

УДК 519.95

Т.П. Подчасова

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЗАДАЧІ УПРАВЛІННЯ ВІРТУАЛЬНИМ ВИРОБНИЦТВОМ

У статті розглянуто сутність змін, що відбулися у сучасній економіці та об'єктивно обумовили необхідність створення віртуальних виробництв. Проаналізовано шляхи та етапи автоматизації управління промисловими підприємствами. Розглянуто перспективи подальшого розвитку такої автоматизації.

Класична система кооперації створюється для довгострокового співробітництва, має відносно стабільну структуру мережі і виробничу програму (визначені виконавці робіт і види виробленої продукції на тривалій період часу). Основною метою класичної кооперації є створення системи взаємодії підприємств. Вона спрямована:

- на підвищення якості планування і управління за рахунок єдиних інформаційних каналів;
- на синхронізацію бізнес-процесів;
- на спільне планування попиту і запасів.

При цьому в класичній системі кооперації існують тверді вимоги до наявності інформаційних систем для планування і управління, а також до єдиноформатності даних. До недоліків такої системи віднести:

- значні витрати на інформаційні технології;
- високий ступінь залежності від партнерів по кооперації.

Однією з важливих тенденцій розвитку класичної системи кооперації є розвиток концепції віртуальних підприємств (ВП). На відміну від класичної схеми, заснованої на твердих, стабільних відносинах, концепція ВП має на увазі більш динамічне співробітництво. Поява нових інформаційних технологій (ІТ) відкриває нові можливості для організації бізнесу (у цьому випадку справедлива теза "технологія визначає організацію"). Інтернет-технології формують інформаційну інфраструктуру підтримки ВП. Вона повинна забезпечувати комунікацію і інтеграцію, спільне управління, включаючи моделювання взаємодії учасників і підтримку виконання робіт. Концепція ВП однаковою мірою може бути застосовна для підтримки життєвого циклу і продукту, і проекту. Життєвий цикл продукту охоплює період часу, що включає етапи експлуатації, супроводу, утилізації. Життєвий цикл проекту обмежується задачею результатів проекту замовників.

Реалізація проектів шляхом створення ВП вимагає певної реорганізації підприємницької діяльності основних учасників проекту, метою якої є створення основ для ефективної інтеграції промислових підприємств, або компаній [2]. Складність вирішення проблем інтеграції підприємств при створенні спільного проекту визначають:

1. Необхідність розробки комплексної моделі проекту, що створюється на етапі розробки концепції проекту і життєвого циклу Ця модель використовується на всіх наступних етапах. Вона є основою для:

- оцінки і оптимізації проекту і дій щодо його реалізації;
- автоматизації і інформаційної підтримки основних процедур управління проектом.

2. Підвищення ролі організаційних заходів, що є фундаментом ефективної експлуатації інтегрованої корпоративної інформаційної системи.

3. Необхідність чіткої класифікації даних на основі єдиних описових стандартів, обумовлена організацією інформаційної взаємодії між різними підприємствами.

Суттєвою властивістю віртуальних форм організацій є можливість вибрати і використовувати найкращі ресурси, знання і можливості з найменшими часовими витратами [5] Із цього та з мережної організації випливають такі основні конкурентні переваги віртуальних підприємств, як:

- швидкість виконання ринкового замовлення;
- можливість зниження сукупних витрат;
- можливість більш повного задоволення потреб замовника;
- можливість гнучкої адаптації до змін навколишнього середовища;
- можливість знизити бар'єри виходу на нові ринки.

Ефективність ВП полягає в підвищенні прибутку і обороту, зниженні витрат і ризиків, залученні нових замовлень за рахунок:

- підвищення ефективності використання ресурсів на основі погодженої взаємодії, спеціалізації, кооперації, координації і організації "наскрізних" бізнес-процесів, орієнтації на виконання індивідуальних замовлень клієнтів;
- скорочення тривалості циклу "попит-виробництво-продаж", зниження часу конструкторсько-технологічної підготовки виробництва, підвищення швидкості реакції на ринкові зміни;
- узгодження рівня запасів із процесами продажів;
- обліку зростаючої багатоваріантності продукції;
- відповідності процесів, продукції і послуг промисловим стандартам;
- відходу від витратного ціноутворення і прискорення капіталізації бізнесу;
- установлення довірчих відносин з партнерами по бізнесу.

Проте, створення віртуального підприємства змушує враховувати можливість появи додаткових ризиків. Урахування факторів ризику має свої особливості на всіх етапах життєвого циклу кооперації.

Стосовно до фаз ухвалення рішення про кооперацію і вибір партнерів найбільшу актуальність здобувають питання організаційних ризиків. На стадіях планування робіт і реалізації особливе значення мають операційні ризики. До основних ризиків (недоліків) кооперації належать збіль-

шення залежності від партнерів по бізнесу, ризик втрати ноу-хау і конкурентних позицій. Вплив перерахованих вище властивостей залежить від організаційної форми кооперації.

Причина виникнення організаційних ризиків у системі кооперації ВП пов'язана з різними принципами корпоративного управління учасників ВП, різними цілями і завданнями ведення бізнесу, різними фінансовими циклами компаній і т.д. Кооперація не тільки сприяє поділу ризиків між учасниками і зниженню невизначеності, але і генерує нові ризики, пов'язані із взаємодією підприємств.

Під віртуальними організаціями у виробництві розуміють ту або іншу форму організації взаємодії підприємств у галузі логістики, матеріально-технічного постачання [2]. При цьому передбачається, що в майбутньому конкретне виробництво фокусується на одній - трьох ключових позиціях, а все інше буде надходити туди ззовні. Такі підприємства фокусують свої ресурси на науково-дослідній та конструкторській діяльності, конструюванні кінцевих продуктів, маркетингу, організації збуту, сервісі і створенні мереж постачання.

Проте, сильний опір такій тенденції надають наступні фактори:

- традиційні фінансові показники;
- труднощі визначення ключових позицій компетенції;
- страх втрати інтелектуального капіталу;
- труднощі пошуку кваліфікованих компаній у галузі виробництва та сервісу;
- труднощі укладання гарних контрактів з виробниками при організації менш привабливих програм;
- труднощі розуміння і документування можливостей контрагентів;
- труднощі оплати статусу найбільш привабливих споживачів;
- необхідність управління ризиком;
- страх передачі разом з технологією виробничих навичок та знань.

Саме такі труднощі, як правило, зустрічаються при широкому впровадженні віртуальних мережних організацій і вимагають розробки спеціальних засобів промислової автоматизації та відповідних інформаційних технологій.

Інформаційні технології в управління віртуальними підприємствами

Сучасний етап розвитку засобів промислової автоматизації характеризується двома аспектами. З одного боку, це - тенденція динамічного розвитку на багатьох сегментах ринку програмного забезпечення (ПЗ), що стала проявлятися на початку 90-х років. Швидка зміна самих управлінських технологій укупі з нововведеннями в сфері розробки ПЗ і одночасне існування на ринку систем, що представляють різні покоління програмних продуктів і виконують різні набори функцій, у край утрудняє завдання класифікації, без якої подібний огляд суттєво ускладнюється. З іншого

боку, світова економічна криза, що торкнулася так чи інакше практично будь-якого великого підприємства, висуває особливі вимоги до ефективності всіх управлінських кроків, включаючи впровадження і експлуатацію засобів автоматизації [1,3] Таким чином, автоматизація повинна бути як ніколи раніше ефективною, тобто приносити більший ефект при менших фінансових і організаційних витратах, що можливо за рахунок інтеграції багатьох управлінських завдань і адаптації ПО відповідно до потреб конкретного користувача. У цьому зв'язку [4] як основні параметри, які характеризують програмний продукт, варто визнати:

- склад функцій, реалізованих системою, що включає перелік функцій, ступінь їхньої автоматизації, а також можливість інтеграції з ПЗ інших розроблювачів через стандартні або спеціальні інтерфейси і формати.
- концептуальна модель виробничої діяльності, покладена в основу системи, базові поняття, на яких побудоване ядро.
- можливість настроювання відповідно до потреб даного підприємства, включаючи пропоновану розроблювачем концепцію впровадження, можливі форми участі в цьому процесі аналітиків фірми-постачальника і представників підприємства-споживача, а також наявність типових рішень для різних галузей.
- використовуване апаратне і системне програмне забезпечення, включаючи операційні системи, бази даних і т.п.
- рівень об'єкта автоматизації: цех, підприємство, багатогалузеве об'єднання, віртуальне виробництво (тимчасове об'єднання виконавців).

Запропоновані вище параметри класифікації дозволяють відразу виділити в окремий клас фінансово-управлінські системи, використовувані на виробничих підприємствах. Такі системи призначені насамперед для ведення обліку по одному або декількох напрямках (бухгалтерія, збут, склади, облік кадрів і т.д.). Інші функції (аналіз, прогноз, підтримка прийняття рішень, планування) є в цих системах другорядними і реалізуються на основі негнучкої моделі бухгалтерського обліку. Подібні системи через обмеження концептуального характеру більшою мірою застосовні на підприємствах торгівлі і обслуговування, ніж у виробництві. Однак вони можуть бути використані на невеликих виробничих підприємствах, технологічні маршрути на яких включають мало операцій і мають просту структуру. Прикладом може служити виробництво предметів споживання у формі одиничного і дрібносерійного виробництва; виготовлення меблів, складання персональних комп'ютерів, технології у сфері харчової промисловості і т.п.

З метою виробничої автоматизації розробляється спеціальне програмне забезпечення для різних рівнів ієрархії управління, починаючи від

найнижчого, найбільш близького до реального процесу виробництва, і аж до автоматизації управління в масштабах підприємства [1,4].

До систем найнижчого рівня управління виробництвом належать системи типу SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) класу НМІ (Human-Machine Interface), що означає «людино-машинний інтерфейс» у сенсі забезпечення двостороннього зв'язку «оператор - технологічне устаткування». Це означає, що технічний персонал може спостерігати за ходом технологічного процесу і впливати на нього, тобто це засіб відображення і подання технологічної інформації. Вони являють собою осучаснений клас АСУТП (автоматизовані системи управління технологічними процесами).

MES (Manufacturing Execution Systems) - група систем, що утворилася між НМІ і системами управління виробництвом ERP/MRP II. До систем MES прийнято відносити додатки, що виконують наступні функції:

- управління ресурсами в рамках технологічного процесу;
- планування і контроль послідовності операцій технологічного процесу;
- управління якістю продукції;
- зберігання вихідних матеріалів і зробленої продукції по технологічних підрозділах;
- технічне обслуговування виробничого встаткування;
- інтеграція систем ERP і SCADA.

Одна з причин виникнення таких систем - спроба виділити завдання управління виробництвом на рівні технологічного підрозділу. Це стало можливо тільки з активним впровадженням технології клієнт-сервер: тепер можна використовувати загальні сервери бази даних і додатків, а клієнтські місця розподілити по цехах і заводоуправлінню.

Системи ERP (Enterprise Resource Planning) орієнтовані на підприємство в цілому, а MRP (Manufacturing Resource Planning) - на його технологічні підрозділи. За вітчизняною термінологією вони відповідають осучасненим АСУП (Автоматизовані системи управління підприємством). В історії розвитку цього класу систем виділяють наступні чотири етапи.

Перший етап. Початок практичної реалізації технологічної бази інформаційних систем управління (ІСУ) стало можливим тільки з появою комп'ютерів третього покоління з такими базовими елементами, як засоби зберігання інформації великого обсягу з "прямим доступом" і засоби інтерактивного доступу до збереженої інформації. Все це з'явилося наприкінці 60-х - початку 70-х рр. В ІСУ першого покоління практично все програмне забезпечення створювалось на самих підприємствах, пристосовувалось до конкретного підприємства, або до вузького кола родинних компаній і вимагало підтримки силами висококласних програмістів.

Другий етап. Подальша еволюція ІСУ була зв'язана насамперед з удосконалюванням інструментів для забезпечення зменшення трудовит-

рат на створення і супровід ІСУ шляхом поглиблення спеціалізації, стандартизації і кооперації, а також з появою нових засобів зберігання, переробки і передачі інформації. Все це супроводжувалося істотним розширенням функціональних можливостей ІСУ.

Наприкінці 70-х-початку 80-х рр. з'явилися фірми, що спеціалізуються на розробці і впровадженні ІСУ.

Базовою моделлю для ІСУ став напрямок MRP (Material Resource Planning) - планування матеріальних ресурсів. Наступним кроком став стандарт MRP II, що, на відміну від попередньої концепції MRP, включає також і планування виробничих потужностей. Основа концепції MRP полягає в наступних принципах:

- виробнича діяльність описується як потік взаємозалежних замовлень, при виконанні яких ураховуються обмеження ресурсів;
- замовлення постачання і виробництва формуються на основі замовлень реалізації і виробничих графіків;
- повна інвентаризація всіх видів ресурсів підприємства в "єдиному інформаційному просторі";
- всі види реєстрації господарських операцій максимально наближені до місць їхнього виникнення і використовують загальну базу даних;
- базові поняття узагальнені і типізовані для будь-якого підприємства (робітники, запаси, центри витрат, маршрути, операції, планування потужностей і т.п.);
- застосовується типова методологія узгодження планів і звітів різних рівнів від підприємства і до ділянок виробництва-агрегатів.

У наступні роки розвиток цієї концепції здійснювався шляхом розширення функціональних можливостей, що відповідають зростаючим потребам підприємств щодо обслуговування клієнтів. З нагромадженням досвіду моделювання виробничих і невиробничих операцій ці поняття постійно уточнюються, поступово охоплюючи усе більше функцій.

Завданням інформаційних систем класу MRP II є оптимальне формування потоку матеріалів (сировини), напівфабрикатів (у тому числі тих, що знаходяться у виробництві) і готових виробів. Системи класу MRP II призначені для інтеграції всіх основних процесів, реалізованих на підприємстві, зокрема таких як: постачання, запаси, виробництво, збут, планування, контроль за виконанням плану, витрати, фінанси, основні засоби і т.д.

Кожен виробник систем класу MRP використовував в основному власні засоби підтримки бази даних і власні засоби розробки додатків. Згодом деякі почали використовувати і створені комерційні ієрархічні і мережні СУБД.

Третій етап. Наприкінці 80-х рр. почали з'являтися виробники нового покоління MRP систем. Нові постачальники MRP/ERP систем поча-

ли використовувати комерційні реляційні СУБД, що з'явилися на ринку та орієнтовані на SQL засоби розробки. Це дозволяло новим постачальникам, з одного боку, не витратити ресурси на власні інструментальні засоби, а з іншого, оперативно відслідковувати і використовувати новітні досягнення ІТ. Користувачам при впровадженні нових систем не було потреби додатково вивчати нові інструментальні засоби, відмінні від тих, що поставляються стандартно на ринок.

У міру впровадження систем MRP/ERP з'явилася можливість переглянути традиційні підходи до обліку витрат і планування, які були засновані на "ручній" інформаційній технології. Наприклад, у підсистемі типу "Головний Планувальник" почали використовувати "програвання" декількох варіантів плану за сценарієм "що-якщо", а в підсистемі обліку витрат почалося застосування нових можливостей так званого ABC методу (Activity Based Costing).

Четвертий етап. До четвертого покоління ІСУ можна віднести системи, для яких характерно:

- активне використання типових процедур і функцій, виконуваних на рівні СУБД;
- використання засобів CASE для підтримки "електронного проекту" на всіх етапах життєвого циклу ERP системи;
- застосування стандартних засобів графічного користувацького інтерфейсу (у тому числі і Web);
- виділення в підсистемі аналітичних засобів підтримки прийняття рішень і засобів підтримки реінжинірингу (BPR) у процесі експлуатації.

Останнє покоління АСУ ще більше зв'язано з "спеціалізацією і кооперацією" і засновано на використанні об'єктно-орієнтованого підходу для опису виробничого процесу.

Окрему групу програмного забезпечення складають системи класу САПР. Сучасні технології САПР для підприємств представлені системами CAD/CAM/CAE (Computer Aided Design, Manufacturing, Engineering). Ці системи дозволяють обійтися без «паперової» документації, здійснюючи прямий зв'язок між процесами розробки виробу і його виробництвом, що дозволяє підвищити якість продукції і скоротити період розробки. САПР не входить безпосередньо в систему управління виробництвом, але є важливим компонентом комп'ютерного інтегрованого виробництва і відіграє істотну роль у проектуванні і підготовці виробництва, а на подальших етапах життєвого циклу (ЖЦ) виробу - як елемент системи електронного документообігу.

Системи PDM виникли на стику ПЗ класу MRP/ERP і CAD. Їхня функція - забезпечення підтримки всього життєвого циклу продукції від розробки (CAE/CAD) до маркетингу. Одні PDM-системи являють собою самостійні програмні продукти, інші реалізовані у вигляді модулів у рам-

ках створених раніше ERP-систем. Системи PDM, перебуваючи між умовними входами і виходами корпорації, акумулюють всі циркулюючі усередині компанії дані щодо продукції, здійснюють планування процесів і покроковий контроль. На відміну від баз даних, вони інтегрують інформацію будь-яких форматів і типів, що надходить від різних джерел, надаючи її користувачам вже у структурованому вигляді, причому структуризація прив'язана до особливостей сучасного промислового виробництва.

Основні функціональні можливості систем PDM:

- організація зберігання даних і управління документами;
- управління потоком робіт і процесами, управління структурою продукту, автоматизація генерації вибірок і звітів.

В PDM-системах реалізовані наступні функції організації зберігання даних і управління документами: можливості електронних сховищ даних, управління рівнями версій, контроль авторизації для захисту доступу до інформації. У лідируючих розробках модуль управління зберіганням містить у собі також інтегровану систему електронної пошти, розподілене по мережі зберігання даних і управління файлами, контроль захисту доступу, (резервування, відновлення), генерацію повідомлень. Функції управління зберіганням дозволяють визначати різні ревізії частин (елементів) даних і відносини між частинами і елементами (або документами), які визначають ці частини. Користувач може легко і швидко створювати нові типи об'єктів, які успадковують атрибути і пов'язані з ними дії або процеси. В області управління зберіганням документів інтерес являє також можливість зберігання як текстових, так і графічних документів, з підтримкою безлічі функцій пошуку.

Постачальники продуктів PDM прагнуть надати можливості управління потоками завдань і процесами у вигляді стандартних функціональних модулів. Все більше значення приділяється графіці як засобу визначення і управління потоками і процесами. Визначення процесу змін - це важлива частина управління змінами. Сюди включається визначення впорядкованих етапів процесу, правила, що зв'язуються із цими етапами, і правила для підтвердження кожного етапу.

При розв'язанні завдань управління структурою продукту використовується наочний підхід до відображення складного виробу у вигляді ієрархічного дерева відносин типу " зборка -агрегат-виріб"; При такому підході корінь дерева структури - це власне ім'я виробу, а кінцеві гілки - конкретні деталі, що становлять цей виріб. Компонентне наповнення подібної структури може бути різним і різнотипним - текстовий файл, графічне зображення, файл бази даних і т.д.

Основною тенденцією подальшого розвитку засобів промислової автоматизації є інтеграція різних систем у межах одного або групи підприємств, що співробітничують. Ключовими напрямки рішення цього за-

вдання є: **використання сполучного ПЗ, стандартизації ПЗ і розвитку CALS-технологій.**

Результатом спільної роботи ряду найбільших фірм-виробників ПЗ є архітектура CORBA (Common Object Request Broker Architecture) - це **сполучне ПЗ**, «розташоване» між операційною системою і додатками. Використання даного програмного «шару» полегшує процес створення додатків, тому що дає можливість розроблювачеві абстрагуватися від особливостей апаратного і системного ПЗ. Труднощі реалізації переборюються за допомогою середовища міжоб'єктних запитів Object Request Broker (ORB). Використовуючи ORB, клієнт може легко викликати сервіс на об'єкт-сервері, при цьому апаратно клієнт і сервер можуть бути як на одній машині, так і на різних і спілкуватися між собою по мережі. ORB перехоплює запит і відповідає за його доставку, передачу параметрів, виклик сервісу, а також за доставку результатів. Таким чином, ORB забезпечує обмін інформацією між додатками на різних пристроях у неоднорідному розподіленому середовищі, створюючи зв'язну об'єктно-орієнтовану систему.

Сучасні рішення **в галузі стандартизації** зв'язані насамперед з фірмою Microsoft. Це в першу чергу технологія OPC (Object Linking and Embedding for Process Control). Вона являє собою стандартний метод для доступу до периферійних пристроїв, систем SCADA/ММІ або до інших промислових додатків, заснованих на технологіях OLE, COM (Component Object Model) і DCOM (Distributed COM). OPC представлена набором стандартних об'єктів, методів і властивостей, що відповідають вимогам промислових додатків реального часу. Ці вимоги містять у собі синтаксис для доступу до об'єктів, ефективну передачу даних від устаткування до додатків, здатність клієнта працювати з декількома серверами одночасно і підтримку конфігурації сервера. Програмні пакети на основі OPC легко інтегрувати в бізнес-додатки, що підтримують OLE. У першій версії OPC, що вийшла в 1995 р., основний упор було зроблено на збір даних. Остання розробка Microsoft у цій області - Windows DNA (Windows Distributed Internet Applications Architecture). Ця архітектура також заснована на об'єктно-орієнтованій Com-технології створення функціональних користувальницьких компонентів.

Щодо **CALS-технологій**, [6] то спочатку CALS розшифровувалася як Computer Aided Logistic Support - комп'ютерна підтримка поставок. Предметом CALS була безпаперова технологія взаємодії між організаціями, що замовляють, виробляють та експлуатують військову техніку, а також формат подання відповідних даних. Довівши свою ефективність у сфері військово-промислового комплексу, CALS-Технології почали активно застосовуватися в інших галузях економіки: промисловості, будівництві, транспорті.

У даний момент CALS трактується як Continuous Acquisition and Life Cycle Support - безперервна інформаційна підтримка життєвого циклу виробу або продукту. По своїй суті сьогодні CALS є глобальною стратегією підвищення ефективності бізнес-процесів, виконуваних у ході життєвого циклу продукту за рахунок інтеграції інформації, породжуваної на всіх етапах життєвого циклу. В основі CALS-технології лежить набір інтегрованих інформаційних моделей життєвого циклу і виконуваних у його ході бізнес-процесів, продукту, виробничого і експлуатаційного середовища. Можливість спільного використання інформації забезпечується застосуванням комп'ютерних мереж і стандартизацією форматів даних.

Ідеальною основою для вирішення поставленого завдання є використання єдиної інтегрованої моделі продукту і його життєвого циклу, що виступає в ролі єдиного джерела інформації для будь-яких виконуваних у ході ЖЦ процесів. На відміну від концепції ІАСУ (інтегрована система управління виробництвом) концепція CALS охоплює всі етапи життєвого циклу, але не стосується технології рішення прикладних завдань (проекування, планування і т.д.).

Предметом CALS-технологій є формат представлення в електронному вигляді результатів рішення прикладних завдань, незалежно від джерел їхнього походження, безпека цієї електронної інформації та її спільне використання. Подібне завдання виводить на перший план проблему стандартизації способів подання, інтерпретації і використання (обробки) інформації.

Для підприємства в цілому використання CALS-технологій підвищує ефективність кооперації з іншими підприємствами за рахунок побудови віртуального підприємства. Віртуальне підприємство не є юридичною особою і може не мати постійної організаційної структури, але характеризується загальним інформаційним простором, що забезпечує, за умови дотримання відповідних стандартів, спільне використання інформації. У сфері управління CALS-технологія дозволяє підвищити "прозорість" і керованість бізнес-процесів шляхом їхнього реінженірингу. З погляду потенційного покупця кінцевого продукту підвищується привабливість виробу, що має засоби інформаційної підтримки в процесі експлуатації.

безсумнівних досягнень CALS технології слід зазначити легкість поширення передових проектних рішень, можливість багаторазового відтворення частин проекту в нових розробках і ін. Розроблювачі і виробники певної продукції можуть кооперуватися для того, щоб разом виконати складний проект або вивести на ринок новий продукт.

Література:

1. Баронов В.В. и др. Автоматизация управления предприятием –М.:ИНФРА-М, 2000.-239с.-(Серия «Секреты менеджмента»)

-
2. Иванов Д.А. Виртуальные предприятия и логистические цепи: комплексный подход к организации и оперативному управлению в новых формах производственной кооперации. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2003.
 3. Игнатъева А.В., Максимцов М.М. <Исследование систем управления>. М.: ЮНИТИДАНА, 2001. - 157 с.
 4. Карпачев И. Классификация компьютерных систем управления предприятием, www.pcweek.ru/kis/win/reviews/klass.html ("Планета КИС")
 5. Материалы конференции для руководителей (PriceWaterhouseCoopers) <Управление группой компаний>, Москва 2002.
 6. www.cals.ru (Сервер НИЦ CALS-технологии "Прикладная логистика")