

УДК 681.32.5

ИНФОРМАЦИОННО – УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ INTERNET

А. М. Астапкович,

канд. техн. наук, доцент

А. А. Востриков,

аспирант

М. Б. Сергеев,

д-р техн. наук, профессор

Ю. Г. Чудиновский,

аспирант

Рассматриваются тенденции развития новой области компьютерной науки «встраиваемого Internet». Обозначены проблемы, решение которых позволит в ближайшем будущем всерьез говорить о массовом использовании Internet для реализации взаимодействий типа «человек—устройство» и «устройство—устройство» для передачи команд управления и информации различной природы. Приводятся данные и сформулированные на их основе обобщенные выводы по результатам экспериментов обмена командной, видео- и аудиоинформацией в коммуникациях типа «устройство—устройство».

Введение

Глобальная сеть Internet является коммуникационной средой, созданной человеком. Термин «коммуникационная среда» (среда передачи данных, информации) используется в настоящее время в нескольких значениях. Наиболее распространенные из них следующие:

— среда для передачи некоторой неоднородности — единицы информации — в пространстве. Имея искусственное происхождение, для физического переноса информации Internet использует прочие естественные среды, в основном электропроводящие и эфир (характеристики сети Internet в сравнении с естественными коммуникационными средами приведены в табл. 1);

— средство обмена информацией внутри человеческого общества. В настоящее время эта сеть чрезвычайно широко применяется для распространения рекламы, новостей и прочей информации в различной форме (текст, аудио и видео).

Скорость развития Internet превышает скорость развития такого средства массовой информации, как телевидение, примерно в три раза и имеет еще более яркие перспективы, связанные с очередной революцией в области микропроцессорной техники. Ее результатом стало появление дешевых микроконтроллеров с колоссальными возможностями, давшее толчок новому этапу развития сети Internet — использованию ее для коммуникаций типа «человек—устройство» и «устройство—устройство». Это, судя по всему, в ближайшее время при-

■ Таблица 1. Сравнение характеристик Internet и естественных коммуникационных сред

Среда	Характеристика				
	Доступность, распространенность	Дальность передачи	Скорость передачи информации	Задержка распространения	Подверженность внешним воздействиям
Эфир	Не ограничена	Не ограничена	Практически не ограничена	Определяется скоростью света	Высокая
Электропроводящие материалы	Определяется структурой	Практически не ограничена	Практически не ограничена	Определяется скоростью света	Средняя
Воздушная среда	В пределах воздушного пространства Земли	До сотен метров	До сотен Кбит/с	Определяется скоростью 343 м/с при 20 °С и нормальном давлении	Высокая
Сеть Internet	Определяется структурой	В пределах созданной инфраструктуры сети*	От сотен до миллиарда бит/с	От микросекунд до десятков минут	Низкая

* В настоящее время — земное и околоземное пространство. В 2001 г. в IETF были представлены предварительные документы, описывающие структуру межпланетного Internet (IPN — InterPlaNetaryInternet). Основным идеологом проекта является «отец» Internet, один из разработчиков протокола TCP/IP Винтон Серф. Полевые испытания могут быть проведены во время марсианской миссии NASA в 2003 г.

ведет к лавинообразному увеличению количества узлов Internet, связанному с использованием сети для информационного взаимодействия между устройствами.

Следует отметить, что изначально сеть Internet предназначалась для обеспечения коммуникаций в условиях военного времени при наличии существенных повреждений сети. В силу этого основным критерием при выборе целого ряда решений являлось обеспечение высокой надежности доставки сообщений.

В настоящее время сеть Internet, используемая фактически не по своему прямому назначению, имеет две характерные тенденции развития. Первая относится к использованию Internet как основы для общемировой социальной информационной системы.

Вторая, которую в данной работе рассмотрим подробнее, предполагает использование Internet в качестве коммуникационной среды для создания глобальных распределенных информационно-управляющих систем. По причине новизны тематики до сих пор не существует рабочих групп, занимающихся серьезными исследованиями в данной области. Ввиду этого, компании, ведущие разработки сетевых информационно-управляющих систем, выполняют собственные независимые работы. Яркими примерами являются шведская фирма AXIS (www.axis.com) и американская фирма PelcoNet (www.pelconet.com).

Настоящая работа ставит целью изложить первые результаты исследования опытно-промышленных образцов Internet-устройств, предназначенных для создания глобальных информационно-управляющих систем нового поколения, а также очертить ряд характерных для данной области научных и практических проблем.

Встраиваемые Internet-системы управления

Перспектива использования Internet для коммуникаций между встраиваемыми устройствами систем управления привела к появлению такого понятия, как «встроенный Internet» [1]. Оно отражает сочетание несовместимых в недалеком прошлом понятий: встраиваемая система управления и сеть WAN-класса (World Area Network). Проектирование встраиваемых Internet-систем является очень молодой и чрезвычайно перспективной областью развития современной науки и инженерии. Это обусловлено распределенным характером производств современных транснациональных компаний, развитием дистанционных технологий (телемедицина, видеоконференции) [2], а также тенденция построения глобальных систем управления, контроля и диагностики (окружающая среда, погода, состояние ресурсов жизнеобеспечения и др.) [3, 4].

Следует отметить, что в настоящее время существуют лишь отдельные разработки, представляющие собой фактически маркетинговые образцы Internet-устройств встраиваемого класса. Вместе с тем идет интенсивное изучение возможностей применения встроенных Internet-систем управления в таких областях как:

— промышленные информационно-управляющие системы, включая возможную интеграцию ком-

понентов таких систем в существующие SCADA-системы;

- дистантные системы научных исследований на распределенных системах управления;
- системы удаленного видеонаблюдения за производственными процессами;
- охранные системы;
- бытовые устройства¹ и т. д.

В соответствии с данными, распространенными аналитической компанией Allied Business Intelligence (USA, N.Y.), емкость рынка только «домашних» сетевых устройств в 2001 г. выросла до 243 млн долларов, а к 2006 г. достигнет 2,4 млрд долларов.

Встроенные системы управления на базе Internet имеют ряд характерных особенностей по сравнению с системами, использующими в качестве коммуникационной среды специализированные LAN или CAN сети, а также системами, построенными на основе универсальных ЭВМ и персональных компьютеров. Эти различия, отраженные в табл. 2, позволяют сформулировать круг специфических проблем, связанных с разработкой:

- методов проектирования систем данного класса;

Таблица 2. Сравнение характеристик персонального компьютера и встроенной системы как узла Internet

Параметр	Узел на базе персонального компьютера или универсальной ЭВМ	Встроенная Internet-система
Потенциальное количество устройств, работающих в сети одновременно	Укладываются в адресное пространство IP-адресов	Практически не ограничено
Объем памяти данных	Практически не ограничен	Незначительный
Вычислительные возможности	Практически не ограничен	Ограничены применением дешевых RISC-процессоров
Обслуживание и настройка	Может быть обслужен и настроен на любом этапе жизни	В большинстве случаев настройка возможна только во время установки, работа в практически не обслуживаемом режиме
Специализация, назначение	Гибкое изменение заменой программного обеспечения	Жесткая специализация в рамках реализованной структуры
Условия работы	Помещения с поддержанием условий для нормальной жизнедеятельности людей	От офисных до промышленных помещений

¹ 16 марта 2001 г. на выставке «Домотехника» в Кologne (Германия) фирмы UbiCom Inc. (лидер в производстве процессоров для сетевых устройств) и Arcelik/Beiko (один из крупнейших производителей бытовой техники в Европе) продемонстрировали серию устройств, оснащенных сетевыми модулями для выхода в Internet. Среди них были холодильник, микроволновая печь, телевизор, стиральная и посудомоечная машины. Эта демонстрация показала, как подобные устройства могут использовать преимущества, связанные с возможностью коммуникации, в частности, друг с другом.

— протоколов взаимодействия Internet-устройств друг с другом, а также с другими узлами Internet с учетом необходимости передачи разнородной по своей природе информации;

— методов оптимизации информационных потоков и оценки пропускной способности сетевого канала;

— средств защиты информации от несанкционированного доступа, а также несанкционированного управления и изменения параметров функционирования;

— методов обеспечения надежности распределенных в глобальном пространстве информационно-управляющих систем.

Наиболее острой проблемой применительно к информационно-управляющим системам, по всей видимости, является выбор и унификация протоколов верхнего уровня для конкретных применений. В основном это относится к уровню представлений, который обеспечивает защиту информации от посягательств злоумышленников (хакеров, криминальных элементов, террористов и т. п.).

По мере роста числа встроенных Internet-систем, принадлежащих различным производителям, стало использоваться все больше протоколов надстроек над транспортным уровнем. Каждый из них ориентирован на конкретное разрабатываемое приложение и тип передаваемых данных. Отметим, что по ряду причин для устройств встроенного Internet протоколы до сетевого и транспортного уровней включительно, как правило, выбираются из ряда стандартных протоколов [8, 9].

На сетевом уровне протокол IP — основа самого Internet, поскольку именно он является первым (по уровню) независимым от среды передачи протоколом, который должен соблюдать любой узел или маршрутизатор Internet. Традиционные протоколы транспортного уровня TCP и UDP используются во всех службах Internet, и для их реализации на настоящий момент разработано огромное количество опробованных и отлаженных версий для различных платформ.

Протоколы физического уровня и уровня связи данных выбираются из известного набора, и на них не следует останавливаться отдельно. Их использование определяется наличием созданных к настоящему времени информационных инфраструктур (локальные сети, коммутируемые, выделенные и оптоволоконные линии и т. д.).

Для выбора или разработки протокола надтранспортного уровня необходимо учитывать, что ос-

новная часть трафика сети будет использована для коммуникации между устройствами, а не между устройством и человеком, использующим мощный персональный компьютер. Наконец, природа передаваемых данных (табл. 3) и принадлежность рассматриваемых устройств к классу встраиваемых систем предъявляют наиболее серьезные требования к свойствам протокола. Решение указанных и сопутствующих им проблем позволит в ближайшем будущем всерьез говорить о массовом использовании Internet для реализации взаимодействий типа «человек—устройство» и «устройство—устройство» для передачи команд управления и информации различной природы.

Web-устройства нового поколения

Приборы или устройства, управляемые посредством Internet, иногда называют web-устройствами (от широко употребляемого World Wide Web). Наибольшее распространение в настоящее время получают так называемые web-камеры, которые представляют собой ПЗС-матрицу и контроллер, позволяющий передавать видеопоток на персональный компьютер (ПК) через какой-либо стандартный высокоскоростной порт (чаще всего USB). В данном случае персональный компьютер выполняет две базовые функции: сжатие видеoinформации и передачу видеопотока через Internet потребителю. При современной производительности компьютеров набор функций, которыми может обладать такая сетевая видеосистема, чрезвычайно широк.

Однако у такого подхода к построению систем видеопередачи есть ряд существенных недостатков, основной из которых заключается в том, что каждая видеочасть должна подключаться к персональному компьютеру. Это приводит:

- к существенному увеличению стоимости каждого узла системы;
- практической невозможности использования системы в необслуживаемом режиме;
- использованию таких web-систем лишь в комфортной для эксплуатации среде.

Ситуация кардинально изменилась с появлением микропроцессоров, характеризуемых значительной величиной соотношения производительность/цена, обеспечивающих возможность реализации сетевого обеспечения в качестве функционального блока конечного устройства, а также специализированных чипов сжатия/разжатия информации на основе вейвлет-алгоритмов. Эта новая элементная база обеспечила возможность создания web-устройств нового поколения — автономных.

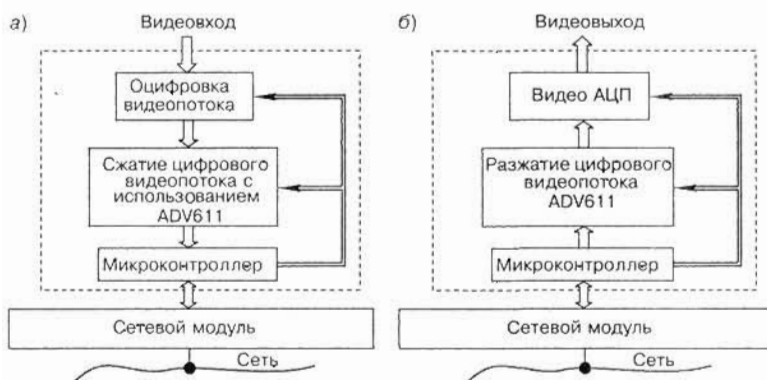
Для изучения возможностей устройств этого класса в ASK Lab СПбГУАП (www.asklab.ru) в 2001 г. было разработано семейство опытно-промышленных образцов устройств, использующих Internet в качестве коммуникационной среды: web-видеочасть, web-видеомонитор и web-устройство удаленного сбора информации и управления (плата ACB — Acquisition and Control Board).

На рис. 1, а показана функциональная схема web-видеочасти. Для сжатия видеoinформации в ней применена микросхема ADV611 фирмы Analog Devices. Для отображения на экране компьютера сжатого потока видео, передаваемого камерой, был разработан программный видео-декодер для дан-

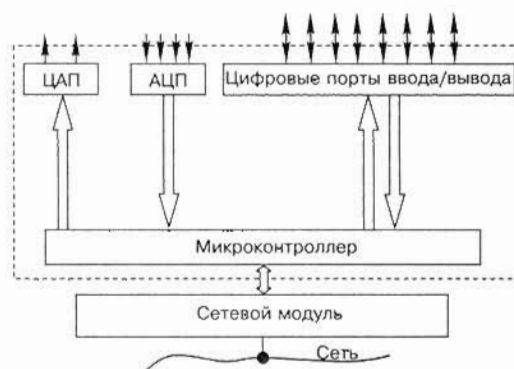
■ Таблица 3. Требования к параметрам передачи в зависимости от природы информации

Природа информации	Целостность	Сохранение порядка	Своевременность	Пропускная способность
Команды	—	+	+	Низкая
Файлы баз данных, растровой и векторной графики, текст, результаты отдельных измерений и т. п.	+	+	—	Низкая
Аудиоданные	—	+	*	Средняя
Видеоданные	*	+	*	Высокая

* Зависит от конкретного приложения, примененного метода сжатия и т. д.



■ Рис. 1. Функциональные схемы: а — web-видеокамеры; б — web-видеомонитора



■ Рис. 2. Функциональная схема web-устройства АСВ

ного алгоритма сжатия, а также специализированное программное обеспечение. С учетом массового использования web-видеокамер программное обеспечение разработано для работы под управлением операционных систем Windows 95/98/2000. Мультиэкранный режим (просмотр видеоизображения с нескольких камер одновременно) при использовании данных операционных систем реализуется естественным образом запуском требуемого количества копий приложения.

Важно отметить, что на основе рассматриваемой платформы может быть реализована система, не имеющая в своем составе персональных компьютеров. Потребителями и источниками информации внутри такой системы выступают устройства. Имеется в виду возможность передачи видеоизображения с web-видеокамеры непосредственно на web-видеомонитор, осуществляющий обратное преобразование видеоинформации — прием из сетевой среды видеопотока, его разжатие микросхемой ADV611 и генерацию стандартного низкочастотного видеосигнала. Функциональная схема web-видеомонитора изображена на рис. 1, б.

Одной из наиболее привлекательных возможностей устройств встроенного Internet является построение на их основе глобальных систем удаленного сбора и управления. Web-устройство АСВ представляет собой многоканальное устройство удаленного сбора и управления, функциональная схема которого приведена на рис. 2. Опытно-промышленный образец Web-АСВ, использованный для проведения экспериментов, имеет следующие внешние каналы: 4 канала АЦП (8 или 10 бит); 2 канала ЦАП (8 бит); 8 цифровых портов, настраиваемых независимо на ввод или вывод.

Описание проведенных экспериментов

Первые эксперименты с web-камерой в локальной сети были проделаны еще в январе 2001 г. [12]. При этом исследовалась камера на базе чипа ADV601. Летом 2001 г. были проведены эксперименты с этой же камерой и Web-АСВ при организации сети в Санкт-Петербурге. Эта серия экспериментов была завершена передачей видеоизображения из Санкт-Петербурга абоненту, проживающему в Вашингтоне и использовавшему модем 56 Кбит/с для подключения к Internet. При

этом имелась возможность дистанционного управления как положением камеры, так и бытовыми приборами, в качестве которых были использованы две лампы накаливания. Время реакции по управлению web-видеокамерой и включению/выключению ламп накаливания составило 0,2–0,3 с.

Также были проделаны эксперименты по передаче голосовых сообщений. Для этого с помощью Web-АСВ проводилась оцифровка сигнала с микрофона, подключаемого к ее аналоговому входу. Передаваемый цифровой поток не сжимался и передавался отдельно от видеопотока. Удовлетворительное качество передачи голосовых сообщений для технической связи было достигнуто уже при частоте дискретизации 2 КГц.

Следующая серия экспериментов, выполненная осенью 2001 г., заключалась в управлении из Вашингтона включением/выключением ламп накаливания, находящихся в Санкт-Петербурге, и контроле за выполнением управления из офиса в Нью-Йорке с помощью видеопотока с web-видеокамеры, установленной вместе с лампами в Санкт-Петербурге.

Учитывая тот факт, что для систем видеонаблюдения любого класса важна возможность передачи изображения в широком диапазоне освещенности наблюдаемого объекта или пространства, для эксперимента была выбрана видеокамера со стандартным видеосигналом на выходе, осуществляющая автоматическую регулировку коэффициента усиления в зависимости от общего уровня засветки светочувствительной матрицы. Это дало возможность получать изображения в уличных условиях при дневном свете, в сумерках и при отсутствии естественного освещения [12].

Цветная PAL-видеокамера, поставляющая стандартный видеосигнал для цифровой части web-видеокамеры, была помещена на платформу устройства управления положением камеры в горизонтальной плоскости. Через программное обеспечение верхнего уровня оператор из Нью-Йорка мог управлять:

- положением камеры в горизонтальной плоскости;

- характеристиками видеосигнала (яркость, контрастность, цветность);

- коэффициентом сжатия изображения и прочими параметрами.

При отсутствии искусственной подсветки в ночных условиях качество изображения значительно

ухудшается, поскольку начинают проявляться внутренние шумы усилителя видеосигнала, а соотношение освещенности объектов сильно отличается от субъективного восприятия реальной картины. Это в очередной раз показало, что регулировка параметров видеоизображения в таких условиях освещенности чрезвычайно важна.

При использовании web-видеокамеры наличие функции удаленного изменения значений этих параметров позволяет фактически организовать дистанционное обслуживание камеры, под которым подразумевается возможность подбора требуемых ее параметров в зависимости от реальной обстановки, складывающейся на объекте наблюдения. Конкретные значения параметров (яркость, контрастность, насыщенность цвета) зависят от текущих характеристик реального изображения, а также от «потребителя» воспроизводимого видеопотока (органы зрения человека, система распознавания образов, система наблюдения за движущимися объектами и т. д.).

Ниже описан ряд дополнительных экспериментов по изучению устойчивости передачи команд и цифровых сигналов с датчиков через локальную и глобальную IP-сети, который позволил сформулировать некоторые выводы и обозначил ряд задач первостепенной важности.

Передача команд и цифрового сигнала с датчиков через мало загруженную локальную IP-сеть производилась в режиме «запрос—ответ». При отсутствии ответа от получателя информации выполнялась повторная передача запроса. Реализация команд и передача информации с датчиков происходила с интервалами от сотен микросекунд до единиц миллисекунд. Как и следовало ожидать, при наличии надежных электрических контактов в местах подключения сетевых разъемов потерь пакетов в данной сетевой среде не наблюдалось.

При исследовании режимов с более плотной нагрузкой сети была использована передача сжатого видеопотока через локальную IP-сеть. Для этого эксперимента производилось раздельное сжатие кадров видеопотока по алгоритму биортогонального вейвлет-преобразования (9, 7) [5, 6, 7] аппаратно микросхемой ADV611. Сжатый видеопоток принимался высокопроизводительным персональным компьютером, декомпрессионировался и отображался на экране дисплея.

Использование потокового режима показало плохой результат, поскольку косвенная регулировка интенсивности потока, в зависимости от состояния сети и приемника информации, в этом режиме невозможна. В связи с переполнением входного буфера приемника терялась значительная часть пакетов (приемник «не справлялся» с входным потоком), что приводило к нестабильности смены кадров в виде «рваного» воспроизведения.

В режиме «подтверждение после передачи массива» отдельные массивы представляли собой сжатые кадры изображения. В локальной сети данный режим дал хороший результат, поскольку по сравнению с потоковым методом позволяет косвенно регулировать трафик в сети, а по отношению к режиму «запрос-ответ» сокращает количество необходимых транзакций. Единственным недостатком при этом режиме является высокое требование к входному буферу приемника, который в предельном случае должен быть способен

накопить сжатый кадр изображения максимально-го размера (около 140 Кбайт).

В режиме «запрос—ответ» кадры изображения передавались и, соответственно, отображались равномерно. Трафик напрямую соответствовал состоянию сети и приемника. Отмечено незначительное уменьшение скорости отображения кадров по сравнению с режимом «подтверждение после передачи массива».

В силу большого прикладного значения были отдельно проведены эксперименты по изучению передачи аудио-потока через локальную IP-сеть. При передаче несжатого оцифрованного одноканального звукового потока в локальной сети с пропускной способностью 10 Мбит/с доля занятого этим потоком трафика составляет от 0,08 % (частота дискретизации 1 кГц, количество бит на отсчет — 8) до 7 % (частота дискретизации 44 кГц, количество бит на отсчет — 16). Интервал между пакетами, отправленными источником потока, составляет от 23 мс до 1 с при среднем размере пакета 1 Кбайт. С учетом этого, а также принимая во внимание низкий уровень потерь, для данного типа сетевой среды режим обмена существенно не влияет на качество воспроизводимого звука, что и подтвердил проведенный эксперимент. Однако следует оговориться, что при возрастании количества потерь и искажений информации в сети предпочтительным является использование режима «запрос—ответ», поскольку он увеличивает вероятность корректной передачи пакетов от источника к приемнику. Механизмом для этого служит повторная передача при обнаружении потери пакета во время передачи.

В рамках исследования поведения глобальных информационно-управляющих систем проводились эксперименты по передаче команд, цифрового сигнала с датчиков, а также сжатого видеопотока через Internet. Передача данных производилась в режиме «запрос—ответ». При отсутствии ответа от получателя информации выполнялась повторная передача запроса. Во время каждого проведения эксперимента наблюдался незначительный процент потерь пакетов, который напрямую не зависел от географической удаленности компонентов системы. Поскольку при работе в режиме «запрос—ответ» может быть потеряна любая из пары пакетов, то необходимо исключить из множества пакетов-команд те из них, результат действия которых зависит не только от кода команды, но и от текущего состояния устройства или его выходов. Вместо этого должны быть использованы пакеты-команды, переводящие устройство или его выходы в единственное детерминированное состояние.

Условия передачи сжатого видеопотока через Internet были аналогичны условиям передачи сжатого видеопотока через локальную IP-сеть. Система оказалась работоспособной только при использовании режима «запрос—ответ». В остальных режимах обмена, как правило, удавалось передать только первые 1–2 кадра. Далее приемник получал лишь фрагменты (отдельные пакеты), несущие часть информации об изображении, что при использовании вейвлет-сжатия означало потерю всего кадра. Полученный результат объясняется тем, что интенсивный поток переполняет буфер маршрутизатора, расположенного перед наиболее «медленным» коммуникационным участком. Перепол-

нение буфера маршрутизатора является нештатной ситуацией и, чаще всего, приводит к его очистке с потерей всей предварительно накопленной информации. В результате пакеты теряются целыми сериями, не достигая своего приемника.

Результаты передачи аудиопотока по Internet аналогичны результатам, описанным для сжатого видеопотока. Исключением является лишь то, что при частоте дискретизации до 2 кГц в большинстве случаев наблюдалась устойчивая передача аудиоинформации. Однако при такой частоте дискретизации качество воспроизводимого звука оставляет желать лучшего и не является приемлемым для большинства приложений. Кроме этого, следует отметить, что если для видеоинформации пропуск или задержка в воспроизведении отдельных кадров не является критичным нарушением качества, то для звука подобные нарушения приводят к серьезным проблемам восприятия.

С учетом проделанных экспериментов и высказанных соображений, выработан ряд рекомендаций для систем передачи звука через Internet, заключающихся в использовании:

- современных алгоритмов сжатия, позволяющих достичь приемлемого качества звука при высоких коэффициентах сжатия;
- режима обмена «запрос-ответ», с повторными передачами при обнаружении потери;
- накапливающего буфера у приемника информации, размер которого по длительности воспроизведения соответствующего звукового фрагмента должен быть не меньше максимальной задержки пакета в сети.

В ходе проведения экспериментов с устройствами встраиваемого класса, использующими для передачи целевой информации IP-сети, были сделаны два дополнительных наблюдения, которые являются общими для любого вида информации и могут оказать влияние на выбор надтранспортируемого протокола.

1. В протоколе UDP предусмотрена возможность передачи информации без использования контрольной суммы для определения достоверности и целостности принятой информации. Операция подсчета контрольных сумм, как правило, требует наличия значительных буферов оперативной памяти и, конечно, машинного времени процессора. Для встроенной системы управления это приводит к ухудшению основных ее параметров. При проведении экспериментов обнаруживались искажения пакетов при передаче, которые оставались «незамеченными» на уровнях ниже транспортного. Вследствие этого использование контрольных последовательностей является обязательным условием для устойчивого функционирования подобного рода систем.

2. В Internet, как и в любой другой коммуникационной среде, распространяется не только полезная информация, но и «информационный мусор» (помехи). В процессе экспериментов обнаружены факты получения на целевой IP-адрес и UDP-порт UDP-пакетов [9], не отправленных ни одним из компонентов системы. Попытка дешифрации таких

пакетов может приводить к сбоям в работе устройств и программного обеспечения верхнего уровня или вызывать выполнение ложных команд. Во избежание этого каждый пакет, пересылаемый внутри системы, должен содержать некоторую идентификационную информацию, позволяющую приемнику однозначно отличать «свои» пакеты от «чужих».

На основании сделанных выводов наиболее рациональным представляется использование контрольных последовательностей, выполняющих одновременно и функции идентификации пакетов. Конкретная схема вычисления контрольной последовательности определяется требованиями к вероятности пропуска факта нарушения целостности пакета и ограничениями по скорости и сложности вычислений (простые контрольные суммы, полиномиальные суммы и т. д.).

Заключение

Приведенные описания экспериментов и полученные результаты позволяют констатировать факт, что в настоящее время в России имеется опыт разработки современных Internet-устройств встраиваемого класса. Выполненные экспериментальные исследования опытно-промышленных образцов показывают реальную возможность создания глобальных информационно-управляющих систем с коммуникациями типа «устройство—устройство» для самых разнообразных целей.

Опыт показывает, что предметом дальнейших серьезных исследований в первую очередь должны стать реальные характеристики Internet как коммуникационной среды, а также связанные с ними системные проблемы. В частности, остро стоит вопрос экспериментальной оценки времени реакции, как вероятностной характеристики доставки сообщений в распределенной системе управления.

Вторая важная задача заключается в необходимости разработки эффективных методов защиты информации в Internet, являющейся открытой системой с потенциальной возможностью вмешательства злоумышленников в процесс управления. Специфику задачи определяет огромное число абонентов, измеряемое для некоторых приложений миллионами, а также необходимость шифрации/дешифрации видео- и аудиопотоков в реальном масштабе времени, что при пропускной способности 1 Мбит/с представляется совсем нетривиальной задачей.

Очевидно, отдельного рассмотрения уже в ближайшее время потребует проблема выбора одного из возможных альтернативных путей развития глобальных информационно-управляющих систем: либо использовать уже существующую сеть Internet в качестве единой коммуникационной среды для всех типов информационного обмена, либо создавать специализированные коммуникационные среды нового поколения для промышленного использования.

Литература

1. www.embedded.com/internet
2. www.telemed.ru
3. www.realtex.meteo.ru
4. www.vbank.ru/partners/telekom
5. **Воробьев В. И., Грибунин В. Г.** Теория и практика вейвлет-преобразования. — ВУС, 1999. — 208 с.
6. www.wavelet.org
7. www.bell-labs.com/who/wim/papers/papers.html
8. **Компьютерные сети.** Книга 1: High Performance Networking. Энциклопедия пользователя: Пер. с англ. / Марк А. Спортак и др. — Киев: ДиаСофт, 1998. — 432 с.
9. **Фейт Сидни** TCP/IP: Архитектура, протоколы, реализация (включая IP версии 6 и IP Security) / 2-е изд. — СПб: Лори, 2000. — 424 с.
10. **Kravotta Nicholas** Embedded TCP/IP: a smorgasbord of options // EDN. — 2001. — N 1. — P. 75–80.
11. **Mitaque Larry** Internet device interaction control // Internet appliance design. — N 01. — 2001. — P. 61–66.
12. **Опыт** использования информационно-управляющих сетевых систем для передачи видеоизображений / Астапкович А. М., Востриков А. А., Касаткин А. А. и др. / В кн.: Информационно-управляющие системы для подвижных объектов. Семинары ASK Lab 2001 / Под общ. ред. М. Б. Сергеева. — СПб: Политехника, 2002. — С.180–197.

УДК 629.783.05:629.1.053

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПУТНИКОВЫХ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ НАВИГАЦИОННО-ГИДРОГРАФИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ

В. А. Катенин,*д-р воен. наук, старший научный сотрудник***А. В. Катенин,***старший инженер**Государственный научно-исследовательский**навигационно-гидрографический институт Министерства Обороны**Российской Федерации (ГНИНГИ МО РФ)*

Рассматриваются преимущества комплексного использования спутниковых и ГИС-технологий в автоматизированных информационно-управляющих системах береговых подразделений Гидрографической службы и на морских подвижных объектах.

Статья предназначена для специалистов, занимающихся вопросами построения информационно-управляющих систем, сетевыми технологиями, системным анализом и обработкой информации.

Современный этап развития навигационно-гидрографического обеспечения (НГО) морских подвижных объектов характеризуется значительным увеличением потоков разнородной информации, необходимой для принятия оптимальных управленческих решений, в том числе и в экстремальных ситуациях.

Для охвата всего объема информации она должна быть представлена в удобном и обозримом виде, позволяющем из всего множества данных выбирать только важные и необходимые. Кроме того, обоснованность управленческих решений во

многом зависит от применения для этих целей математических методов оптимизации, реализованных в виде машинных методик, что в целом дает возможность автоматизировать этот процесс и существенно повысить производительность труда.

Решение указанных проблем становится уже невозможным без привлечения автоматизированных информационно-управляющих систем (АИУС) с использованием геоинформационных технологий. Одним из основных средств геоинформатики являются географические информационные системы (ГИС), под которыми понимается совокупность ком-