

2 **Когденко, В. Г.** Экономический анализ : учеб. пособие / В. Г. Когденко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 392 с.

3 **Мельник, М. В.** Экономический анализ в аудите : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», «Финансы и кредит», «Налоги и налогообложение» / М. В. Мельник, В. Г. Когденко. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 543 с.

4 **Тойменцева, И. А.** Оценка стратегической позиции автотранспортного предприятия на рынке услуг грузовых перевозок / И. А. Тойменцева // Вектор науки ТГУ. – № 3(17). – 2011. – С. 254–258.

*O. SHASTAK*

*Belarusian State University of Transport*

## **KEY ASPECTS OF ANALYSIS OF COMPETITIVENESS OF TRANSPORT ON THE BASIS OF THE SWOT-ANALYSIS**

The article examines the possibility of using the SWOT-analysis to determine the competitiveness of the transport organization in the market. The author of the main parameters of the matrix the SWOT-analysis, which allow not only to explore the disadvantages and risks of the activities of the transport organization, but also to develop existing capabilities.

Получено 22.10.2015

---

**ISSN 2225-6741. Рынок транспортных услуг  
(проблемы повышения эффективности).  
Вып. 8. Гомель, 2015**

---

УДК 629.4.014

*С. И. ЯЦКО, канд. тех. наук, доцент*

*Я. В. ВАЩЕНКО*

*Украинский государственный университет железнодорожного транспорта*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА БАЗЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ В СТРУКТУРЕ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТЯГОВОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

Рассмотрены концепции построения современных систем управления и обслуживания подвижным составом железных дорог. Приведены результаты исследований по усовершенствованию систем непрерывного диагностирования оборудования тягово-

го подвижного состава с асинхронным типом привода с позиции их влияния на рост эффективности деятельности.

Повышение эффективности использования подвижного состава железных дорог ставит в перечень первоочередных задач вопросы повышения его надежности и экономической эффективности. Указанное предполагает использование технической диагностики как одного из основных инструментов решения таких задач.

Диагностика по средствам, ее обеспечивающим, проблема техническая, а по результатам – экономическая, так как отказы подвижного состава приводят, во-первых к затратам, связанным с его внеплановыми ремонтами и простоем, а во-вторых – к более значительным убыткам из-за снижения пропускной способности железных дорог, вынужденного увеличения парка, ремонтной базы и контингента работников, что в конечном итоге влияет на производительность труда на железнодорожном транспорте.

При этом системы диагностирования неразрывно связаны с условиями и техническим уровнем системы обслуживания, в которых они находятся. Анализ информационной составляющей систем обслуживания показал, что в условиях жестких рыночных отношений внедрение прогрессивных технологий для качественного обслуживания является одним из главных факторов обеспечения конкурентоспособности и должно базироваться на научном прогнозировании, а качество прогноза, как известно, зависит от полноты и достоверности информации деятельности. Опираясь на историю и прогнозы (эволюцию) развития технологий информационных систем для выполнения процессов обслуживания, можно их поделить на пять поколений – от ручных систем к системам ввода-вывода с помощью компьютера (рисунок 1).

Характеризуются и распределяются эти поколения по следующим критериям: существующие информационные системы обслуживания, степень информатизации обслуживания области применения, технологии мониторинга оборудования, ресурсы управления стратегией и политикой обслуживания. Последние поколения систем, объединяющих новые потребности, относятся к платформам 4-го поколения e-обслуживания и 5-го поколения s-обслуживания (s как семантики).

Первое поколение характеризуется проведением ремонта оборудования при отказе и не занимается вопросами его предупреждения. Во втором поколении уже выполняется информатизация процедур обслуживания за счет инвентаризации всего оборудования, запасов материалов и запасных частей, операций, проводимых планов и схем, нескольких приложений по управлению. Третье поколение предусматривает объединение обслуживания с другими функциями предприятия путем использования ряда приложений (программы планирования, диагностирования и др.), не объединенных в одну систему.

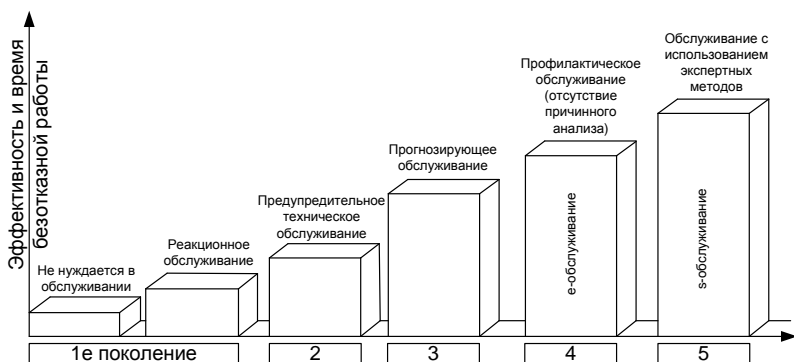


Рисунок 1 – Развитие информационных систем обслуживания

В четвертом поколении e-обслуживания информационная система дополняется платформами передачи и информационного обмена. S-обслуживание основано на экспертных знаниях об области, предлагая обслуживание по необходимости (по запросу) и адаптивные функциональные возможности. Основное определение этой концепции следующее: «Иметь нужную информацию в нужном формате, чтобы делать правильные вещи в нужное время».

Управление такими знаниями означает формализацию, приобретение, рассуждения, эксплуатацию и повторное использование знаний. Платформа s-обслуживания – общая и распределенная система, основанная на проектировании знаний, которая предоставляет динамические услуги и обслуживание по запросу согласно требованиям пользователей благодаря функциональным возможностям самоуправления процессами и автообучения (рисунок 2).

Новое поколение систем ввода-вывода с помощью компьютера может представлять собой систему подготовки решений, имея целью контроль расходов на обслуживание и вмешательство по оптимизации средств человеческих и технических ресурсов, деталей, установок, методов и связанной документации [2]. В этом поколении ориентированных информационных систем данные и информация, связанные с обслуживанием, внедряются в проектах, которые тесно связаны с понятием «web-интерфейса» – совокупности средств, с помощью которых пользователь взаимодействует с технической системой (база данных, сайт) через веб-приложение. Новые технологии информации и связи позволяют службам обслуживания и контроля автоматически осуществлять операции на расстоянии с помощью производства различных информационных систем на предприятиях.

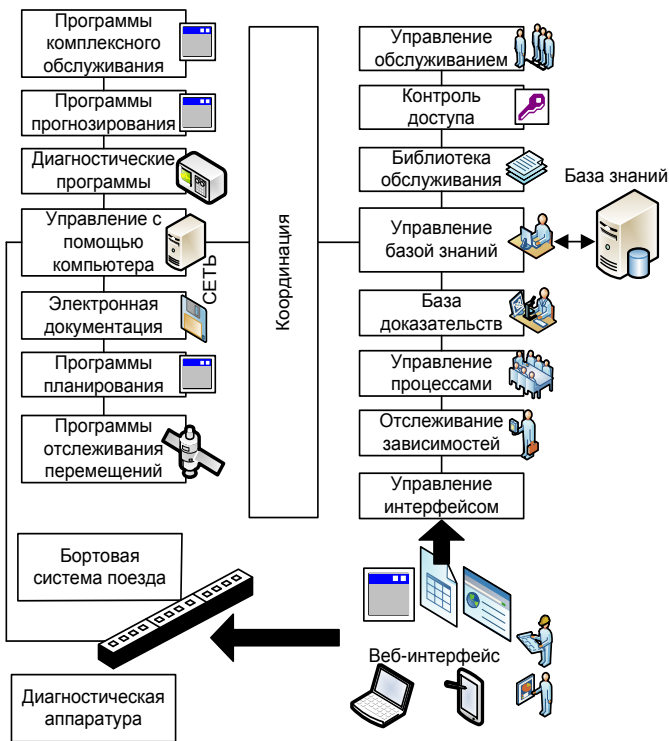


Рисунок 2 – Пример платформы s-обслуживания

Для железных дорог на сегодняшний день можно выделить следующие системы содержания подвижного состава:

- плано-предупредительная система технических обслуживаний, текущих и капитальных ремонтов;
- комбинированная (с частичным использованием процедуры диагностирования);
- по фактическому техническому состоянию (с применением процедуры диагностики и статистической информации о текущем состоянии подвижного состава).

При преимущественном использовании в наше время плано-предупредительной системы назначаются такие наработки и объемы ремонта подвижного состава, которые бы предупреждали появление отказов.

К примерам комбинированной системы содержания подвижного состава можно отнести стационарные посты для оценки качества ремонта после плановых ремонтов [3]. Применение таких систем позволяет в значительной

степени повысить качество ремонта. К проблемам, которые недостаточно решаются подобными системами, можно отнести ограниченность диагностического комплекса к вагонам определенной серии и конкретного вида ремонта, необходимость введения в штатное расписание дополнительных специалистов с необходимостью их обучения, отсутствие аппарата накопления знаний о подвижном составе с целью экспертной оценки данных.

Внедрение средств технического диагностирования на подвижном составе является первым шагом к переходу на систему ремонта подвижного состава с учетом его фактического технического состояния. В этом плане перспективным направлением развития диагностических средств подвижного состава являются также встроенные (бортовые) системы диагностирования локомотивов, эффект от осуществления которых может в 1,5–2 раза превысить эффект от производства стационарных систем технического диагностирования [4].

При этом, несмотря на то, что переход на систему ремонта по фактическому техническому состоянию для подвижного состава с системами управления (реостатно-контакторными, импульсными) и двигателями постоянного тока так и не был решен, прогресс в области силовой электроники уже позволил перейти к концептуально новым типам привода. Таким образом, на сегодняшний день общепризнанной тенденцией развития техники тягового электропривода в мире и в Украине является создание электрического подвижного состава с бесколлекторными тяговыми электродвигателями, и прежде всего, с асинхронными электродвигателями, обладающими известными преимуществами по сравнению с традиционными тяговыми двигателями постоянного тока [5].

Принимая во внимание повышенную схемотехническую сложность тягового асинхронного электропривода (ТАЭП), стоимость комплектующих, входящих в его состав, и необходимый для ремонта персонал, восстановительный ремонт по причине возникновения аварийных режимов на практике оказывается трудоемким и относительно дорогим. Поэтому обеспечение указанных преимуществ асинхронного привода требует решения целого ряда задач, среди которых одной из основных является необходимость создания эффективных систем защиты тягового оборудования.

Анализ и обобщение опубликованных научных работ показывает, что по мере развития и углубления исследований по общей проблеме разработки ТАЭП, развивались исследования и разработки, связанные с изучением аварийных режимов в ТАЭП и повышением эффективности защит [6]. Однако до настоящего времени, несмотря на накопленный теоретический опыт и опыт практических разработок, существующие системы (рисунок 3) не позволяют в полной мере решать вопросы создания эффективных и надежных автоматических (автоматизированных) систем защиты, которые обеспечивали бы устойчивую работу привода во всех точках его рабочей характеристики.

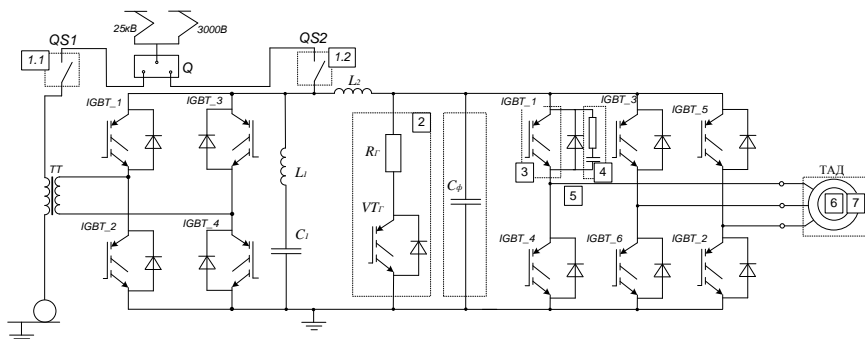


Рисунок 3 – Общая структурная схема тягового асинхронного электропривода с типовыми устройствами защиты

На сегодняшний день, очевидно, что роли коммутирующих устройств, на которые сейчас возложено известное разнообразие функций защиты, будут все больше переходить в плоскость окончательных средств защиты – разрыва или размыкания электрических цепей для перераспределения аварийных перенапряжений и сверхтоков. Перспективы развития систем защиты видятся в программных (математических, расчетных) алгоритмах и методах решения, поскольку они позволяют быстро изменять необходимые настройки, реализовывать цифровые алгоритмы наблюдения и оценки состояния.

Поэтому актуальными направлениями являются разработки методов определения возникновения аварийных состояний в ТАЭП, принципов построения и рекомендаций по созданию эффективных автоматических (автоматизированных) систем защиты элементов тягового привода.

Для предотвращения аварийных режимов в тяговых асинхронных электроприводах, в связи с необходимостью учета многих переменных функционирования (скорости, нагрузок, изменения режимов) и специфики аварийных переходных процессов (малым временем протекания и большими изменениями значений параметров электромагнитных процессов), перспективными являются методы выявления и локализации неисправностей [7]. К ним, в первую очередь, относятся методы на основе анализа частотных характеристик и методы на основе использования моделей системы (рисунок 4).

Задача анализа частотных характеристик (спектрального, гармонического анализа) в целях диагностики может формулироваться как поиск в реальном сигнале той или иной частоты, связанной с возникшей неисправностью. В целях апробации рассмотрена обработка принимаемого сигнала методом быстрого преобразования Фурье (Fast Fourier Transform (FFT)), в результате чего подтверждена эффективность способа обнаружения появления неисправности в виде пропуска импульсов управления ключа инвертора путем обработки спектральным анализом входного тока инвертора [8].

Методы на основе модели системы позволяют сравнивать диагностические параметры (симптомы, признаки) физического процесса и математической модели, позволяющей на основе измерений в системе, устанавливать ее состояние. Одним из таких методов является фильтр Калмана, который позволяет оценивать вектор состояния параметров исследуемой системы при известной структуре ее динамической модели, с использованием ряда неполных и зашумленных измерений.

Алгоритм расширенного фильтра Калмана (РФК) позволяет не только осуществлять оценку параметров в реальном времени, но и проводить определение тех переменных состояния объекта, которые не могут быть измерены непосредственно. Выполненный в данной работе РФК предназначен для непрерывной оценки значений токов, потокосцеплений, расчета частоты вращения ротора, активных сопротивлений статора и ротора. Детально рассмотрено использование РФК для решения задачи диагностирования, что позволило на основе отслеживания активных сопротивлений статора и ротора осуществлять выявление межвитковых коротких замыканий статора и изломов стержней ротора при одновременном определении уровня (степени) таких повреждений.

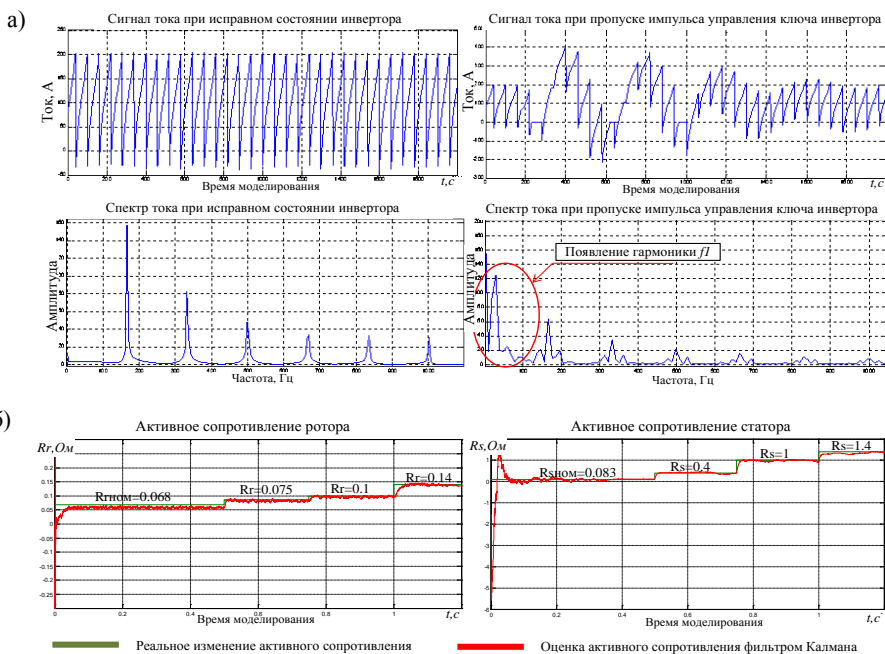


Рисунок 4 – Методы диагностики тягового асинхронного электропривода  
 а – спектральный анализ тока на входе автономного инвертора напряжения; б – диагностирование неисправностей асинхронного двигателя расширенным фильтром Калмана

Таким образом, рассмотренные подходы являются перспективными направлениями для развития четвертого поколения е-обслуживания и осуществления непрерывных систем диагностики в режиме реального времени. При этом они позволяют получать и обрабатывать информацию с учетом возможности ее дальнейшего использования в системе поддержки принятия решения.

Завершающим шагом в процессе разработки эффективной системы диагностирования для платформы s-обслуживания должно стать решение задачи по автоматическому принятию интеллектуального решения о существовании неисправности (распознавание) и отнесения ее к определенному типу (классификации, локализации), то есть построения системы мониторинга состояния. Мониторинговые системы на данный момент находятся на зарождающихся стадиях разработки и внедрения. До сих пор диагноз о техническом состоянии системы часто ставится на основе знаний и опыта квалифицированного специалиста (эксперта). Однако в настоящее время проводятся исследования для автоматизации данного процесса с использованием метода экспертных систем, искусственного интеллекта и распознавания образов [9].

Социально-экономический эффект от внедрения разработанных средств диагностирования достигается как за счет сокращения внеплановых выходов из строя поврежденного тягового оборудования, так и снижения материально-трудовых затрат на проведение контрольно-диагностических операций при обслуживании и ремонте подвижного состава. Если учесть, что постоянное усложнение электрических передач подвижного состава происходит в условиях острого дефицита трудовых ресурсов, то широкое внедрение предложенных методов и средств диагностирования в систему технического обслуживания s-типа является одним из резервов, способствующих выполнению задач, возложенных на железнодорожный транспорт.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Karray, M. H.** Contribution à la spécification et à l'élaboration d'une plateforme de maintenance orientée connaissances: Grade de docteur de l'université de Franche-Comté: These: 09.03.12. – L'UFR des Sciences et Techniques de l'Université de Franche-Comté. – 2011. – 226 p.

2 **Яцько, С. І.** Багаторівнева система збору, обробки, зберігання та оцінки показників технічної експлуатації рухомого складу / С. І. Яцько, В. П. Гундарь, Я. В. Ващенко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2011. – № 5. – С. 4–7.

3 **Казарин, Д. В.** Разработка методики и аппаратно-программного комплекса диагностирования технического состояния электрического состояния электропоездов: дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 / Д. В. Казарин. – Омск, 2011. – 213 с.

4 **Очкасов, О. Б.** Совершенствование бортовой системы диагностирования электро-



воза : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07 / ДИИТ. – Днепропетровск, 2005. – 18 с.

5 **Ващенко, Я. В.** Перспективы внедрения асинхронного электроподвижного состава в Харьковском метрополитене [Электронный ресурс] / Я. В. Ващенко, О. А. Лупандин. – Режим доступа : <http://eprints.kname.edu.ua/32078/1/1.pdf>. – Дата доступа : 12.09.2015.

6 **Рунге, В.** Современная силовая электроника в системах тяговых преобразователей / В. Рунге // Железные дороги мира. – 2006. – № 4. – С. 28–40.

7 **Raison, B.** Détection et localisation de défaillances sur un entraînement électrique : These pour obtenir le grade de docteur de l'institut national polytechnique de Grenoble: 09.03.12. – 2000. – 214 p.

8 **Яцько, С. І.** Діагностика порушень у роботі тягового електропривода / С. І. Яцько, Я. В. Ващенко : зб. наук. праць УкрДАЗТ. – 2014. – № 143. – Харків : УкрДАЗТ. – С. 195–197.

9 **Яцько, С. І.** Нейромережева модель діагностування системи "Автономний інвертор напруги – тяговий асинхронний двигун" тягової електропередачі / С. І. Яцько, Я. В. Ващенко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2013. – № 4. – С. 27–30.

*S. YATSKO, PhD, associate professor*

*Y. VASCHENKO*

*Ukrainian State University of Railway Transport*

## **INFORMATION AND CONTROL SYSTEM IN THE MANAGEMENT STRUCTURE AND SERVICE OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC TRACTION DRIVE**

In the paper is considered concepts of building a modern systems for management and maintenance of railway rolling stock. Showing results of research on improving the system of continuous diagnostics equipment locomotives with asynchronous drive type.

Получено 25.10.2015