

ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Ластовченко М.М., Биляк В.И.

Институт программных систем НАН Украины, пр. Глушкова, 40, т. 4586534, e-mail: vitali@zeos.net

Анотация

По результатам анализа существующих инструментально-технологических систем проектирования обоснованы требования к подсистемам ИТС. Предложены архитектура и функциональная структура инструментально-технологической системы с модифицированными подсистемами моделирования количественного анализа эффективности создаваемых алгоритмов.

Введение

На сегодняшний день существенно возросли требования к транспортным платформам (ТП) интеллектуальных сетей (ИС) с широкополосными каналами оптоволоконной и радиорелейной передачи. Это обусловлено увеличением доли мультимедийного трафика в объеме передаваемой информации [1].

Стоимость широкополосных цифровых сетей интегрального обслуживания (Ш-ЦСИО), использующих оптоволоконные технологии ATM, SDH, WDM, более, чем на порядок превышает стоимость существующих цифровых сетей связи (технологии X.25, Frame Relay). Внедрение оптоволоконных сетей с новыми технологиями требует при этом значительного увеличения объемов дорогостоящего сетевого программного обеспечения (СПО). Так стоимость СПО для Ш-ЦСИО составляет 60% стоимости всего оборудования и работ, связанных с их внедрением [2].

Высокая стоимость СПО обусловлена низкой производительностью труда системотехников, которые, даже обладая достаточно высоким уровнем квалификации, не имеют ни высокоразвитых инструментальных средств, ни тем более соответствующих информационно-коммуникационных технологий, включающих полный цикл создания аппаратно-программных средств (АПС): научные исследования, проектирование, разработку, испытания и опытную эксплуатацию. Для этого необходимо, в первую очередь, создать инструментально-технологические системы (ИТС) проектирования аппаратно-программных компонент широкополосных ИС, в основу которых должны быть положены средства формального описания процессов алгоритмизации и моделирования [3,4], в т.ч. средства распределенного имитационного моделирования (РИМ) [5], а также средства макетирования (верификации алгоритмов и тестирования будущих прототипов программ [6,7]). Поэтому разработка ИТС проектирования СПО является актуальной.

Актуальность работы определяется, кроме того, необходимостью создания развитых систем консалтинга (РСК), обеспечивающих на данном этапе построение информационной инфраструктуры страны и обоснованный отбор АПС для интеллектуальных сетей [2]. Как показывает анализ существующего состояния разработок РСК в Европе (а в будущем ИС Украины должны стать составляющими Глобальной Европейской сети нового поколения [8]) созданию развитых систем консалтинга должна предшествовать разработка ИТС.

Таким образом, целью работы является разработка основополагающих принципов создания инструментально-технологической системы проектирования АПС широкополосных сетей. Основной задачей здесь является формирование архитектуры и функциональной структуры ИТС на базе модифицированных инструментальных блоков для конструирования АПС.

1. Анализ главных Европейских проектов по созданию интеллектуальных сетей

Как известно современная инфраструктура информатизации (ИИ) каждой развитой страны базируется на целую гамму корпоративных интеллектуальных сетей (ИС). Чтобы предоставлять для ИИ информационные услуги (ИУ) для создаваемых ИС необходимо определить как тенденции усовершенствования существующих технологий, так и опыт развития сетей Европы и обосновать выбор наиболее пригодных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

Проекты программы "e-Eurore" [8] предназначены в первую очередь для создания такой инфраструктуры научно-производственной индустрии, которая обеспечивала бы создание ИТС разработки конкурентоспособных компонент ИС. Безусловно, что и разработка Национального проекта "e-Украина" как будущей составной глобальной информационной инфраструктуры Европейского сообщества должна базироваться на все эти (их на сегодняшний день 14) проекты [9].

Европейские сети связи нового поколения (New Generation Network, NGN) способны интегрировать гетерогенные сети (телефонные, радио- и телевизионного вещания, цифровые и т.п.), в так называемые “конвергированные сети”, создавая единую инфраструктуру (проект NGN-LAB [10]).

В основу определения будущей архитектуры ИС будут взяты результаты работ по проблеме построения глобальной информационной инфраструктуры (Global Information Infrastructure, ГИИ). Последняя больше всего полно и систематизировано представлена в рекомендациях сектора телекоммуникационной стандартизации Международного телекоммуникационного союза (ITU-T) серии Y (ГИИ и IP-сети) [8].

В таблице 1 приведены те главные проекты, которые раскрывают сущность создания ИС в Европе: предоставление информационных услуг, с одной стороны (раздел 1), и меры по созданию инструментально-технологических систем (ИТС) индустрии производства аппаратных и программных средств для ИС (экспериментальные исследования и испытания конкурентоспособных сетевых компонент) (раздел 2).

Таблица 1

Европейские проекты создания ИС

Наименование проекта, его срок и цель	Ожидаемые результаты
Раздел 1. Развитие Европейской сети с целью предоставления ИУ на базе высокоэффективной транспортной платформы (ТП) ИС [9]	
1.1. Гигабитная европейская сеть телекоммуникационного взаимодействия (GEANT) (2000 - 2006 г. г.) Цель - завершение развития ТП с применением технологии DWDM для предоставления ИУ в рамках технологии Internet2.	Применяя результаты проекта TEN – 155, создать ИС с $V > 10$ Гбит/с, которые обеспечивали бы предоставления ИУ в рамках технологии IPv6 с повышенным качеством (QoS). Существенное увеличение привлекаемых к проекту новых НИИ и ВУЗов восточных стран Европы
1.2. Научно-образовательная сетевая среда как научно-техническая база развития “e-Europe” (SERENATE) (2002 – 2008 г. г.). Обоснование требований к стратегическим направлениям создания конкурентоспособных аппаратно-программных средств (АПС) для перестройки ТП ($V > 100$ Гбит/с) Цель- обеспечить финансирование и управление НИИ и ВУЗами, привлеченными к проектам “e-Europe”.	Базируясь на мировые достижения в ИКТ и состоянии перспективных разработок (технологии ATM, SDH, DWDM и IP6), внедряемые в сеть GEANT, будет проработано 14 НИИ, которые определяют требования к АПС и их исполнителям (срок, расходы, конкурентоспособность). Будут отобраны НИИ и ВУЗы для реализации проекта GEANT.
Раздел 2. Создание инструментально-технологических систем разработки и консалтинга АПС	
2.1 Совершенствование испытательных стендов для экспериментальных исследований и тестирования новых конкурентоспособных АПС для сети GEANT (LONG) (2002 - 2006 г.). Цель – создание новых высокоэффективных ИТС для совершенствования консалтинга АПС.	По результатам экспериментальных исследований АПС будут специфицированы и стандартизированы системы доступа (ADSL, CATM, FSDN) и транспорта (ATM, SDH, DWDM, POS, GBE) в единую ТП ИС, которая обеспечит предоставление требуемых ИУ конечным пользователям (CSCM). В течение выполнения проекта обосновывается отбор ИТС разработки АПС и их создателей.
2.2 Перестройка следующего поколения сетей (NGN - LAB) (2002 - 2006 г. г.). Цель - создание новой испытательной платформы для экспериментальных исследований и тестирования перспективных АПС (IP6 с QoS) как главных компонент сети GEANT.	Будет специфицирован и стандартизирован АПС к ТП (IPv6 с QoS). В пределах проекта NGN-LAB будет осуществлена селекция и интеграция проектов ИКС (IST) в единую инфраструктуру разработки АПС (IP через DSL, IP через ATM, IP через DWDM) с применением их в сети GEANT. В течение проекта обосновывается отбор АПС и их создателей.
2.3 Интеграция проектов по созданию индустрии разработки АПС (IPv6 Project age Cluster - 6 LINK) (2002 -2006г.г.). Цель - селективный отбор и интеграция проектов ИКТ (IST) в единое направление создания нового Internet 2 (IP6 с QoS), благодаря: - расширению круга спонсоров работ Европейской комиссией; - расширению круга исполнителей входящих в Европейскую индустрию промышленности.	Применяется первый и единый форум IP6, который селекционирует выбор проектов ИКТ (IST) АПС к Internet 2. Обосновывается научно-промышленная и финансовая структура с конкретными задачами, сроками и исполнителями. Проект 6LINK в рамках программы “e-Europe” должен обеспечить академическую и коммерческую деятельность промышленности и сертификацию и стандартизацию АПС.

Необходимо отметить, что сейчас отсутствует единый подход в решении задачи создания глобальной сети как среди создателей ИТС, так и среди разработчиков АПС для систем связи. Многие разработчики считают

наиболее важным создание всеохватывающей концепции построения глобальной сети не дожидаясь создания необходимых ИТС.

Анализ приведенных проектов позволяет сделать следующие выводы:

1. Исходя из всестороннего обоснования требований, предъявляемых к сетям нового поколения, которые должны обеспечивать предоставление широкополосных ИУ (в т.ч. и универсальных, как это внедряется в США), в Европе уже сформирован рациональный ряд проектов (система проектов) с государственным и, главным образом, межгосударственным (союзным) регулированием процессов их выполнения. На жаль, Украина в отличие от России и Белоруссии не участвует ни в одном из указанных проектов.

2. Главная роль в проектах отведена системам консалтинга как АПС, так и СПО с определением лучших конкурентоспособных образцов и их разработчиков.

2. Концептуальные положения создания инструментально-технологической системы

Рассматривая процесс построения глобальной телекоммуникационной сети Европы в свете выше изложенных проектов, можно проанализировать ряд наиболее перспективных вариантов (прототипов) создаваемых ИТС. Анализ их недостатков должен определить концепцию создания ИТС. Состояние проблемы создания инструментально-технологических систем можно проанализировать, используя работы [11-12].

В таблице 2 представлены ведущие компании Европы - разработчики ИТС.

Таблица 2

Сравнительная характеристика ИТС

ИТС	Telelogic Tau	Cinderella	JADE	CATT	EPSYLON
Страна, релиз	Швеция, 2003	Дания, 2003	Испания, 2002	Австрия, 1998	Германия, 1997
Языки реализации					
SDL	+	+	+	+	+
MSC	+	+	+	-	-
UML	+	-	-	-	-
TTCN	+	+	-	-	-
ASN.1	+	+	-	-	-
VHDL	-	-	+	-	-
GPSS	-	-	-	-	-
Макет C/C++	-	-	-	-	-
Платформы	Все платформы	Windows	Windows, Unix	Windows	Windows

Как следует из таблицы 2, компания Telelogic является лидером в области разработки и тестирования СПО. Одна из главных причин ее успеха – тот факт, что она базируется на UML, SDL, TTCN, а также на других формальных языках и системах обозначений. ИТС Telelogic Tau включает подсистемы: анализа и сбора данных (ORCA); моделирования, верификации и проверки правильности (SDT); испытаний (ITEX) [12].

Моделирующие программы TTCN и SDL могут быть связаны, формируя объединенную модель как для проверки работоспособности самой системы, так и испытаний СПО в режиме прототипирования.

Что касается других ИТС, то разработки Австрии и Германии уже завершены, а ИТС Испании уже не обновлялась более года, что при нынешних рыночных условиях является признаком серьезного отставания в этой области разработок [11].

Как следует из таблицы недостатком всех этих ИТС является отсутствие подсистем итеративного моделирования, взаимодействующего с подсистемой прототипирования. Моделирование физического уровня на VHDL частично решено только в ИТС JADE, но в целом эта система уступает другим по многим показателям. В США и Японии создаются инструментально-технологические системы (ИТС) для автоматизированной разработки СПО с использованием специальных языков (SDL, LOTOS, ESTELLE) [2]. Однако, эти ИТС не имеют систем проектирования алгоритмов с механизмами, реализующими профили высокоскоростных протоколов ATM (SDH). Более того, даже автономное моделирование процессов функционирования не обеспечивается количественным анализом.

Таким образом, можно считать, что в настоящее время еще не созданы такие ИТС, которые бы удовлетворяли требованиям эффективной разработки СПО.

В предлагаемой работе рассматривается методология построения одной из главных составляющих технологии проектирования алгоритмов – взаимосвязанных подсистем моделирования и макетирования алгоритмов реального времени (АРВ), лежащих в основе СПО.

В настоящее время можно предложить два подхода к решению данной проблемы: создание интерфейсов между различными компонентами ИТС и создание ИТС с адаптацией компонент под ее главное ядро.

Наиболее приемлемым является второй подход. В качестве близкого аналога была выбрана ИТС Telelogic Tau [12]. На рис.1 представлена схема взаимодействия компонент, осуществляющих моделирование и макетирование на различных языках. Новые компоненты выделены пунктиром (ядро ИТС – компонента SDL).

Базируясь на ядро (SDL-2000 [13]), ИТС с помощью инструментальных программ, должна решать следующие задачи итеративного моделирования и макетирования (прототипирования):

1. Создание формализованного описания взаимосвязей компонент информационного канала (ИК) на канальном уровне;
2. Разработка укрупненного и детализованного описания алгоритмов функционирования ИК на физическом уровне в рамках разрабатываемых протоколов;
3. Описание внешней среды как функциональной части проектируемого тракта информационного канала ИК;
4. Моделирование и прототипирование ИК в рамках двухконтурного (в т.ч. схмотехнического и спектрального) воспроизведения процессов передачи.

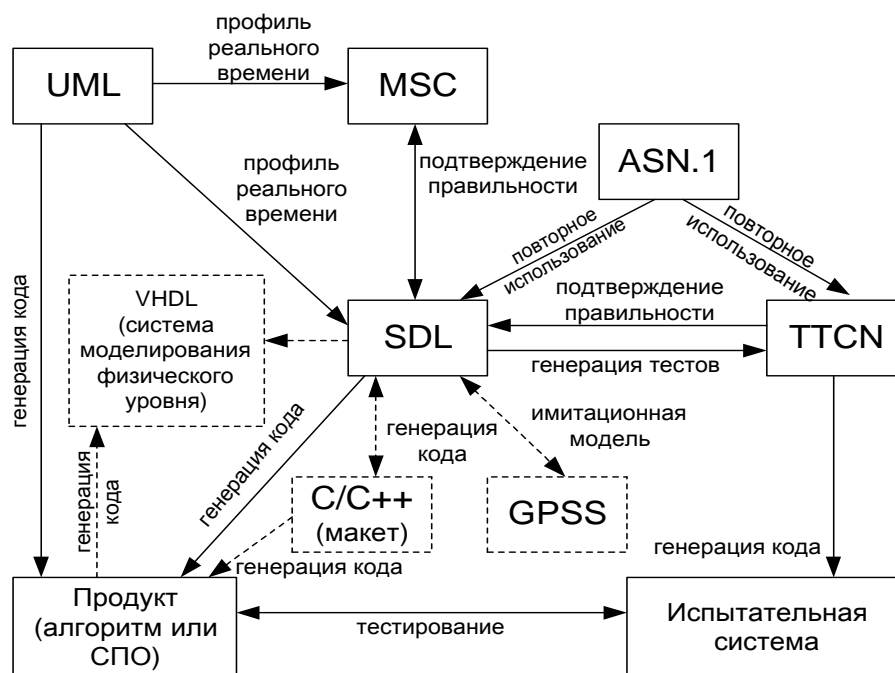


Рис.1. Схема взаимодействия компонент моделирования и макетирования

3. Архитектура и функциональная структура инструментально-технологической системы

Формируя архитектуру ИТС проектирования, разработки и верификации алгоритмов АПС для УКП (компонент ТП ИС), а также самих УКП для ТП в целом, необходимо исходить из концептуальных положений эталонной модели (ЭМ) взаимодействия открытых систем (ВОС). Поэтому в рамках ЭМ ВОС в архитектуре ИТС выделено четыре уровня (уровни ТП ИС, рис.2).

Инструментальные средства проектирования применительно к каждому уровню должны иметь специализированные наборы математического и программного обеспечения (языки описаний, спецификаций, а также моделирования процессов и верификации алгоритмов) интегрируемые в определенные подсистемы ИТС. В последующем эти подсистемы должны быть, в свою очередь, интегрированы в единую ИТС. В настоящее время можно выделить два класса подсистем, ориентированных главным образом не на проектирование алгоритмов, а на консалтинг или компонент (УКП) для ТП ИС, или АПС для УКП. Первые обеспечивают выбор УКП для заданных топологий и критериев эффективности ТП, вторые – выбор АПС для УКП, удовлетворяющих требованиям, исходя из тех же заданных критериев эффективности.

Объекты разрабатываемых программ (блоки, ИК, сигналы, процессы и процедуры) и их взаимосвязи в алгоритмах функционирования отображаются в виде соответствующих SDL-диаграмм с графиками анализа результатов моделирования (SDL-GPSS) [4,5]. При этом процессы представляются в виде параллельно функционирующих конечных автоматов, взаимодействующих друг с другом в рамках сигнальных моделей канального уровня.

В основу функциональной структуры положен инструментарий - SDL-транслятор, который состоит из лексического и синтаксического анализатора и обеспечивает трансляцию исходного текста SDL-спецификаций в операторы внутреннего кода компилятора C/C++. Он построен с помощью стандартных средств - генератора лексических анализаторов и генератора синтаксических анализаторов (рис.3).

Инструментальные средства ИТС базируются на использовании SDL-2000 в графической и линейной формах (SDL-G и SDL-P), а также языке дискретного, дискретно-аналогового и спектрального моделирования VHDL, VHDL-AMS, VHDL-FD [14].



Рис.2. Архитектура инструментально-технологической системы

TTCN - стандартная система представлений для спецификации контрольных тестов, является гибким языком для определения типов системных тестов.

Общелевая система моделирования (GPSS - General Purpose Simulation System) является языком моделирования, используемым для построения моделей дискретно-событийных систем.

Технология моделирования VHDL предназначена для описания компонент от простейшего вентиля до целого блока, состоящего из аппаратных или аппаратно-программных частей. Она позволяет строить модели на различных уровнях абстракции, выполняя имитационное моделирование в рамках сгенерированных временных диаграмм.

Использование VHDL позволяет не привязывать проект алгоритма заранее к конкретному подуровню физического уровня и способу реализации. В соответствии с уровнями абстракции, язык допускает построение моделей трех типов: ситуационных (поточковых), сигнальных и спектральных.

Принятие цифро-аналогового VHDL (VHDL-AMS) и цифро-частотного (VHDL-FD) в качестве стандартов существенно расширяет сферу их применения в области создания компонент аналогово-дискретных и радиочастотных трактов передачи.

Помимо указанных языков в библиотеку введен стандарт ASN.1 - это система обозначений для спецификации типов данных и значений. Концепцией для ASN.1 является описание информации независимо от формата передачи. Это язык, специально разработанный для описания структурированной информации, которая передается через некоторый интерфейс или среду связи.

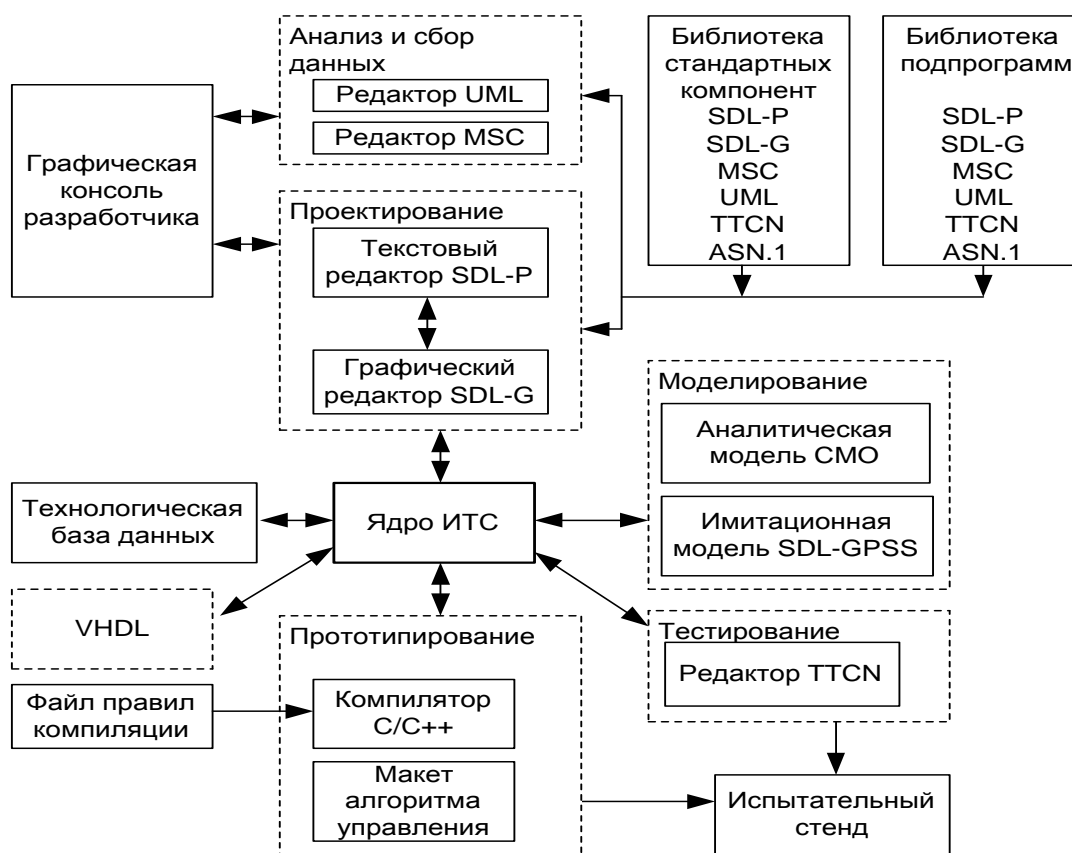


Рис.3. Функциональная структура инструментально-технологической системы проектирования СПО

Заключение

В настоящее время – время интенсивного построения глобальной сети нового поколения (NGN) – первичным является проблема интеллектуализации индустрии производства конкурентоспособных компонент (АПС) для УКП и, в свою очередь, системы коммутации (СК) для ТП ИС в целом. Главной целью этой проблемы является создание таких ИТС их разработки, которые обеспечивали бы комплексное (системное) задач проектирования с учетом постоянного научно-технического развития среды производства.

Даже наиболее развитые инструментальные средства не решают сегодня этих задач. Так, например, самая перспективная ИТС NetMaker XA (компания Make Systems, США, стоимость 67000\$), решая задачи консалтинга компонент (УКП) для ТП ИС, оценивает производительность и надежность функционирования будущей ТП ИС без учета реализации функций управления сетью, т.е. без учета СПО АСУ ТП [15].

Задачи создания высокоэффективных компонент (АПС для УКП) решаются более успешно. Созданы эффективные системы консалтинга [2], которые ставят перед разработчиками задачи создания конкурентоспособных СК для УКП. Однако, количественный анализ на этапах проектирования здесь

практически не применяется (только на заключительных этапах осуществляется тестирование прототипов программ разрабатываемых алгоритмов).

Исходя из выше изложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Необходимо обосновать требования хотя бы к подсистемам будущей ИТС (например, подсистеме создания СК в рамках ЭМ ВОС) по обеспечению интеграции инструментальных средств (стимулировать тенденции интеграции средств моделирования UML,SDL,MSD и даже VHDL, как это начали делать компании Telelogic, Cinderella, JADE (табл.2).

2. Для существенного (более чем на порядок) сокращения объемов тестирования (верификации алгоритмов по прототипам СПО) необходимо ввести для всех этапов разработки количественный анализ эффективности создаваемых алгоритмов как для АПС, так и для СПО ТП ИС в целом. Особо ценна интеграция математических моделей потоковых (системы и сети массового обслуживания), сигнальных (сети вероятностных автоматов и обобщенные стохастические сети Петри), спектральных (передача шумоподобных сигналов) в единое математическое обеспечение процессов итеративного моделирования взаимозависимых процессов функционирования как СК, так и ТП в целом.

Несмотря на то, что работа посвящена научно-техническим проблемам в заключение необходимо отметить следующее. Ни в одном из 14 проектов [9] создания современных информационно-коммутиционных систем интеллектуальных сетей Украина не участвует. Вывод один – государство не ставит перед собой задачу вхождения в глобальную сеть нового поколения. Более того, совершенно не нужна инфраструктура информатизации, которая поддерживает всесторонний мониторинг состояния экономики и, в первую очередь, финансово-бюджетной системы. Среди стран Европы только Украина не имеет не только достаточно развитого, но и вообще никакого Министерства информатики и связи. В развитых странах эти министерства имеют бюджет как правило больший, чем Министерства обороны вместе с силовыми ведомствами.

Список литературы

1. Ластовченко М.М., Биляк В.И., Белоусов Д.И., Павлюк В.С. Создание широкополосной первичной сети – одна из главных проблем информационной политики Украины // К. - Материалы II Международного конгресса, посвящённого проблемам информационной политики Украины, - 2001. - С.114-122.
2. Ластовченко М.М., Харченко А.Г., Павлюк В.С., Биляк В.И., Райчев И.Э. Система автоматизированного консалтинга аппаратно-программных средств интеллектуальных сетей //К. Материалы МНПК Розвиток сучасних послуг зв'язку через інтелектуальні платформи, - 2001., С.179-182.
3. Г. Л. Ионин "Описание модернизированных систем с использованием SDL", Рига "АВТ", 1982 №1 с.30-34
4. М.М. Lastowchenko, N. I. Galagan, A. E. Gubenco, E.A.Chemousov "Knowledge-based CAD SW/HW for communication systems", IC "Software engineering of- 90s", Kiev 1991 pp.27-32
5. М.М.Ластовченко, А.Е.Губенко, В.А.Черноусов "Интегральная система проектирования программного обеспечения коммутационных средств связи", Киев, "Знание", 1990 с.32
6. Н.В.Джелябов, В.Н.Колпаков, А.А.Сизов "Построение системы макетирования на основе музыки SDL", М. "Техника средств связи" 1989 №5 с. 24-24
7. М.М.Ластовченко, А.Е.Губенко, С.М.Кириенко "Инструментальные средства проектирования алгоритмического обеспечения цифровых систем коммуникации" Москва, МНТК "Автоматизированные системы проектирования и разработки алгоритмо-программных средств информационно-вычислительных систем.", 1990с. 56-60.
8. The European perspective // Belgium. – Research networking in Europe. – 2002. – P.9-14.
9. Project Pages // Belgium. EC – Research networking in Europe. – 2002. – P.35-47.
10. Next Generation Networks Laborations (NGN-LAB) // Belgium. EC – Research networking in Europe. – 2002. – P.51-53.
11. Биляк В.И. Архитектура ИТС проектирования аппаратно-программных компонент широкополосных сетей // Киев. НАУ. Матеріали молодіжної наукової конференції. – 2003. - С.30-37.
12. Description Telelogic Tau. www.telelogic.com
13. SDL-2000. www.sdl-forum.org
14. Coodman D.I. Rincon Harmonic Balance Simulator // Microware and RF. - 2001. – P.18-31.
15. Стернс Т. Учимся моделировать// М.: Сети. - №5. – 1998. – С.130-135.
16. Гриценко В.И., Ластовченко М.М., Оленин М.В., Биляк В.И., Духновская К.К. Концепция внедрения интеллектуальных сетей в инфраструктуру экономики Украины// К.:Укртелеком. Материалы НПК Розвиток сучасних послуг зв'язку через інтелектуальні платформи. – 2002. – С.11-17.