

ФИЗИКА

УДК 621.396:681.326

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТНО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АППАРАТУРЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Н. И. Астанин, П. В. Поветко, С. Ю. Стрельченко

ФГУП ВНИИС, г. Воронеж

В статье приведены результаты экспериментальных измерений ВВХ аппаратуры передачи данных, таких как время доведения пакета, время передачи файла. На основе полученных данных проведена оценка плотности закона распределения времени доведения одного пакета, построены зависимости среднего времени и скорости передачи файлов от их размера.

ВВЕДЕНИЕ

Время доведения информации является одним из основных параметров, к которому предъявляются требования при проектировании информационно-управляющих систем (ИУС). В [1] представлен целый ряд моделей по оценке эффективности функционирования ИУС, в которых в качестве исходных данных требуется знание времени доведения информации и его закона распределения.

Цель этой работы — получение на основе экспериментальных измерений данных, необходимых для использования в моделях, описывающих функционирование как сети обмена данными, так и процессы управления в ИУС в целом, частью которой эта сеть является.

МЕТОДИКА

Рассматривалась сеть обмена данными (СОД), в которой IP-пакеты, созданные на автоматизированном рабочем месте (АРМ), инкапсулируются в СОД-пакеты и передаются по сети при помощи аппаратуры передачи данных, в которой реализован свой протокол сетевого уровня.

Характер сообщений, которые подлежат передаче в данной сети, с точки зрения определения ВВХ доведения информации, можно разделить на два класса: короткие —

для передачи которых требуется только один пакет, и длинные — для передачи которых требуется разбиение исходного сообщения на несколько частей.

В обоих случаях необходимо определить время доведения информации с одного АРМ на другое. Для этого на стенде был собран макет тракта передачи информации, включающий в себя два АРМ с установленным необходимым программным обеспечением и два комплекса АПД.

Соединение АРМ с АПД осуществлялось поочередно по двум абонентским стыкам RS-232 и RS-232 Дон (в первом случае скорость обмена 115,2 кбит/с, во втором — 9,6 кбит/с).

Соединение АПД друг с другом производилось по 4-х проводному кабелю в режиме дуплекса со скоростью 16 кбит/с (канальный стык С1-ФЛ).

Измерения времени доведения одного пакета производилось с помощью ring-пакета. В этом случае отмечается время вращения ring-сообщения посланного с одного АРМ на второй. Это время можно рассматривать как суммарное время подготовки и передачи двух одинаковых пакетов.

Поскольку в АПД предусмотрено 4 градации длины пакета, размер ring следует выбирать различным, соответствующим каждой из этих градаций. Для каждого размера ICMP-пакета набиралась статистика, достаточная для оценки закона распределе-

ния времени доведения (например, с помощью критерия Хи-квадрат) (порядка 100 измерений).

В таблицах 1 и 2 представлены результаты измерений времени отклика при разных абонентских стыках (100 измерений).

На основе полученных экспериментальных данных была получена оценка закона плотности распределения вероятности времени доставки одного пакета. На рисунке 1 представлена аппроксимация плотности вероятности времени доведения для пакета размером 362 байта при работе АПД по абонентскому стыку RS-232 Дон. Оценка производилась с помощью критерия Пирсона — Хи-квадрат для 400 реализаций [2]. Вид закона — нормальный; матожидание — 2,244; среднеквадратическое отклонение — 0,13; число интервалов разбиения — 15; $\chi^2 = 12,723$; $\alpha^2 = 0,389$.

При определении времени передачи длинных сообщений производилась передача файлов различных размеров между АРМ.

В одном случае АПД были подключены через абонентский стык RS-232 Дон и использовались следующие протоколы TFTP—UDP — IP — протокол СОД. В другом случае абонентский стык — RS-232, а протоколы: FTP — TCP — IP — протокол СОД.

В обоих случаях, несмотря на различия в протоколах, характер зависимости времени передачи файла от его объема должен совпадать, поскольку процедура передачи у них схожи. И в том и в другом случае в начале происходит обмен запросами на установление сеанса передачи (длительность этого этапа не зависит от объема файла), после чего идет непосредственно сама передача. Поэтому характер зависимости должен быть линейным, вида $kx + b$, где параметр b — определяет время установления (и завершения) сеанса связи.

Для определения параметров k и b использовался метод наименьших квадратов. На рисунке 2 представлены значения полученные из опыта и аппроксимирующая их

Таблица 1

Время отклика при подключении по стыку RS-232 Дон (9,6 кбит/с)

Размер пакета, байт	64	104	128	172	256	362
Мин. время, с	2,11	2,42	2,53	3,1	3,69	4,02
Среднее время, с	2,456	2,875	3,04	3,52	4,123	4,509
Макс. время, с	2,96	3,46	3,59	3,94	4,59	5,2

Таблица 2

Время отклика при подключении по стыку RS-232 (115,2 кбит/с)

Размер пакета, байт	64	104	128	172	256	362
Мин. время, с	1,38	1,57	1,575	1,69	2,33	2,429
Среднее время, с	1,39	1,587	1,588	2,066	2,349	2,464
Макс. время, с	1,4	1,592	1,592	2,08	2,37	2,49

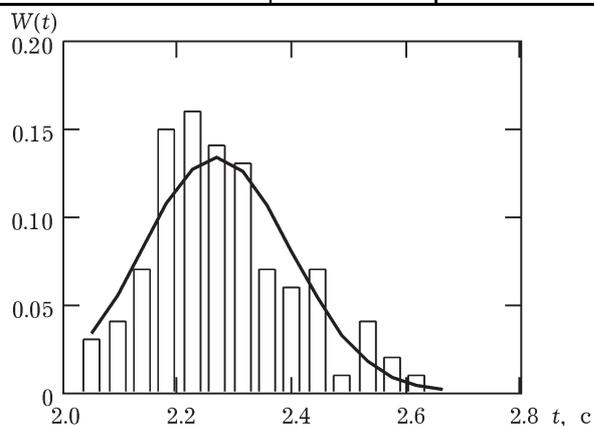


Рис. 1. Аппроксимация времени передачи пакета нормальным законом распределения

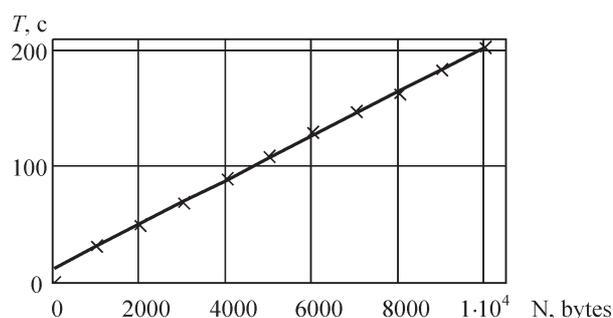


Рис. 2. Зависимость времени передачи от объема файла

прямая, подтверждающие предположение и линейном характере зависимости (случай передачи через абонентский стык RS-232 Дон).

В таблице 3 приведены значения параметров k и b .

Таблица 3

Тип стыка	Значение k	Значение b
RS-232 "Сливка"	$5,924 \cdot 10^{-3}$	17,904
RS-232 "Дон"	0,019	12,27

На основе полученных данных построены зависимости времени и суммарной скорости передачи файла от его объема. На рисунках 3—6 представлены соответствующие графики для каждого случая.

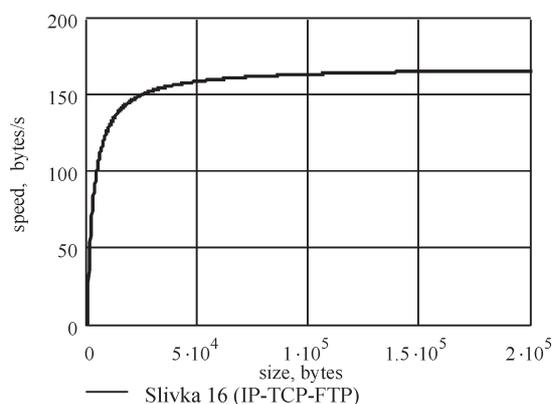


Рис. 3. Зависимость суммарной скорости передачи файла от его объема для случая соединения через абонентский стык RS-232 с использованием протоколов FTP — TCP — IP — протокол СОД

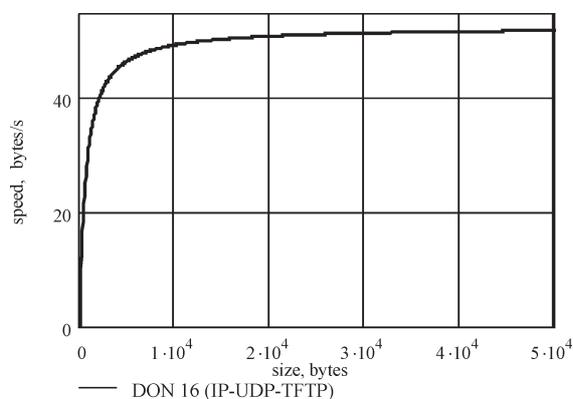


Рис. 5. Зависимость суммарной скорости передачи файла от его объема для случая соединения через абонентский стык RS-232 Дон с использованием протоколов TFTP — UDP — IP — протокол СОД

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

1. В ходе выполнения работы установлено, что плотность распределения длительности доведения одного пакета можно с достаточной точностью аппроксимировать нормальным законом.

2. Доказано, что зависимость времени передачи файла от его размера носит линейный характер и экспериментально определены ее параметры.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Методическое руководство по оценке качества функционирования информационных систем. — М.: 3 ЦНИИ МО РФ, 2003. — 352 с.

2. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. — М.: Радио и связь, 1982. — 624 с.

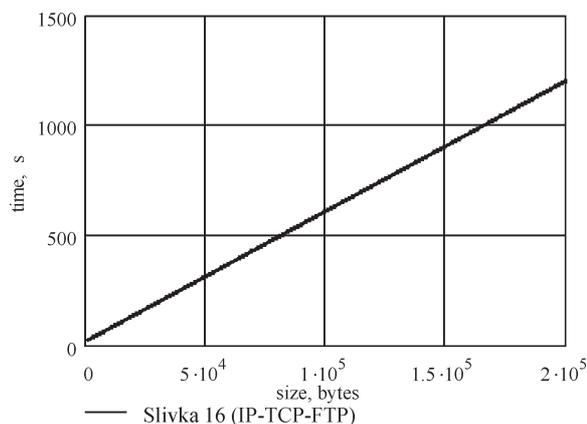


Рис. 4. Зависимость времени передачи файла от его объема для случая соединения через абонентский стык RS-232 с использованием протоколов FTP — TCP — IP — протокол СОД

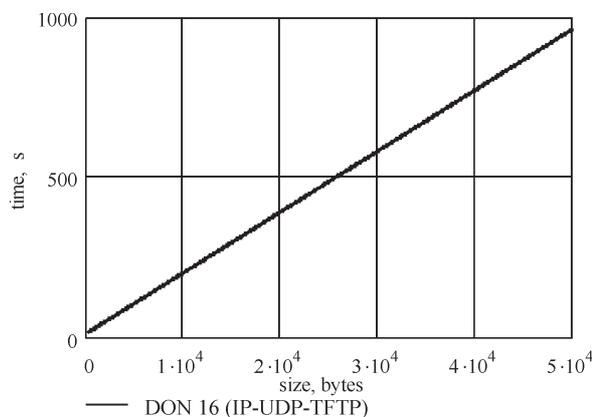


Рис. 6. Зависимость времени передачи файла от его объема для случая соединения через абонентский стык RS-232 Дон с использованием протоколов TFTP — UDP — IP — протокол СОД