

УДК 629.113

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА НА ОСНОВЕ CALS-ТЕХНОЛОГИИ

В.П. Волков, проф., д.т.н., И.В. Грицук, доц., к.т.н., В.Н. Павленко, доц., к.т.н., Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Н.В. Володарец, ст. преподаватель, Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, г. Харьков

Аннотация. Рассмотрена и определена взаимосвязь этапов жизненного цикла автомобиля между информационными системами, отдельными видами затрат в условиях интеллектуальных транспортных систем.

Ключевые слова: автомобиль, обслуживание, техническая эксплуатация, мониторинг, жизненный цикл, интеллектуальная система, информационная система.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ НА ОСНОВІ CALS-ТЕХНОЛОГІЙ

В.П. Волков, проф., д.т.н., І.В. Грицук, доц., к.т.н., В.М. Павленко, доц., к.т.н., Харківський національний автомобільно-дорожній університет, М.В. Володарець, ст. викладач, Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків

Анотація. Розглянуто і визначено взаємозв'язок етапів життєвого циклу автомобіля між інформаційними системами, окремими видами витрат в умовах інтелектуальних транспортних систем.

Ключові слова: автомобіль, технічна експлуатація, моніторинг, життєвий цикл, інтелектуальна система, інформаційна система.

FEATURES OF THE FORMATIVE LIFECYCLE BASED CALS TECHNOLOGY

V. Volkov Prof., D. Sc. (Eng.), I. Gritsyk, Assoc. Prof., Cand. Sc. (Eng.), V. Pavlenko, Assoc. Prof., Cand. Sc. (Eng.), Kharkiv National Automobile and Highway University, M. Volodarets, Asst. Prof., Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv

Abstract. The relationship of the car life cycle stages between information systems, certain types of costs in the total cost of the vehicle life cycle, efficiency of information technologies introduction and the need for introduction of an intelligent system or monitoring are considered and determined.

Key words: car, service, technical maintenance of vehicles, monitoring, life cycle, intelligent system, information system.

Введение

Государственное регулирование рынка транспортных услуг осуществляется путем

лицензирования автотранспортной деятельности. До настоящего времени количество лицензий, полученное юридическими и физическими лицами Украины, составляет

примерно 140 тыс., а количество используемых ими автомобилей – до 400 тыс. ед. По данным Главной госинспекции на автомобильном транспорте (АТ), доля перевозчиков, имеющих в эксплуатации только одно транспортное средство (ТС), составляет 61 %, до трех – ТС – 22,4 %, до пяти – ТС – 7 %, до десяти – 5,4 %, больше 10 ТС – 4,3 % [1]. Следует отметить, что диверсификация предприятий автомобильного транспорта, их разукрупнение, развитие предпринимательства привели к поляризации автомобильных парков и сосредоточению значительного количества автомобилей, как отмечалось ранее, в небольших по размеру и количеству предприятиях.

Анализ публикаций

Основными особенностями современной системы технической эксплуатации автомобилей (ТЭА) на АТ постсоветских стран [2, 3] являются:

- отсутствие нормативной базы об обязательности проведения каждым владельцем автомобиля определенного комплекса технических воздействий, которые призваны обеспечивать его работоспособность и безопасность, результатом чего является потеря на АТ механизма управления уровнем технического состояния автомобильного парка через гибкую систему технического обслуживания и ремонта (ТО и Р);
- отсутствие необходимой информационной базы отрасли в виде сети опорных предприятий, что позволяло АТ ранее, во-первых, контролировать реализованные показатели качества и надежность автомобиля в эксплуатации и, во-вторых, предъявлять обоснованные требования к заводам-изготовителям автомобилей;
- неэффективность предложенной государством системы сертификации услуг ТО и Р.

В результате АТ и, прежде всего, предприятия автомобильного транспорта (ПАТ), оказались в сложных условиях [2, 3]:

- обязаны обеспечить техническое состояние ТС согласно государственным требованиям безопасности движения и экологической безопасности транспорта;
- не имеют условий (базы, оборудования, персонала) для поддержки работоспособности и необходимого технического состояния ТС;

– не имеют четко узаконенных обязательств применять систему ТО и Р и выполнять такой минимальный объем работ ТО и Р, который может обеспечить необходимую работоспособность и безопасность ТС.

Создавшийся организационный и технологический вакуум привёл к практически неконтролируемой эксплуатации автомобилей в большинстве малых ПАТ, что привело к резкому ухудшению технического состояния автомобильного парка, увеличению количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП), вызванных неисправностью автомобилей, и загрязнению окружающей среды [2, 3]. Сегодня на ПАТ произошёл рост числа автомобилей на фоне дробления крупных ПАТ и появилось большое число небольших предприятий и организаций, занимающихся перевозочным процессом. В целом это ПАТ без наличия инженерно-технической службы (ИТС), количество которых в отрасли составляет более 10 тыс., а удельный вес – более 80 % [4]. Это предприятия производственной сферы с численностью работающих до 50 чел., где, по статистике, средняя численность работников составляет лишь 12 чел. [5]. Развитие ПАТ в Украине, по мнению большинства специалистов, представляется ошибочным, так как, например, государство из-за этого недополучает от АТ, по меньшей мере, 1 млрд грн за год [4].

При этом следует подчеркнуть, что малое предпринимательство в современном цивилизованном мире не является основой экономического процветания развитых стран. Это, прежде всего, демпферная группа борьбы с безработицей. Так, например, в США на 18 млн малых предприятий, которые составляют 90 % от всех предприятий страны, приходится лишь 8 % валового дохода. Однако на протяжении 1981–1990 гг. малые предприятия здесь создали 60 % рабочих мест. Большие предприятия наоборот – сократили свою численность на 3 млн человек. В соответствии с чем малые предприятия по данному показателю имеют лишь более высокую социальную ответственность по сравнению с крупными. Однако и здесь из 600 тыс. малых предприятий, ежегодно возникающих в США, разоряются более 400 тыс. [6].

На АТ недостатки мелких предприятий особенно наглядно стали проявляться ещё в период СССР – после перехода на новую си-

стему хозяйствования. Поэтому тогда было принято, безусловно, правильное решение, что экономическую, техническую и организационную основу развития, например, пассажирского АТ, должны составлять производственные специализированные объединения – хозрасчётные (сегодня – предпринимательские) производственные организации, предприятия которых объединены на основе однородности технологического процесса [7].

Современная структура АТ – это совокупность отдельных перевозчиков и автохозяйств в виде ПАТ, которые являются новыми образованиями для отрасли, где действуют три группы способов ТЭА. Следует отметить, что если затраты в период жизненного цикла (ЖЦ) на грузовой автомобиль принять за 100 %, то 1,5 % затрат приходится на изготовление автомобиля, 7,5 % – на восстановление базовых агрегатов, 91 % – на ТО и Р.

При всех очевидных выгодах ТЭА собственными силами при всех очевидных выгодах (оперативность, взаимодействие, знание нюансов производства и т.д.) доступна далеко не всем. Для того чтобы организовать отдельное структурное подразделение, занимающееся исключительно ТЭА, необходимо сделать значительные первоначальные вложения, поддерживать штат квалифицированных специалистов разных специальностей и иметь хорошо организованное складское хозяйство. Для большинства современных производств такие расходы являются нерациональными. Тем не менее, на очень крупных предприятиях, имеющих на балансе большое количество ТС, такой подход практикуется.

ТЭА посредством подрядных организаций (постоянный штат квалифицированных специалистов, необходимая производственно-техническая база) – это наиболее распространенный путь решения задачи по поддержанию требуемого уровня технического состояния ТС. К его очевидным недостаткам относится отсутствие системного подхода к организации ТЭА, так как у «разового» специалиста зачастую нет возможностей судить о происходящих на ТС событиях в их динамике. Кроме того, сторонние организации, занимающиеся «общим» обслуживанием, часто имеют проблемы с аутентичными материалами и принадлежностями, что часто приводит к невыполнению взятых ИТС обязательств и нарушению сроков работ.

При покупке нового оборудования и дальнейшей эксплуатации у покупателя завязываются отношения ТЭА в виде сервисного гарантийного обслуживания в рамках гарантийного срока. Отличительной особенностью фирменного сервиса является то, что именно здесь наиболее ярко выражены возможности и преимущества ИПИ/CALS/PLM-технологий, поскольку агрегат, узел, система, ТС в целом находятся под пристальным вниманием специалистов от сборочного конвейера до места эксплуатации [8].

При этом способе реализации условий ТЭА могут существовать два уровня организации сервиса: фирменный и авторизованный, где обязательной составляющей является подключение ТС к интернету. Этим обеспечивается возможность управления надежностью ТС, в рамках информационного обеспечения ЖЦ изделия, на основе сбора сведений о надежности агрегатов, узлов, систем и ТС в целом (отказы, ремонты, аварийные и чрезвычайные ситуации, влияние работ при ТО и Р на надежность). При этом обеспечивается дальнейший анализ и прогноз работы ТС. Такой подход позволяет сервисной организации с большей точностью производить ТО и Р и корректировать их параметры соответственно устанавливаемым показателям системы управления надежностью от производителя и от эксплуатационника ТС.

Цель и постановка задачи

Целью работы является осуществление анализа составляющих жизненного цикла транспортного средства для определения возможности использования интеллектуальных и информационных технологий на транспорте.

Этапы жизненного цикла автомобиля с учетом информационных систем

CALS-технологии (Continuous Acquisition and Life-cycle Support) – это непрерывная информационная поддержка всего ЖЦ продукции, которая базируется на стандартизации методов представления данных на каждой стадии ЖЦ изделия и на безбумажном электронном обмене данными [9]. Концепция CALS определяет набор правил, регламентов и стандартов, в соответствии с которыми строится электронное взаимодействие участников процессов проектирования, производства, испытания и т. д. на базе инфор-

мационного пространства. Таким образом, создаются виртуальные предприятия и конструкторские бюро. Применение CALS-технологий, иногда называемых системами компьютерного сопровождения и поддержки изделий (КСПИ), или системами информационной поддержки изделий (ИПИ), позволяет предприятиям минимизировать затраты на всех этапах ЖЦ изделий, повышать их качество, а следовательно, и конкурентоспособность, быть активными участниками рынка.

Основополагающими частями CALS-идеологии являются:

- технология хранения и управления данными о продукте – PDM-технология (Product Data Management),
- стандартизованная методология функционального моделирования IDEF/0 (Integrated Definition for Process Modelling),
- интерактивные электронные технические руководства (ИЭТР).

PDM-технология позволяет решить перечисленные проблемы путем использования стандартизованного интегрированного описания изделия, которое, в свою очередь, базируется на стандарте ISO 10303 STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data). Стандарт STEP регламентирует логическую структуру базы данных, номенклатуру информационных объектов, хранимых в базе данных соответствующей предметной отрасли, их связь и атрибуты, которые в данном стандарте называют интегрированными ресурсами.

Методология IDEF/0 регламентируется федеральными рекомендациями США – FIPS 183 и используется для функционального моделирования (анализа и реструктуризации) процессов управления (бизнес-процессов). Методология предусматривает идентификацию основных пунктов процесса управления, описание образования входных элементов каждого пункта процесса под его воздействием в выходные элементы, описание элементов управления процессом (например: график, алгоритм, расписания, рабочая инструкция, стандарт и т. п.), а также, какие механизмы или ресурсы используются для реализации этого пункта процесса [10].

ИЭТР представляют собой программный комплекс, содержащий взаимосвязанные технические данные, необходимые при эксплуатации, обслуживании и ремонте изделия. ИЭТР предоставляют в интерактивном режиме справочную и описательную информацию об эксплуатационных и ремонтных процедурах, относящихся к конкретному изделию, непосредственно во время их проведения.

Целью CALS является ускорение вывода на рынок новых образцов продукции, сокращение затрат на разработку, проектирование и производство, сокращение затрат на поддержание в работоспособном состоянии и улучшение качества на всех стадиях ЖЦ. В соответствии со стандартами ISO жизненный цикл технических систем включает 12 этапов. Укрупненно эти этапы показаны на рис. 1 [10, 11].

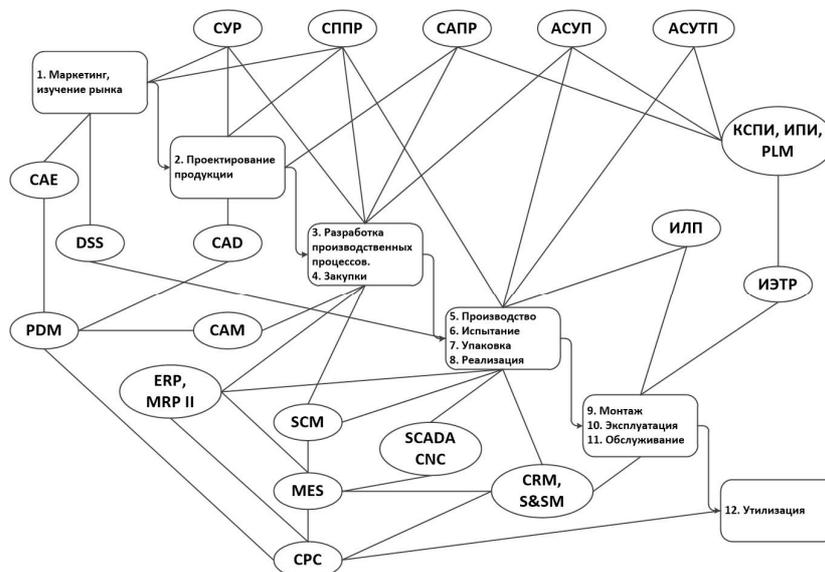


Рис. 1. Этапы ЖЦ изделий и соответствующие автоматизированные информационные системы

Здесь же приведены отечественные и англоязычные аббревиатуры автоматизированных информационных систем, которые используются на соответствующих этапах. Указанные на схеме линии связей между информационными системами (ИС) и этапами ЖЦ условны, в зависимости от состава имеющихся систем конфигурация схемы может быть иной. Как видно из схемы, многие виды автоматизированных информационных систем охватывают несколько этапов ЖЦ продукции.

Начальные этапы выполняются с помощью систем: CAE (Computer Aided Engineering) – автоматизированные расчеты и анализ, CAD (Computer Aided Design) – автоматизированное конструирование, CAM (Computer Aided Manufacturing) – автоматизированная технологическая подготовка производства. Для решения проблем совместного функционирования компонентов систем автоматизированного проектирования (САПР) различного назначения используются системы управления проектными данными – PDM (Product Data Management).

Функции управления производством и автоматизация бизнес-процедур возложены на системы: ERP – планирование и управление предприятием, MRP-2 (Manufacturing Requirement Planning) – планирование производства, MES (Manufacturing Execution System) – производственная исполнительная система, SCM (Supply Chain Management) управление цепочками поставок, CRM – (Customer Relationship Management) – управление взаимоотношениями с заказчиками, SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) – диспетчерское управление и сбор данных, CNC (Computer Numerical Control) – компьютерное числовое управление, S&SM (Sales and Service Management) – управление продажами и обслуживанием, АСУ – автоматизированные системы управления, АСУП – предприятиями, АСУТП – технологическими процессами и др.

Многие задачи на начальных этапах решаются с помощью систем управления рисками (СУР) и систем поддержки принятия решений (СППР или DSS – Decision Support System). Система CPC (Collaborative Product Commerce – совместный электронный бизнес) является интегрирующей системой, которая управляет информацией, используемой другими автоматизированными системами

предприятия, а именно – системами ERP, SCM, CRM, PDM и др.

В последнее время возрастает роль систем оперативного управления производственными процессами, в частности, автоматизированных систем оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ), управления производственными фондами (Enterprise Assets Management, EAM), систем контроля управления потребляемыми энергоресурсами и др. Это связано с необходимостью модернизации рабочих процессов на предприятиях в целях обеспечения их конкурентоспособности. Русскоязычным вариантом системы поддержки жизненного цикла изделия является информационная поддержка изделия (ИПИ) и компьютерное сопровождение и поддержка изделия (КСПИ). Управление данными требуется не только в процессах проектирования и производства, но и в эксплуатации изделий. Минимизация затрат на обслуживание должна быть предусмотрена и обеспечена учетом логистических требований на этапах проектирования и изготовления изделий. С этой целью создаются системы интегрированной логистической поддержки (ИЛП) изделий. Основными задачами ИЛП являются: определение функций и моделей средств поддержки основных изделий на этапе их эксплуатации, разработка этих средств в виде ИЭТР, расчет надежности, в частности, показателей безотказной работы изделий, определение состава и объема запасных частей, упаковка и транспортировка изделий, документирование, расчет всех видов затрат, обучение персонала.

Вообще существуют два основных способа реализации концепции непрерывной информационной поддержки жизненного цикла изделия [12]. Первый – уже упомянутый ранее подход CALS, в основе которого лежит SDE (Shared data environment – среда совместно используемых данных), или единое информационное пространство, построенное на применении международных стандартов представления данных. Основным стандартом является ISO 10303 STEP (STandard for Exchange of Product model data – Стандарт обмена данными модели изделия). Статус международного стандарта обеспечивает два очень важных свойства STEP – стабильность (стандарт пересматривается примерно раз в пять лет, и новые версии не изменяют и не отменяют, а дополняют старые) и общедоступность (необходимые для практической

работы материалы по стандарту либо находятся в свободном доступе в Интернете, либо могут быть куплены в официальных органах стандартизации).

В табл. 1 показана связь этапов ЖЦ автомобиля с информационными системами, долей отдельных видов затрат в совокупных затратах за жизненный цикл грузового автомобиля, эффективностью внедрения CALS-технологий и необходимостью внедрения интеллектуальной системы (IS) или только мониторинга (М).

логий позволяет получить значительные технико-экономические эффекты на основных стадиях жизненного цикла изделий, которые дают возможность повышения конкурентоспособности создаваемой продукции (рис. 2) [9,13]. Второй подход к автоматизации предприятия – это готовые PLM-решения (Product Lifecycle Management), которые представляют собой комплекс САПР от одного производителя и, соответственно, не имеют проблем с интеграцией, так как представляют собой единую систему.

Таблица 1 Связь этапов ЖЦ автомобиля с информационными системами, долей отдельных видов затрат в совокупных затратах за жизненный цикл автомобиля, эффективностью внедрения CALS-технологий и необходимостью внедрения интеллектуальной системы или только мониторинга

Этап ЖЦ	Информационная система	Доля отдельных видов затрат в совокупных затратах за жизненный цикл автомобиля, % [14]	Эффективность внедрения CALS-технологий (сокращение затрат на этап ЖЦ)	Внедрение IS или М
1. Маркетинг, изучение рынка	CAE, DSS, СУР, СППР	0,3	15–40 %	IS
2. Проектирование продукции	CAE, CAD, СУР, СППР, САПР			
3. Разработка производственных процессов	CAM, SCM, ERP, MRP-2, СУР, САПР, СППР, АСУП	0,7	15–60 %	
4. Закупки				
5. Производство	DSS, SCM, ERP, MRP-2, SCADA, CNC, CRM, S&SM, СППР, АСУП, АСУТП, ИЛП	3,3	10–50 %	IS, М
6. Испытание		6,3		
7. Упаковка				
8. Реализация				
9. Монтаж	CRM, S&SM, ИЛП, ИЭТР	89,5		
10. Эксплуатация				
11. Обслуживание				
12. Утилизация	СРС	–0,1		

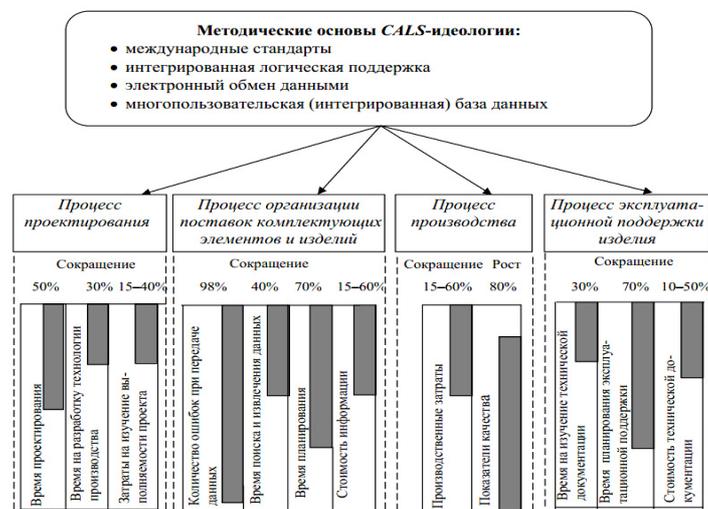


Рис. 2. Техничко-экономический эффект от внедрения CALS-технологий

Можно предположить, что использование PLM является более удачным решением, но оно исключает возможность постепенной и поэтапной автоматизации, а также не учитывает имеющийся опыт сотрудников по работе с автоматизированными системами (кроме того случая, когда эти системы входят в комплекс систем PLM-решения) и требует существенных денежных инвестиций. По этой причине многие транспортные предприятия предпочитают путь поэтапной автоматизации; впрочем, ряд фирм приобретают постепенно именно компоненты PLM-решений с далеким прицелом на полноценную реализацию этого подхода. Но основная возникающая при этом проблема – зависимость пользователя от программных продуктов одного разработчика [15].

Вывод

При создании транспортного средства наибольшая нагрузка ложится на вопросы эксплуатации. В статье рассмотрено процентное распределение отдельных видов затрат в совокупных затратах за жизненный цикл автомобиля, а также использование и внедрение интеллектуальных технологий и мониторинга системы.

Литература

1. Транспорт і зв'язок України за 2014 рік. – К.: Консультант, 2015. – 222 с.
2. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: монографія / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут; за заг. ред. А.М. Редзюка. – К.: ДП «Державтотранс НДІпроект», 2005. – 400 с.
3. Российская автотранспортная энциклопедия. Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспортных средств. Т.3 / ред. Е.С. Кузнецова. – М.: Просвещение, 2001. – 454 с.
4. Могила В. Проблемы пассажирского автомобильного транспорта и пути их решения / В. Могила // Автотранспорт и перевозки. – 2003. – №7. – С. 38–42.
5. Варналій З.С. Мале підприємництво: основи теорії і практики / З.С. Варналій. – К.: Знання, 2001. – 278 с.
6. Мочерний С.В. Основи підприємницької діяльності: посібник / С.В. Мочерний, О.А. Устенко, С.І. Чеботар – К.: Видавничий центр «Академія», 2001. – 280 с.
7. Большаков А.М. Повышение качества обслуживания пассажиров и эффективности работы автобусов / А.М. Большаков, Е.А. Кравченко, С.Л. Черникова. – М.: Транспорт, 1981. – 206 с.
8. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуру и процессы интеллектуальных транспортных систем: монография / В.П. Волков, В.П. Матейчик, О.Я. Никонов и др. – Донецк: Ноулидж, 2013. – 400 с.
9. Левин А.И. CALS – сопровождение жизненного цикла / А.И. Левин, Е.В. Судов // Открытые системы. – 2001. – № 3. – С. 31–36.
10. Норенков И.П. Информационная поддержка наукоемких изделий / И.П. Норенков, П.К. Кузьмик. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 320 с.
11. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю.Л. Муромцев, Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин и др. – М.: Академия, 2010. – 384 с.
12. Садовская Т.Г. Системы управления жизненным циклом изделий и возможности их применения в отрасли энергетики / Т.Г. Садовская, Т.Н. Чернышова // Аудит и финансовый анализ. – 2010. – №6. – С. 328–341.
13. Основы применения CALS-технологий в электронном приборостроении [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Э.А. Долгих, А.В. Сарафанов, С.И. Трегубов; Сиб. федерал. ун-т. – Версия 1.0. – Электрон. дан. (4 Мб.). – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 134 on-line. – (Компьютерные технологии в приборостроении: УМКД № 49-2007 / рук. творч. коллектива А. В. Сарафанов) (Электронная библиотека СФУ. Учебно-методические комплексы дисциплин).
14. Фатхутдинов Р.А. Стратегический маркетинг: учебник / Р.А. Фатхутдинов. – М.: ЗАО «Бизнес-школа "Интел-Синтез"», 2000. – 640 с.
15. Шильников П. Путь НТЦ АПМ в единое информационное пространство / П. Шильников. – Режим доступа: <http://www.apm.ru/articles/05-02.htm>.

Рецензент: С.Н. Шуклинов, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 22 августа 2016 г.