

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ

УДК 004.942(045)

¹В. М. Синеглазов, д-р техн. наук, проф.,²С. Г. Кеворков,³Р. К. Кадем

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

¹Институт электроники и систем управления, НАУ, e-mail: svm@nau.edu.ua²Институт электроники и систем управления, НАУ, e-mail: kyeavorskov@ukr.net³Институт электроники и систем управления, НАУ, e-mail: svm@nau.edu.ua

Проведены исследования формирования метамодели системы автоматизированного проектирования и ее компонентов. Разработана иерархия метамodelей и моделей системы. Проведен анализ обеспечивающих комплексов системы.

Ключевые слова: системы автоматизированного проектирования, математическая модель, метамодель, комплекс.

Введение и постановка задачи. Задача представления *системы автоматизированного проектирования* (САПР) на основных этапах ее жизненного цикла как динамической неравновесной системы [1], способной изменять свою структуру и содержание в соответствии с изменениями требований в использовании данных САПР для других систем является важной и актуальной. Такое представление становится возможным на основе динамической теории информации (ДТИ) [1]. При этом САПР должна обладать следующими свойствами:

- запоминать (хранить) информацию;
- воспринимать (рецептировать) информацию;
- генерировать (создавать) информацию;
- использовать информацию для достижения цели;
- обрабатывать информацию и извлекать из неё ценную.

Поскольку САПР способны генерировать информацию, они должны содержать перемешивающий слой [2], определяющий стохастическую область, в которой на основе изменения уже имеющейся информации происходит формирование совокупности возможных и равноправных вариантов для последующего выбора структуры и параметров системы.

Операции генерации, рецепции и хранения информации следует рассматривать как взаимодействие объекта-источника информации (ОИИ), объекта промежуточного носителя информации (ОПНИ) и объекта-приёмника информации (ОПИ) [6, с.72]. Каждый такой объект следует рассматривать как САПР, состоящую из следующих подсистем:

- прагматических ценностей объекта;
- семантики объекта;
- синтаксиса объекта.

Схема передачи информации от ОИИ через ОПНИ к ОПИ показана на рис. 1.

Операция рецепции информации может быть рассмотрена как операция формирования ОПНИ нового синтаксического значения на основе структурированного синтаксического сообщения ОИИ. При этом новое синтаксическое значение, сформированное ОПНИ, должно соответствовать системам прагматических ценностей и смысловых значений ОПНИ и ОПИ, причем затраты на формирование ОПНИ нового синтаксического значения не должны превышать некую априорно определенную величину. По своей сути ОПНИ представляет собой воплощение перемешивающего слоя, присутствующего в информационной системе как в мультистабильной динамической системе.

Операция хранения информации может быть рассмотрена как операция реструктурирования синтаксической структуры, формируемой ОПНИ в вид, удобный для долговременного хранения и последующего воспроизводства ОПИ. При этом смысловое значение, сформированное в ОИИ и трансформированное в ОПНИ, остается неизменным, а затраты на сохранение ОПИ нового смыслового значения, переданного от ОПНИ, не должны превышать некую априорно определенную величину.

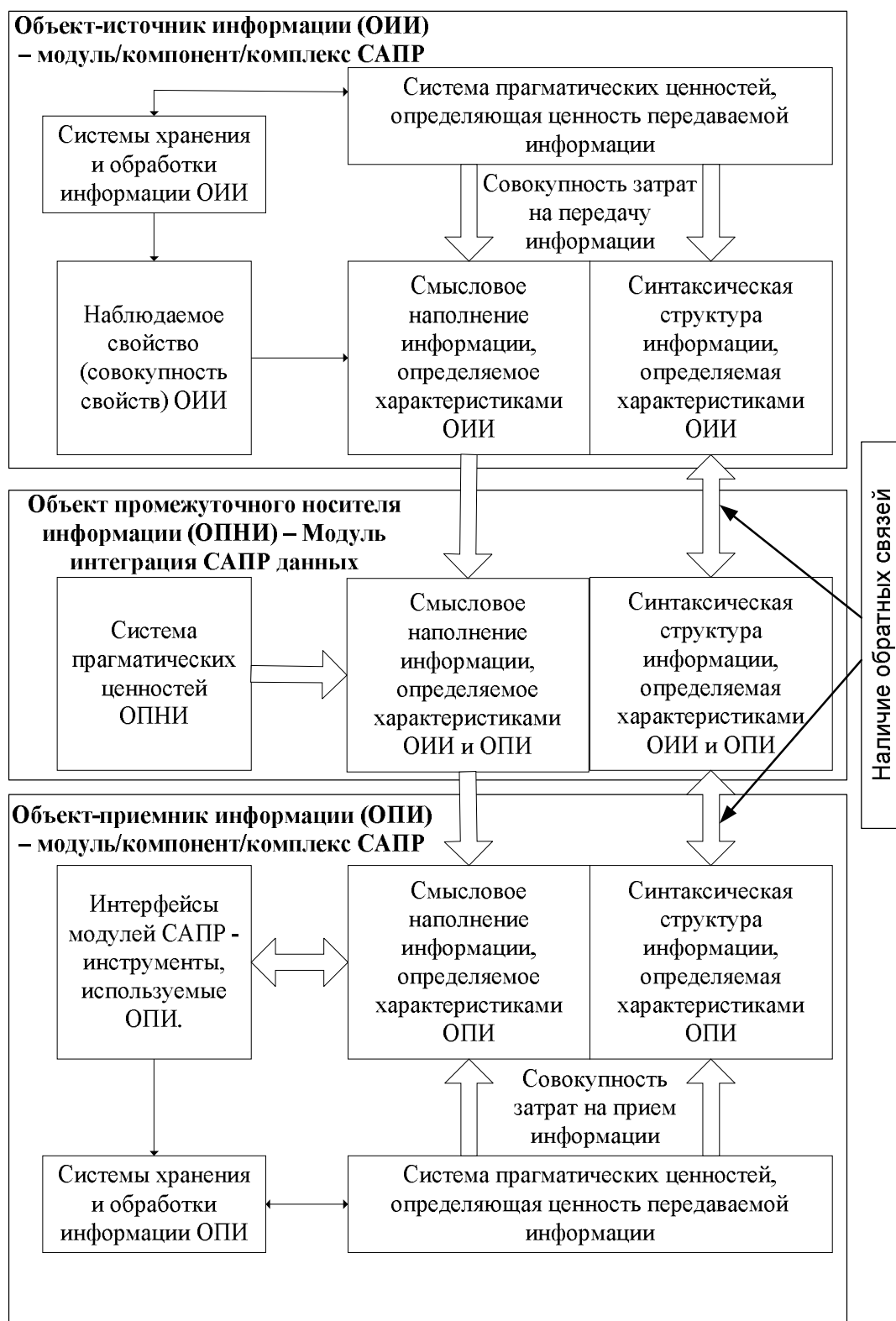


Рис. 1. Схема передачи данных с использованием модуля интеграции данных САПР

Приведенные представления операций генерации, рецепции и хранения информации требуют соблюдения следующих условий:

- а) синтаксические системы ОИИ, ОПНИ и ОПИ должны полностью совпадать;
- б) системы семантики ОИИ, ОПНИ и ОПИ должны хотя бы частично совпадать (результатом логического пересечения данных систем не должна являться система, имеющая пустое множество собственных элементов);
- в) системы прагматических ценностей ОИИ, ОПНИ и ОПИ, ставящие в соответствие каждому элементу систем семантики и синтаксиса соответствующих объектов величину затрат на передачу информации, должны допускать существование подсистем семантики и синтаксиса, затраты на передачу которых будут ниже некоторого верхнего порогового уровня.

Проблема поиска и формирования единых описаний САПР возникает в задаче анализа структур САПР на предмет их оптимальности. Одним из методов решения этой проблемы является создание специализированных описаний и формализованных представлений, которые определяют синтаксис и семантику конкретных реализаций САПР и её компонентов [1; 3], т. е. формирование метамоделей.

Согласно общей теории систем любой объект-система представляет собой единство, построенное по отношению (в частном случае – взаимодействиям) r множества $\{R_{oc}\}$ и ограничивающим эти отношения условиям z множества $\{Z_{oc}\}$ из первичных элементов множества $\{M_{oc}\}$, выделенных из всей совокупности первичных элементов U по основаниям множества $\{A_{oc}\}$. При этом множества $\{Z_{oc}\}$, $\{R_{oc}\}$ и $\{M_{oc}\}$ могут быть пустыми или содержать от одного до бесконечного количества одинаковых или различных элементов. Система объектов одного и того же i -го «рода» (САПР как система) – это в сущности закономерное множество объектов-систем одного и того же «рода» i . Причем выражение «одного и того же рода» или «данного рода» означают, что каждый из объектов-системы САПР обладает общими, «родовыми», признаками (одним и тем же качеством): каждый из них построен из всех или части фиксированных первичных элементов t множества $\{M_i\}$, выделенных из всей совокупности первичных элементов U по основаниям a множества $\{A_i\}$, в соответствии с частью или всеми фиксированными отношениями r множества $\{R_i\}$, а также с частью или всеми фиксированными законами композиции z множества $\{Z_i\}$, реализованными на рассматриваемой системе объектов данного «рода». Как и для объекта-системы, так и для САПР множества $\{Z_i\}$, $\{R_i\}$ и $\{M_i\}$ могут быть пустыми или содержать от одного до бесконечного количества одинаковых или различных элементов.

Таким образом, процесс формирования САПР как мультистабильной динамической системы можно в общем случае рассматривать как синтез системы I , первичными элементами которой должны являться отдельные компоненты САПР, их описания, механизмы интеграции компонентов в САПР. С учетом выдвинутой гипотезы о представлении метамоделей САПР как открытой системы, такую систему I можно формализовано описать следующим образом [4 – 6]:

$$I_{\text{САПР}} = [U \overset{\uparrow\uparrow}{\supset} \{M_i\} \overset{\uparrow\uparrow}{T} \{R_i\}], \quad (1)$$

$\uparrow\uparrow$ $\uparrow\uparrow$
 $\{A_i\}$ $\{Z_i\}$

где $I_{\text{САПР}}$ – метамоделей формирования САПР как системы I ; U – универсум (вся совокупность) всех возможных первичных элементов системы I ; $\supset$ – операция выделения множества $\{M_i\}$ из универсума U по основаниям множества $\{A_i\}$; T – операция единства первичных элементов t множества $\{M_i\}$ и отношений r множества $\{R_i\}$; $\uparrow\uparrow$ – операции назначения либо основания a множества $\{A_i\}$, по которому будет выделяться первичный элемент t множества $\{M_i\}$, либо законов композиции z множества $\{Z_i\}$, по которым будет осуществляться единство конкретных первичных элементов t множества $\{M_i\}$ и отношений r множества $\{R_i\}$.

Метамодель формирования компонентов САПР как объектов-систем, которые образуют $I_{\text{САПР}}$, можно формализовано описать следующим образом [4 – 6]:

$$M_{\text{oc}} = [U \underset{\substack{\uparrow\uparrow \\ \{A_{\text{oc}}\}}}{\supset} \{M_{\text{oc}}\} T \underset{\substack{\uparrow\uparrow \\ \{Z_{\text{oc}}\}}}{\{R_{\text{oc}}\}}], \quad (2)$$

где M_{oc} – метамодель формирования компонента САПР как объекта-системы; U – универсум (вся совокупность) всех возможных первичных элементов, из которых формируется компонент САПР как объект-система; $\supset$ – операция выделения множества $\{M_{\text{oc}}\}$ из универсума U по основаниям множества $\{A_{\text{oc}}\}$; T – операция единства первичных элементов m множества $\{M_{\text{oc}}\}$ и отношений r множества $\{R_{\text{oc}}\}$; $\uparrow\uparrow$ – операции назначения либо основания a множества $\{A_{\text{oc}}\}$, по которому будет выделяться первичный элемент m множества $\{M_{\text{oc}}\}$, либо законов композиции z множества $\{Z_{\text{oc}}\}$, по которым будет осуществляться единство конкретных первичных элементов m множества $\{M_{\text{oc}}\}$ и отношений r множества $\{R_{\text{oc}}\}$.

Иерархию метамodelей и моделей самой САПР, элементов, обеспечивающих ее части и вариантов реализации этих элементов можно представить схемой, показанной на рис. 2.

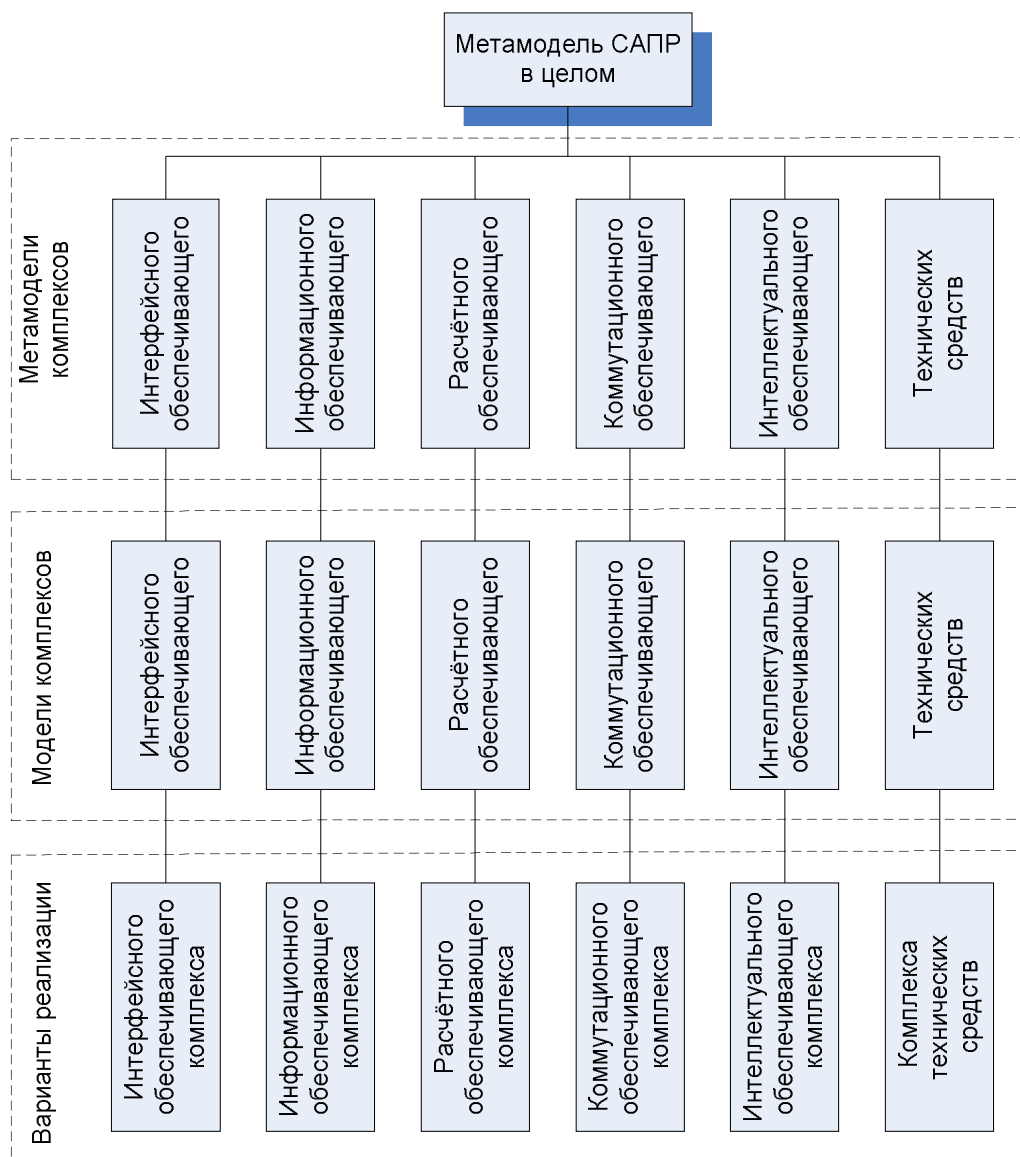


Рис. 2. Схема иерархии метамodelей и моделей в метамодели САПР

Схема вертикальных и горизонтальных взаимосвязей между отдельными метамоделями, моделями и вариантами реализации САПР и ее элементов приведена на рис. 3.

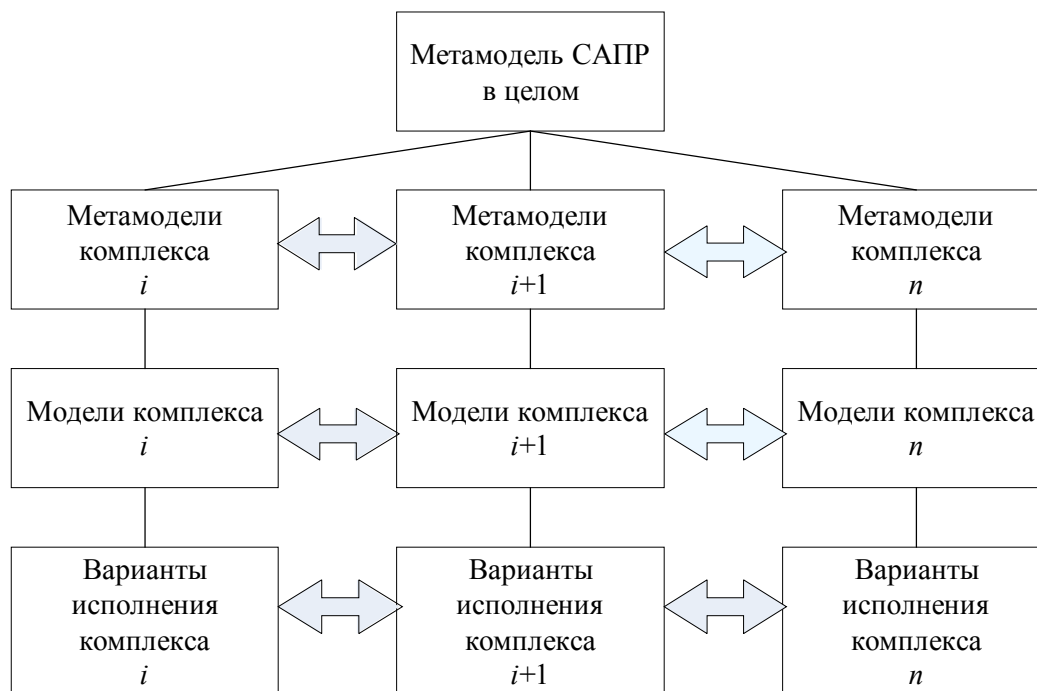


Рис. 3. Схема взаимосвязей метамodelей и моделей в метамodelи САПР: i – порядковый номер реализуемой ветви (метамодель, модель, исполнение); n – максимальный номер в массиве значений i

Система автоматизированного проектирования может быть разделена на функциональную и обеспечивающие части. В качестве совокупности объектов-систем, образующих САПР, рассматривается обеспечивающая часть САПР.

В качестве компонентов обеспечивающей части САПР, которые могут быть описаны как объекты-системы (2), рассматриваются обеспечивающие комплексы (ОК) – совокупность интегрированных проектных решений по видам обеспечений.

Выделяют следующие ОК:

- расчетный;
- коммуникационный;
- интерфейсный;
- информационный;
- интеллектуальный;
- комплекс технических средств.

Интерфейсный комплекс представляет собой совокупность интегрированных программных, информационных, технических и лингвистических решений, обеспечивающих требуемые условия взаимодействия пользователей с САПР. Основу ОК составляют программные продукты, реализующие ввод и отображение необходимой пользователю информации.

Информационный комплекс представляет собой совокупность интегрированных информационных, программных, технических, организационных и лингвистических решений, обеспечивающих требуемые условия приема информации на хранение, длительного хранения информации и выдачи ее пользователям. Основу ОК составляют базы данных (БД) САПР, организации запросов на выдачу данных и процедур ввода данных в базу. При этом главное внимание направлено на разработку:

– структуры БД, соответствующей особенностям информационной модели функциональной структуры САПР и рассмотренным выше типам автоматизации;

– комплекса запросов и процедур, соответствующих особенностям организационной структуры объекта автоматизации, информационной модели функциональной структуры САПР.

Расчетный комплекс представляет собой совокупность интегрированных информационных, математических, алгоритмических и программных решений, обеспечивающих требуемые для нормального функционирования САПР методы обработки и преобразования информации. Основу ОК составляют решения по созданию математических моделей процессов обработки информации и управления и последующей реализации их в виде алгоритмов, программных комплексов и (или) совокупности запросов к БД САПР.

Коммуникационный комплекс представляет собой совокупность интегрированных программных, организационных и технических решений, обеспечивающих требуемые условия передачи информации внутри. Основу данного ОК составляют программно-технические решения, направленные на устранение проблем взаимодействия отдельных ОК САПР. При этом могут решаться задачи администрирования, мониторинга и функционирования компьютерной сети или же создания специализированных коммуникационных пакетов.

Интеллектуальный ОК представляет собой совокупность информационных, математических, алгоритмических, программных и лингвистических решений, обеспечивающих необходимый интеллектуальный уровень взаимодействия САПР с пользователями или же интеллектуальные способы обработки имеющихся данных и знаний с целью получения новых сведений об управляемом процессе. Основу данного ОК составляют решения по разработке информационно-программных продуктов (отдельных модулей САПР, программных пакетов, процедур и функций, а также сложных запросов к БД), реализующих заложенные математические модели и методы интеллектуальной обработки накопленной в БД информации.

Комплекс технических средств представляет собой совокупность интегрированных технических, программных и организационных решений, обеспечивающих требуемые технические условия эксплуатации САПР. Основу ОК составляют решения по структуре и техническому составу серверов, рабочих станций, компьютерной сети, а также других устройств, необходимых для нормального функционирования САПР.

Выводы. В результате проведенных исследований разработаны и предложены метамодель САПР и метамодель ее компонентов, позволяющие формализовано записать модель разрабатываемой или существующей САПР.

Разработана схема иерархии метамodelей и моделей компонентов САПР, которая может быть взята за основу формализованного описания САПР.

В основу предложенной схемы передачи информации положено использование, в качестве промежуточного носителя информации, модуля интеграции данных САПР, что позволяет обеспечить интеграцию проектных данных на уровне потоков информации до этапа представления ее через интерфейсы конечным пользователям или компонентам системы.

Список литературы

1. Сурмин Ю. П. Теория систем и системный анализ / Ю. П. Сурмин – К. МАУП, 2003. – 364 с. – С. 50 – 66.
2. Чернавский Д. С. Синергетика и информация (динамическая теория информации) / Д. С. Чернавский. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 288 с.
3. Фаулер М. UML в кратком изложении. Применение стандартного языка объектного моделирования / М. Фаулер, Скотт К. – М.: Мир, 1999. – 191 с.

4. Евланов М. В. Использование законов общей теории систем для мониторинга разнородных информационных систем / М. В. Евланов, Е. Е. Гринева // Автоматика-2005: материалы 12-ї Міжнар. конф. з автоматичного управління (м. Харків, 30 травня – 3 червня 2005 р.): в 3 т. – Х.: Вид-во НТУ «ХПІ», 2005. – Т.3. – С. 92 – 93.
5. Евланов М. В. Использование положений общей теории систем для моделирования процессов разработки информационных систем организационного управления / М. В. Евланов // 2-й Междунар. радиоэлектронный форум «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» МРФ-2005: сб. науч. тр. Т.ІІІ. Междунар. конф. «Информационные системы и технологии». – Х.: АНПРЭ, ХНУРЭ, – 2005. – С. 67 – 70.
6. Евланов М. В. Методы, модели и технология разработки информационных систем при изменении требований / М. В. Евланов – Х.: ХНУРЭ, – 2008.

В. М. Синеглазов, С. Г. Кеворков, Р. К. Кадем

Розроблення математичної моделі формування системи автоматизованого проектування

Проведено дослідження формування метамоделі системи автоматизованого проектування і її компонентів. Розроблено ієрархію метамоделей і моделей системи. Проаналізовано забезпечувальні комплекси системи.

V. M. Sineglazov, S. G. Kyevorkov, R. K. Kadhim

CAD system mathematical model of ctreation development

Researches of forming of CAD system metamodels and its components design are conducted. The hierarchy of metamodels and models of the system is developed. The analysis of the system providing complexes is conducted.