

**ЭФФЕКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ  
В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ЛАЗЕРНЫМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ**

**Уткина Т. Ю.**, к.т.н., доцент кафедры специализированных компьютерных систем  
Черкасский государственный технологический университет  
бул. Шевченко, 460, г. Черкассы, Украина, 18006  
e-mail: [utia\\_chdtu@yahoo.com](mailto:utia_chdtu@yahoo.com)

***Анотація.** Проведено системний аналіз і складено перелік сучасних дротових компонентів ліній передачі інформації для систем керування лазерним технологічним обладнанням. Запропоновано 12 основних характеристик для підвищення якісної оцінки вибору ефективного компонента ліній передачі інформації систем керування на етапі проектування. Побудовано графік динаміки розвитку ефективних компонентів ліній передачі інформації для систем керування лазерним технологічним обладнанням.*

***Ключові слова:** дротовий компонент, лінії передачі інформації, система керування, лазерне технологічне обладнання.*

**EFFECTIVE COMPONENTS OF COMMUNICATION LINES  
IN THE SYSTEMS OF LASER TECHNOLOGICAL EQUIPMENT CONTROL**

**Utkina T.Yu.**, Ph.D., associate professor of specialized computer systems department  
Cherkassy State Technological University  
Shevchenko blvd, 460, Cherkassy, Ukraine, 18006,  
e-mail: [utia\\_chdtu@yahoo.com](mailto:utia_chdtu@yahoo.com)

***Abstract.** The system analysis is conducted and the list of modern wire components of communication lines for the systems of laser technological equipment control is made. Twelve main characteristics to increase qualitative assessment for the choice of effective component of communication lines in control systems at design stage are offered. The dynamics chart of the development of effective components of communication lines for the systems of laser technological equipment control is built.*

***Keywords:** wire component, communication lines, control system, laser technological equipment.*

В наше время во всем мире наблюдается тенденция построения многофункциональных цифровых систем управления технологическими процессами. Это связано с необходимостью решения различных задач автоматизации, требующих формирования сложных законов управления объектами, которые не могут быть реализованы традиционными элементами и устройствами автоматики. Например, лазерное технологическое оборудование невозможно представить без управления движущимися объектами, что требует сложных вычислений с преобразованием координат. Поэтому в лазерных технологических комплексах для управления движением широко используются системы управления на базе микроконтроллеров и цифровых сигнальных процессоров, что позволяет обеспечить построение гибких и высокопроизводительных систем.

Такие цифровые системы управления имеют широкую область применения как в авиационной и космической технике, энергетике, медицине, науке, так и в большинстве отраслей промышленности. Одним из важных элементов каждой из них является проводной компонент линий передачи информации.

В процессе формирования своевременного сигнала управления лазерным излучением, на этапе проектирования лазерных технологических комплексов для сварки тонколистовых металлов, существенное внимание уделяют времени задержки структурных микрокомпонентов (микропроцессоров, ПЗУ, ОЗУ и др.). Тем не менее, определение компонентов линий передачи информации для систем управления лазерным технологическим оборудованием недостаточно освещено в зарубежной и отечественной литературе.

Задача вибору компонентів ліній передачі інформації для систем управління лазерним технологічним обладнанням, пов'язана з високими потребами в швидкості і малым затуханням, є актуальною.

Більшій внесок в теорію і практику провідних компонентів ліній передачі інформації для систем управління внесли роботи: А. І. Андреевой, С. С. Грушко, А. В. Жучкова, Ю. А. Кулакова, Г. М. Луцкого, Н. П. Проскурина, А. Б. Семенова, А. М. Сергеева і др. Однак при проектуванні систем управління лазерним технологічним обладнанням для швидкого аналізу даних відсутня сукупність характеристик провідних сучасних компонентів ліній передачі інформації і дослідження їх динамічного розвитку.

**Цілью** даної роботи є визначення ефективних провідних компонентів ліній передачі інформації в системах управління лазерним технологічним обладнанням на етапі проектування.

Для виконання даної цілі необхідно вирішити наступні задачі:

- створити перелік основних характеристик існуючих компонентів ліній передачі інформації для цифрових систем управління;
- провести системний аналіз предмету дослідження;
- визначити тенденцію розвитку ефективних сучасних компонентів ліній передачі інформації для систем управління лазерним технологічним обладнанням.

**Рішення проблемної задачі.** Для рішення даної задачі створено перелік основ-

них сучасних характеристик провідних компонентів ліній передачі інформації для систем управління (табл. 1).

Сравнительный анализ основных характеристик провідних компонентів ліній передачі інформації для систем управління показав, що кабель на основі мідних витих пар провідників має деякі суттєві недоліки, а саме:

- сигнал на відстані більше 100 м швидко затухає (необхідно використовувати повторитель);
- існує чутливість до впливу електромагнітних хвиль;
- немає доступу для несанкціонованого підключення [3, 4].

Однак цих недоліків позбавлені компоненти ліній передачі інформації на основі оптичних сегментів. Їх основні переваги:

- можливість побудови мереж великої протяженності;
- висока пропускна здатність;
- захищеність (по оптичному кабелю цифрові дані поширюються оптичними волокнами в формі модульованих світлових імпульсів – це захищений спосіб передачі, оскільки при ньому не використовуються електричні сигнали).

Следовательно, к оптичному кабелю неможливо підключитися для несанкціонованого перехвату даних, не руйнуючи його (т.е. не виявивши себе), від чого не застраховано жоден кабель, який проводить електричні сигнали [5].

Таблиця 1

**Основні характеристики сучасних провідних компонентів ліній передачі інформації для систем управління**

№	Тип кабелю Характеристики	Оптичне волокно		Мідна витяга пара провідників
		пластиковий	скляний	
1	Вплив електромагнітних і радіочастотних хвиль	не впливає	не впливає	впливає
2	Робочий діапазон температур	від -40°C до +85°C	від -40°C до +60°C	від -20°C до +75°C
3	Монтажний діапазон температур	від -20°C до +70°C	від -20°C до +50°C	від -5°C до +50°C
4	Діаметр сердцевини	до 1 мм	від 50 до 125 мкм (багатомодовий) і менше 10 мкм (одномодовий)	0,45 – 0,51 мм

№	Тип кабеля Характеристики	Оптоволокно		Медная витая пара проводников
		пластиковое	стеклянное	
5	Скорость передачи данных	300 Мбит/с	2,5 Гбит/с (многомодовое), 10 Гбит/с (одномодовое)	от 10 Мбит/с до 1000 Мбит/с
6	Рабочая длина волны	650 нм	850, 1310, 1550 нм	-
7	Коэффициент затухания (Кз)	150 дБ/км	для одномодового волокна – 0,5 дБ/км (при 1310 нм) и 0,4 дБ/км (при 1550 нм); для многомодового волокна – 3,0 дБ/км (при 850 нм)	от 21 дБ/км до 220 дБ/км
8	Максимально допустимое усилие на растяжение: краткосрочное долгосрочное	50 Н 1 Н	600 Н 1200 Н	400 Н 400 Н
9	Минимальный радиус изгиба: краткосрочный долгосрочный	25 мм 35 мм	55 мм 110 мм	12 мм 29 мм
10	Максимальная длина сегмента	до 2 км	до 15 км	до 100 м
11	Возможность механического повреждения	низкая (более гибкое)	средняя (менее гибкое и поэтому более склонно к образованию микротрещин)	высокая
12	Особенности монтажа	не требует высокой квалификации и специального оборудования	необходимо использование высококвалифицированной рабочей силы и специального оборудования	не требует высокой квалификации и специального оборудования

В настоящее время широко используются два типа оптоволоконных кабелей:

- на основе пластика;
- на основе стекла.

Кроме того, по результатам исследований «Рекомендаций ITU-T» предложено использовать кабель на основе стеклянного оптоволоконного с рабочей длиной волны 850, 1310 и 1550 нм.

Системный анализ этих компонентов показал, что кабели на основе стеклянного оптоволоконного с рабочей длиной волны 850, 1310 и 1550 нм имеют меньший коэффициент затухания, почти более чем в 50 раз, так как в

этих типах компонентов основными химическими элементами являются кремний и кислород, каждый из которых проявляет активность на определенной частоте волны [1, 6].

Для определения перспективного направления развития оптоволоконных компонентов линий передачи информации построен график динамического развития оптоволоконного G.652 (рис. 1) и определен показатель коэффициента затухания по годам (табл. 2) [1, 7].

Анализ динамики уменьшения коэффициента затухания в оптоволоконном G.652 для волн  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  показал, что благодаря улучшению технологии производства компонентов

линий передачи информации (с 1993 по 2009 гг.) показатель затухания уменьшался с годами, а скорость его уменьшения приведена в табл. 2.

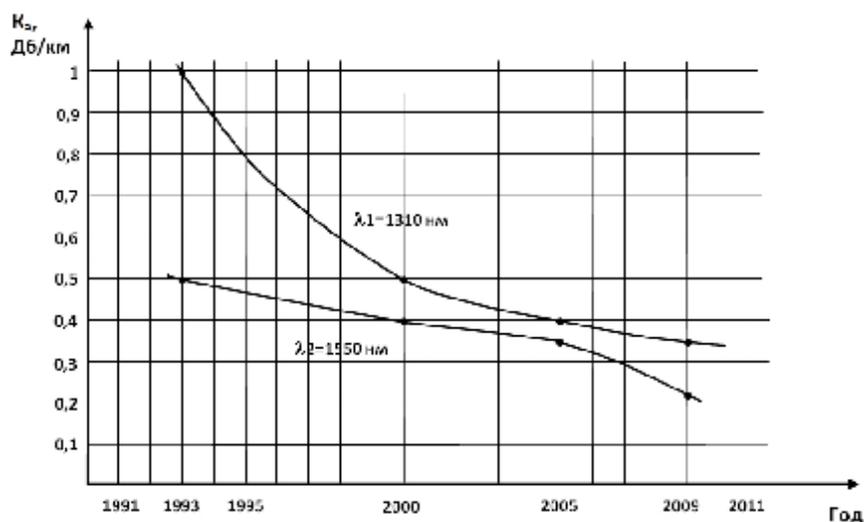


Рис. 1. Динамика развития оптоволоконна G.652

Таблица 2

**Коефіцієнт ефективності по уменьшению значения параметра затухания (Кэф\*)**

$\lambda$	Год	$K_z$ , Дб/км	Интервал, года	$K_{эф}^*$
$\lambda_1 = 1310$ нм	1993	1	-	-
	2000	0,5	7 (1993-2000)	0,5
	2005	0,4	5 (2000-2005)	0,1
	2009	0,35	4 (2005-2009)	0,05
$\lambda_2 = 1550$ нм	1993	0,5	-	-
	2000	0,4	7 (1993-2000)	0,1
	2005	0,35	5 (2000-2005)	0,05
	2009	0,22	4 (2005-2009)	0,13

Таким образом, системный анализ показателей  $K_z$ ,  $K_{эф}^*$  для волн  $\lambda_1 = 1310$  нм и  $\lambda_2 = 1550$  нм (рис. 1 и табл. 2) показывает рост эффективности для оптоволоконных линий передачи информации с длиной волны 1310 и 1550 нм [1-2].

Виртуальная экстраполяция функций (рис. 1) подтверждает, что рассмотренные оптоволоконные компоненты имеют тенденцию уменьшения коэффициента затухания и перспективность использования как в настоящее время, так и в дальнейшем развитии систем управления лазерным технологическим оборудованием.

**Выводы:**

1. Создан перечень современных проводных компонентов линий передачи информации на основе пластикового оптоволоконна, стеклянного оптоволоконна и медных витых пар

проводников. Предложено 12 основных характеристик для повышения качественной оценки выбора эффективного компонента линий передачи информации систем управления на этапе проектирования.

2. В результате проведенного системного анализа определено, что лучшим проводным компонентом является кабель на основе стеклянного оптоволоконна, потому что:

– скорость передачи данных для многомодовых волокон (2,5 Гбит/сек) и одномодовых волокон (10 Гбит/сек) в 33 раза больше, чем у кабеля на основе пластикового оптоволоконна, и в 10 раз больше, чем у кабеля на основе медных витых пар проводников;

– коэффициент затухания у стеклянного оптоволоконна в 300 раз меньше, чем у пластикового оптоволоконна, и в 440 раз меньше, чем у кабеля на основе медных витых пар проводников.

3. Построен график динамики развития оптоволоконного компонента линий передачи информации для систем управления.

Предложенный эффективный проводной компонент линии передачи информации, оптоволокно G.652 с длинами волн 1310 нм и 1550 нм, на основании «Рекомендаций ITU-T» имеет большие перспективы использования как в настоящее время, так и в дальнейшем развитии систем управления технологическими процессами.

#### Список литературы

1. Системний аналіз компонентів зв'язку для передачі інформації в системах керування лазерного технологічного комплексу / В. М. Лукашенко, Т. Ю. Уткіна та ін. // Dny vědy – 2012 : materiály VIII Mezinárodní vědecko-praktická konference : (27.03.2012–05.04.2012, Прага, Чехия). – Прага : Education and Science, 2012. – Т. 85. – С. 31–35.
2. Андреева Е. И. Измерители мощности для волоконно-оптических систем / Е. И. Андреева, А. Н. Сергеев. – М. : Connect, 2001. – 381 с.
3. Караченцев В. Є. Передавально-середовище комп'ютерних мереж / В. Є. Караченцев, О. Ю. Повстяной, О. О. Герасимчук // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 2/2 (44). – С. 23–28.
4. Кулаков Ю. О. Комп'ютерні мережі : підруч. / Ю. О. Кулаков, Г. М. Луцький ; за ред. Ю. С. Ковтонюка. – К. : Юніор, 2005. – 400 с.
5. Семенов А. Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС / А. Б. Семенов. – М. : Академия АйТи; ДМК Пресс, 2006. – 632 с.
6. Сергеев А. Н. Измерение общих потерь в ВОЛС / А. Н. Сергеев // Информационный бюллетень «Фотон-экспресс». – № 18, февр. 2000 г. – С. 14–19.
7. ITU-T. Характеристики среды передачи // Волоконно-оптические кабели [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/rec.aspx?id=10389>.

#### References

1. Lukashenko, V. M., Utkina, T. Yu. et al. (2012) System analysis of communication components for data transmission in control systems of laser technological complex. In: *8<sup>th</sup> International Sci.-Pract. Conf. on the Days of Science*, Prague, pp. 31–35. [in Ukrainian]
2. Andreeva, E. I. and Sergeev, A. N. (2001) Power meters for fiber-optic systems. Moscow, Connect, 381 p. [in Russian]
3. Karachentsev, V. E., Povstyanoy, O. Yu. and Gerasymchuk, O. O. (2010). The transfer medium of computer networks. *Vostochno-Evropейskiy zhurnal peredovyh tehnologiy*, 2/2 (44), pp. 23–28. [in Ukrainian]
4. Kulakov, Yu. O. and Lutskiy, G. M. (2005) Computer networks : textbook, ed. Yu. S. Kovtonyuk. Kyiv: Junior, 400 p. [in Ukrainian]
5. Semenov, A. B. (2006) Fiber-optic subsystems of modern SCS. Moscow: Academiya IT; DMK Press, 632 p. [in Russian]
6. Sergeev, A. N. (2000). The measurement of total losses in fiber optic. *Information Bulletin "Photon Express"*, (18), pp. 14–19. [in Russian]
7. ITU-T. Transmission media characteristics. *Fiber-optic cables*, available at: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/rec.aspx?id=10389>. [in Russian]