

## НОВЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ УКРАИНЫ

Институт компьютерных технологий  
Национального авиационного университета

*Предложена система новых компьютерных технологий проектирования и разработки высокоэффективных телекоммуникаций для гражданской авиации Украины*

### Введение

Исходя из перспектив развития гражданской авиации (ГА), можно обосновать актуальность введения новых компьютерных технологий для создания и развития телекоммуникационных сетей ГА Украины.

Причинами, побуждающими осуществить введение существенно модифицированных телекоммуникационных сетей, являются:

1) переход на новую систему организации и управления воздушным движением (ОВД и УВД), требующий существенной модификации технических средств ГА и, в первую очередь, телекоммуникационных сетей аэродромных узлов (АУ) [1 – 3]. Режим «свободного полета», вводимый международной организацией гражданской авиации (ИКАО), требует существенного повышения пропускной способности АУ с более жесткими требованиями, предъявляемыми к безопасности полетов [4]. Ключевой проблемой в решении задач повышения пропускной способности АУ и безопасности полетов является модификация существующих телекоммуникаций для мультимедийного сервиса (ММС), обеспечивающего взаимодействие экипажей воздушных судов (ВС) с диспетчерами СП [5, 6];

2) катастрофы ВС. За последние годы более 86% из них происходят при посадке. Анализ причин этих катастроф позволяет сделать следующие выводы:

– отсутствуют необходимые средства ММС, обеспечивающего взаимодействие экипажа воздушного судна с диспетчером;

– необходимость постоянного повышения профессионального уровня подготовки пилотов и диспетчеров для обеспечения безопасности посадки в сложных метеоусловиях.

Раскрытие сущности введения новых компьютерных технологий проектирования и разработки модифицированных телекоммуникационных сетей, которые обеспечивали бы ОВД и УВД с учетом новых режимов «свободного полета» [1, 2], весьма актуально.

С учетом современных требований ИКАО, которым должны удовлетворять новые телекоммуникационные сети, в статье предлагается типовой вариант ММС для АУ с учетом специфики функционирования инструментально-технологических комплексов (ИТК), реализующих новые компьютерные технологии для его создания.

### **Анализ требований, предъявляемых к новым телекоммуникационным сетям международной организацией гражданской авиации (ИКАО)**

Исходя из концепции глобального плана перехода на новую систему ОВД, необходимо произвести анализ требований, предъявляемых к перспективным телекоммуникациям [1, 2].

В результате деятельности Специального Комитета по созданию будущих телекоммуникаций для аэронавигационных систем (FANS) ИКАО достигнут значительный прогресс в дальнейшей разработке необходимых стандартов (CNSIATM), касающихся планирования, внедрения и эксплуатации систем связи,

навигации и мониторинга [1]. На сегодняшний день уже созданы стандарты и рекомендуемые правила (*SARPS*). Большая часть правил касается как аэронавигационного обслуживания (*PANS*), так и информационно-коммуникационных средств (телекоммуникационные сети связи), которые должны обеспечивать составляющие новой системы *CNSIATM*. В ряде стран значительная часть этих правил уже реализована [1, 2].

На первых этапах развития информационно-коммуникационных средств (ИКС) уже появились новые системы телекоммуникаций, позволяющие повысить безопасность и эффективность международных полетов.

Эффективная ОВД имеет важное значение для обеспечения безопасности и эффективности полетов, создание телекоммуникационных средств должно осуществляться с учетом выполнения всех требований по созданию глобальной системы ОВД.

Глобальный план предписывает эксплуатационную концепцию ОВД, разрабатываемую ИКАО, и отражает последние требования по разработке новой системы ОВД [1, 2].

В настоящее время решен ряд новых положений и характеристик режима «свободного полета»:

- обеспечение эшелонирования и обеспечение мониторинга (*RTSP*);
- характеристики новой связи (*RCP*) и характеристики мониторинга (*RSP*).

После проведения анализа состояния проблемы перехода на новый режим полета Комитетом *FANS* сделан вывод о том, что недостатки существующих средств навигации связи в основном сводятся к следующим:

- ограничения существующих систем прямой видимости, связанные с распространением радиосигналов;
- трудности, связанные с внедрением и надлежащей эксплуатацией существующих систем *CNS*;

– ограничения или даже отсутствие систем передачи мультимедийного трафика и обмена цифровыми данными «земля-воздух-земля», обеспечивающих применение автоматизированных систем различного назначения на борту и на земле.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать обобщенный анализ новых телекоммуникаций как для связи, так и для навигации и мониторинга, поддерживающего ОВД (*CNSIATM*). Ниже представлен анализ трех основных составляющих будущих систем *CNSIATM*.

### **Принципиально новые системы связи как базовые телекоммуникационные сети**

В системах *CNSIATM* передача речевых сообщений будет только на начальном этапе и по-прежнему будет выполняться по существующим каналам связи в полосе очень высоких частот (ОВЧ), однако, эти же ОВЧ-каналы будут использоваться для передачи цифровых данных (технологии широкополосных беспроводных сетей связи (ШБСС) *Wi-Fi*, *WiMAX*. [5, 6].

Будут также внедрены новые спутниковые системы передачи данных с интеграцией их в ШБСС (*WiMAX*), позволяющие обеспечивать глобальную зону передачи мультимедийного трафика (ММТ) и данных мониторинга в едином радиоспектре [5].

**Новые системы навигации.** Совершенствование навигации заключается во внедрении оборудования зональной навигации (*RNAV*), а также глобальной навигационной спутниковой системы (*GNSS*). Навигационные возможности этих систем имеют глобальный характер и обеспечивают навигацию на маршрутах с учетом выполнения неточных заходов на посадку. Для этого *GNSS* будет предоставлять высокоточное и всепогодное навигационное обслуживание. Успешное внедрение *GNSS* в полном объеме позволит ВС выполнять полеты при разных организациях структуры воздушного пространства. При этом необходимо осуще-

ствить эффективную интеграцию спутниковой и широкополосной беспроводной (*WiMAX*) связи.

**Новые системы мониторинга.** По-прежнему будут использоваться системы взаимосвязанных обзорных радиолокаторов с постепенным внедрением режима *S* в районах аэродромов и континентальном воздушном пространстве с высокой плотностью движения [2]. Однако главная особенность связана с внедрением автоматического зависимого наблюдения (*ADS*), для которого необходимо использовать новые методы непрерывного обслуживания в рамках технологии *WiMAX*. При этом *ADS* позволит ВС автоматически передавать как данные о своем местоположении так и другие данные (курс, скорость и т.д.), необходимые для управления полетом (*FMS*) [3 – 6].

Мониторинг (*ADS*) как в режиме радиовещания (*ADS-B*), так и в режиме обслуживания антеннами *WiMAX* представляет собой новую концепцию рассылки информации местоположения ВС, при этом ВС периодически передает в радиовещательном режиме данные о своем местоположении другим ВС и наземным системам.

Таким образом, можно повысить эффективность работы гражданской авиации Украины, решив задачи повышения пропускной способности АУ с учетом глобального плана перехода на новую организацию полетов, за счет использования развитых многополосных взлетно-посадочных систем, которые обеспечивают минимизацию временных интервалов между посадками и взлетами ВС.

Для решения задач этой проблемы должны быть созданы принципиально новые телекоммуникационные сети на базе существующих спутниковой и оптической связи, интегрируемых в широкополосные беспроводные сети связи (ШБСС) [5, 6].

При этом, введение новых систем *CNS/ATM* должно обеспечивать более широкую автоматизацию почти всех функций УВД, которые ранее выполня-

лись вручную. В этой связи внедрение ШБСС (*WiMAX*) [5, 6] изменит характер взаимодействия диспетчеров и пилотов.

Для решения этих задач ИКАО разрабатывает Программу создания ММС для ОВД и УВД, которые должны существенно усовершенствовать все процессы ОВД и УВД. Эта Программа должна обеспечивать широкое использование новых компьютерных технологий создания телекоммуникаций для обеспечения эффективной передачи ММТ в ММС.

### **Компьютерные технологии мультимедийного сервиса аэродромного узла**

Принципиальное отличие компьютерных технологий создания ММС (в рамках стандартов *MPEG-4* и *MPEG-6*) состоит в том, что экранное отображение визуальных объектов связано с речевой информацией в реальном времени [7]. Кроме того, аудиовизуальные сценарии *MPEG-4* состоят из нескольких медиаобъектов (МО), которые организованы иерархическим способом.

К нижней ступени иерархии можно отнести следующие первичные МО:

- стиливые изображения, устанавливающие картографический фон;
- видеообъекты (видео и речь без фона);
- звуковые объекты (речь, связанная с объектом).

Множество МО, совместимых как с естественными, так и с синтетическими типами, которые могут быть двухмерными (*2D*) или трехмерными (*3D*) стандартизирует *MPEG-4*. В функциональной структуре ММС (рис. 1) центра управления (ЦУ) АУ закодировано представление МО типа «видео и речь» или «синтетический разговор», которые связаны с графикой [7].

Показаны связи «воздушное движение – воздушное судно», в соответствии с которыми аудиовизуальный сценарий представлен как система индивидуальных МО, так и как система, интегрирующая первичные МО [7]. Первичные МО отвечают на запросы в описательном дереве, в

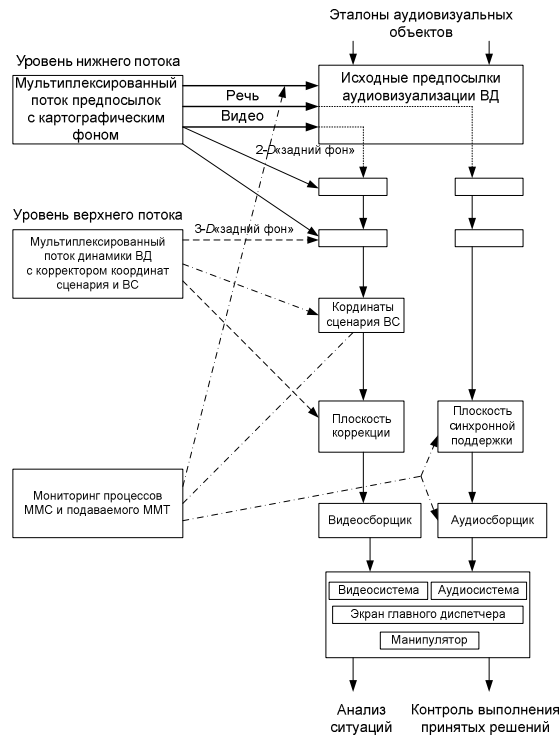


Рис. 1. Функциональная структура ММС центра управления

то время как составные МО охватывают полные поддеревья.

Такая функциональная структура ММС позволяет диспетчерам и пилотам в рамках центра управления реализовывать сложные сценарии, обеспечивая их отображения на одном из выбранных картографических интерфейсов.

В качестве базовых составляющих функциональной структуры ММС определены [8, 9]:

- транспортная платформа (ТП);
- интерфейс между взаимодействующими услугами ММС (ИМБУ, *DMIF*) и ТП;
- система формирования услуг (СФУ) ММС.

Транспортная платформа в рамках стандарта *MPEG-4* определяет транспортные пласты, как это принято в эталонной модели (ЭМ) взаимодействия открытых систем (ВОС). В большинстве случаев адаптация к определенному, уже существующему транспортному пласту, корректирует как передачу ММТ в транспортных потоках, так и передачу в рамках *IP*-технологии [8].

Интерфейс *DMIF*, как структура интеграции передаваемого ММТ, обеспечивает согласование между приложением и транспортом, что освобождает пользователя от необходимости контролировать этот транспорт. Отдельное приложение может работать в разных транспортных пластах при поддержке *DMIF*, который обеспечивает следующие функциональные возможности:

- реализацию прозрачного (в рамках *MPEG-4 DMIF*) прикладного интерфейса с управлением установкой каналов *FlexMux*;
- использование разнородных сетей как сетей с разными технологиями, а именно сетевого уровня *IP*, асинхронного метода передачи (*ATM/DWDM*), беспроводной связи (*WATM/WiMAX*);
- поддержание команд пользователя с сообщениями подтверждений при управлении синхронизацией *MPEG-4*.

Система формирования услуг ММС определяет комплект инструментов в виде усовершенствованных алгоритмов сжатия для звуковой и визуальной информации. Потоки данных (элементарные

поток), которые определяются процессом кодирования, могут быть переданы или сохранены отдельно. Они должны быть составлены так, чтобы создавать фактическое мультимедийное представление на стороне приемников ММС. Для этого в рамках *MPEG-4* реализуется обращение к описанию отношений между аудиовизуальными компонентами, которые формируют сценарий, при этом отношения описываются на двух главных уровнях:

- на нижнем – дескрипторы объекта (ДО) доопределяют отношения между элементарными потоками, которые поступают для каждого объекта (аудио- и видеопотоки каждого участника видеоконференции);

- на верхнем – двойной формат для сценариев описывает пространственно-временные параметры объектов в сценариях (пользователи могут управлять объектами, перестраивая их в рамках сценариев или изменяя их собственные параметры в трехмерном виртуальном окружении).

Таким образом, главные составляющие ММС, создаваемого на базе компьютерных технологий *MPEG-4* должны обеспечивать:

- размещение МО в заданной системе координат;
- изменение геометрии возникающих МО;
- группирование примитивных МО для формирования заданных МО.

Стандарт *MPEG-4* в режиме визуализации (режим сложнее формирования звуковых объектов) определяет кодирование гибрида естественных (пиксел-базируемых) изображений и видеоизображений вместе с синтетическими (сделанными компьютером) сценариями, благодаря чему возможно, например, присутствие пользователей ММС в режиме реального времени. Для этого включаются инструменты и алгоритмы, которые поддерживают как кодирование пиксел-базируемых стилизованных изображений и видеопоследовательностей, так и инстру-

менты для поддержки сжатия синтетических двух- и трехмерных графических параметров [7, 9].

Самое главное требование – ММС должен корректировать потоки данных к МО для изменения их признаков: звука, который «оживляет» динамику структуры сценария (ДСС) или модели визуализации виртуальной реальности (МВВР) в сроки, необходимые для раскрытия ДСС [8, 9]. Важность проблемы соблюдения заданных сроков с учетом функциональных возможностей узлов системы объекта при условии его расширения, требует синхронизации потоков, поскольку МО нужны частые потоки данных, которые передаются в одном или нескольких элементарных потоках в виде *ММТ* [7]. Дескриптор объекта идентифицирует все потоки, связанные с одним МО. Каждый поток характеризуется набором дескрипторов для информации о конфигурации с идентификацией единиц доступа и времени. Независимо от типа медиа этот ДО позволяет идентифицировать тип единицы доступа (например, видео- или звуковых сигналов, команды описания сценария) в элементарных потоках, а также восстановить МО, что обеспечивает синхронизацию потоков [7]. В свою очередь, для обеспечения синхронизации необходима передача помеченных компонент *ММТ* [10, 11].

При этом, ДО конфигурируется большим количеством путей, которые можно реализовать в выделенном радиоспектре ШБСС, что дает возможность использовать его в рамках телекоммуникаций, формируемых в широком радиоспектре (*WiMAX*), обеспечивая выполнение заданных требований по синхронизации *ММТ* [7, 10].

Таким образом, целью введения новых технологий ММС является создание эффективных телекоммуникационных сетей (ТСе) в рамках требований ИКАО с одной стороны, и требований ММС по передаче *ММТ* с другой, с использованием принципиально новых компьютерных технологий [12 – 14], которые базируются

на программные среды (ПС) графического моделирования [11, 12]. Это основы новых информационно-коммуникационных технологий интеллектуального проектирования. Для достижения этой цели рассматривается двухуровневая архитектура инструментария и анализируются специализированные программные среды системотехники телекоммуникационных систем (первый уровень) и телекоммуникационных сетей (второй уровень). В рамках этой архитектуры определяются требования к новым перспективным компьютерным технологиям, ПС графического моделирования которых обеспечивают

интеллектуальное проектирование [12, 13].

**Компьютерные технологии, базирующиеся на программных средах графического моделирования**

Формирование архитектуры ПС для ИТК проектирования должно обеспечивать создание высокоэффективных телекоммуникаций. Для этого необходимо исходить из концептуальных положений ЭМ ВОС. Поэтому в архитектуре ПС ИТК необходимо выделить два базовых системотехнических уровня (рис. 2).



Рис. 2. Двухуровневая архитектура программных сред инструментально-технологических комплексов интеллектуального проектирования

Для каждого уровня определены специализированные наборы математического и программного обеспечений, создаваемых на языках графического описания, моделирования и спецификаций процессов функционирования телекоммуникационных систем (ТС) на первом уровне проектирования и специальные среды имитационного моделирования ТСе на втором [12, 13].

В настоящее время широкое применение находят два класса ИТК, ориентированных, главным образом, как на проектирование, так и на консалтинг компонент ТСе (рис. 2).

Первый класс, как первый уровень (процессы канального и физического уровней ЭМ ВОС), обеспечивает обоснование требований к ТС, исходя из заданных критериев эффективности сети в целом.

Второй класс, как второй уровень (процессы сетевого и транспортного уровней ЭМ ВОС) обеспечивает выбор и оптимизацию топологий ТСе, выбор ТС для заданных топологий по соответствующим критериям эффективности.

Составляющие компоненты разрабатываемых ТС и их взаимосвязи в алгоритмах функционирования должны ото-

бражаться при моделировании в виде соответствующих графических образов (временные диаграммы с графиками количественного анализа результатов моделирования).

В основу функциональной структуры системы спецификации должен быть положен существенно модифицированный инструментальный на базе обновленного введения моделирования языка спецификаций *SDL* (его графической *SDL GR* и линейной *SDL PR* форм) до нового языка *SMDL* (*SMDL GR* и *SMDL PR*) [14]. При этом итеративное (сжатие аналитических и расширенных имитационных моделей)

решает задачи первого этапа моделирования. На втором этапе *SMDL*-транслятор, состоящий из лексического и синтаксического анализаторов, должен обеспечивать трансляцию исходного текста *SMDL* воспроизведения и спецификаций в операторы внутреннего кода компилятора *C/C++*. Он должен иметь стандартные средства, а именно, генератор лексических анализаторов и генератор синтаксических анализаторов [13].

Концептуальная модель ИТК первого уровня проектирования, отображающая взаимодействие составляющих его ПС, представлена на рис. 3.

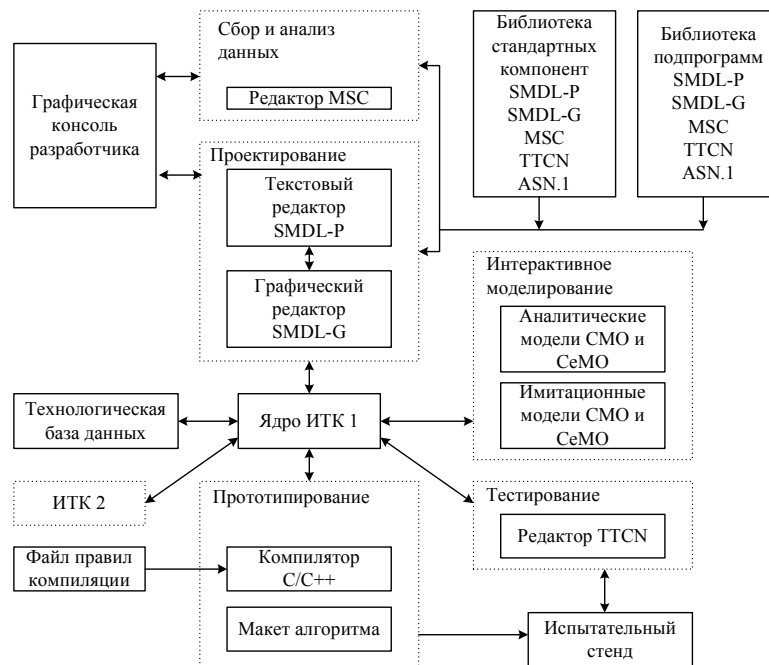


Рис. 3. Концептуальная модель инструментально-технологического комплекса с программной средой графического моделирования первого уровня проектирования

Помимо базовых составляющих (графической консоли, библиотеки компонент и программ системотехнического анализа алгоритмов процессов функционирования), можно выделить еще две следующие составляющие:

1) система итеративного моделирования процессов с количественным анализом эффективности, которая, являясь набором аналитических и имитационных моделей, должна использоваться для воспроизведения процессов функционирования ТС как дискретно-событийных сис-

тем на систематических уровнях функционирования (канальный, сетевой);

2) стандартная система *TTCN*, которая представляет тесты для спецификации за счет применения гибкого языка для определения типов системных тестов.

Таким образом, анализируя концептуальные модели ИТК первого уровня (ИТК 1) (рис. 3) и ИТК второго уровня (ИТК 2) (рис. 4), как основу новых компьютерных технологий интеллектуального проектирования, можно выделить три основополагающие проблемы их дальнейшего развития [12, 13]:

1) исследование и разработка математического обеспечения (аналитических моделей), как базовых для итеративного моделирования;

2) модификация последней версии языка спецификаций *SDL-2000* (как базового в среде *SDL*, *MSC* и частично *UML*) за счет ведения модулей количественного анализа и аппарата вероятностных автоматов (*SMDL*, *MSC* и *UML*) для описания процессов канального и частично сетевого уровней ЭМ ВОС [14];

3) исследование и разработка математических моделей систем и сетей массового обслуживания (СМО и СеМО) в виде графов дискретно-событийных систем (ДСС), алгоритмы которых описывают и процессы функционирования, и управление процессами функционирования (моделирование и ТС, и ТСс в терминах динамики ДСС).

Концептуальная модель ИТК второго уровня интеллектуального проектирования представлена на рис. 4.

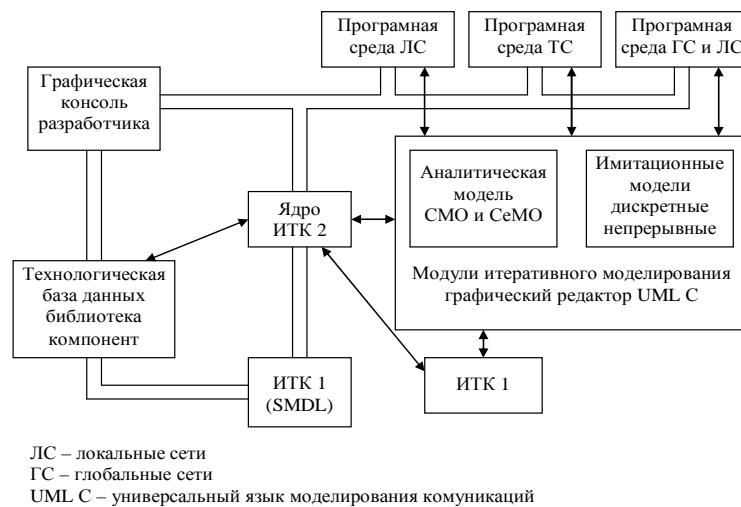


Рис. 4. Концептуальная модель инструментально-технологического комплекса с программной средой второго уровня проектирования

Программные среды графического моделирования обычно включают набор средств для подготовки исходных данных об анализируемой (исследуемой) сети с результатами предварительной обработки данных о топологии сети и характере передаваемого трафика. Эти средства могут быть полезны, если моделируемая сеть представляет собой вариант уже существующей сети и есть возможность провести в ней измерения трафика и других параметров, которые нужны для моделирования. Кроме того, ПС снабжается средствами для статистической обработки полученных результатов статистических испытаний.

Реализация новых компьютерных технологий должна осуществляться в рамках интеграции предлагаемой программной среды в наиболее развитые инструментально-технологические ком-

плексы проектирования (ИТКП). Для этого в начале необходимо провести анализ этих ИТКП.

### **Реализация новых компьютерных технологий интеллектуального проектирования**

В зависимости от среды графического моделирования ИТКП можно разбить на две (по сложности и цене) категории:

- 1) простые ИТКП локальные компьютерные сети (*Ethernet*, *Fast Ethernet*);
- 2) специализированные, сложные ИТК телекоммуникации (магистральные компьютерные сети *ATM/DWDM*).

Простые ИТКП отличаются от сложных подробностью описания и воспроизведения в них характеристик отдельных частей моделируемой сети. К тому же позволяют получать лишь приблизительные результаты, к тому же, не



предоставляют для анализа статистические характеристики и не дают возможности проведения подробного анализа процессов функционирования сети.

Сложные ИТКП (класса *High-end*) позволяют получать исчерпывающую статистику по каждому из компонентов сети

при передаче данных по каналам связи и проводить статистическую оценку полученных результатов.

Характеристики десяти наиболее применяемых компьютерных технологий на базе ПС графического моделирования приведены в табл. 1 [11].

Таблица 1. Сравнительная характеристика ИТКП, применимых для реализации компьютерных технологий, базирующихся на ПС графического моделирования

№ п/п	Компания и продукт	Стоимость (долл.)	Тип сети	Требуемые ресурсы	Исследуемые параметры и режимы
1.	<i>Net Magic System, Stress Magic</i>	2995	ЛС	2 Мб ОП, 8 Мб диск, <i>Windows</i>	Поддержка стандартных тестов измерения производительности; имитация пиковой нагрузки на файл-сервер.
2.	<i>Network Analysis Center, MIND</i>	9400-70000	ГС	8 Мб ОП, 65 Мб диск, <i>DOS, Windows</i>	Средство проектирования, оптимизации сети, содержит данные о стоимости типичных конфигураций с возможностью точного оценивания производительности.
3.	<i>Network Design and Analysis Group, Auto Net/Mesh Net</i>	30000	ГС	8 Мб ОП, 40 Мб диск, <i>Windows, OS/2</i>	Моделирование полосы пропускания и оптимизация расходов на организацию ГС путем имитации поврежденных линий, поддержка тарифной сетки компаний <i>AT&amp;T, Sprint, WiTel, Bell</i>
4.	<i>Network Design and Analysis Group, Auto Net/Performance 3</i>	6000	ГС	8 Мб ОП, 3 Мб диск, <i>Windows, OS/2</i>	Моделирование производительности многопротокольных объединений локальных и глобальных сетей; оценивание задержек в очередях, прогнозирование времени ответа, а также узких мест в структуре сети; учет реальных данных о трафике, поступающих от сетевых анализаторов.
5.	<i>CACI Product, COMNET III</i>	34500-39500	ЛС, ГС	32 Мб ОП, 100 Мб диск, <i>DOS, Windows NT, OS/2</i>	Моделируются <i>X25, ATM, FR</i> , связи <i>LAN-WAN, SNA, DECnet</i> , протоколы <i>OSPF, RIP</i> . Доступ <i>CSMA/CD</i> и токеновый доступ, <i>FDDI</i> и др. Встроенная библиотека маршрутизаторов <i>3COM, Cisco, DEC, HP, Wellfleet</i>
6.	<i>Make system, Net Maker XA</i>	6995-14995	ЛС, ГС	128 Мб ОП, 2000 Мб диск, <i>AIX, SunOS, un Solaris</i>	Проверка данных о топологии сети; импорт информации о трафике, получаемой в реальном времени.
7.	<i>SES/Strategize</i>	10000	ЛС, ГС	8 Мб ОП, 3 Мб диск, <i>Windows, OS/2</i>	Моделирует производительность сети, оценивает очереди загрузки
8.	<i>Om Net++</i>	10000-20000	ЛС, ГС	16 Мб ОП, 100 Мб диск, <i>Windows, OS/2</i>	Библиотека различных сетевых устройств генерирует топологию сети, моделирует полосу пропускания

продолжение табл. 1.

9.	<i>MIL3, Op Net</i>	16000-40000	ЛС, ГС	16 Мб ОП, 100 Мб диск, <i>DEC AXP,</i> <i>SunOS, SunSo-</i> <i>laris, HP-UX</i>	Библиотека различных сетевых устройств, поддерживает анимацию, генерирует топологию сети, моделирует полосу пропускания.
10.	<i>System&amp;Networks, BONES</i>	20000-40000	ЛС, ГС	32 Мб ОП, 80 Мб диск, <i>SunOS, Sun So-</i> <i>laris, HP-UX</i>	Анализ воздействия приложений клиент-сервер и новых технологий передачи на работу сети.

Анализируя наиболее применяемые ИТКП, можно сделать вывод о том, что ни один из приведенных ИТКП пока не способен дать количественную оценку каждому из вариантов телекоммуникационной сети на этапе ее проектирования. Кроме того, ни одни из ИТКП еще нельзя рассматривать как полностью готовый к реализации ПС, способный с заданной точностью смоделировать работу существующей или вновь спроектированной телекоммуникационной сети с последующей спецификацией требований к ее компонентам. И, самое главное, отсутствуют ИТКП для проектирования ШБСС (технологии *Wi-Fi*). Они лишь на основании данных, полученных в результате испытаний, указывают, будет ли более работоспособным предлагаемый вариант топологии сети и в каком месте возможны перегрузки.

К достоинствам данных ИТКП можно отнести возможность на этапе усовершенствования сети повысить ее эффективность при использовании в режиме консалтинга.

Однако, учитывая положительные стороны ИТКП, заключающиеся в том, что они оснащены хорошими графическими интерфейсами, позволяющими строить топологии сети с помощью буксировки значков, соответствующих различным устройствам из библиотеки на рабочее поле программы, можно их рекомендовать для интеграции. При этом будет указываться, каким образом ТС соединены между собой в ТСс с помощью каналов сети работающих мониторов. ИТКП можно будет использовать на всех этапах проектирования и реконфигурации сети для повышения ее эффективности.

Таким образом, исходя из анализа выше изложенного, можно дать рекомендации по использованию с обоснованием перспектив дальнейшего развития компьютерных технологий, реализуемых на базе ПС графического моделирования, представляющих основу новых ИТК интеллектуального проектирования [13].

Основными задачами, обеспечивающими достижение поставленной цели, являются следующие:

1. Развитие ИТК первого уровня может быть практически завершено в ближайшее время, а именно, созданы системы спецификации требований и практически завершено формирование языков описаний, моделирования и спецификаций [13]. К перспективным новым разделам ПС ИТК 1 следует отнести введение количественного анализа в языки спецификации.

2. Наиболее сложный второй уровень системотехнического проектирования пока не имеет ни открытых каркасов ПС графического моделирования, ни специализированных языков системного моделирования. Здесь сложность задач проектирования приводит к появлению закрытых ИТК [11, 12].

Таким образом, приведенные результаты определяют главную проблему в создании телекоммуникаций – создание новых ИТК на основе интеграции ИТК 1 и ИТК 2.

### **Выводы**

Приведенные результаты применения новых компьютерных технологий, позволяет определить концептуальные положения создания таких ИТКП на базе ПС графического моделирования, без ко-

торых реализация интеллектуального проектирования практически невозможна.

В качестве основных концептуальных положений должны быть следующие:

1) представление ПС ИТК 1 в виде системы стандартов, регламентирующих специфицированные требования как к проектам ТС, так и к тестированию готовой продукции;

2) разработка ПС графического моделирования для ИТК 2, которая сегодня интенсивно ведется многими разработчиками с различными подходами. Необходимо создать эталонную модель взаимодействия открытых моделей анализа, как это было сделано при формировании ЭМ ВОС;

3) подготовка специалистов при таком подходе позволит каждому пользователю осуществить критический анализ эффективности используемых пакетов графического моделирования (выбрать и протестировать наиболее приемлемые для нужд интеллектуального проектирования пакеты ПС ИТК).

### **Список литературы**

1. Материалы XI аэронавигационной конвенции ИКАО. – Монреаль. – 2003. – 118 с.
2. Глобальный аэронавигационный план применительно к системам CNS/ATM. – Монреаль: DOC 9750. – AN/963. – 2003. – 325 с.
3. Жуков И.А., Дровозов В.И. Способы повышения надежности и безопасности сбора информации в системах управления реального времени // Проблемы информатизации та управління: Зб. наук. пр. – К.: НАУ, 2008. – Вип. 1(23). – С. 263–277.
4. Конвенция о международной гражданской авиации: Расследование авиационных катастроф и инцидентов. – 2001. – №9. – 56 с.
5. Жуков И.А., Ластовченко М.М., Искренко Ю.Ю. Анализ процессов адаптивной коррекции радиоспектра при передаче мультимедийного трафика шумоподобными сигналами // Проблемы информатизации та управління: Зб. наук. пр. – К.: НАУ, 2008. – Вип. 2(24). – С. 66–73.
6. Andrews J.G., Ghosh A., Muhamed R. "Fundamentals of WiMAX: understanding Broadband Wireless Networking" // Prestics Hall Communications Engineering and Emerging Technologies Series. – 2007. – 452 p.
7. Ластовченко М.М., Биляк В.И., Марущак В.И. Адаптивная синхронизация мультимедийного трафика в ситуационных центрах управления // Проблемы управления и информатики. – 2006. – №5. – С. 32–41.
8. Anamed S.V., Lawrence V.B. Intelligent broadband multimedia networks – Kluwer // Kluwer academic publishers. – 1997. – 211 p.
9. Синекон В.С., Цикин И.А. Системы компьютерной видеоконференц связи: мобильные коммуникации // БВХ. – 1999. – 232 с.
10. Berger L. Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Signaling – RSVP-TE // Extensions Rec 3473. – 2003. – 89 p.
11. Жуков И.А., Клименко И.А., Аленин А.И. Организация многопутевой маршрутизации средствами MPLS // Проблемы информатизации та управління: Зб. наук. пр. – К.: НАУ, 2005. – Вип. 14. – С. 59–70.
12. Жуков И.А., Ластовченко М.М. Концепция создания программной среды графического моделирования как основы интеллектуального проектирования телекоммуникаций // УСиМ. – 2008. – №5. – С. 52–61.
13. Жуков И.А., Ластовченко М.М. Концептуальные аспекты создания методологии интеллектуального проектирования цифровых сетей // Проблемы информатизации та управління: Зб. наук. пр. – К.: НАУ, 2009. – Вип. 1(25). – С. 49–52.