

НАДЕЖНОСТЬ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ НА БАЗЕ ТОНКОГО КЛИЕНТА И РАБОЧИХ СТАНЦИЙ

С. Н. Полесский, М. А. Карапузов, В. В. Жаднов

Развитие локальных вычислительных сетей (ЛВС) стоит перед двумя перспективами: продолжать проектировать ЛВС, где абонентами выступают традиционные «рабочие станции» (РС), или же вместо РС использовать так называемые «тонкие клиенты» (далее по тексту будет использоваться в качестве синонима «терминальные станции»).

В настоящее время все чаще употребляется термин «тонкий клиент», когда под этим термином подразумевается достаточно широкий с точки зрения системной архитектуры ряд устройств и программ, которые объединяются общим свойством: возможность работы в терминальном режиме.

Преимущество РС перед тонким клиентом состоит в независимости от наличия работоспособной сети – обработка информации будет происходить и в момент ее отказа, так как в случае использования РС обработка информации происходит непосредственно самими станциями.

В случае использования работы тонкого клиента необходим терминальный сервер. Но при этом тонкий клиент обладает минимальной аппаратной конфигурацией, вместо жесткого диска для загрузки локальной специализированной операционной системой (ОС) используется *DOM* (*DiskOnModule* – модуль с разъемом *IDE*, флэш-памятью и микросхемой, реализующей логику обычного жесткого диска, который в *BIOS* определяется как обычный жесткий диск, только размер его обычно в 2–3 раза меньше). В некоторых конфигурациях системы тонкий клиент загружает операционную систему по сети с сервера, используя протоколы *PXE*, *BOOTP*, *DHCP*, *TFTP* и *Remote Installation Services (RIS)*. Минимальное использование аппаратных ресурсов является главным преимуществом тонкого клиента перед РС [1].

В связи с этим возникает вопрос: что лучше использовать для проектирования ЛВС с точки зрения надежности [1] – тонкий клиент или традиционные РС?

Для ответа на этот вопрос проведем сравнение показателей надежности типовой схемы ЛВС, построенной по топологии «звезда» для двух вариантов ее реализации. В первом варианте ЛВС построена на базе тонких клиентов, а во втором – на базе РС. Для упрощения оценки показателей надежности ЛВС рассмотрим небольшую корпоративную сеть отдела (предприятия), состоящую из 20–25 типовых устройств.

Допустим, что исследуемый отдел занимается конструкторскими работами, используя соответствующее программное обеспечение (ПО). Типовая ЛВС такого отдела на базе РС должна содержать рабочие станции, сервер, принтер. Все устройства объединяются в сеть через коммутатор (см. рис. 1).



Рис. 1. Схема соединения устройств в ЛВС на базе РС

В состав типовой ЛВС на базе тонкого клиента входят терминальные станции, сервер, принтер, а также терминальный сервер, который обеспечивает доступ пользователей через тонкий клиент к необходимым для работы ресурсам. Все устройства объединены в сеть через коммутатор (рис. 2).



Рис. 2. Схема соединения устройств в ЛВС на базе терминальных станций

Сформулируем критерии отказов [1]. Для этого необходимо определить, какие неисправности элементов являются критичными для выполнения заданных функций сети. Пусть на отдел (предприятие) выделено 20 рабочих мест, и загрузка отдела позволяет оставить два рабочих места в резерве. Остальные 18 рабочих мест используются непрерывно в течение всего рабочего дня (8 часов в сутки).

Исходя из этого отказ более чем двух РС (терминальных станций) приведет к отказу всей ЛВС. Отказ сервера, отказ одного из терминальных серверов (для ЛВС на основе только тонкого клиента) и отказ коммутатора также приводят к отказу всей ЛВС. Отказ принтера не является критичным, так как задачи отдела напрямую не связаны с непрерывным его использованием и поэтому при оценке надежности он не учитывается. Отказ коммутирующей сети проводов также не учитывается, так как в обоих вариантах реализации ЛВС набор соединений практически одинаковый, а величина интенсивности отказов пренебрежимо мала.

Отказы таких элементов РС, как внешнее запоминающее устройство, монитор, клавиатура, мышь, видеокарта, системная плата, процессор, система охлаждения, блок питания, оперативное запоминающее устройство, являются критичными для РС и ведут к ее отказу.

Принимая во внимание условия функционирования ЛВС и критерии отказов, построим структурные схемы надежности (ССН) для разных уровней разукрупнения [2, 3].

На верхнем уровне рассматривается совокупность устройств, ССН которой представляет собой группу «последовательное соединение» [3] трех блоков (коммутатор, сервер, коммутирующая сеть) и резервированной группы (рабочая группа из терминальных или рабочих станций).

Структурные схемы надежности приведены на рис. 3 (для ЛВС на базе РС) и на рис. 4 (для ЛВС на базе тонкого клиента).

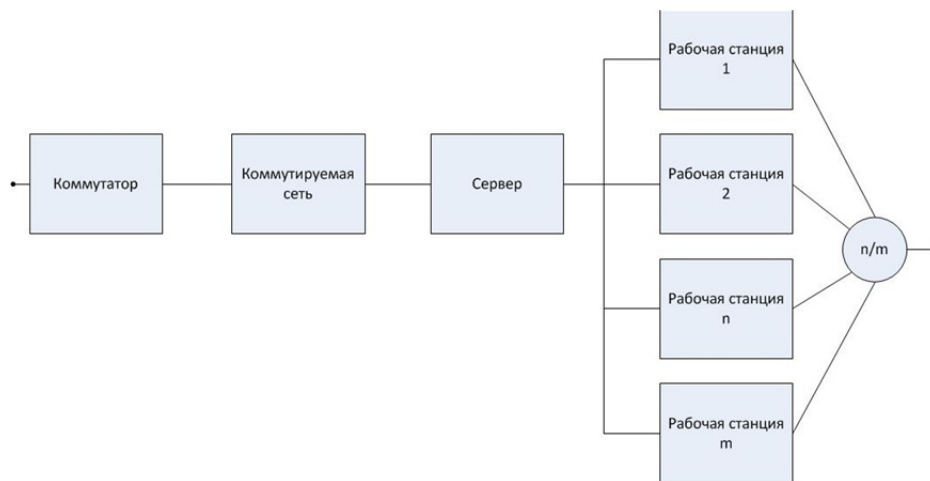


Рис. 3. Структурная схема надежности ЛВС на базе РС



Рис. 4. Структурная схема надежности ЛВС на базе тонкого клиента

На следующем уровне разукрупнения рассматривается совокупность рабочих / терминальных станций, ССН которых представляет собой группу «скользящее резервирование n из m » [3] двадцати блоков (18 основных рабочих/терминальных станций резервируется двумя станциями, каждая из которых может заменить любую отказавшую основную).

На нижнем уровне рассматривается совокупность элементов рабочей станции, ССН которых представляет собой группу «последовательное соединение» [3] десяти блоков (монитор, процессор, оперативная память, жесткий диск, клавиатура, мышь, блок питания, системная плата, система охлаждения, видеокарта).

Расчет надежности ЛВС проводится в два этапа:

- во-первых, рассчитывается (определяется) надежность элементов в отдельности,
- во-вторых проводится расчет надежности ЛВС в целом.

Типовая схема проведения расчета надежности ЛВС, выполненная в нотациях IDEF0 [4], представлена на рис. 5.

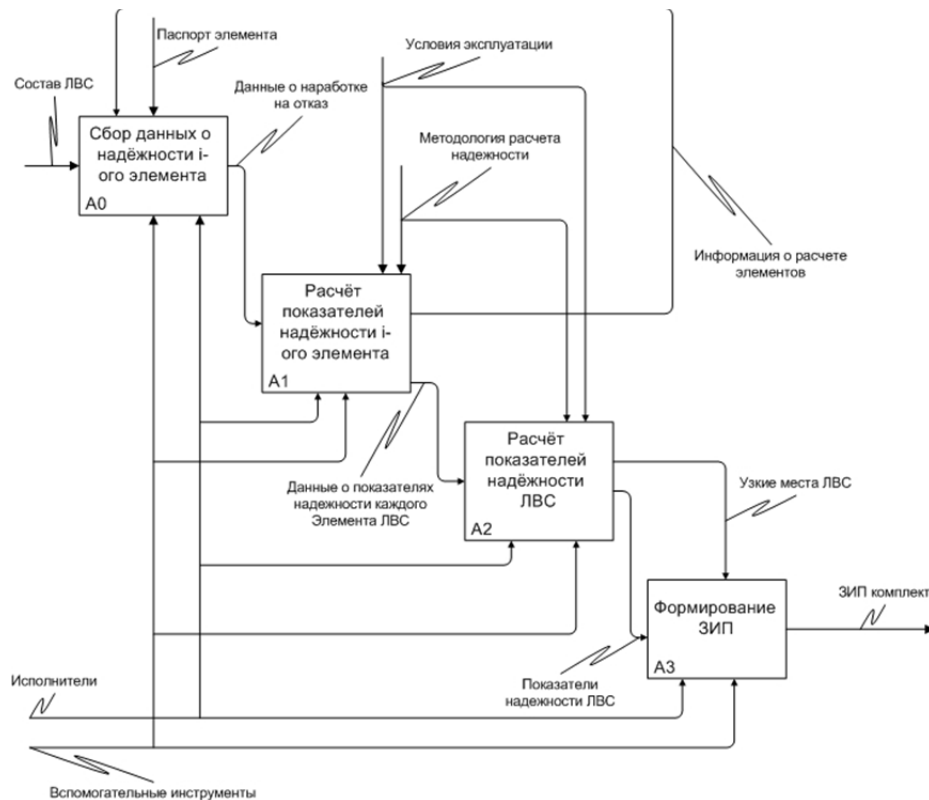


Рис. 5. IDEF0: типовая схема проведения расчета надежности ЛВС

Отметим, что хотя на схеме и присутствует расчет оптимальных запасов комплекта ЗИП (блок А3 на рис. 5), в данной статье эта задача не рассматривалась.

Значения наработки на отказ для каждого элемента ЛВС получены на основе данных, приведенных на официальных сайтах производителей и в информационно-справочной базе данных [5, 6]. Перечень элементов ЛВС и их показатели надежности приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели надежности элементов ЛВС

Наименование элемента	Показатели надежности	
	Средняя наработка на отказ	Среднее время восстановления
Монитор Samsung 957MB	750 000	4 часа для PC в сборе (по данным реальной эксплуатации)
Мышь HP	100 000	
Клавиатура HP	100 000	
Системная плата Intel DP55WP	100 000	
Блок питания Intel	100 000	
Система охлаждения Intel	55 000	
Процессор Intel Core i7	550 000	
Оперативная память Kingston DDR3 KVR1066D3N7/4G 4GB x2	500 000	
Видеокарта GeForce GT 240	55 000	
Жесткий диск любого производителя	500 000	
Коммутатор SRW2024 – 24-Port 10/100/1000 Gigabit Switch	98 690	1
Серверы Intel	45 000–55 000	4
Терминальная станция Kingsem UTC55i Ultra Thin Client	400 000	3

На рис. 6 приведена гистограмма [5], построенная по данным табл. 1, на которой показано распределение средних наработок на отказ элементов PC и коммутатора.

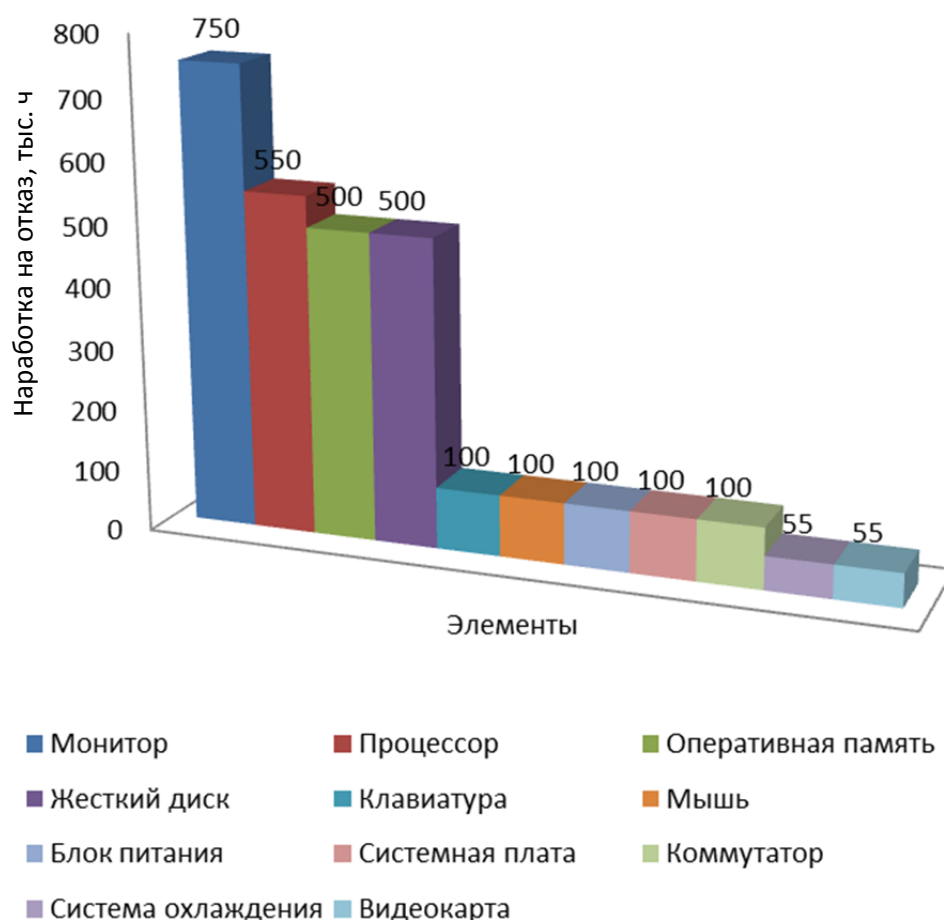


Рис. 6. Гистограмма распределения средних наработок на отказ элементов PC

Как видно из рис. 6, наихудшие значения имеют видеокарта и система охлаждения (55000 часов). Именно эти элементы входят в состав РС и отсутствуют в составе терминальной станции, что очевидно скажется на показателях их надежности.

Оценка средней наработки на отказ проводится в соответствии с ОСТ 4Г 0.012.242-84 [3] по следующей формуле:

$$T_O = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{T_{Oi}}},$$

где T_{Oi} – средняя наработка на отказ i -го отдельного элемента ССН.

Коэффициент готовности рассчитывается по формуле [7, 8]:

$$K_{\Gamma} = \frac{T_O}{T_O + T_B}.$$

Средняя наработка на отказ совокупности рабочих/терминальных станций, представляющих собой резервированную группу, рассчитывается по формуле:

$$T_O = \frac{1}{\lambda} \frac{\sum_{i=0}^m C_N^i (\lambda T_{BЭ})^i}{C_N^m (\lambda T_{BЭ})^m},$$

где m – количество резервных элементов; N – общее количество элементов; λ – интенсивность отказов одного элемента; $T_{BЭ}$ – среднее время восстановления одного элемента.

Среднее время восстановления такой системы рассчитывается по формуле:

$$T_{BЭ} = \frac{T_{BЭ}}{m+1}.$$

Проведем расчет средней наработки на отказ для схемы, представленной на рис. 2.

Рассчитаем значение наработки на отказ для одной РС:

$$T_{Ows} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{T_{Oi}}} = 9643 \text{ ч.}$$

На рис. 7 приведена гистограмма распределения средних наработок на отказ составных частей ЛВС.

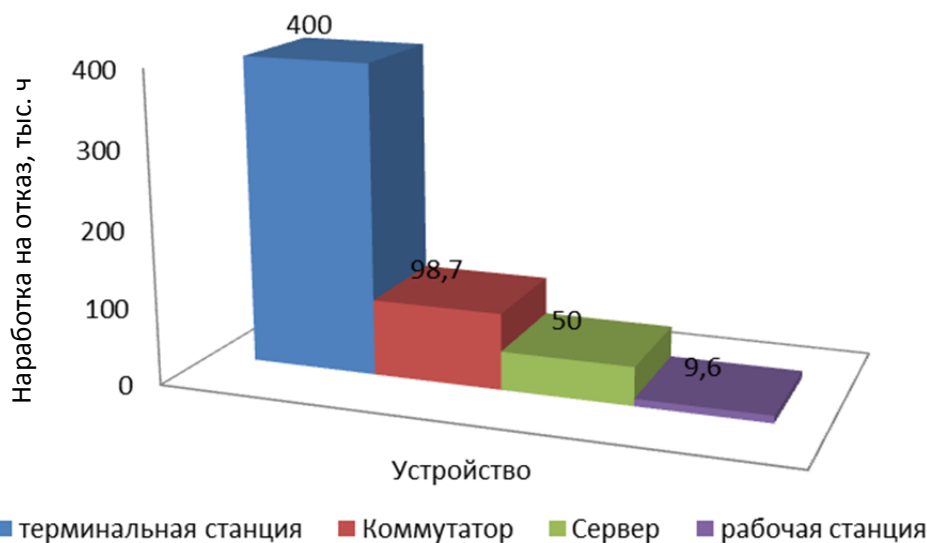


Рис. 7. Гистограмма распределения средних наработок на отказ составных частей ЛВС

Как видно из рис. 7, средняя наработка на отказ терминальной станции на несколько порядков выше, чем у сервера и РС.

Оценим среднюю наработку на отказ для резервированной группы РС:

$$T_{Owssys} = \frac{1}{\lambda} \frac{\sum_{i=0}^m C_N^i (\lambda T_{BЭ})^i}{C_N^m (\lambda T_{BЭ})^m} = 2.32 \times 10^4 \text{ ч.}$$

Среднее время восстановления для такой системы равно

$$T_B = \frac{T_{BЭ}}{m+1} = 8 \text{ ч.}$$

Коэффициент готовности равен

$$K_{Гwssys} = \frac{T_{Owssys}}{T_{Owssys} + T_B} = 0,999655.$$

Средняя наработка на отказ для одного сервера составит

$$T_{Oserv} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{T_{Oi}}} = 43662 \text{ ч.}$$

Проведем расчет средней наработки на отказ для схемы, представленной на рис. 3:

$$T_{O1} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{T_{Oi}}} = 13130 \text{ ч.}$$

$$T_{Otsys} = \frac{1}{\lambda} \frac{\sum_{i=0}^m C_N^i (\lambda T_{BЭ})^i}{C_N^m (\lambda T_{BЭ})^m} = 8,78 \cdot 10^5 \text{ ч.}$$

$$T_B = \frac{T_{BЭ}}{m+1} = 1 \text{ час;}$$

$$K_{Гwssys} = \frac{T_{Owssys}}{T_{Owssys} + T_B} = 0,999998 ;$$

$$T_{O2} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{T_{Oi}}} = 17520 \text{ ч.}$$

Результаты расчетов показателей надежности составных частей ЛВС на базе терминальных и рабочих станций сведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчетов показателей надежности составных частей ЛВС

Наименование	ЛВС на базе РС			ЛВС на базе терминальных станций		
	Количество, шт.	на 1 шт.		Количество, шт.	на 1 шт.	
		$T_{0, \text{ ч}}$	$T_{B, \text{ ч}}$		$T_{0, \text{ ч}}$	$T_{B, \text{ ч}}$
Сервер	1	43662	4	1	43662	4
Терминальный сервер	—	—	—	1	43662	4
Коммутатор	1	98690	4	1	98690	1
Рабочая станция	20	9643	4	—	—	—
Терминальная станция	—	—	—	20	400000	3

Коэффициент готовности для ЛВС на базе РС:

$$K_{Г1} = \prod_{i=1}^n K_{Гi} = 0,99955$$

Коэффициент готовности для ЛВС на базе тонкого клиента:

$$K_{Г2} = \prod_{i=1}^n K_{Гi} = 0,99981$$

Среднее время восстановления для ЛВС на базе РС:

$$T_{В1} = T_{О1} \frac{1 - K_{Г1}}{K_{Г1}} = 6,03 \text{ ч.}$$

Среднее в восстановления для ЛВС на базе тонкого клиента:

$$T_{В2} = T_{О2} \frac{1 - K_{Г2}}{K_{Г2}} = 3,26 \text{ ч.}$$

Расчетные значения средней наработки на отказ, времени восстановления и коэффициента готовности для двух реализаций ЛВС из 20 станций с учетом двух резервных представлены в табл. 3.

Таблица 3

Сравнение показателей надежности ЛВС

Тип ЛВС	Показатель надежности		
	T_0 , ч	T_B , ч	K_G
На базе РС	$1,313 \cdot 10^4$	6,03	0,99955
На базе тонкого клиента	$1,75 \cdot 10^4$	3,26	0,99981

Из табл. 3 видно, что коэффициент готовности для ЛВС на базе РС меньше, чем у аналогичной ЛВС на базе тонкого клиента. Среднее время наработки на отказ для ЛВС на базе тонкого клиента больше, чем у схемы ЛВС на базе РС, а среднее время восстановления ниже. Приведенное сравнение показывает, что реализация ЛВС на базе 20 терминальных станций, две из которых находятся в резерве, оказывается надежнее, чем ее реализация на базе рабочих станций.

Подводя итоги проведенного анализа, можно утверждать, что более надежным типом является ЛВС на базе терминальных станций. С практической точки зрения это показывает, что переход к созданию ЛВС на базе тонкого клиента является целесообразным и с позиций надежности.

Внедрение ЛВС, состоящих из терминальных станций в совокупности с «облачным» ПО, может существенно сказаться на повышении уровня автоматизации, качества и надежности функционирования предприятий.

Список литературы

1. ГОСТ 27.009-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 37 с.
2. ГОСТ Р 51901.14-2005 (МЭК 61078:1991). Метод структурной схемы надежности. – М. : Стандартинформ, 2005. – 38 с.
3. ОСТ 4Г 0.012.242-84. Методика расчета показателей надежности. – М., 1985. – 49 с.
4. Р 50.1.028-2001. Рекомендации по стандартизации. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования. – М. : Госстандарт России, 2001. – 78 с.
5. Прогнозирование качества ЭВС при проектировании : учеб. пособие / В. В. Жаднов, С. Н. Полесский, С. Э. Якубов, Е. М. Гамилова. – М. : СИНЦ, 2009. – 191 с.
6. Жаднов, В. В. Оценка качества компонентов компьютерной техники. / В. В. Жаднов, С. Н. Полесский, С. Э. Якубов // Надежность. – 2008. – № 3. – С. 26–35.

7. Расчет надежности компьютерных систем : учеб. пособие / Е. П. Власов, В. В. Жаднов, И. В. Жаднов, В. И. Корнейчук, М. В. Олейник, С. Н. Полесский. – Киев : Корнейчук, 2003. – 187 с.
8. Основы теории надежности электронных средств : моногр. / Н. К. Юрков, А. В. Затылкин, С. Н. Полесский, И. А. Иванов, А. В. Лысенко. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2012. – 100 с.

УДК 621.396.6

Полесский, С. Н.

Надежность локальной вычислительно сети на базе тонкого клиента и рабочих станций /
С. Н. Полесский, М. А. Карапузов, В. В. Жаднов // Надежность и качество сложных систем. – 2013. – № 4. – С. 66–74.

Полесский Сергей Николаевич

кандидат технических наук, доцент,
кафедра информационных технологий
и автоматизированных систем,
Московский институт электроники и математики
Национального исследовательского университета
«Высшая школа экономики»
(109028, Россия, г. Москва,
Б. Трехсвятительский пер., 3)
(495) 916-88-80
E-mail: spolessky@hse.ru

Карапузов Михаил Александрович

магистрант,
кафедра информационных технологий
и автоматизированных систем,
Московский институт электроники и математики
Национального исследовательского университета
«Высшая школа экономики»
(109028, Россия, г. Москва,
Б. Трехсвятительский пер., 3)
(495) 916-88-80
E-mail: pinv@bk.ru

Жаднов Валерий Владимирович

кандидат технических наук, доцент,
кафедра радиоэлектроники и телекоммуникаций,
Московский институт электроники и математики
Национального исследовательского университета
«Высшая школа экономики»
(109028, Россия, г. Москва,
Б. Трехсвятительский пер., 3)
(495) 916-88-80
E-mail: vzhadnov@hse.ru

Аннотация. Приводится сравнение двух вариантов реализации ЛВС с использованием тонких и толстых клиентов по критерию надежности. Приведены результаты расчетов надежности ЛВС, которые доказывают преимущество ЛВС, построенных с использованием тонких клиентов (терминальных станций).

Ключевые слова: электронно-вычислительные средства, локальные вычислительные сети, надежность.

Polesskiy Sergey Nikolaevich

candidate of technical sciences, associate professor,
sub-department of information technologies
and automated systems,
Moscow institute of electronic and mathematic
of National Research University
«High School of Economics»
(109028, 3 B. Trekhsvyatitel'skiy lane, Moscow, Russia)

Karapuzov Mikhail Aleksandrovich

master,
sub-department of information technologies
and automated systems,
Moscow institute of electronic and mathematic
of National Research University
«High School of Economics»
(109028, 3 B. Trekhsvyatitel'skiy lane, Moscow, Russia)

Zhadnov Valeriy Vladimirovich

candidate of technical sciences, associate professor,
sub-department of radio electronic
and telecommunications,
Moscow institute of electronic and mathematic
of National Research University
«High School of Economics»
(109028, 3 B. Trekhsvyatitel'skiy lane, Moscow, Russia)

Abstract. The article gives a comparison of the two variants of realization of a LAN using thin and thick clients on the criterion of reliability. Results of calculations of reliability LAN that prove the advantage LAN, built with the use of thin clients (terminal station).

Key words: computers, local area network, reliability.