

ЕДИНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Кульга К. С.

ФГОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет», Уфа, Россия (450000, Уфа, ул. К. Маркса, 12), e-mail: stalker_pro@mail.ru

В статье рассматривается решение задачи создания единой информационной модели интегрированной автоматизированной системы предприятия, предназначенной для управления наборами данных на стадиях жизненного цикла наукоемкого изделия. Предложено формализованное описание единой информационной модели в виде композиции структурных элементов, их параметров, связей, расположения и временного распределения ожидаемых состояний системы, соответствующих условиям реализации стадий жизненного цикла изделий. Отношения между структурными элементами в модели предлагается устанавливать в виде иерархических (древовидных) представлений. Это позволяет одновременно отражать как структурные, так и параметрические отношения при объединении структурных элементов с формированием системных связей, что исключает необходимость аналитического описания уравнений связей. В статье показана практическая апробация предлагаемой единой информационной модели в интегрированной системе Stalker PLM на примере создания и управления наборами данных электронной структуры наукоемкого изделия.

Ключевые слова: единая информационная модель, электронная структура наукоемкого изделия, интегрированная автоматизированная информационная система предприятия.

COMMON INFORMATION MODEL INTEGRATED INFORMATION SYSTEMS COMPANY

Kulga K. S.

Ufa State Aviation Technical University, Russian Federation, Republic of Bashkortostan, (450000, Ufa, street K. Marx, 12), e-mail: stalker_pro@mail.ru

The article deals with the task of creating a unified information model integrate the automated enterprise system for managing sets of data on the life cycle of high-tech products. Proposed formal description of a uniform information model as the composition of the structural elements, their parameters, connections, and the arrangement of the temporal distribution of the expected state of the system, corresponding to the conditions of the stages in the lifecycle of products. The relationship between the structural elements in the model is proposed to establish a hierarchical (tree) view. This allows you to simultaneously reflect both structural and parametric relationships by combining the structural elements of the formation of systemic connections, eliminating the need for an analytical description of the constraint equations. The article shows the practical testing of the proposed unified information model for an integrated system Stalker PLM through the creation and management of data sets of the electronic structure of high-tech products.

Key words: common information model, the electronic structure of high-tech products, integrated automated information system of the enterprise.

Введение. Интенсивный рост объемов информации, переработка которых необходима для обеспечения стадий жизненного цикла наукоемких изделий (ЖЦИ) в интегрированной автоматизированной информационной системе (ИАИС) предприятия, приводит к необходимости решения актуальной задачи – создание единой информационной модели (ЕИМ). С одной стороны, ЕИМ должна позволять описать взаимодействие наборов данных бизнес-процессов, материальных объектов и ресурсов предприятия, а с другой - обеспечить быстрый и надежный доступ к хранимым данным на основе применения вычислительных и программных средств.

Формализация задачи создания ЕИМ ИАИС предприятия. При создании ЕИМ ИАИС предприятия необходимо установить взаимосвязь свойств объектов от характеристик их функциональных структурных элементов, которые, в свою очередь, зависят от свойств этих объектов. Эта взаимосвязь является основным признаком целостности ЕИМ ИАИС предприятия. Следовательно, формальное определение единой ЕИМ может быть представлено в следующей форме: ЕИМ S – это топология взятых в отношениях R_h объектов и объединенных по композиционным законам Z_d структурных элементов $s \in S_a$, выделенных в соответствии с основанием A_e из множества структурных элементов S_a :

$$S = \bigcup s_m \subseteq S_a, \quad (1)$$

$$m \in [n, A_e, R_h, Z_d], \quad (2)$$

$$n \in [1, N]; h \in [1, H]; d \in [1, D]; e \in [1, E].$$

Основанием A_e для выбора структурного элемента s_m из множества таких элементов S_a является совпадение сущностей и атрибутов элемента с аналогичными характеристиками объекта ЕИМ ИАИС. Композиционные законы Z_d отражают возможные формы единства при объединении структурных элементов в систему S_a . Выделим следующие формы композиционного единства: компоновочная самостоятельность структурного элемента при его включении в ЕИМ ИАИС; функциональное назначение структурного элемента; необходимость введения элементов связей $s_c \in S_a$ с элементом s_m . В свою очередь, каждый структурный элемент s_m , принадлежащий множеству S_a , обладает технико-экономическими свойствами, которые могут выполняться на определенном качественном уровне K_{qs} . Именно способность выполнения локальной функции является признаком выделения структурного элемента s_m в универсальном множестве S_a . Определим композицию структурных элементов s_m , выделенных на основании A_e из универсального множества структурных элементов S_a (удовлетворяющего условиям полной области существования), взятых в отношениях R_h и объединенных по композиционным правилам Z_d таким образом, что в результате этого объединения появляются:

– системообразующие свойства K_s (например, вещественные, информационные и другие связи):

$$\exists(\cup S_m) = K_s; \quad (3)$$

– технико-экономические свойства K_f (например, технологичность, материалоемкость, трудоемкость, надежность, эффективность и т.д.):

$$\forall \cup S_m = K_f, \quad (4)$$

$$m \in [n, A_e, R_h, Z_d].$$

В результате взаимодействия K_s и K_f можно получить новые интегральные потребительские свойства ЕИМ ИАИС K_p , например: плановая и фактическая себестоимости, объём и стоимость незавершенного производства и т.д.

ЕИМ ИАИС можно представить в форме описания отношений преобразований и связей в структурных элементах системы. Отношение преобразований $F(I(s_i); R(w_i, w_j); J(s_j))$ отображается отношениями между входными данными $W_i, i \in I(s_i)$ и выходными данными $W_j, j \in J(s_j)$ структурных элементов ЕИМ ИАИС. При формализованном описании структурных элементов S_m входные и выходные данные характеризуются соответствующими количественными параметрами $P(w_i), P(w_j) \in P$. Отношение связей $F_s(I(s_i); R(w_i, w_j); J(s_j))$ характеризует способность структурных элементов ЕИМ ИАИС вступать во взаимодействие между собой. В общем случае могут иметь место непосредственные и опосредованные связи. Если структурные элементы системы могут быть совмещены, то связи устанавливаются как непосредственные. В противном случае для установления связей требуется введение структурных элементов связей, обеспечивающих передачу данных в ЕИМ ИАИС.

В качестве примера можно рассмотреть процесс преобразования материального сырья (номенклатура) и полуфабрикатов в конечное наукоемкое изделие, обладающее заданными потребительскими качествами и свойствами. Элементы связей соответствуют моделям операций транспортировки сырья, полуфабрикатов, финансовых ресурсов в ЕИМ ИАИС предприятия. Организация передачи наборов данных в ЕИМ ИАИС осуществляется в последовательности, определяемой процессом передачи преобразуемых данных от их источников к потребителям.

Состав сырья и полуфабрикатов, его параметры и пространственное положение определяются внешними по отношению к проектируемой системе условиями (например, расположение и параметры источников сырья и полуфабрикатов и т.п.). Соответственно состав, пространственное положение получаемого в ИАИС наукоемкого изделия определяются целевым назначением и содержанием поставленной задачи.

Таким образом, формализованная задача создания ЕИМ ИАИС состоит в направленном формировании композиции структурных элементов, их параметров, связей, расположения и временного распределения ожидаемых состояний системы, соответствующих условиям реализации стадий ЖЦИ.

Отношения между структурными элементами $s_m \in S_a$ в ЕИМ ИАИС предприятия предлагается устанавливать в виде иерархических (древовидных) представлений. Это позволяет одновременно отражать как структурные, так и параметрические отношения при объединении структурных элементов $s_m \in S_a$ с формированием системных связей, что исключает необходимость аналитического описания уравнений связей. При иерархическом представлении информационных моделей объектов $s_m \in S_a$ множеству структурных элементов и их состояниям соответствует множество вершин дерева. Множеству связей между элементами – множество ветвей. Множеству параметрических отношений – множество передач ветвей дерева. Множеству координат элементов – множество координат вершин дерева, помещенного в топологическую область ЕИМ ИАИС.

Для проектирования ЕИМ ИАИС предприятия необходимо использование информационных интерфейсов между всеми уровнями структурных элементов системы. При этом используемые информационные модели структурных элементов $s_m \in S_a$ должны содержать признаки координатной, вещественной, информационной, параметрической и временной совместимости, а также математические зависимости свойств и параметров элементов от характеристик входных и выходных данных. Кроме того, информационные модели элементов более высокого уровня должны содержать информацию об элементах более низкого уровня в той мере, которая необходима для выполнения операций топологического построения системы.

Для создания ЕИМ ИАИС предприятия выполнен анализ возможностей четырёх технологий представления древовидных структур, применяемых в реляционной БД: в виде матрицы смежности; с помощью таблицы связей; в виде таблицы узлов и составных путей; на основе интервального дерева. Результаты сравнительного анализа, подробно описанные в работе [3], показали, что рассмотренные технологии представления древовидных структур

обладают различным сочетанием положительных и отрицательных основных характеристик: возможность описания множества иерархических представлений структурных элементов и максимальное количество уровней в них; размер и общее количество записей; производительность запросов выборки, редактирования набора данных; поддержка целостности данных; размер, занимаемый данными на диске; требования к ресурсам ЭВМ. Предложенная технология иерархического представления данных основана на разработанной функциональной модели ИАИС [2; 3] предприятия и реализована в виде ЕИМ, которая удовлетворяет следующим основным требованиям:

- структура: максимальное количество уровней – не менее 50; общее количество записей – нет существенных ограничений; формирование осуществляется по событию в ИАИС; построение множества альтернативных деревьев, описывающих иерархические представления предметной области ИАИС;

- реализация: вхождение узла в разные уровни иерархического представления с различным значением количественного параметра; ассоциативная связь атрибутов дочернего узла с атрибутами родительского узла; различное сочетание атрибутов узла (например, компонента изделия и её возможные технологические маршрутные расцеховки);

- высокая производительность операций: определения количества всех потомков узла; навигации и корректирования поддерева; прямой выборки всех потомков узла, поддерева, пути от узла до корня дерева (всех предков узла); выбора узла (например, изделие, компонента, маршрутная расцеховка, документ и т.п.), удовлетворяющего условиям отбора с группированием отобранных записей по изделию, компоненте, технологическому маршруту (расцеховка), рабочему центру, технологической операции и другим наборам данным.

Предлагаемая технология позволила исключить моноцентризм иерархической модели, вводимой в теории графов, которая накладывает слишком жесткие ограничения на сценарий обработки содержащейся в ней информации, так как предусматривает единственный вход в ее структуру. Каждый смысловой атрибут объявлен как потенциально корневой, даже если он является промежуточной вершиной основного дерева. Для каждой такой вершины формируется альтернативная иерархия атрибутов, в которой подграф, расположенный ниже вершины, останется без изменений, а остальная часть дерева будет инвертирована. Таким образом, из одного основного дерева может быть порождено множество альтернативных деревьев, описывающих иерархические модели наборов данных предметной области. Тем самым достигается множественность возможных точек входа в ЕИМ ИАИС предприятия.

На рисунке 1 приведена ЕИМ ИАИС предприятия. Сплошные линии соответствуют связям, представленным в таблицах реляционной схемы данных ЕИМ. Пунктирными лини-

ями обозначены связи, которые являются ограничениями внешнего ключа в схеме данных ЕИМ. В ЕИМ выделены следующие иерархические представления: ДСЕ изделия: $У1...У3$; топологии вхождения ДСЕ и их наборы данных: $К1...К4$; технологических маршрутов изготовления ДСЕ (расцеховка): $Р1...Р3$; уровней взаимодействия наборов данных на стадиях ЖЦИ $L1...L[N]$.

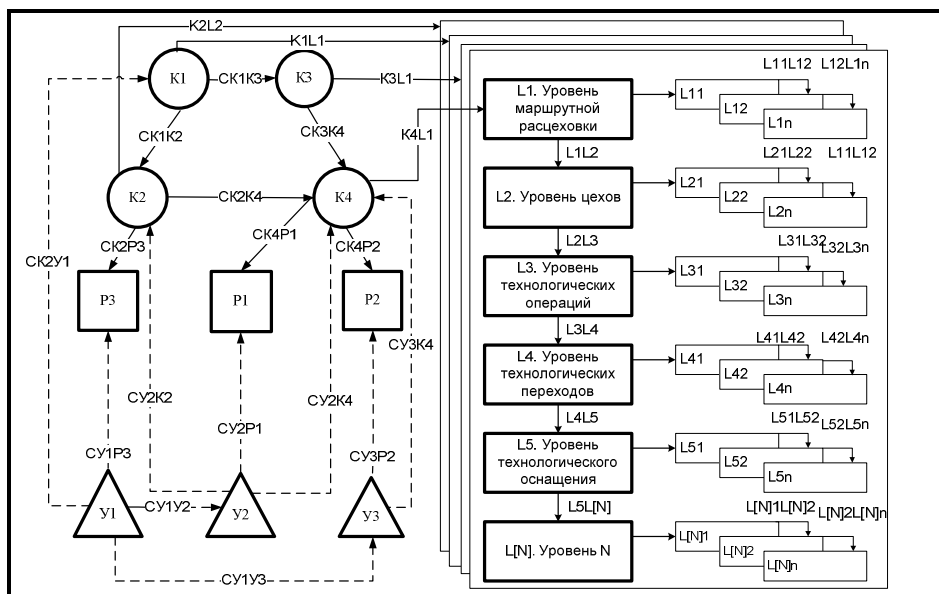


Рисунок 1 – ЕИМ ИАИС предприятия

В отличие от представления данных в виде бумажной технической документации, одновременно могут отображаться несколько уровней иерархических представлений наборов данных на стадиях ЖЦИ. Разработанная ЕИМ является основой для реализации PDM (*Product Data Management*)-технологии, предназначенной для управления наборами данных на стадиях ЖЦИ в ИАИС Stalker PLM [4]. Функции PDM-технологии (рисунок 2):

- управление описанием, хранением, конфигурацией и правами доступа к набору данных и документам электронной структуры изделия (ЭСИ). ЭСИ – это не менее сложный продукт, чем само изделие, разработка которого требует совершенно новых технологий для своего создания и управления [1; 5]. Все наборы данных и документы ЭСИ сохраняются в хранилище данных ИАИС, которое обеспечивает их целостность, организует совместный доступ пользователей к ним в соответствии с правами доступа. Данные документы называются электронными техническими документами, которые включают электронные цифровые подписи;
- управление деловыми бизнес-процессами, включая отслеживание и сохранение всех операции пользователей с наборами данных ЭСИ. Деловой бизнес-процесс с информационной точки зрения – это последовательность действий над объектами, изменяющих их состояние и направленных на обеспечение ЖЦИ. Объектами ИАИС являются, например, документы и геометрические модели ДСЕ в виде файлов, технологические процессы;

Stalker PLM 7.3.133.5 - admin 19.04.2013 16:41:27

Файл Производство Отчеты Справочники Запросы Утилиты Окно Справка

#4909-08-12 Емкость для слива масла V=10м3

Статьи калькуляции

- 766941 [#4909-08-12] Емкость для слива масла V=10м3 [Кол. 1]
 - 631300 [МКП0439.00.00] Погружные материалы ЕП.12.Е
 - 700892 [МКС1455-10] Кронштейн [Кол. 4]
 - 628953 [МКС1902] Узел крепления таблички (09Г2С-8) [Кол. 1]
 - 707493 [МКС1914-00] Узел крепления трубы [Кол. 1]
 - 609506 [МКС1977] Футляр [Кол. 1]
 - 627942 [МКС1666-03.05] Опора подвижная тип 2, Дв-1600.
 - 631781 [МКС1675-03.05] Опора неподвижная тип 2, Дв-1600.
 - 622447 [МКС2052.000-01.02] Цапфа 4-1-2-750 09Г2С-8 ГОСТ
 - 738927 [МК7331.00.000] КЗЧ [Кол. 1]
 - 746805 [МКС1502.02] Лестница 2-1600 09Г2С [Кол. 1]
 - 632821 [ШВ100.16.3.ХЛ.Ф01.04.64.8.0-338] Штуцер Ду100
 - 668459 [ЛВВ500.16.В.Х.04.70.10.40-20] Люк Ду500 Ру1,6 L=
 - 675016 [ПВ500.16] Устройство поворотное [Кол. 1]
 - 668462 [ШАЗ 500.16.1.Х.Р2.04.70.10.40-420] Штуцер Ду500
 - 634890 [ШВ50.16.3.ХЛ.Ф01.04.01.12.40-285] Штуцер Ду50

Спецификация

Шифр	Наименование	Тип	Поз	Ти
КУ 16.8.Д.223.60	Кольцо укрепляющее ф343хф223	Про		
КУ 16.8.К.112.60	Кольцо укрепляющее ф232хф112	Про		
КУ 16.8.К.524.80	Кольцо укрепляющее	Про		
МК7331.00.002	Ребро	Про		
МКС 1501-145.09	Лист опорный 6-814-09Г2С-8	Про		
МКС1359	Знак заземления 40-3 ГОСТ 2113	Про		
#0243-08.00.001	Труба перфорированная 108х6 L=	Про		
МКС1801	Скоба С2-М ОК360В-4-4-СтЗлс ГО1	Про		
	Днище эллиптическое 1600х8-09Г	Про		

ОГК | Материал | Материалы | Спецификация | ПЭО | Цены | Файлы | История | Дальее | ествующие | Входит в | Аналоги | Размещение | 0

Добавить Удалить Копировать Вставить Вверх БД Норм Библиотека

Спецтехпроцесс Калькулятор Отчет Файл просмотр Действия

Спецификация	Состояние	Кем изменено	Состояние изменено	Разработал	Создано	Примечание	Номенклатура
Маляр,ЦМК							766941

РабочийЦентр	N#	Вид работ, разряд	ТС	ЗП	To	Ответственный
Маляр	0	ОБЕЗЖИРИВАНИЕ,разряд 4	69,00р.	26,22р.	0,38	fokina
ЦМК	1	АБРАЗИВОСТРУЙНАЯ ОЧИСТКА,разряд 4	69,00р.	235,96р.	3,42	fokina
	2	ОБЕСПЫЛИВАНИЕ,разряд 3	69,00р.	78,66р.	1,14	fokina

Спецтехпроцесс | Примечание | Техпроцесс | Операция | Файлы | История | Состояния

Спецтехпроцесс Спецтехпроцесс [Козф.=1/1]

Площадь Сварка, пайка, резка + -

Примечание1	Примечание2	Площадь	Количество	Козффициент3	Примечание, число,кг	Спецтехпроцесс
	м2	38,0	1,0	1,0	1,0	наружная поверхнс

Ввод новой Ввод по типу Редактор + -

Тип	Код	Шифр(ГОСТ/ТУ), наименование, ед.произв.	Норма расхода, на ед.площади	Чистый вес,кг
M	613039	Ветошь обтирочная [кг]		0,1
M	624137	Растворитель сольвент [л]		0,1

Дальее 0 622708

МК5321.00.000 Газосепаратор ГПР2287.00.000

Статьи калькуляции

- 622477 [МК5321.00.000] Газосепаратор ГПР2287.00.000 [Кол. 1]
 - 630185 [МК1026-(09Г2С-6)] Кронштейн 09Г2С-6 [Кол. 2]
 - 621903 [МК1191.000] Узел крепления трубы 09Г2С-8 [Кол. 1]
 - 622480 [МК3651.12.000] Отбойник [Кол. 1]
 - 622502 [МК3651.13.000] Перегородка [Кол. 1]
 - 622521 [МК4510.02.000] Капеллеуловитель в сборе 1350 [Кол. 1]
 - 622697 [МК5321.01.000] Штуцер Ду200 Ру1,6 [Кол. 1]
 - 622708 [МК5321.02.000] Штуцер Ду150 Ру1,6 L=130 [Кол. 1]
 - 614823 [МКС1357-12.02] Заглушка поворотная 2-150-1.
 - 622719 [МК5321.03.000] Штуцер Ду150 Ру1,6 L=150 [Кол. 1]
 - 622726 [МК 5321.04.000] Штуцер Ду50 Ру40 [Кол. 1]
 - 622754 [МК5321.04.000-01] Штуцер Ду50 Ру4,0 [Кол. 1]
 - 622765 [МК5321.05.000] Штуцер Ду25 Ру4,0 [Кол. 2]
 - 622783 [МК5321.05.000-01] Штуцер Ду25 Ру4,0 L=185 [Кол. 1]
 - 622804 [МК5321.05.000-02] Штуцер Ду25 Ру4,0 L=210 09Г2С [Кол. 1]
 - 622847 [МК5321.05.000-03] Штуцер Ду25 Ру4,0 L=340 [Кол. 1]
 - 622863 [МК5321.05.000-04] Штуцер Ду25 Ру4,0 L=465 [Кол. 1]

Детали и сборки

Код СЕ	Шифр СЕ	Наименование СЕ	Комплектующая
622708	МК5321.02.000	Штуцер Ду150 Ру1,6 L=130	Труба 159х8 ГОСТ
622708	МК5321.02.000	Штуцер Ду150 Ру1,6 L=130	Гайка М20.7Н.09Г
622708	МК5321.02.000	Штуцер Ду150 Ру1,6 L=130	Шпилька 1-M20-6c
622708	МК5321.02.000	Штуцер Ду150 Ру1,6 L=130	Штуцер Ду150 Ру1,6 L=
622708	МК5321.02.000	Штуцер Ду150 Ру1,6 L=130	Паронит ПОН 2,0
622708	МК5321.02.000	Штуцер Ду150 Ру1,6 L=130	Поковка Гр. IV КП
622708	МК5321.02.000	Штуцер Ду150 Ру1,6 L=130	Поковка Гр. IV КП
614823	МКС1357-12.02	Заглушка поворотная Лист Б-ПН-0-18 Г	
614823	МКС1357-12.02	Заглушка поворотная Лист Б-ПН-0-18 Г	

ОГК | Материал | Материалы | Спецификация | ПЭО | Цены | Файлы | История | Комплектующие | Входит в | Аналоги | Размещение | 0

ТипЦен

Сентябрь 2012 без НДС

Редактор Ввод цены на группу Изменить группу ПЭО Материальные затраты(excel)

Калькуляция | Материалы | Детали

Статья	Сумма
Сырье и основные материалы	773,06
Покупные изделия	2792,70
Межцеховая кооперация	0,00
Реализуемые отходы	66,07
Итого затрат на материалы	3499,69
Основная ЗП	485,97
Отчисление на социальное страхование	179,81
Цеховые расходы	1002,47
Итого цеховых расходов	5167,94
Общезаводские расходы	1098,30
ИТОГО ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СЕБЕСТОИМОСТЬ	6266,24
Внепроизводственные расходы	187,99
ПОЛНАЯ СЕБЕСТОИМОСТЬ	6454,23
ОТПУСКНАЯ ЦЕНА С НДС	8067,79

Дальее 0 622708

Рисунок 2 – Реализация ЕИМ в ИАИС Stalker PLM

– классификация объектов. Смысл классификации состоит в том, что схожая информация сгруппирована в классы, имена которых отражают суть объектов, причём реализованная классификация является более гибкой, чем её бумажный аналог. Чем больше количество ДСЕ в проектируемом наукоёмком изделии, тем выше потребность предприятия в функциях классификации (снижение стоимости и сроков разработки ЭСИ).

Заключение. Экономическая выгода от внедрения ЕИМ ИАИС Stalker PLM: сокращение непроизводительных затрат времени в ходе технической подготовки производства, связанных с поиском, копированием, архивированием набора данных ДСЕ, составляет 25–30%; применение параллельного (совмещённого) проектирования значительно сокращает стоимость этих работ (более раннее выявление ошибок) на 50%; применение процедур заимствования ранее спроектированных ДСЕ, включая значительное сокращение стоимости изменений в ДСЕ (в первую очередь за счёт исключения временных потерь); повышение качества проектирования изделия за счёт использования регламентированного доступа к исходным и результирующим наборам данных на стадиях ЖЦИ.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.В37.21.0398 «Создание перспективной промышленной информационной технологии и подготовка кадров для системной автоматизированной разработки и эксплуатации сложных наукоёмких изделий на основе интеграции MetaCAIP/Framework, имитационного моделирования, CAD/CAM/CAE/PLM, SCADA, ERP и СППР».

Список литературы

1. Колчин А.Ф., Овсянников М.В., Стрекалов А.Ф. Управление жизненным циклом продукции. - М. : Анахарсис, 2002. – 304 с.
2. Кульга К.С. Методология создания интегрированной информационной системы для автоматизации технической подготовки и управления авиационным производством // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. - URL: www.science-education.ru/106-7462 (дата обращения: 24.05.2013).
3. Модели и методы создания интегрированной информационной системы для автоматизации технической подготовки и управления авиационным и машиностроительным производством / К.С. Кульга, И.А. Кривошеев. - М. : Машиностроение, 2011. – 377 с.
4. . Интегрированная автоматизированная информационная система Stalker PLM : свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ №2009615694 / К.С. Кульга. - М. : Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2009.

5. Судов Е.В. Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции. Принципы. Технологии. Методы. Модели. - М. : ООО «Издательский дом «МВМ», 2003. – 264 с.

Рецензенты:

Горюнов И.М., д.т.н., профессор кафедры «Авиационные двигатели», УГАТУ, г. Уфа.

Ахмедзянов Д.А., д.т.н., профессор кафедры «Авиационные двигатели», УГАТУ, г. Уфа.