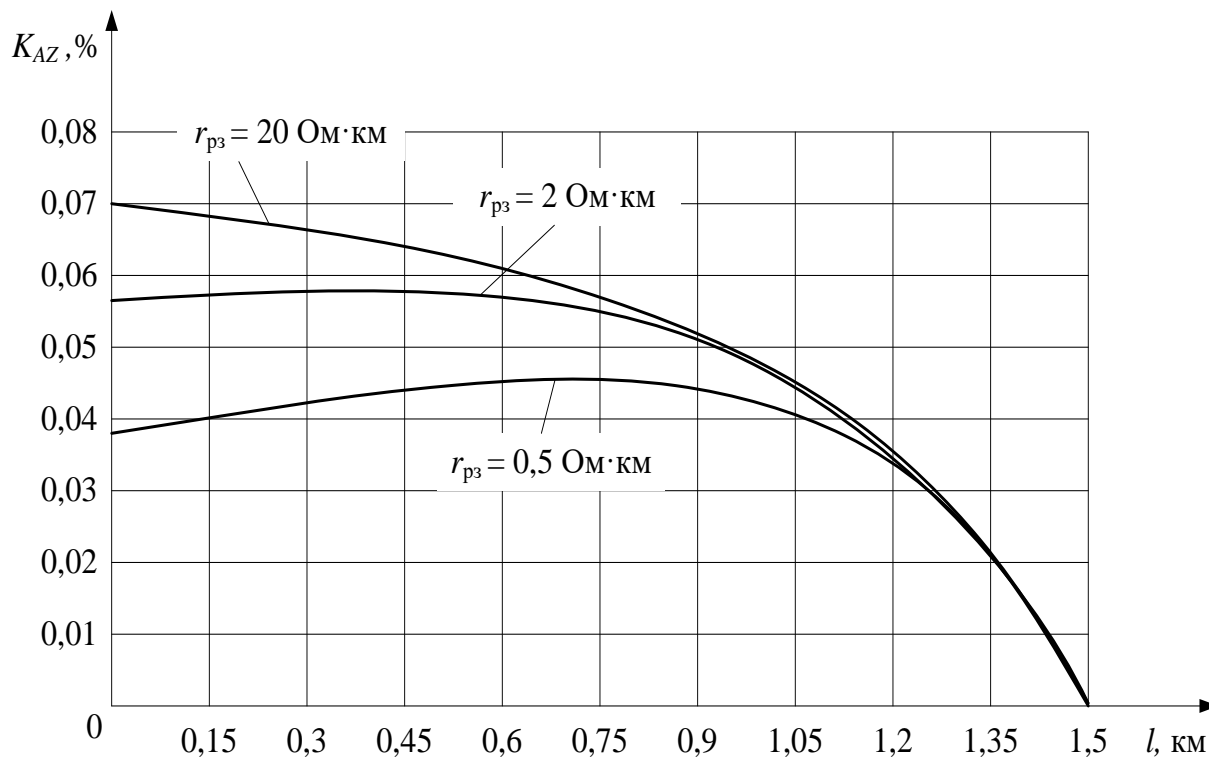


Figure 1 - Change of the asymmetry coefficient of the input resistances on the rail at different insulation resistances

Рисунок 1 – Изменение коэффициента асимметрии входных сопротивлений рельсовых нитей при разных сопротивлениях изоляции

Как видно из рисунка, при сопротивлении изоляции  $r_{p3} = 20$  Ом·км максимальная величина коэффициента асимметрии входных сопротивлений рельсовых нитей равна  $k_{AZ} = 0,07$ , проявляется в начале рельсовой линии и является наиболее опасной. Так как предельно допускаемые значения коэффициентов асимметрии гармоник тягового тока при частоте тягового тока в рельсах 50 Гц составляет 0,05 [6]. Далее ближе к выходному концу значение  $k_{AZ}$  РЦ равномерно снижается.

При минимальном значений сопротивления изоляции максимальное значение коэффициента асимметрии входных сопротивлений рельсовых нитей проявляется на участке  $\frac{3}{4}$  от общей длины

РЦ, и плавно снижается ближе к выходному концу РЦ.

Также на рисунке 1 показан случай, когда сопротивление изоляции равно  $r_{p3} = 2$  Ом·км. В этом случае, максимальное значение коэффициента асимметрии входных сопротивлений рельсовой нити проявляется ближе к середине РЦ.

В статье расчеты произведены для случая, где цепи заземления опор контактной сети и других конструкций подключаются к рельсам, что в свою очередь приводит к появлению поперечной асимметрий рельсовых нитей. Входное сопротивление таких цепей может уменьшаться до 5 - 7 Ом

На рисунке 2 приведен график изменения коэффициента асимметрии входных сопротивлений рельсовых линий  $k_{AZ}$  при допущении, что эта РЦ имеет только поперечную асимметрию сопротивления за счет того, что величина

входных сопротивлений у всех подключенных к рельсам цепей заземления составляет 80 Ом [5, 6]. Коэффициент поперечной асимметрии сопротивления рельсовой линии составляет  $k_a^{mn} = 5,88\%$ .

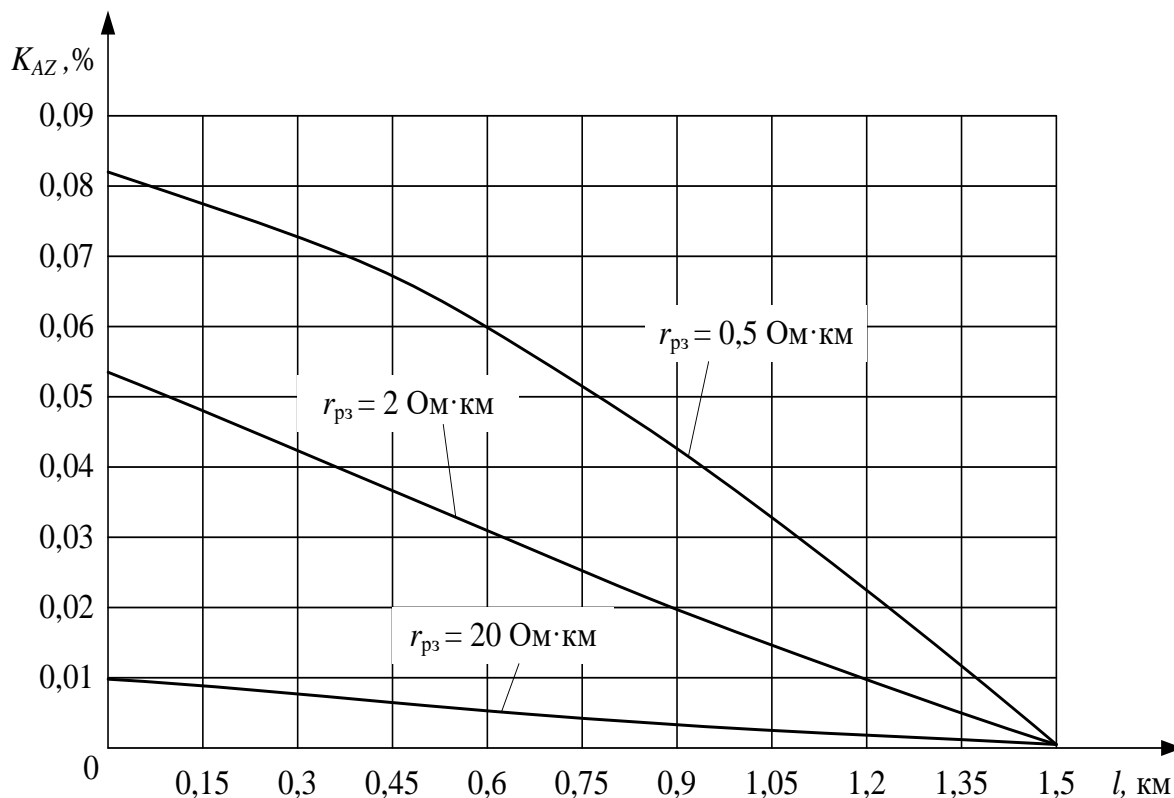


Figure 2 - Change of the asymmetry coefficient of the input resistances on the rail lines in the RC, which has a transverse asymmetry

Рисунок 2 – Изменение коэффициента асимметрии входных сопротивлений рельсовых нитей в РЦ, обладающей поперечной асимметрией

При наличии только поперечной асимметрии в рельсовой цепи и минимальном сопротивлении рельсов по отношению к земле коэффициент асимметрии входных сопротивлений рельсовой линии  $k_{AZ}$  на входном конце рельсовой цепи составляет около 0,055. По мере движения поезда коэффициент асимметрии тягового тока растет до максимальной величины 0,08 составляющей две трети коэффициента поперечной асимметрии рельсовой линии в середине рельсовой цепи, а затем падает до нуля в ее конце.

При значении сопротивлении изоляции  $r_{p3} = 2,0$  Ом·км изменение

коэффициента асимметрии входных сопротивлений максимального значения достигает ближе к середине рельсовой цепи и стремится к нулю к концу рельсовой цепи.

Если сопротивление рельсов по отношению к земле максимально, влияние поперечной асимметрии сопротивления рельсовой линии на асимметрию тягового тока незначительно, так как утечки тягового тока через цепи заземления резко уменьшаются.

#### Выводы.

Найденные по такой методике расчетов входные сопротивления отрезков рельсовых нитей вдоль рельсовой линии

дают возможность вычислять распределение асимметрии тягового тока вдоль линии. Это позволяет исследовать влияние асимметрии тягового тока на аппаратуру РЦ и АЛС при движении поезда по рассматриваемому элементу

рельсовой тяговой сети, в том числе при наиболее сложной ситуации, когда и продольные, и поперечные сопротивления рельсовых нитей не остаются постоянными по длине рельсовой линии.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Аркатов В.С., Кравцов Ю.А., Степенский Б.М. Рельсовые цепи. Анализ работы и техническое обслуживание. – М.: Транспорт, 1990. – 295 с.
- [2] Шаманов В.И., Ведерников Б.М., Тасболатова Л.Т. Оценка электромагнитной обстановки для аппаратуры автоматики при электротяге. Вестник КазАТК. – 2019. – №4. – С. 174-179.
- [3] Шаманов В. И., Ваньшин А. Е., Тасболатова Л. Косвенные измерения соотношения тяговых токов под катушками АЛС. Автоматика, связь, информатика. – 2018. – №8. – С. 2-5.
- [4] Шаманов В. И. Электромагнитная совместимость систем железнодорожной автоматики и телемеханики. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2013. – 244 с. (10).
- [5] Шаманов, В. И. Динамика асимметрии переменного тягового тока в рельсовых линиях на двухпутных перегонах. Электротехника. – 2016. – №10. – С. 74-79.
- [6] Shamanov V.I. Influence of traction currents on stability of work equipment of railway automation // Sciences of Europe. 2019, Vol. 1, No. 37, pp. 53 – 59.
- [7] Шаманов, В. И. Помехи на аппаратуру рельсовых цепей и автоматической локомотивной сигнализации. Средства защиты.– М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019. – 303 с.

## REFERENCES

- [1] Arkatov V.S., Kravcov YU.A., Stepenskij B.M. Rel'sovye cepi. Analiz raboty i tekhnicheskoe obsluzhivanie. – M.: Transport, 1990. – 295 s.
- [2] Shamanov V.I., Vedernikov B.M., Tasbolatova L.T. Ocenka jelektromagnitnoj obstanovki dlja apparatury avtomatiki pri jelektrotjage. Vestnik KazATK. – 2019. – №4. –S. 174-179.
- [3] Shamanov V. I., Van'shin A. E., Tasbolatova L. Kosvennyye izmereniya sootnosheniya tyagovyh tokov pod katushkami ALS. Avtomatika, svyaz', informatika. – 2018. – №8. – S. 2-5.
- [4] Shamanov V. I. Elektromagnitnaya sovmestimost' sistem zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki. – M.: GOU «Uchebno-metodicheskij centr po obrazovaniyu na zheleznodorozhnom transporte», 2013. – 244 s. (10).
- [5] Shamanov, V. I. Dinamika asimmetrii peremennogo tyagovogo toka v rel'sovyh liniyah na dvuhputnyh peregonah / V. I. SHamanov // Elektrotekhnika. – 2016. – №10. – S. 74-79.
- [6] Shamanov V.I. Influence of traction currents on stability of work equipment of railway automation // Sciences of Europe. 2019, Vol. 1, No. 37, pp. 53 – 59.
- [7] Shamanov, V. I. Pomehi na apparaturu rel'sovyh cepej i avtomaticheskoy lokomotivnoj signalizacii. Sredstva zashhity.– M.: FGBU DPO «Uchebno-metodicheskij centr po obrazovaniju na zheleznodorozhnom transporte», 2019. – 303 s.

---

## ВЛИЯНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЛЬСОВЫХ ЛИНИЙ ПО ИХ ДЛИНЕ

**Шаманов Виктор Иннокентьевич**, д.т.н., Российский университет транспорта (МИИТ), Москва, Россия, shamanov\_vi@mail.ru

**Ведерников Борис Михайлович**, к.т.н., Академии логистики и транспорта, Алматы, Республика Казахстан, vedernikov\_b@mail.ru

**Тасболатова Лаура Талгатқызы**, магистр, Академия логистики и транспорта, Алматы, Республика Казахстан, ega0@inbox.ru

## РЕЛЬС ТІЗБЕГІ КЕДЕРГІСІНІҢ ҰЗЫНДЫҒЫ БОЙЫНША ТАРАЛУЫНЫҢ ӘСЕР ЕТУІ

**Шаманов Виктор Иннокентьевич**, т.ғ.д., Ресей көлік университеті, Мәскеу, Ресей, shamanov\_vi@mail.ru

**Ведерников Борис Михайлович**, т.ғ.к., Логистика және көлік академиясының қауымдастырылған профессоры, Алматы, Қазақстан, vedernikov\_b@mail.ru

**Тасболатова Лаура Талгатқызы**, магистр, Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан, ega0@inbox.ru

**Аңдатпа.** Автоматика аппаратурасының жұмыс істеу тұрақтылығы рельс тізбектеріндегі асимметрия тоғынан айтарлықтай тәуелді. Оның түпнегізі болып рельс тізбектері кедергісінің бойлық және көлденең асимметрия табылады, ал рельс тізбектерінің өзара индуктивтілігі ол асимметрияны ұлғайтады. Рельс тізбектері кіріс кедергі асимметрия коэффициентінің таралу нәтижелері әр түрлі жағдай үшін көрсетілген: рельс тізбегінің бойлық және көлденең асимметриясы бар кезінде, рельс тізбегінің тек бойлық асимметриясы кезінде және рельс тізбегі тек көлденең асимметриясы бар кезіндегі жағдайлар үшін.

**Түйінді сөздер:** рельс тізбегі, көлденең асимметрия, бойлық асимметрия, рельс жіптерінің кіріс кедергісі, асимметрия коэффициенті.

---

The Bulletin of Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, ISSN 1609-1817, DOI 10.52167/1609-1817, Vol. 117, No.2 (2021) pp.119-129

## ON PERSPECTIVE AUTOMATED SYSTEMS FOR COMBATING ORGANIZED CRIME

**Batyrkhan Bekmurzaev**, Dr.Sci.(Eng.), Kazakh National University named after Al-Farabi; Institute of Space Technique and Technology, Almaty, Kazakhstan; batyrkhan53@mail.ru

**Denis Yeryomin**, Master, Institute of Space Technique and Technology, Almaty, Kazakhstan; denis.e@bk.ru

**Rimma Kaliyeva**, Master, Institute of Space Technique and Technology, Almaty, Kazakhstan; kaliyeva.r@istt.kz

**Abstract.** This article deals with the topic of increasing the level of techniques and technologies used by law enforcement agencies to combat organized crime. The fight against organized crime is carried out both by traditional procedural means and by means of operative-investigative activity. In this case, operative-investigative activity is characterized as a more