

УДК 658.51:622.278

ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Рамазанов С.К., Велігура А.В., Івановська М.В.

INFORMATION SUPPORT OF RAILWAY TRANSPORT OBJECTS LIFE CYCLE

Ramazanov S., Veligura A., Ivanovska M.

У статті розглянуто методи та механізми інформаційної підтримки життєвого циклу технічних об'єктів залізничного транспорту. Розглянуто модель процесів життєвого циклу технічних систем, автоматизовані системи управління, що використовуються на кожному етапі життєвого циклу. Відмічена важливість інтеграції інформаційних систем за рахунок сумісних стандартів даних та процедур їх оброблення, що дає можливість підвищити ефективність бізнес-процесів на усіх стадіях життєвого циклу технічних систем залізничного транспорту. Досліджено взаємозв'язок між міжнародними стандартами та бізнес-процесами на виробництві.

Ключові слова: *вартість життєвого циклу, технічна система, залізничний транспорт, автоматизовані системи управління.*

Постановка проблеми. Сучасне підприємство в процесі аналізу проблем, контролю операцій, та прийняття управлінських рішень має потребу в інформації. Для управління інформацією, яка потрібна для прийняття рішень, зазвичай використовують спеціалізовані інформаційні системи, які дозволяють здійснювати збирання, зберігання, переробку та візуалізацію інформації, а також управляти інформаційними потоками на підприємстві.

На сьогоднішній день операції з обробки та обміну інформацією можуть приносити більше прибутку ніж операції з матеріальними потоками. Вартість компаній все більшою мірою визначається не її матеріальними активами (споруди, обладнання), а такими нематеріальними активами як люди, ідеї, технології, а також стратегією об'єднання та використання головних інформаційних ресурсів компанії. Значна частина цих інформаційних потоків складається з процедур, які досить легко піддаються автоматизації, що відкриває широке коло можливостей для використання сучасних технологій передачі та обробки інформації.

В нинішній час розвиток існуючих інформаційних систем та створення нових нерозривно пов'язані із поняттям CALS-технологій. Крім того, в деяких випадках, терміни «CALS-технології» та «інформаційні технології» використовуються як синоніми. Спрощено можна сказати, що CALS-технології – це інформаційні технології, побудовані на певних стандартах. В нашій країні аналогом поняття CALS іноді служить термін ІПВ (інформаційна підтримка життєвого циклу виробів) [1-8].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У світовій практиці залізничного транспорту аналіз вартості життєвого циклу (ВЖЦ) промислових виробів став застосовуватися в 90-і роки минулого століття [1,2].

Концепція життєвого циклу товару вперше була опублікована в 1965р. Теодором Левиттом. В даний час не існує єдиної стандартної методики оцінки вартості життєвого циклу виробів. Так наприклад Рагуза і Піро вважають, що єдиної методики не може існувати, і кожен менеджер самостійно визначає спосіб розрахунку вартості життєвого циклу.

Створенням єдиної методики розрахунку ВЖЦ займалися такі вчені як Й. Каваучі і М. Раусанду. Ними була розроблена методика заснована на шести основних етапах, саме ця теорія стала основоположною в більшості сучасних методик.

Метою статті є класифікація стандартів та інформаційних технологій у відповідності до стадій життєвого циклу технічних систем залізничного транспорту.

Результати дослідження. Сучасне трактування CALS-Continuous Acquisition and Life CycleSupport – безперервна підтримка ЖЦ продукту (виробу). CALS швидко перетворилася на глобальну бізнес-стратегію підвищення ефективності бізнес-процесів, які відбуваються протягом ЖЦ продукту, за рахунок інформаційної інтеграції і сумісного використання інформації на усіх його етапах. Засобами реалізації даної стратегії є CALS-технології, в основі яких по-

кладено набір інтегрованих інформаційних моделей: самого життєвого циклу і бізнес-процесів, які відбуваються в цей період, продукту, виробничого та експлуатаційного середовища. Можливість сумісного використання інформації забезпечується використанням комп'ютерних мереж та стандартизацією форматів даних, що забезпечує коректну інтерпретацію інформації.

Аналіз застосування ІТ у виробничих процесах демонструє, що одним з напрямів їх розвитку є усе більш повне охоплення стадій життєвого циклу продукції. До середини 90-х років була усвідомлена необхідність системного підходу до підтримки усього життєвого циклу виробу [2]. За визначенням, приведеним в стандарті ISO 9000:2000 [3], ЖЦ продукції це «... сукупність процесів, що виконуються від моменту виявлення потреб суспільства в певній продукції, до моменту задоволення цих потреб і утилізації продукції».

Для оцінювання ефективності інноваційних заходів, в тому числі на залізничному транспорті, використовується показник – витрати життєвого циклу (Life Cycle Cost - LCC). Вартість життєвого циклу рухомого складу та складних систем залізничного транспорту, яка включає усі витрати споживача при їх використанні, характеризує з економічної точки зору їх конкурентоздатність і визначає вибір споживача. Зазвичай, зростання рівня якості виробу супроводжується зниженням експлуатаційних витрат і зростанням витрат на його виготовлення. Тому новий рухомий склад і складні системи залізничного транспорту, хоча й можуть протягом строку служби мати більшу первинну вартість, повинні забезпечувати значно нижчі у порівнянні з існуючою технікою експлуатаційні витрати [4, 5].

Витрати життєвого циклу включають усі витрати споживача, пов'язані з його придбанням і володінням, тобто вартість придбання, а також експлуатаційні витрати протягом усього строку служби і витрати на утилізацію. При цьому, в разі, якщо при впровадженні нового технічного засобу необхідно здійснювати додаткові вкладання коштів у суміжні галузі, вони також повинні бути враховані у складі витрат життєвого циклу. Крім того, аналогічно розрахунок ефективності нової техніки повинен бути врахований принцип спів ставності і за такими параметрами розрахунку, як надійність виробів, їх продуктивність, експлуатаційні умови та інше. При визначенні вартості життєвого циклу нової техніки необхідно також враховувати екологічні, соціальні і якісні зміни, що супроводжуватимуть його впровадження.

До основних стадій ЖЦ відносяться: маркетинг; проектування і розробка продукції; планування і розробка процесів; закупівлі матеріалів і комплектуючих; виробництво або надання послуг; упаковка і зберігання; реалізація; монтаж і введення в експлуатацію; технічна допомога і сервісне обслуговування; діяльність після продажу або експлуата-

ція; утилізація і переробка у кінці корисного терміну служби.

Продукція є результатом деякої діяльності або виконаних процесів. Прийнято виділяти чотири загальні категорії продукції :

- технічні засоби - окремі вироби певної форми;
- оброблені матеріали - вироби, що є результатом перетворення сировини у бажаний стан;
- послуги - підсумки безпосередньої взаємодії постачальника і споживача і внутрішньої діяльності постачальника по задоволенню потреб споживача;
- програмне забезпечення.

Різноманіття процесів ЖЦ і необхідність їх інтенсифікації вимагають активної інформаційної взаємодії суб'єктів (організацій), що беруть участь в їх здійсненні і підтримці. Із зростанням числа учасників росте об'єм використовуваної і передаваної інформації.

Потребу в створенні інтегрованої системи підтримки ЖЦ виробу і систематизації інформаційної взаємодії компонентів такої системи приводять до необхідності створення інтегрованого інформаційного середовища (ІС). У основі ІС лежить використання відкритої архітектури, міжнародних стандартів, спільне використання цих і апробованих програмно-технічних засобів.

У табл. в дещо спрощеному виді показано, як дані про виріб, виконувані процеси і використовувані ресурси спільно використовуються на різних стадіях ЖЦ.

Таблиця

Спільне використання даних про виріб, процеси і ресурси

Суб'єкти життєвого циклу виробу	Стадії ЖЦ виробу					
	Маркетинг	Проектування і розробка продукції; планування і розробка виробничих	Закупівлі, виробництво, контроль і проведення випробування	Упаковка і зберігання	Реалізація продукції	Експлуатація і технічне обслуговування
Замовник	ВП					
Розробник	ВП	ВПР	ВП	ВП	ВП	ВПР
Виробник		ВПР	ВПР	ВПР		
Дистриб'ютор					ВПР	
Споживач						ВПР
Постачальник		ВПР	ВПР	ВПР	ВПР	
Сервісні організації						ВПР

В - дані про виріб; П - дані про процеси; Р - дані про використовувані ресурси

У складних довготривалих проектах ІС забезпечує взаємодію проектних організацій і виробничих підприємств, постачальників, організацій сервісу і кінцевого споживача на всіх стадіях ЖЦ. У проектах, що фінансуються або контрольованих держа-

вою, до необхідної інформації можуть мати доступ уповноважені державні структури.

Описуваний підхід характеризується наступними принциповими особливостями:

- на відміну від комп'ютерної автоматизації і інтеграції окремих процесів, наприклад, у виробництві, вирішуються завдання інформаційної інтеграції усіх процесів ЖЦ;
- вирішувани завдання виходять за межі окремого підприємства, учасники інформаційної взаємодії можуть бути територіально віддалені один від одного, розташовуватися різних містах і навіть країнах;
- спільно використовувана інформація дуже різно-рідна: це маркетингові, конструкторсько-технологічні, виробничі дані, комерційна і юридична інформація і так далі. Для її спільного використання способи, технології представлення і коректної інтерпретації даних мають бути стандартизовані;
- основним середовищем передачі даних є глобальна мережа Інтернет.

На рис. 1 в нотатції IDEF0 зображена укрупнена функціональна модель ЖЦ виробу як послідовності процесів розробки, виробництва, експлуатації, технічного обслуговування і утилізації виробу.

Відносно цієї моделі можна сформулювати ряд важливих положень.

Для процесу розробки інформацією, що управляє, є вимоги до виробу, тобто опис виробу у формі документу, що містить властивості, значення яких відносяться до типу «потрібні».

Результатом процесу розробки є виріб у формі проекту, що містить дані про структуру виробу, його властивості і їх значення, що відносяться до типу «проектні». Ці дані можуть розглядатися і використовуватися з різних точок зору і в різних контекстах;

Процес виробництва має на вході матеріал (сировина, комплектуючі вироби і так далі), а на виході - екземпляр виробу в стані «вироблений».

Процеси експлуатації, технічного обслуговування і утилізації на вході і виході оперують з екземплярами виробу в станах «експлуатований», «обслуговуваний», «утилізований».

Для усіх подальших процесів ЖЦ і для процесів, що забезпечують, дані проекту є інформацією, що управляє.

В ході виконання процесів ЖЦ використовуються різні ресурси. Окремим випадком матеріальних ресурсів є устаткування.

В ході розробки береться до уваги досвід, накопичений в процесах проектування, виробництва, експлуатації, технічного обслуговування і утилізації аналогічних виробів.

Досвід, накопичений в процесах експлуатації, технічного обслуговування і утилізації, використовується також в процесах розробки устаткування (ресурсів).

В процесі проектування виробу враховуються можливості наявних ресурсів (устаткування), а при проектуванні ресурсів - специфічні особливості (властивості) виробу; таким чином, виникає своєрідний «замкнутий контур», що зв'язує процеси проектування виробу і ресурсів.

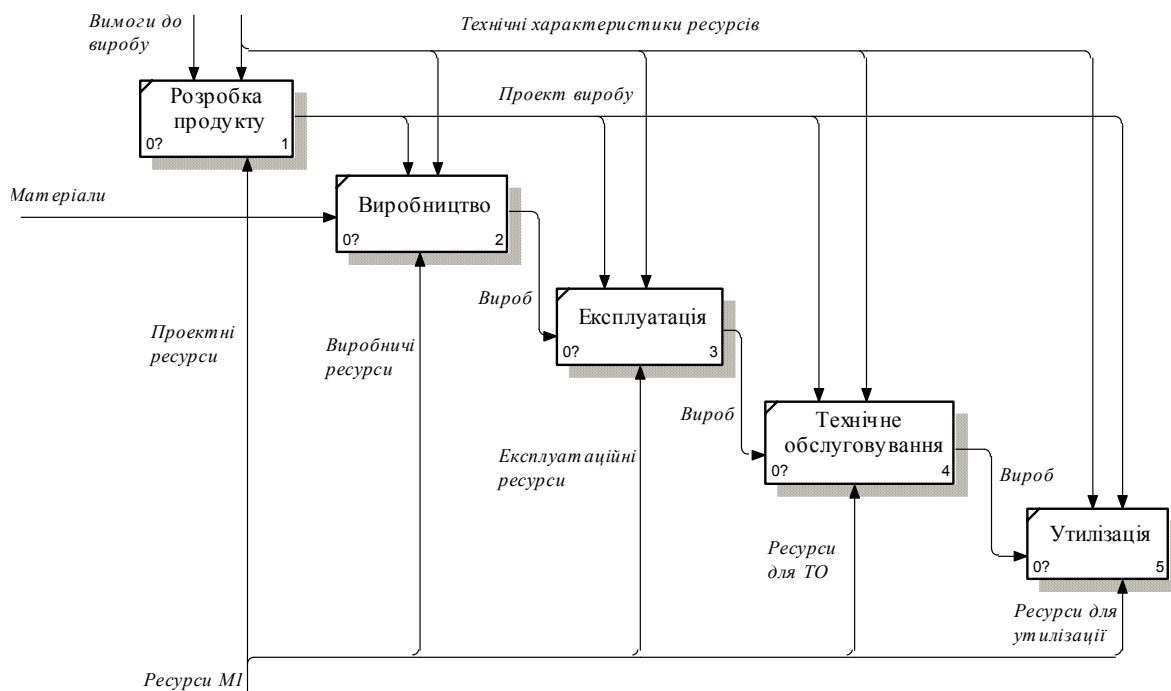


Рис. 1. Модель процесів ЖЦ технічних систем залізничного транспорту

За аналогією із системами автоматизованого проектування в складі CALS визначають лінгвістичне, інформаційне, математичне, програмне, методичне і технічне забезпечення системи [6,7].

До лінгвістичного забезпечення CALS відносять мови та формати даних про промислові вироби та процеси, які використовуються для представлення і обміну інформацією на усіх етапах життєвого циклу виробів.

Інформаційне забезпечення складають бази даних, які містять відомості про промислові вироби. Ці дані використовуються різними системами у процесі проектування, виробництва, експлуатації та утилізації виробів. До складу інформаційного забезпечення входять також серії міжнародних та національних CALS-стандартів і специфікацій.

Математичне забезпечення CALS включає моделі та алгоритми взаємодії різних систем та їх компонентів у CALS-технологіях. До цих моделей відносять методи структурного та імітаційного моделювання, методи планування та управління процесами розподілу ресурсів і т. ін.

Програмне забезпечення CALS представлено програмними комплексами, призначеними для підтримки єдиного інформаційного простору на усіх етапах життєвого циклу виробів. Це системи управління документами і документообігом, управління проектними даними, забезпечення взаємодії підприємства в електронному бізнесі, підготовки електронних технічних керівництв та інші.

Методичне забезпечення CALS представлено методиками здійснення таких процесів, як структурування складних об'єктів, їх функціональне і інформаційне моделювання, паралельне (сумісне) проектування і виробництво.

До технічного забезпечення CALS відносять апаратні засоби отримання, зберігання, обробки і візуалізації даних при інформаційному супроводі виробів. Також до складу технічного забезпечення відносять лінії передавання даних та мережеве комунікаційне обладнання.

Кожну стадію життєвого циклу виробу супроводжує відповідна інформаційна система (рис. 2).

Нижче наведено розшифрування назв інформаційних систем підтримки життєвого циклу виробу [8].

CAE - Computer Aided Engineering (автоматизовані розрахунки та аналіз);

CAD - Computer Aided Design (автоматизоване проектування);

CAM - Computer Aided Manufacturing (автоматизована технологічна підготовка виробництва);

CAPP — система проектування технологічних процесів (ТП), яка дозволяє з різним ступенем автоматизації проектувати одиничні, групові та типові технологічні процеси за багатьма напрямками: механічна обробка, гальваніка, зварювання, збирання, термообробка і т.ін.;

PDM - Product Data Management (управління проектними даними);

ERP - Enterprise Resource Planning (планування і управління підприємством);

MRP-2 - Manufacturing (Material) Requirement Planning (планування виробництва);

MES - Manufacturing Execution System (виробнича виконавча система);

SCM - Supply Chain Management (управління ланцюгами постачань);

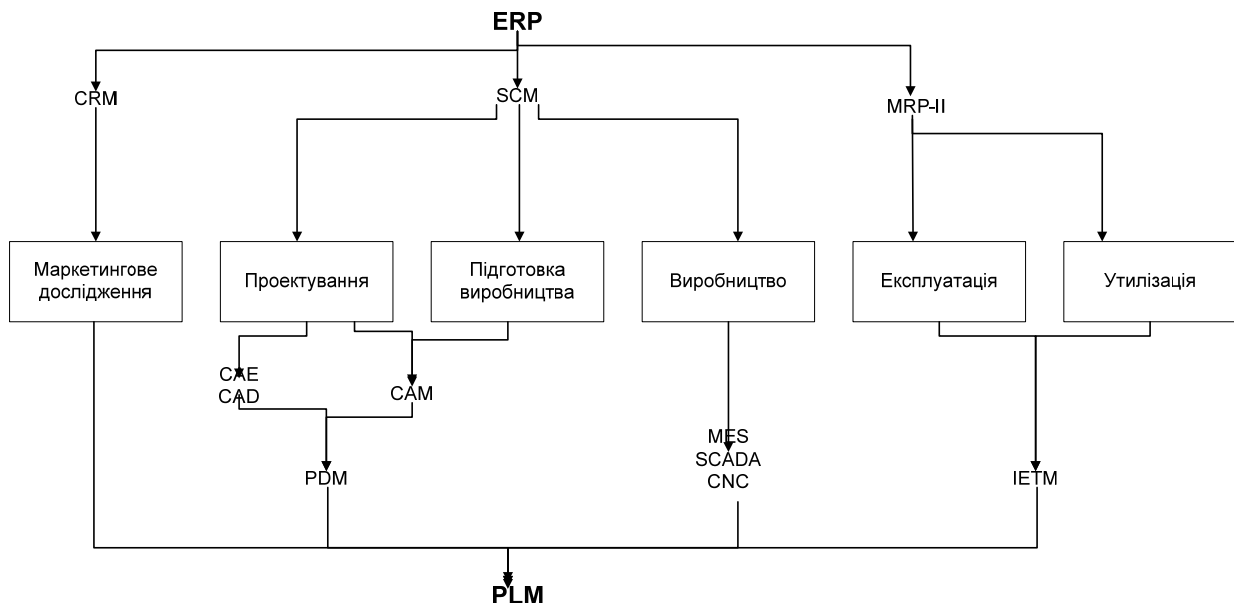


Рис. 2. Етапи життєвого циклу технічних систем залізничного транспорту та автоматизовані системи управління

CRM - Customer Relationship Management (управління взаємовідносинами із замовниками);

SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition (диспетчерське управління виробничими процесами);

CNC - Computer Numerical Control (комп'ютерне числове управління);

SFA — Sales Force Automation (автоматизація діяльності із продажів);

IETM - Interactive Electronic Technical Manuals (інтерактивні електронні технічні керівництва)

CPC - Collaborative Product Commerce (спільний електронний бізнес).

PLM - Product Lifecycle Management (управління даними життєвого циклу виробів).

Фундаментом CALS-технологій є система єдиних міжнародних стандартів.

CALS-стандарти можна поділити на три групи:

- функціональні стандарти, які визначають процеси і методи формалізації;

- інформаційні стандарти з опису даних про продукти, процеси та середовища;

- стандарти технічного обміну, які контролюють носії інформації і процеси обміну даними.

Місце та роль інформаційних технологій і міжнародних стандартів, а також взаємозв'язок між ними наведено на рис. 3 [2].

Виходи, які пов'язані з виробництвом продукції як у постачальника, так і у виробника, можна представити при використанні стандартів MRP, MRP II, ERP, ISO 15531 ManDate.

Характеристики продукції і її стану як у постачальника, так і виробника можна представити при використанні стандартів ISO10303 STEP, ISO 15531 ManDate.

Вимоги споживача і виробника враховується при використанні ФВА, ФФА, FMEA, QFD.

Зворотній зв'язок між споживачем та виробником, а також між виробником та субпостачальником може бути організована на базі стандартів ISO 9000, MRP, MRP II, ERP, ISO 15531 ManDate, ISO 10303 STEP.

ISO 15531 ManDate – стандарти з системи стандартів CALS -технологій. Призначений для забезпечення колективного доступу постачальника і споживача до інформації про виробничий процес постачальника. Використовує узгоджені із стандартом ISO 10303 STEP формати даних.

ISO 10303 STEP – головна група стандартів з системи стандартів CALS-технологій. Призначений для забезпечення колективного доступу постачальника і споживача до інформації про:

- конструкції виробу;
- процедурам випробувань виробу;
- експлуатаційної документації на вироб;
- іншої інформації за усіма стадіями життєвого циклу виробу.

Крім стандартів, які відносяться до CALS, існують інші, які часто використовують у бізнес-процесах.

ISO 9000 – група стандартів системи якості підприємства. Система якості – частина системи управління підприємством, яка охоплює головні бізнес-процеси. Призначена для вирішення наступних головних завдань:

- забезпечення клімату довіри в економіці;
- надання споживачу об'єктивних доказів спроможності постачальника до виробництва товарів і послуг певної якості;
- підвищення конкурентоздатності підприємств.

Висновки. Таким чином, можна зробити висновок, що кожна стадія життєвого циклу виробу потребує підтримки згідно із набором стандартів, притаманних цієї стадії. Дуже важливою є інтеграція інформаційних систем за рахунок сумісних стандартів даних та процедур їх оброблення, що дає можливість підвищити ефективність бізнес-процесів на усіх стадіях життєвого циклу технічних систем залізничного транспорту.

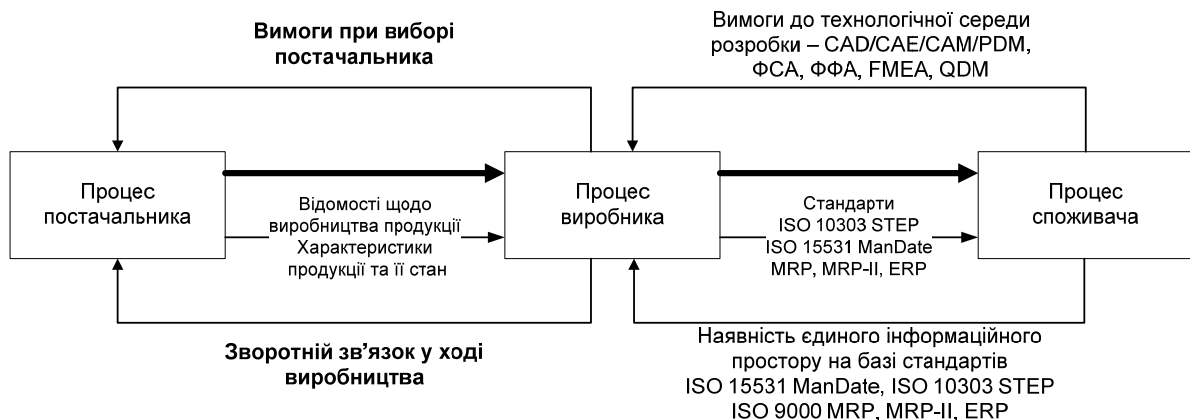


Рис. 3. Взаємозв'язок між стандартами та бізнес-процесами на підприємстві

Л и т е р а т у р а

1. Andersson, M. 2007: Fixed Effects Estimation of Marginal Railway Infrastructure Costs in Sweden, Empirical Essays on Railway Infrastructure Costs in Sweden, Chapter 3, Doctoral Thesis, Trita-TEC-PHD, 1653-4468, 07:002, ISBN: 91-85539-18-X. Division of Transport and Location Analysis, Department of Transport and Economics, Royal Institute of Technology, Stockholm.
2. Информационно-вычислительные системы в машиностроении CALS-технологии / Ю.М. Соломенцев, В.Г. Митрофанов, В.В. Павлов и др. - М.: Наука, 2003. - 292 с.
3. ИСО 9000:2000. Системы менеджмента качества - основы и словарь.
4. International Railway Industry Standard IRIS - International Railway Industry Standard.
5. Стандарты CENELEC, EN 50126. Railway applications.
6. ГОСТР 52944-2008, 2008: Жизненный цикл железнодорожного подвижного состава. Термины и определения. - М.: Издательство стандартов, 2008. - 12 с.
7. Шалумов А.С., Никишкин С.И., Носков В.Н. Введение в CALS-технологии: Учебное пособие. Ковров: КГТА, 2002. - 137 с.
8. Е.В. Смоленцев, А.В. Бондарь, В.Ю. Склокин Технологии машиностроения. САПР в машиностроении: Учеб. пособие. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет, 2008. - 172 с.

R e f e r e n c e s

1. Andersson, M. 2007: Fixed Effects Estimation of Marginal Railway Infrastructure Costs in Sweden, Empirical Essays on Railway Infrastructure Costs in Sweden, Chapter 3, Doctoral Thesis, Trita-TEC-PHD, 1653-4468, 07:002, ISBN: 91-85539-18-X. Division of Transport and Location Analysis, Department of Transport and Economics, Royal Institute of Technology, Stockholm.
2. Informacionno-vychislitel'nye sistemy v mashinostroenii CALS-tehnologii / Ju.M. Solomencev, V.G. Mitrofanov, V.V. Pavlov i dr. - M.: Nauka, 2003. - 292 s.
3. ISO 9000:2000. Sistemy menedzhmenta kachestva - osnovy i slovar.
4. International Railway Industry Standard IRIS - International Railway Industry Standard
5. Standards of CENELEC, EN 50126. Railway of applications.
6. GOSTR 52944-2008, 2008: Zhiznennyj cikl zheleznodorozhnogo podvizhnogo sostava. Terminy i opredelenija. - Moskva: Publishing house of standards, 2008. - 12p.
7. Shalumov A.S., Nikishkin S.I., Noskov V.N. Vvedenie v CALS-tehnologii: Uchebnoe posobie. Kovrov: KGTA, 2002. - 137 s.
8. E.V. Smolencev, A.V. Bondar', V. Ju Sklokin Tehnologija mashinostroenija. SAPR v mashinostroenii: Ucheb. posobie. Voronezh: GOUVPO «Voronezhskij gosudarstvennyj tehničeskij universitet, 2008. - 172 s.

Рамазанов С.К., Веллигура А.В., Ивановская М.В. Информационная поддержка жизненного цикла технических объектов железнодорожного транспорта.

В статье рассмотрены методы и механизмы информационной поддержки жизненного цикла технических объектов железнодорожного транспорта. Рассмотрена модель процессов жизненного цикла технических систем, автоматизированные системы управления, которые используются на каждом этапе жизненного цикла. Отмечена важность интеграции информационных систем за счет совместимых стандартов данных и процедур их обработки, которая дает возможность повысить эффективность бизнес-процессов на всех стадиях жизненного цикла технических систем железнодорожного транспорта. Исследована взаимосвязь между международными стандартами и бизнес-процессами на производстве.

Ключевые слова: стоимость жизненного цикла, техническая система, железнодорожный транспорт, автоматизированные системы управления.

Ramazanov S.K, Veligura A.V, Ivanovo M.V. Informative support of life cycle of technical objects of railway transport.

The article describes the methods and mechanisms of the information life cycle support of technical railway facilities. A model of the life cycle processes of technical systems, automated control systems used at each stage of the life cycle. Importance of integration of the informative systems is marked due to the compatible standards of data and procedures of their treatment that gives an opportunity to promote efficiency of business processes at all stages of life cycle of the technical systems of railway transport. Possibility of the compatible use of information is provided by the use of computer networks and standardization of formats given, that provides correct interpretation of information. Investigated the relationship between international standards and business processes in manufacturing.

Keywords: life cycle cost, technical system, rail, automated control systems.

Рамазанов С.К. – д.т.н., д.е.н., проф., зав. кафедрой «Економічна кібернетика» СЧУ ім. В. Даля,

e-mail: SRamazanov@i.ua

Веллигура А.В. – к.т.н. доц. кафедри «Економічна кібернетика» СЧУ ім. В. Даля, e-mail: aveligura@mail.ru

Івановська М.В. – магістр, асистент кафедри «Економічна кібернетика» СЧУ ім. В. Даля, e-mail: marina-gv@mail.ru

Рецензент: д.т.н., проф. Рач В.А.

Стаття подана 28.04.2015