Московский государственный университет
приборостроения и информатики

*Управление научных исследований*

# «Актуальные проблемы приборостроения, информатики и социально-экономических наук»

СБОРНИК
научных трудов
научно-практической конференции

МГУПИ, 2012 г.

В сборник включены доклады и тезисы трудов научно-практической конференции «Актуальные проблемы приборостроения, информатики и социально-экономических наук

**Ответственный редактор:** ***Ивченко В.Д.***
Графическое оформление
и компьютерная верстка: ***Симонова И.В.***

Материал подготовлен к изданию
Управлением научных исследований МГУПИ

Тел. (499) 268-00-16

© МГУПИ, 2012

алгоритмы работы иногда меняют структуру самого ГПСС вплоть до создания систем с переменной структурой.

5. Как показала практика, наиболее эффективным путем решения представленных выше проблем является применение метода «ветвей и границ», представленного в работе [2].

*Литература*

1. *Козырев Ю.Г. Программно-управляемые системы автоматизированной сборки. – М.: Академия, 2008.*
2. *Слепцов В.В., Насир Руабхи, Слепцов Т.В. Метод «замещений в задачах оптимизации структурно-функционального синтеза робототехнических комплексов. «Информационные технологии», №9, 1999. –с. 18-22.*

**УДК: 004.3**

# ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА В ЛВС: ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

*Белов С.П., аспирант*
*Московский государственный университет*
*приборостроения и информатики*

**Промежуточные устройства в ЛВС: энергосбережение**

В настоящее время в России доступно множество промежуточных устройств (далее - устройств), обеспечивающих передачу данных в локальной вычислительной сети (далее - ЛВС): управляемые и неуправляемые коммутаторы, маршрутизаторы, точки доступа и прочие. Все устройства такого рода рассчитаны на круглосуточную работу - в большинстве случаев именно так и используются в настоящее время.

Становится немаловажным вопрос энергопотребления данных устройств. Особенно для устройств, получивших широкое количественное распространение в мире. Это неуправляемые коммутаторы, маршрутизаторы и беспроводные маршрутизаторы - те устройства, что устанавливаются в частных квартирах и в большинстве комнат зданий организаций.

При анализе этой проблемы я обращался к производителям и их сайтам [3], чтобы составить таблицу энергопотребления их устройств (часть свойств не были указаны ввиду их недоступности):

Таблица 1

*Энергопотребление промежуточных устройств в ЛВС*

| Фирма, модель и тип устройства | Мин. мощность, Вт | Макс. мощность, Вт | Макс. выходная мощность адаптера питания, В *А* = Вт | Запас нагрузки адаптера питания, % |
|---|---|---|---|---|
| D-Link DES-1005A (НК) | 1.1 | 3.4 | 5 · 1 = 5 | 47 |
| D-Link DGS-1100-24 (УК) | 6.49 | 14.83 | - | - |
| D-Link DI-804HV (М) | - | - | 5 · 2 = 10 | - |
| D-Link DAP-1360 (ТД) | - | - | 5 · 2 = 10 | - |
| D-Link DSL-G804V (БМ) | - | - | 12 · 1.2 = 14.4 | - |
| Acorp HU5D (НК) | - | - | 7.5 · 1 = 7.5 | - |
| Acorp HU8D (НК) | - | - | 7.5 · 1 = 7.5 | - |
| Acorp WR-G+ (БМ) | - | - | 9 · 0.8 = 7.2 | - |
| Zyxel ES-105A (НК) | - | 2.25 | 5 · 0.6 = 3 | 33 |
| Zyxel GS-105B (НК) | - | 3.15 | 12 · 1 = 12 | 280 |
| Zyxel GS1510-24 (УК) | - | 21 | - | - |
| Zyxel NBG-419N v.1 (БМ) | - | 6 | 12 · 1 = 12 | 100 |

Здесь *НК* - неуправляемый коммутатор, *УК* - управляемый коммутатор, *М* - маршрутизатор, *ТД* - точка доступа, *БМ* - беспроводной маршрутизатор.

Минимальная мощность - мощность устройства в состоянии покоя, при отсутствии подключенных портов - как следствие, через устройство не проходит ни одного пакета с данными. Максимальная мощность - мощность устройства в состоянии максимальной нагрузки, когда все порты устройства активны, и по ним идет обмен данными на максимальной скорости. Выходная мощность адаптера питания - произведение выходных тока и напряжения, написанных на самом адаптере питания. Запас нагрузки адаптера питания – способность адаптера выдавать выходную мощность, большую чем максимальная мощность устройства. Всегда существует вероятность погрешностей в компонентах устройства в сторону большего энергопотребления (в т.ч. и в процессе физического износа).

Устройства были подобраны таким образом, чтобы в них не было существенного различия в количестве портов (в качестве исключения УК взяты с количеством портов 24). Минимальная и максимальная мощность каждого устройства были получены с сайта производителей, или в ответных письмах от технической поддержки, или с форумов технической поддержки.

В таблице 1 много прочерков по максимальной и минимальной мощности устройств. В таблице 1 представлены 3 фирмы, но проанализировано их было больше - в меньшинстве моделей предоставлена информация по максимальной мощности устройства, и в подавляющем меньшинстве - по минимальной. Можно предполагать, что в настоящее время даже компания D-Link перестала предоставлять информацию по минимальной мощности (в таблице 1 две указанные величины не относятся к устройствам, выпущенным в 2012 году).

Может представляться закономерным, что мощности устройства не указываются ввиду их малых значений. Или часть производителей специально не указывает энергопотребление своих устройств, т.к. считает, что эта величина намного выше, чем у конкурентов. Однако из этих значений можно сделать следующие выводы:

- у компании D-Link эти величины настолько малы, т.к. эта фирма самостоятельно разработала технологию "Green Ethernet" в 2007 году (позволяющую сократить энергопотребление на 45-80%). В свою очередь Zyxel выпускает серию продуктов с собственной технологией энергосбережения "ZyXEL Green Products". То есть эти компании осознают проблему энергопотребления своих устройств;
- круглосуточно работающее устройство способно за срок эксплуатации израсходовать большое количество электроэнергии впустую в случае неверного выбора устройства. Рассмотрим самые маломощные 100-

мегабитные модели для оценки наименьшего ущерба: D-Link DES-1005A (НК) и Zyxel ES-105A (НК). Рассмотрим разницу между их максимальным потреблением и рассчитаем потери электроэнергии за определенный период времени. Период времени выбирается исходя из исторических периодов могущества мегабитных сетей в мире (на границе этих периодов в течение нескольких лет происходит замена устройств на новые) [2]. 1983-1995 гг. в мире были распространены сети 10Мб/с (12 лет), 1996-2009 гг. - 100Мб/с (13 лет; несмотря на анонсирование и тестирование технологии "Gigabit Ethernet" ещё в 1998 году она испытывала сложности в реализации[4]).

Расчет теоретических потерь электроэнергии для выбранных 100-мегабитных устройств:

$$(3.4\ \text{Вт} - 2.25\ \text{Вт}) \cdot 24\ \text{ч} \cdot 365\ \text{дней} \cdot 13\ \text{лет} = 130962\ \text{Вт} \approx 131\ \text{кВт}.$$

Из полученного результата следует, что если с начала периода могущества 100-мегабитных сетей вместо модели Zyxel ES-105A была бы установлена модель D-Link DES-1005A - то до могущества 1000-мегабитных технологий теоретические убытки составили бы 131 кВт с каждого неверно выбранного устройства. Во время могущества 1000-мегабитных технологий ситуация может повториться.

Можно было бы произвести обратный расчет: чистые убытки при установке одного из этих двух устройств при минимальном потреблении. Однако данных по минимальному энергопотреблению устройств не хватает для этой задачи.

Коротко стоит сказать о запасе мощности адаптера питания. Как видно из таблицы 1, диапазон значений составляет 33%-280%, и при рассмотрении большего количества устройств мог бы быть расширен. Этот показатель может быть полезен при оценке надежности устройства целиком. Человеку, не разбирающемуся в радиотехническом составе устройства, приходится верить на слова производителю и отзывам пользователей в интернете (что не внушает доверия). А при возможности вычисления хотя бы запаса мощности адаптера питания можно сделать уже не безосновательные выводы о надежности конкретного устройства (в т.ч. отсутствии экономии на радиотехнических компонентах).

**Промежуточные устройства в ЛВС: новая концепция энергоэффективности**

Получив численные результаты в предыдущей главе, возник вопрос о том, верна ли классическая концепция энергоэффективности по отношению к промежуточным устройствам ЛВС.

Устройство, используемое на максимальной мощности, предусматривает использование устройства на максимуме его возможностей. Если известны максимальные возможности устройства и его мощность - можно произвести расчет новой величины: теоретического информационного энергопотребления устройства, выражаемое в "мегабайт/(ватт·час)".

Из всех представленных в таблице 1 устройств, организующих передачу информации по кабелю UTP, я выбираю Zyxel ES-105A по ряду причин:

- самое маломощное из представленных устройств;
- неуправляемый коммутатор ("повторитель", "неуправляемый концентратор", "неуправляемый хаб") участвует только в передаче информации, не применяя к входным данным никаких преобразований [1];
- у этой модели есть гигабитная модификация Zyxel GS-105B с теоретическим минимумом изменений (согласно аббревиатурам моделей) [3].

Таблица 2

*Сравнение аббревиатур НК фирмы Zyxel*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Zyxel ES-105A | E - "Ethernet" | S - "Switch" | 105 - уникальный № модели, где "5" - кол-во портов | A - версия модификации модели |
| Zyxel GS-105B | G - "Gigabit" | S - "Switch" | 105 - уникальный № модели, где "5" - кол-во портов | B - версия модификации модели |

Проведем теоретический расчет передаваемой информации этого устройства при максимальной мощности и максимальной загрузке в час:

$$100 \text{ Мб/с} \cdot 60 \cdot 60 = 360000 \text{ Мб/ч}.$$

Считаю, что правильнее оперировать мегабайтами - переведем это число в МБ/ч: 360000 Мб/ч / 8 = 45000 МБ/ч. Из этого следует: чтобы устройству передать 45000 МБ, ему нужно потратить 2.25 Вт в час; итого имеем результат:

$$Wi_{ES\text{-}105A} = 45000 \text{ МБ/ч} / 2.25 \text{ Вт} = 20000 \text{ МБ/(Вт·ч)}.$$

Теперь сравним информационное энергопотребление устройства Zyxel ES-105A (2.25 Вт) и его гигабитной модернизации GS-105B (3,15 Вт). Информационное энергопотребление для GS-105B:

$$Wi_{GS\text{-}105B} = (1000 \text{ Мб/с} \cdot 60 \cdot 60) / 8 / 3.15 \text{ Вт} = 142857 \text{ МБ/(Вт·ч)}.$$

Из полученных результатов видно, что пропускная способность нового устройства увеличилась в 10 раз, информационное энергопотребление возросло в 7.1 раз, а потребление электроэнергии увеличилось всего в 1.4 раза (на 0.9 Вт).

Разница увеличения пропускной способности и потребления электроэнергии сообщает нам, что КПД устройства по информационному энергопотреблению (далее - КПД) может быть низким. Чтобы рассчитать КПД устройства, нужно знать теоретическое максимально возможное (эталонное) информационное энергопотребление. Рассчитать его можно разделив разницу передаваемой информации устройствами за час на разницу потребления электроэнергии:

$$Wi_{\max} (450000 \text{ МБ/ч} - 45000 \text{ МБ/ч}) / 0.9 \text{ Вт} = 450000 \text{ МБ/(Вт·ч)}.$$

Теперь мы можем приступить к расчету КПД обоих устройств. Zyxel ES-105A тратит 1 Вт на передачу 20000 мегабайт:

$$КПД_{Zyxel\ ES\text{-}105A} = 20000 \text{ МБ/(Вт·ч)} / 450000 \text{ МБ/(Вт·ч)} = 4.4\%,$$

$$КПД_{Zyxel\ GS\text{-}105B} = 142857 \text{ МБ/(Вт·ч)} / 450000 \text{ МБ/(Вт·ч)} = 31.2\%.$$

Полученные КПД были бы действительны, если бы радиотехнический состав устройств Zyxel ES-105A и Zyxel GS-105B был бы идентичен. Однако даже частичная замена компонентов может непредсказуемо влиять на информационное энергопотребление и как следствие - на КПД работы устройств. Есть вероятность, что именно радиотехнические изменения в Zyxel GS-105B вызвали повышенное энергопотребление самого устройства; а не увеличение скорости передачи информации.

При постановке задачи расчета максимально точного эталонного значения информационного энергопотребления рекомендуется использовать указанную выше методику расчета, со следующими уточнениями:

– для каждого устройства будет уникальное максимальное информационное энергопотребление ввиду оригинальности его состава. Нужно использовать максимально схожие между собой устройства;

- требуются знания радиотехники, для понимания структурных, электрических и принципиальных схем устройств;
- требуются знания протоколов передачи данных и структур пакетов, ими создаваемые, т.к. промежуточные устройства ЛВС передают не байты, а байтовые пакеты разных размеров;
- рациональнее использовать НК, нежели другие промежуточные устройства: чтобы избавиться от временных и энергетических потерь при логической обработке пакетов устройством;
- расчетам практических значений будет препятствовать несовершенство технологий, выражаемое в невозможности развить максимум скорости на устройстве ввиду зависимости от множества факторов, как в ЛВС, так и в персональных компьютерах;
- практические энергетические затраты устройства могут зависеть от параметров "витой пары", ее удаленности от электрических кабелей.

**Заключение**

- так как для расчета теоретических потерь электроэнергии выбирались самые маломощные модели - расчет для других моделей может дать наибольшие потери. Но чтобы их произвести - необходима информация от производителя. Для правильного расчета и для удобства выбора пользователя необходимо на законодательном уровне обязать производителей промежуточных устройств для ЛВС заносить информацию по минимальной и максимальной потребляемой мощности устройства: в технические характеристики устройства, в руководство по эксплуатации, на страницы описания модели устройства на официальном сайте производителя, в прочей электронной документации производителя;
- предлагается новая величина измерения энергопотребления устройств ЛВС и вычисления их КПД: эталонное информационное энергопотребление. Величина выведена эмпирическим путем. Из-за недостатка информации увеличение точности вычислений затруднительно. Предполагается, что величина имеет большее значение, чем представленное в этой статье;
- возможно продолжение исследований данной величины для получения ее точных значений и факторов, влияющих на это значение. Это даст возможность рассчитать минимальное теоретическое энергопотребление для создаваемых устройств (например, по 10000-мегабитной технологии; эталон, к чему стремиться производителям в настоящее время);

– эмпирический расчет КПД для двух целенаправленно выбранных устройств показал их техническую неэффективность и несовершенство;
– учитывая то, что полученные КПД работы устройств были низки, предлагается рассматривать энергоэффективность промежуточных устройств ЛВС с нестандартной стороны. Использовать не классический подход оценки нового устройства, когда оно потребляет меньше энергии, чем предыдущее. А количественную оценку передачи информации на единицу мощности: информационное энергопотребление, выражающуюся в МБ/Вт·ч. В том числе КПД устройства, основанный на отношении информационного энергопотребления устройства к эталонному информационному энергопотреблению.

*Литература*

1. *Семенов Ю.А. "Алгоритмы и протоколы каналов и сетей передачи данных" // Издательство "Бином". - 2007 г, ISBN: 978-5-94774-706-5 - номер раздела 4.1.1.4.*
2. *Mark Lippitt, Erik Smith, Erik Paine, Mark Anthony De Castro, Shreedhan Nikam. "Fibre Channel over Ethernet (FCoE), Data Center Bridging (DCB), Concepts and Protocols" // EMC Corporation. - 2008 г, Part number H6290.16 - номер раздела 2.1.1, стр. 77-79.*
3. *D-Link, Acorp, Zyxel. Официальные сайты и форумы компаний. [Электронные ресурсы]. URLs: http://zyxel.ru, http://www.acorp.ru, http://www.d-link.ru, ftp://ftp.dlink.ru, ftp://ftp.zyxel.com, http://sd.zyxel.ru (дата обращения 08.05.2012, № обращения 208083).*
4. *Дмитрий Чеканов. "Тестирование гигабитного коммутатора SMC8606T TigerSwitch 1000 и гигабитных сетевых карт". Онлайн-издание "3DNews Daily Digital Digest". - 2003 г. [Электронный ресурс] URL: http://www.3dnews.ru/communication/tigerswitch.*

# СОДЕРЖАНИЕ

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Агеев П.С.** *Пути повышения эффективности автоматизации сборочных процессов в приборостроении* ……..5

**Белов С.П.** *Промежуточные устройства в ЛВС: энергосбережение, новая концепция энергоэффективности* ……..11

**Гаврилин Б.Н., Ивченко В.Д., Гуревич Е.И., Вилесов А.В.** *Измерение электрических параметров систем управления* ……..19

**Загоскин А.В.** *Модуль как перспективный путь развития дизайна* ……..28

**Зайцев С.Н.** *Анализ вольтамперных характеристик светодиодов на основе твёрдого раствора* $GaAs_{0.6}P_{0.4}$ *на базе диффузионных теорий* …36

**Колуков В.В., Митрофанов С.В.** *Моделирование и анализ тепловых режимов конструкций электронных средств при автоматизированном проектировании* ……..52

**Кондратенко В.С., Кобыш А.Н.** *Новая технология получения мелкодисперсного кремнезема с заданными параметрами* ……..58

**Кондратьев Е.М., Малютин С.А.** *Учебный комплекс CAD/CAM/CAPP система ADEM – станки с компьютерным управлением* ……..65

**Кузин Б.И.** *Моделирование и расчёт температурной зависимости сопротивления алмазных терморезисторов ТРА -1* ……..75

**Кузин Б.И., Андронова К.В., Юдин Д.А.** *Термометр на основе алмазного датчика ТРА-1* ……..78

**Сачалин Е.А., Кондратенко В.С., Гриднева Г.Н., Слепцов М.А.** *Анализ форматов модуляции для многоканальных волоконно-оптических линий связи со скоростью 40 Гбит/с* ……..81

**Стерлядкин В.В., Куликовский К.В.** *Форма дождевых капель и её влияние на оптическое излучение* ……..89

**Усачев Ю.И.** *Исследование сетевой модели автоматизированного участка* ..... **93**

**Центеров Г.А.** *Оптимизация технологической подготовки производства* ..... **100**

**Чехунов Д.А.** *Тенденции развития современного металлорежущего инструмента, применение PVD и CVD покрытий* ..... **104**

**Шкатов П.Н., Чернова А.В.** *Математическое моделирование взаимодействия индукционного преобразователя с магнитными полями дефектов при магнитном контроле* ..... **110**

## СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Абрамян С.И., Федотов А.А.** *Возможности повышения эффективности деятельности предприятий* ..... **116**

**Борисов К.Б., Башин А.Ю.** *Принципы построения механизмов развития корпораций* ..... **123**

**Воронина В.Н., Дашаева Д.В.** *Глобализация мировой экономики: проблемы и последствия* ..... **130**

**Выборнов А.Н., Выборнова И.И., Сухорукова И.В.** *Экономико-математический анализ последствий загрязнения территорий* ..... **140**

**Данилкина Ю.В.** *К вопросу об обеспечении устойчивого развития экономики машиностроительного предприятия* ..... **148**

**Дмитриев Я.В., Бровкин И.А.** *Методика определения оптимальной величины прироста затрат на производство единицы продукции отдельно взятого вида для повышения ее качества* ..... **155**

**Дорофеев Н.М.** *Основные принципы энергетической безопасности* ..... **161**

**Кондрико А.В.** *О специфике становления запорожской сечи* ..... **164**

**Кушнер В.Г.** *Нанотехнологии: к истории вопроса* ..... **169**

**Кушнер В.Г., Курносова А.М.** *Нижегородская ярмарка – главное торжище России* ……...**176**

**Микаева А.С.** *Оценка технологий как инструмент управления технологическими изменениями* ……..**183**

**Сильницкий И.С.** *Основные виды взаимодействий предприятий при реализации стратегий сотрудничества и интеграции* ……..**188**

**Сумин Н.А.** *Методическое обеспечение эффективного функционирования промышленных предприятий в системе экономической безопасности на примере машиностроения* ……...**194**