



УДК681.3.06(075.8)

А. И. Ларистов, Ю. Т. Лячек, Мусаид Абдулфаттах Мохаммед Обади
Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Организация топологической САПР на основе корпоративного облака

Приведена классификация видов облачных платформ, перспективных для использования в САПР, выявлены основные требования к сервисам гипервизоров, предложен вариант построения облачной версии топологического трассировщика «ТороR» на основе сервера VMware ESX Server.

Топологические САПР, облачные вычисления, сервер VMware ESX Server

Современные методы проектирования аналоговых и цифровых радиоэлектронных схем полностью ориентированы на сквозное применение САПР на всех стадиях разработки, начиная от этапа получения и анализа принципиальной схемы устройства и заканчивая этапом топологического проектирования. При этом наибольший эффект от применения САПР достигается на конечном этапе проектирования топологии печатной платы или топологии интегральной схемы. Современные интегрированные САПР в области электроники (EDA – Electronic Design Automation), имеющие подсистему топологического проектирования, широко представлены на мировом рынке [1]. Среди наиболее распространенных EDA следует отметить зарубежные системы компаний Cadence, Mentor Graphics, Zuken, Atium и Synopsys, предлагающие средства проектирования СБИС, в том числе и систем на кристалле. На российском рынке большой популярностью пользуется система Altium Designer, наследующая технологии системы P-CAD. Успешно развиваются системы ТороR и SimOne отечественных разработчиков компании «Эремекс» [2].

Следует отметить высокую стоимость лицензий на использование САПР в проектной деятельности (от нескольких десятков до сотен тысяч долларов), что делает экономически невыгодным приобретение и установку систем EDA на каждом рабочем месте. Одним из возможных

подходов к решению данной проблемы является развертывание на предприятии корпоративной облачной среды и перенос в облако имеющихся в распоряжении предприятия систем EDA с возможностью организации коллективного доступа к облачным сервисам. При таком подходе можно ограничиться минимально необходимым количеством лицензий. Кроме того, некоторые фирмы предлагают облегченный режим лицензирования в случае использования САПР в облаке.

Сервисы для развертывания облачной САПР. Источник [3] дает следующее определение облачных вычислений: *«Облачные вычисления (cloud computing)»* – это модель обеспечения повсеместного и удобного сетевого доступа по требованию к общему пулу конфигурируемых вычислительных ресурсов (например, сетям передачи данных, серверам, устройствам хранения данных, приложениям и сервисам как вместе, так и по отдельности), которые могут быть оперативно предоставлены и освобождены с минимальными эксплуатационными затратами и/или обращениями к провайдеру. Потребители облачных вычислений могут значительно уменьшить расходы на инфраструктуру информационных технологий (в краткосрочном и среднесрочном планах) и гибко реагировать на изменения вычислительных потребностей, используя свойства вычислительной эластичности (elastic computing) облачных услуг.

Основные отличительные свойства облачных технологий:

- распределяемая виртуализованная инфраструктура. Известные технологии виртуализации позволяют собирать серверы, системы хранения, данные и т. д. в общие пулы с тем, чтобы эффективно их использовать. Пулы отличаются эластичностью, можно получить столько ресурсов, сколько нужно, а когда потребность исчезает, вернуть взятый ресурс обратно;

- доступ с использованием сервисов. Авторизованные пользователи через порталы могут самостоятельно резервировать и эксплуатировать требуемые им ресурсы;

- ориентация на пользователя. Внутренняя механика облака скрыта от клиента, который видит только то, что ему требуется, и ничего не знает, кроме интерфейса;

- пользователь расплачивается за использованные ресурсы, а провайдер отслеживает, кто и как использует ресурсы, чтобы совершенствовать их потребительские качества.

В настоящее время концепция облачных вычислений предполагает оказание различных типов услуг своим пользователям [3]. Из совокупности разнообразных сервисов складывается желаемая *облачная экосистема предприятия* (Enterprise Cloud Computing Ecosystem), являющаяся на данный момент основой в эволюционном развитии корпоративных платформ. В настоящее время выделяют 3 категории «облаков» [4]: *публичные, корпоративные и гибридные*.

Публичное облако – ИТ-инфраструктура, одновременно используемая множеством компаний и сервисов. Пользователи данных облаков не имеют возможности управлять и обслуживать данное облако, вся ответственность по этим вопросам возложена на его владельца. Абонентом предлагаемых сервисов может стать любая компания и индивидуальный пользователь. Они предлагают легкий и доступный по цене способ развертывания веб-сайтов или бизнес-систем с большими возможностями масштабирования, которые в других решениях были бы недоступны. Примеры: онлайн-сервисы Amazon EC2 и Simple Storage Service (S3), Google Apps/Docs, Salesforce.com, Microsoft Office Web [4].

Корпоративное облако – безопасная ИТ-инфраструктура, контролируемая и эксплуатируемая в интересах одной (единственной) организации или группы однородных компаний. Организация может управлять частным облаком самостоя-

тельно или поручить эту задачу внешнему подрядчику. Инфраструктура может размещаться либо в помещениях заказчика, либо у внешнего оператора, либо частично у заказчика и частично у оператора. Идеальный вариант данного облака – облако, развернутое на территории организации, обслуживаемое и контролируемое ее сотрудниками.

Гибридное облако – ИТ-инфраструктура, которая использует лучшие качества публичного и корпоративного облака при решении поставленных задач. Часто такой тип облаков используется, когда организация имеет сезонные периоды активности. Другими словами, как только внутренняя ИТ-инфраструктура не справляется с текущими задачами, часть вычислительных мощностей перебрасывается на публичное облако. При такой организации также предоставляется доступ пользователям к ресурсам предприятия (к корпоративному облаку) через публичное облако.

В настоящий момент облачные технологии используются в САПР крайне ограниченно, однако, по оценкам экспертов, потенциал облачных вычислений очень высок. Учитывая специфику задач автоматизированного проектирования и большой объем графических приложений, можно предположить, что наиболее востребованными сервисами в САПР будут:

- инфраструктура как услуга IaaS;
- программное обеспечение как услуга SaaS;
- данные как услуга DaaS;
- безопасность как сервис SaaS.

При этом комбинации различных сервисов и предприятий – поставщиков услуг могут образовывать следующие категории облаков САПР [5]:

- *публичное облако САПР*. Владельцами облака в этом случае выступают международные ИТ-компании, продвигающие собственные универсальные платформы для организации облачных сервисов и предоставляющие их в аренду для развертывания инфраструктуры САПР. Потребитель услуг является владельцем лицензии и самостоятельно переносит отдельные подсистемы САПР в облако;

- *корпоративное облако САПР*. Предприятие, эксплуатирующее САПР, самостоятельно развертывает облако на одной из инструментальных платформ и создает инфраструктуру для САПР в сети Интернет. Все работы по поддержанию и эксплуатации облака выполняют ИТ-специалисты предприятия или приглашенные исполнители;

- *вендорное облако САПР*. Данный тип облака могут создавать крупные фирмы-разработчики интегрированных систем автоматизированного

Вариант построения облака САПР	Владелец облака	Пользователь облака	Облачные сервисы				
			IaaS	SaaS	Daas	WaaS	SaaS
Публичное облако	Глобальные ИТ-компании	Предприятие-владелец лицензии на САПР	+	–	+	–	+
Корпоративное облако	Предприятие-владелец лицензии на САПР	Предприятие-владелец лицензии на САПР	–	+	+	–	–
Вендорное облако	Фирма, разрабатывающая САПР	Предприятие-арендатор САПР	–	+	+	+	+

проектирования (вендоры). Пользователям вместо покупки дорогостоящей лицензии предоставляется аренда САПР в облаке на определенное время. Оплата за аренду САПР может выполняться по фактически затраченному времени. Дополнительно пользователь может хранить проектные данные в облаке.

В таблице представлены возможные перспективные варианты применения облачных технологий в области автоматизированного проектирования.

Следует отметить, что при необходимости использовать высокопроизводительное серверное оборудование для решения задач большой размерности возможно применение облачного сервиса – аппаратное обеспечение как услуга HaaS.

Выбор топологической САПР. Для тестового развертывания корпоративного облака САПР была выбрана отечественная система топологической трассировки «Topological Router» («ТороR») компании «Эремекс» [2]. Данная система обладает рядом преимуществ по сравнению с трассировщиками печатных плат, работа которых основывается на традиционных ортогональных алгоритмах. Кроме того, эта система имеет бесплатную ознакомительную версию, которая и была использована в качестве базовой САПР.

Выбор этой системы определялся также тем, что системы, использующие традиционные алгоритмы, обладают рядом существенных недостатков, главными из которых являются:

1. Использование прямоугольной сетки, узлы которой определяются геометрическими параметрами самых маленьких элементов топологии и в которой каждый компонент, переходное отверстие или проводник представляется набором прямоугольных дискретов.

Усложнение современных электронных схем, работающих на малых токах (сигналах), использование в них микросхем повышенной интеграции с большим количеством внешних выводов (БИС), разнообразие геометрических размеров компонентов схем и увеличение плотности их

размещения на печатных платах приводят к необходимости существенного уменьшения ширины прокладываемых трасс. В связи с этим требуется уменьшать шаг сетки, необходимой для осуществления трассировки. Это, в свою очередь, ведет к квадратичному росту числа узлов данной сетки и, соответственно, к увеличению необходимой машинной памяти и времени получения решения. В целях экономии машинной памяти и ускорения поиска решений можно увеличить шаг сетки. Однако в этом случае неэкономно используются ресурсы коммутационного пространства, так как ширина сигнальных трасс оказывается существенно меньше дискретного пространства, которое выделяется под них. Дополнительные сложности с определением параметров сетки и выделением под нее памяти возникают при наличии на плате элементов с различным шагом выводов, а также в случае установки дополнительных переходных отверстий для обеспечения разводки.

2. Ортогональность разводки, обусловленная прямоугольностью сетки представления коммутационного пространства и алгоритмами трассировки. Там, где проводники должны были бы идти по наклонной прямой или по кривой, огибая встречающиеся на их пути препятствия, их проводят ломаными линиями с углами поворота 45 и 90°. При этом большинство проводников платы оказываются параллельными друг другу. Ортогональность приводит к существенному увеличению длины трасс (сумма двух катетов длиннее гипотенузы) и, соответственно, к нерациональному использованию коммутационного пространства. Эффект отражения в зоне поворота проводника ослабляет полезный сигнал, а параллельность трасс ведет к увеличению перекрестных помех, что в общем ограничивает частоту работы устройства. Кроме того, возрастает вероятность отслаивания угловых участков проводников от подложки при температурных воздействиях на печатную плату.

3. Негибкость трассировки, определяемая тем, что прокладка проводников осуществляется последовательно. При этом никак не учитываются потребности еще не проложенных проводников. После прокладки форма каждого проводника фиксируется, и при поиске путей для следующих трасс невозможно автоматически изменить форму уже проложенных трасс, отодвинуть фрагмент, перенести в другой слой и т. д. Таким образом, каждая проложенная связь становится препятствием для последующих трасс, усложняя собой лабиринт. Из-за этого возникают области блокировки контактов (особенно планарных) даже при наличии свободных ресурсов площади. Для того чтобы снизить подобный отрицательный эффект, прибегают к специальным мерам, таким, как расстановка стрингеров (коротких участков проводников, соединяющих контактную площадку и переходное отверстие). Они, в свою очередь, увеличивают жесткость, фиксируя направления подхода трассы к контактам, и усложняют лабиринт. Все эти меры приводят к нерациональному использованию площади печатных плат, повышают трудоемкость их изготовления, вызывают задержки передаваемых сигналов и снижают общую надежность работы плат.

От всех этих недостатков свободен топологический трассировщик «ТороR». В нем рабочее поле платы разбивается на треугольники с вершинами, находящимися в узлах, в которых располагаются контакты компонентов. Узлов при такой сетке получается много меньше и, соответственно, требуется меньше памяти, а быстродействие возрастает в десятки раз. При этом предоставляется значительная свобода в выборе геометрических параметров трасс внутри каждой треугольной области (внутри макродискрета). «ТороR» не фиксирует на начальном этапе физическое положение каждого проводника внутри макродискрета, что исключает возникновение противоречий между такими проводниками, а положение межслойного перехода на проводнике фиксирует только с точностью до участка между двумя соседними пересечениями. Кроме того, для некоторых проводников, которые не пересекаются с другими, совсем не фиксируется слой.

Сравнение традиционных (ортогональных) и топологического трассировщиков по всем объективным критериям показывает существенное превосходство последнего. К таким критериям сравнения при безусловном соблюдении всех

технологических ограничений, определяющих эксплуатационные характеристики изделия, и обеспечении нормального теплового режима и электромагнитной совместимости, прежде всего, следует отнести:

- эффективность использования площади платы;
- количество используемых слоев трассировки;
- суммарную длину проводников;
- количество нарушений технологических норм;
- процент неразведенных трасс;
- число дополнительных переходных отверстий;
- время разводки.

Отмеченные достоинства системы «ТороR» также позволяют снизить требования к аппаратной платформе при переносе САПР в облако.

Платформа для развертывания облака. В качестве инструмента виртуализации при построении корпоративного облака САПР был использован VMware ESX Server, который является встроенным гипервизором и работает непосредственно на платформе серверов, не требуя дополнительной операционной системы [6].

Для управления виртуальными машинами используется клиент VMware vSphere, установленный на клиентском компьютере. С помощью клиента vSphere можно открывать консоль на рабочем столе управляемых виртуальных машин. С консоли можно изменять настройки операционной системы, запускать приложения, просматривать файловую систему, контролировать производительность системы и т. п., как если бы работа выполнялась с физической системой. Можно также использовать копии текущего состояния всей виртуальной машины. Чтобы работать только с виртуальными машинами и физическими ресурсами сервера ESX/ESXi, необходимо подключить клиент vSphere непосредственно к этому серверу. Для управления физическими ресурсами нескольких серверов необходимо использовать сервер vCenter.

Основные факторы, которые повлияли на выбор средств виртуализации фирмы VMware:

- VMware ESX/ESXi 5.0 обеспечивает самую компактную систему и занимает всего 70 Мбайт дискового пространства;

- масштабируемая инфраструктура поддерживает 255 Гбайт оперативной памяти для виртуальных машин и до 1 Тбайт оперативной памяти для крупномасштабных проектов консолидации серверов и аварийного восстановления данных;

– каждый VMware ESX/ESXi поддерживает до 256 включенных виртуальных машин;

– система хранения данных добавляет и расширяет виртуальные диски без прерывания работы виртуальной машины для наращивания имеющихся ресурсов. Функции управления хранением данных клиента VSphere предоставляют настраиваемые отчеты и топологические карты;

– для обеспечения высокой готовности и аварийного восстановления VMware ESX предоставляет API-защиты данных vStorage – прокси-сервер резервного копирования, который снимает нагрузку с установок VMware ESX/ESXi и выполняет полное и инкрементное резервное копирование на уровне файлов;

– функции обеспечения высокой готовности и отказоустойчивости VMware исключают простои, потери данных и гарантируют непрерывную доступность при отказах физического сервера с помощью VMware Fault Tolerance;

– vCenter Server в составе VMware служит центром управления виртуализацией и представляет собой масштабируемый и наращиваемый сервер управления для администрирования инфраструктуры и прикладных сервисов с глубоким обзором всех аспектов виртуальной инфраструктуры. vCenter Server поддерживает предупредительные сигналы, графики производительности, и один vCenter Server может администрировать до 300 хостов и 3000 виртуальных машин. Кроме того, в режиме Linked Mode можно администрировать до 10 000 виртуальных машин с одной консолью.

Несколько систем vCenter Server можно объединить в группу vCenter Server Connected, чтобы управлять ими через один канал VSphere Client.

С помощью менеджера VM vSphere Client можно:

– редактировать параметры настройки запуска и останова виртуальных машин;

– открывать консоль виртуальной машины;

– добавлять и удалять виртуальные машины;

– использовать копии текущего состояния для управления виртуальными машинами;

– управлять существующими копиями текущего состояния;

– восстанавливать копии текущего состояния;

– преобразовывать «тонкие» виртуальные диски в «толстые»;

– просматривать существующую конфигурацию оборудования и вызывать мастер Add Hardware для добавления или удаления оборудования;

– просматривать и настраивать свойства виртуальных машин, такие, как управление питанием, взаимодействие между гостевой операционной системой и виртуальной машиной, и параметры настройки VMware Tools;

– настраивать процессоры, ресурсы Hyper-Threading процессоров, память и диски.

Таким образом, облачная платформа на основе гипервизора ESX Server образует уровень виртуализации между аппаратной частью системы и виртуальными машинами, превращая оборудование системы в пул логических вычислительных ресурсов, которые можно динамически выделять любой

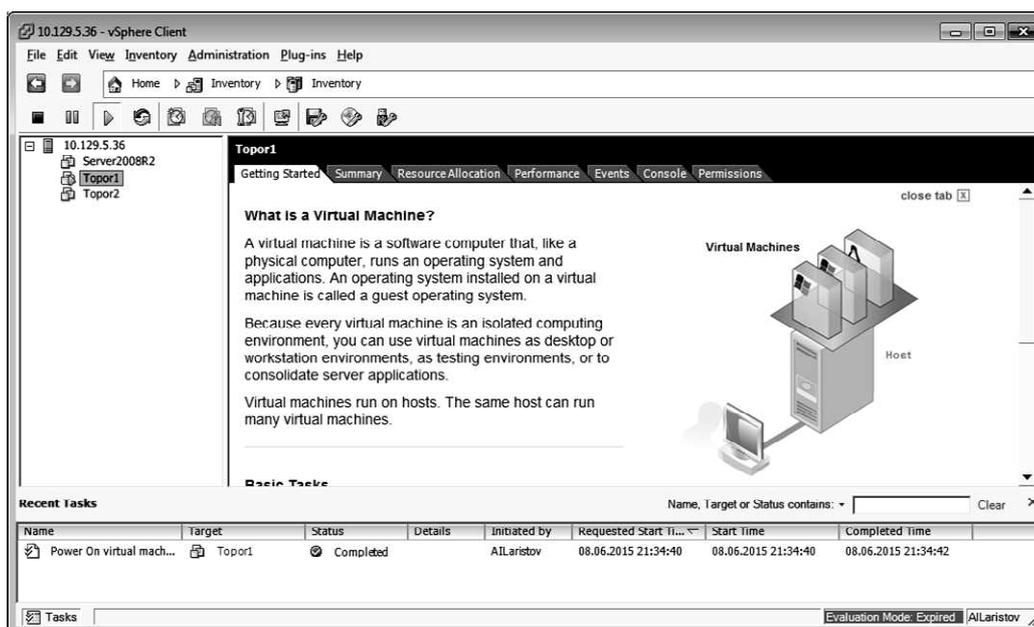


Рис. 1

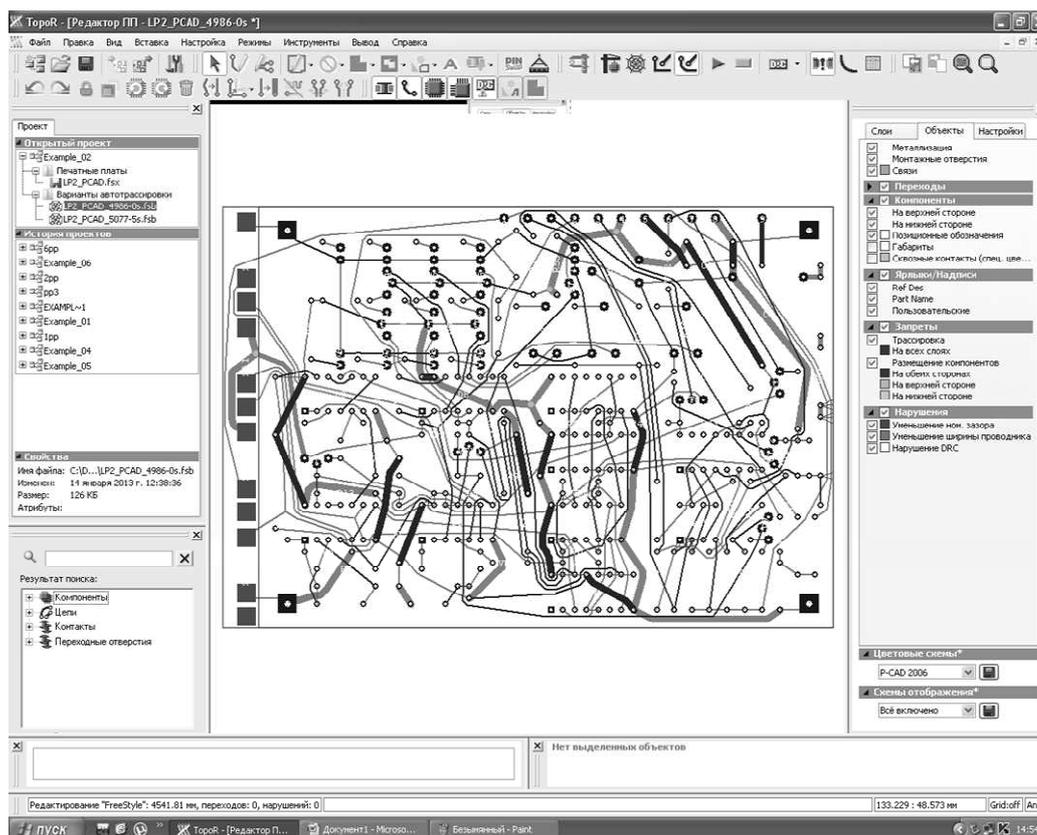


Рис. 2

гостевой операционной системе. Операционные системы, работающие в виртуальных машинах, взаимодействуют с виртуальными ресурсами, как если бы это были физические ресурсы.

Тестирование корпоративного облака САПР.

В качестве аппаратной платформы был использован сервер Neos 3.Intel Xeon Q X5450A с 4 Гбайт оперативной памяти. Непосредственно на сервере было установлено программное обеспечение VMware ESXi 5.5. Установка VMware vSphere Client 5.5 на клиентской машине обеспечивает соединение с сервером, создание и управление виртуальными машинами. В тестовом режиме на сервере было создано две виртуальные машины с гостевой ОС Windows XP и установленной топологической САПР «ТороR». Кроме того, для централизованного хранения проектных данных на сервере была развернута виртуальная машина с ОС Windows Server 2012 R2. На рис. 1 приведено рабочее окно гипервизора VMware ESXi 5.5 с деревом виртуальных машин.

Доступ к виртуальным машинам с клиентского компьютера был организован с помощью VMware vSphere Client 5.5. После удаленного запуска виртуальной машины и загрузки гостевой ОС возможно подключение рабочего стола и вызов САПР «ТороR».

На рис. 2 представлено рабочее окно тестируемой виртуальной машины топологической САПР «ТороR» с открытым проектом печатной платы.

Тестовый вариант корпоративного облака на основе платформы VMware показал возможность использования облачных технологий для организации режимов коллективного использования топологической САПР. Для развертывания полнофункционального варианта корпоративного облака и обеспечения режима доступа к виртуальной машине САПР через веб-интерфейс необходима установка дополнительного сервера VMware vCenter Server 5.5.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воейков Д. Тенденции на рынке ИТ глазами САПР-компании // PC Week/RE. 2011. № 16 (766). С. 71–72.
2. Модели и алгоритмы автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры

/ С. Ю. Лузин, Ю. Т. Лячек, Г. С. Петросян, О. Б. Полубасов. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. С. 224.

3. Черняк Л. Интеграция – основа облака // Открытые системы. 2011. № 7. С. 43–45.

4. Перенос приложений в облако / Д. Беттс, А. Гомер, А. Езерски и др. М.: Майкрософт-Пресс. Рус. ред., 2012. Вып. 3. 184 с.

5. Гореткина Е. САПР и PLM в облаке: стоит ли овчинка выделки? // PC Week/RE. 2012. № 34 (819). С. 34–36.

6. Михеев М. О. Администрирование VMware vSphere 5. М.: ДМК Пресс, 2013. 504 с.

A. I. Laristov, Yu. T. Lyachek, Musaeed Abdulfattah Mohammed Obadi
Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

THE TOPOLOGICAL ORGANIZATION OF CAD ON THE BASIS OF CORPORATE CLOUD

Classification of the types of cloud platforms, promising for use in CAD systems, the basic requirements for services hypervisors offered the option of building a cloud-based version of topological router "TopoR" based on a VMware ESX Server.

Topological, CAD, cloud computing, VMware ESX Server

УДК 004.4, 378.147

А. А. Лисс, С. В. Родионов
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Опыт использования программных средств электронного декларирования при подготовке специалистов таможенного дела

Описывается история разработки и внедрения средств электронного декларирования в Российской Федерации. Рассматривается современная технология электронного декларирования с использованием международной ассоциации сетей «Интернет». Обсуждается опыт использования комплекса программных средств и разработки учебно-методических материалов при подготовке специалистов таможенного дела.

Программные средства электронного декларирования, электронное представление сведений, международная ассоциация сетей «Интернет», информационные таможенные технологии, таможенное дело

Современным федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ФГОС ПВО) по специальности 38.05.02 (036401) «Таможенное дело» в числе иных требований к результатам освоения основных образовательных программ подготовки специалистов приказом Министерства образования и науки Российской Федерации [1] установлены следующие профессиональные компетенции, которыми должен обладать выпускник:

– владением методами и средствами получения, хранения, обработки информации, навыками использования компьютерной техники, программно-информационных систем, компьютерных сетей;

– владением навыками применения в таможенном деле информационных технологий, средств обеспечения их функционирования;

– умением использовать информационные системы и информационное сопровождение в профессиональной деятельности;

– владением навыками использования электронных способов обмена информацией и средств их обеспечения, применяемых таможенными органами.

Формирование указанных компетенций обеспечивается дисциплинами модуля «Информационные технологии в таможенном деле», входящего в базовую часть профессионального учебного цикла основной образовательной программы подготовки. При составлении рабочих программ модуля невозможно обойти вниманием одну из актуальнейших тем последних лет: вопросы декларирования товаров с представлением сведений в электронной форме. По данным Федеральной