

УДК 338.24

**Экономические эффекты обеспечения
безопасности движения поездов на основе развития
и совершенствования диагностики систем
железнодорожной автоматики и телемеханики**

Никитин Александр Борисович

Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой автоматики и телемеханики на железных дорогах,
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I,
190031, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Московский просп., 9;
e-mail: nikitin@crtc.spb.ru

Аннотация

Необходимость обеспечения мобильности и, как следствие, повышения пропускной способности, бесперебойности, надежности и безопасности перевозочного процесса предъявляет повышенные требования к состоянию железнодорожной инфраструктуры, в частности к работе систем железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ), являющихся неотъемлемой частью системы управления движением поездов. Увеличение интенсивности отказов в работе систем приводит к снижению участковой скорости движения поездов, пропускной способности, серьезным нарушениям нормального функционирования железнодорожного транспорта и, как следствие, к экономическому ущербу и потерям. Наряду с необходимостью повышения эффективности использования систем диагностики СЖАТ, актуальным является снижение затрат при их внедрении и дальнейшем использовании. В статье рассмотрены основные способы снижения затрат и определены экономические эффекты, возникающие в результате внедрения микропроцессорных систем нового поколения и выполнения диагностирования в действующих устройствах.

Для цитирования в научных исследованиях

Никитин А.Б. Экономические эффекты обеспечения безопасности движения поездов на основе развития и совершенствования диагностики систем железнодорожной автоматики и телемеханики // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2017. Том 7. № 5А. С. 158-165.

Ключевые слова

Экономические эффекты, безопасность движения поездов, железнодорожный транспорт, системы железнодорожной автоматики и телемеханики, системы диагностики.

Введение

Для Российской Федерации в силу ее масштабов, территориальной разобщенности, особенностей размещения производительных сил и ресурсов проблемы активизации и эффективности мобильности перемещения людей и грузов непосредственно связаны с обеспечением экономической безопасности [Журавлева, 2015; Журавлева, 2010]. Ограничения скорости, пропускной способности, нарушения нормального функционирования рынка перевозок снижают конкурентоспособность субъектов рынка и способствуют росту экономических издержек всех остальных отраслей экономики.

В полной мере это относится к железнодорожному транспорту, безаварийная и эффективная эксплуатация инфраструктуры которого обеспечивает повышение пропускной способности, бесперебойность и безопасность перевозочного процесса [Стратегия развития железнодорожного транспорта, [www](#); Транспортная стратегия Российской Федерации, [www](#)]. Одним из направлений обеспечения безаварийности эксплуатации железнодорожной инфраструктуры является осуществление диагностики систем железнодорожной автоматики и телемеханики, являющихся неотъемлемой частью системы управления движением поездов [Безопасность железнодорожной автоматики, 1994; Кравцов, Нестерев, Лекута, 1996; Сапожников и др., 1997; Щиголев, 2010; Сапожников и др., 2006], что позволяет предотвратить отказы в работе системы, приводящие к снижению участковой скорости движения поездов, пропускной способности и, как следствие, к экономическим потерям [Грошев, 2014; Тимухина, 2011]. При этом важным является обеспечение принципа экономичности эксплуатации инфраструктуры.

Современное состояние систем диагностики СЖАТ

Усложнение схем СЖАТ, рост объемов перевозок и, как следствие, увеличение стоимостей задержек поездов из-за отказов устройств предопределили создание и применение в конце 60-х годов прошлого века первой отечественной системы диагностики – ЧДК (частотный диспетчерский контроль). С развитием микроэлектроники и микросхем в 70-е годы была создана функционально более совершенная система диагностики СЖАТ «Прогноз». Однако начало применения микропроцессорной техники в конце 80-х годов открыло новые перспективы для систем диагностики, которые стали разрабатываться, а затем широко применяться в отрасли. Задачи диагностики СЖАТ охватывали все многообразие устройств: станционные системы электрической централизации, перегонные системы автоблокировки, устройства горочной автоматики, переездные устройства и др.

На сегодняшний день микропроцессорные системы диагностики вышли на качественно новый уровень при реализации автоматизации телеизмерений в устройствах ЖАТ, когда впервые появилась возможность прогнозирования изменений аналоговых сигналов, а следовательно, и предотвращения отказов [Никитин, 2010]. Однако эта функция определила

главный недостаток систем диагностики СЖАТ – их высокую стоимость, что проявилось, когда диагностика стала выступать как дополнение к уже действующим устройствам, где ранее эта функция не предусматривалась. Сложность их внедрения была обусловлена рядом причин, в частности большим объемом изменений в проектную документацию; ремонтом в действующих устройствах; необходимостью установки дополнительных приборов; сложностью пуско-наладочных работ; высокой ценой измерительных приборов, программных средств обработки данных.

Все эти обстоятельства приводили к существенному удорожанию систем. Так, например, на станции Никель Южно-Уральской железной дороги стоимость диагностики в три раза превысила затраты на систему управления.

Своеобразный технический «симбиоз» (агрегирование) на одном объекте систем электрической централизации (ЭЦ), диспетчерской централизации (ДЦ), технической диагностики и удаленного мониторинга (СТДМ) разных производителей влечет неоправданный рост затрат, оплачиваемых ОАО «РЖД», на программное обеспечение, например как минимум в три раза для автоматизированных рабочих мест. При этом создаваемые программные интерфейсы указанных АРМов отличаются у разных разработчиков, а в отдельных случаях могут предоставить неполную или противоречивую индикацию.

Перспективы развития систем диагностики СЖАТ

В целях обеспечения безаварийной и экономичной эксплуатации систем диагностики СЖАТ целесообразным представляется повышение эффективности их использования и снижение затрат при их применении.

Стратегическим направлением в данном случае является применение встроенных систем диагностики, когда применяемое оборудование уже содержит узлы самодиагностики, а также схемы контроля параметров подключаемого (внешнего) оборудования – напольных устройств. Данный путь реализуем только при новом строительстве микропроцессорных систем нового поколения, которое должно основываться на научно обоснованных методах с обеспечением экспертного критерия не превышения 15-20% от стоимости системы управления для обеспечения экономически оправданного вложения средств.

Экономический эффект от внедрения микропроцессорных систем нового поколения будет определяться на основе соотношения капитальных вложений на модернизацию систем диагностики ЖАТ и величины экономии средств в результате сокращения количества отказов в работе СЖАТ, приводящих к финансовым потерям, связанным с простоями поездов, необходимостью восстановления исправного состояния системы, утратой материальных ценностей, нанесением вреда жизни и здоровью человека.

Поскольку большое количество эксплуатируемых релейных систем станций и перегонов (более 60%) не охвачены системами диагностики, по-прежнему актуален вопрос диа-

гностирования в действующих устройствах. Анализируя опыт применения таких устройств, можно отметить следующие основные пути снижения затрат при внедрении систем.

Прежде всего, это касается аппаратурной избыточности устройств телеизмерений. Применяемый подход предполагает установку оборудования в каждой точке телеизмерений. В то же время зачастую нет необходимости иметь такую избыточность, поскольку ряд процессов изменяется медленно, например снижение сопротивления изоляции кабельных жил, изменение параметров рельсовой цепи и др. Поэтому многократное сокращение оборудования достигнуто в системе СТД-МПК (разработки ПГУПС) благодаря мультиплексированию – поочередному подключению каналов к одному общему измерительному устройству. А цикл контроля в несколько минут позволяет обеспечить достоверность данных и тренд изменений контролируемых параметров. Огромным преимуществом данного метода является сокращение эксплуатационных расходов на калибровку, поскольку вместо метрологической поверки каждого измерительного канала в данном случае необходима калибровка только общего измерительного устройства.

В большинстве случаев также оказывается избыточным применение вычислительной техники, каналов и аппаратуры передачи данных [Никитин, 2015]. Таким образом, вторым важнейшим направлением минимизации аппаратуры является использование вычислительных ресурсов собственно системы управления и интеграция функций, в частности системы диагностики в составе задач электрической централизации.

Также следует отметить избыточность и неоправданную централизацию данных на дорожном уровне, когда огромные массивы данных телеизмерений передаются в дорожные центры СТДМ, а каналы передачи данных нередко загружаются до предела. Можно выделить два основных направления эффективного решения данной проблемы. Первым является изменение идеологии построения СТДМ и использование научных подходов, изложенных в классической литературе по построению сложных систем [Месарович, Мако, Такахара, 1973]. Здесь должен превалировать основной принцип – предоставление каждому вышестоящему иерархическому уровню обработанных данных предыдущего уровня, необходимых для принятия решений. Вторым подходом должно стать использование математических методов сокращения передачи объемов данных на основе сплайн-аппроксимации [Никитин, 2003].

В отношении вопроса повышения эффективности систем диагностики следует отметить, что главным преимуществом СТДМ стала возможность выявления предотказных состояний системы, и, безусловно, это одно из важнейших достижений таких систем, поскольку речь идет о сокращении потерь в движении и, следовательно, финансовых потерь. Вместе с тем СТДМ позволяют осуществлять более экономное электроснабжение устройств СЖАТ. Так в условиях отсутствия передвижений на станциях и поездов на подходах следует использовать щадящие режимы энергопотребления, что позволяет обеспечить экономию эксплуатационных расходов на электроэнергию.

Заключение

Системы диагностики являются неотъемлемым атрибутом современных систем управления и позволяют обеспечить необходимый уровень надежности систем управления в заданных условиях, своевременно выявить предотказные состояния в их работе и избежать материального ущерба от возникновения отказа. В работе СЖАТ отказы снижают участковую скорость движения поездов, пропускную способность железных дорог в результате простоя поездов в течение времени устранения отказа, что, в свою очередь, приводит к значительным финансовым потерям.

Дальнейшее совершенствование систем диагностики СЖАТ должно осуществляться в направлении повышения эффективности их использования и снижения затрат при их применении. Последнее может быть достигнуто как за счет экономии средств в результате сокращения количества отказов в работе СЖАТ, так и за счет снижения величины эксплуатационных расходов в результате оптимизации избыточности устройств телеизмерений, вычислительной техники, каналов и аппаратуры передачи данных, использования щадящих режимов электропотребления и др.

Библиография

1. Безопасность железнодорожной автоматики и телемеханики. Методы и принципы обеспечения безопасности микроэлектронных СЖАТ. РТМ 32 ЦШ 1115842.01-94. СПб.: ПГУПС. 1994. 120 с.
2. Грошев В.А. Расширение функциональности СЖАТ // Сборник трудов LXXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Транспорт: проблемы, идеи, перспективы». СПб.: ПГУПС, 2014. С. 318-322.
3. Журавлева Н.А. Развитие рынка услуг железнодорожного транспорта в контексте экономической безопасности // Экономические науки. 2015. № 132. С. 15-19.
4. Журавлева Н.А. Финансово-экономическая безопасность транспортной инфраструктуры // Российское предпринимательство. 2010. Т. 6. № 2. С. 138-141.
5. Кравцов Ю.А. Нестерев В.Л., Лекута Г.Ф. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики. М.: Транспорт, 1996. 400 с.
6. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. М.: Мир, 1973.
7. Никитин А.Б. Отображение оперативных данных перевозочного процесса в компьютерных системах железнодорожной автоматики и телемеханики // Вестник ПГУПС. № 1. С. 39-41.
8. Никитин А.Б. Повышение эффективности систем электрической централизации // Автоматика, связь, информатика. 2010. № 4. С. 4-7.

9. Никитин А.Б. Совершенствование диагностики систем ЖАТ // Автоматика, связь, информатика. 2015. № 11. С. 14-15.
10. Сапожников и др. Станционные системы автоматики и телемеханики. М.: Транспорт, 1997. 432 с.
11. Сапожников и др. Эксплуатационные основы автоматики и телемеханики. М.: Маршрут, 2006. 247 с.
12. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года (утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2008 г. № 877-р). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111037>
13. Тимухина Е.Н. Методология исследования работоспособности станций при технологических сбоях // Транспорт Урала. 2011. № 4. С. 58-62.
14. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года (утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734-р (ред. от 11.06.2014 г.)). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902132678>
15. Щиголев С.А. Проблемам транспорта – комплексное решение // Евразия Вести. 2010. № 12. С. 20.

Economic effects of ensuring train safety on the basis of development and improvement of diagnostic of railway automatics and telemechanics systems

Aleksandr B. Nikitin

Doctor of Technique, Professor,
Head of the Department of railways automatics and telemechanics,
Emperor Alexander I Saint Petersburg State Transport University,
190031, Russian Federation, Saint Petersburg, Moskovskii av., 9;
e-mail: nikitin@crtc.spb.ru

Abstract

The need for mobility and increase of throughput, availability, reliability and security of the transportation process imposes high requirements for the condition of the railway infrastructure, in particular to railway automatics and telemechanics systems, which is an integral part of the system of train control. The increase in failure rate in the system leads to a decrease in speed of train traffic, bandwidth, serious violations of the normal functioning of railway transport and,

consequently, to economic damage and losses. Along with necessity of increase of efficiency of diagnostics of railway automatics and telemechanics systems, the actual issue is cost savings in their implementation and further use. The article describes the main ways of reducing costs and the economic effects, emerging in result of implementation of microprocessor systems of new generation and implementation of diagnostics in existing devices. The author comes to the conclusion that a further improvement of the diagnostic of railway automatics and telemechanics systems must be implemented in the direction of increasing efficiency and reducing costs in their application. The latter can be achieved by reducing the number of failures of railway automatics and telemechanics systems, and by the way of reducing operating costs as a result of optimization of the redundancy of the devices of telemetry, computer technology, channels and data-transmission equipment, the use of sparing modes of power consumption.

For citation

Nikitin A.B. (2017) Ekonomicheskie efekty obespecheniya bezopasnosti dvizheniya poezdov na osnove razvitiya i sovershenstvovaniya diagnostiki sistem zheleznodorozhnoi avtomatiki i telemekhaniki [Economic effects of ensuring train safety on the basis of development and improvement of diagnostic of railway automatics and telemechanics systems]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 7 (5A), pp. 158-165.

Keywords

Economic effects, train safety, railway transport, railway automatics and telemechanics systems, diagnostics systems.

References

1. *Bezopasnost' zheleznodorozhnoi avtomatiki i telemekhaniki. Metody i printsipy obespecheniya bezopasnosti mikroelektronnykh railway automatics and telemechanics systems. RTM 32 TsSh 1115842.01-94* [The safety of railway automatics and telemechanics. Methods and principles of safety of microelectronic COMPRESSED. RTM 32 TSSH 1115842.01-94] (1994). Saint Petersburg: Emperor Alexander I Saint Petersburg State Transport University.
2. Groshev V.A. (2014) Rasshirenie funktsional'nosti SZhAT [Extend functionality of railway automatics and telemechanics systems]. In: *Sbornik trudov LXXIV Vserossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh "Transport: problemy, idei, perspektivy"* [Proc. All-Russia Conf. "Transport: problems, ideas, perspectives."]. Saint Petersburg: Emperor Alexander I Saint Petersburg State Transport University, pp. 318-322.
3. Kravtsov Yu.A. Nesterev V.L., Lekuta G.F. (1996) *Sistemy zheleznodorozhnoi avtomatiki i telemekhaniki* [Systems of railway automatics and telemechanics]. Moscow: Transport Publ.

4. Mesarovich M., Mako D., Takakhara I. (1973) *Teoriya ierarkhicheskikh mnogo-urovnevykh sistem* [Theory of hierarchical many-level systems]. Moscow: Mir Publ.
5. Nikitin A.B. (2010) Povyshenie effektivnosti sistem elektricheskoi tsentralizatsii [The improving the efficiency of the electrical interlocking systems]. *Avtomatika, svyaz', informatika* [Automation, communication and and informatics], 4, pp. 4-7.
6. Nikitin A.B. (2015) Sovershenstvovanie diagnostiki sistem ZhAT [Improvement of diagnostics of railway automatics and telemechanics systems]. *Avtomatika, svyaz', informatika* [Automation, communication and and informatics], 11, pp. 14-15.
7. Nikitin A.B. Otobrazhenie operativnykh dannykh perevozhnogo pro-tsessa v komp'yuternykh sistemakh zheleznodorozhnoi avtomatiki i telemekhaniki [The display of operational data of the transportation process in the computer systems of railway automatics and telemechanics]. *Vestnik PGUPS* [Bulletin of Emperor Alexander I Saint Petersburg State Transport University], 1, pp. 39-41.
8. Sapozhnikov et al. (1997) *Stantsionnye sistemy avtomatiki i telemekhaniki* [The formation of the automatics and telemechanics system]. Moscow: Transport Publ.
9. Sapozhnikov et al. (2006) *Ekspluatatsionnye osnovy avtomatiki i telemekhaniki* [Operational basics of automatics and telemechanics]. Moscow: Marshrut Publ.
10. Shchigolev S.A. (2010) Problemam transporta – kompleksnoe reshenie [A comprehensive solution of transport problems]. *Evraziya Vesti* [Eurasia news], 12, pp. 20.
11. *Strategiya razvitiya zheleznodorozhnogo transporta v Rossiiskoi Federatsii do 2030 goda (utv. Rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 17.06.2008 № 877-r)* [The strategy of railway transport development in Russian Federation till 2030 (approved by the Decree of the Government of the Russian Federation No. 877-p of 17 June, 2008)]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902111037> [Accessed 13/05/17].
12. Timukhina E.N. (2011) Metodologiya issledovaniya rabotosposobnosti stantsii pri tekhnologicheskikh sboiyakh [Research methodology for working efficiency of stations at technological failures]. *Transport Urala* [Transport of Ural], 4, pp. 58-62.
13. *Transportnaya strategiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda (utv. Rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 22.11.2008 № 1734-r (red. ot 11.06.2014 g.))* [Transport strategy of the Russian Federation for the period until 2030 (approved by the Decree of the Government of the Russian Federation No. 1734-R of November 22, 2008 (as amended on June 11, 2014)]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902132678> [Accessed 13/05/17].
14. Zhuravleva N.A. (2010) Finansovo-ekonomicheskaya bezopasnost' transportnoi infrastruktury [Financial and economic security of transport infrastructure]. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo* [Russian entrepreneurship], 6 (2), pp. 138-141.
15. Zhuravleva N.A. (2015) Razvitie rynka uslug zheleznodorozhnogo transporta v kontekste ekonomicheskoi bezopasnosti [The development of the market of railway transport services in the context of economic security]. *Ekonomicheskie nauki* [Economic science], 132, pp. 15-19.