

УДК 615.035.4

## РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ С ПРОЦЕССОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ (НА ПРИМЕРЕ СОЗДАНИЯ СВЕТОДИОДНОГО ЭКРАНА)

Шубина Н.В., Егорова Л.Е.

*Нижегородская государственная социально-педагогическая академия,  
Нижний Тагил, e-mail: nata-shubina@yandex.ru*

Разработан светодиодный экран 8×8 RGB, управляемый с помощью LPT порта компьютера. Предметом исследования является управление внешними устройствами с помощью микропроцессора. Объектом исследования является светодиодный экран 8×8 RGB, подключенный к LPT порту персонального компьютера. Обоснован выбор LPT порта компьютера для управления разработанным устройством. Для его создания использованы RGB светодиоды с общим анодом. Основу схемы управления светодиодами составляют сдвиговые регистры с последовательной загрузкой данных. Схема состоит из восьми одинаковых каналов, каждый из которых состоит из трех регистров, подключенных последовательно, и позволяет управлять восемью RGB светодиодами. Показаны принципы работы созданного экрана и управления им через LPT порт. Особенностью данной схемы является статическая индикация. После смены одного кадра картинка на экране не меняется, поэтому в отличие от динамической индикации отсутствует неприятное мерцание. Разработанное устройство может применяться при изучении принципов работы LPT порта компьютера.

**Ключевые слова:** LPT порт, сдвиговый регистр, LED, светодиод, микропроцессорное управление

## DEVELOPMENT OF ELECTRONIC DEVICES PROCESSOR-CONTROLLED (BY CREATING LED SCREEN)

Shubina N.V., Egorova L.E.

*Nizhny Tagil State Social Pedagogical Academy, Nizhny Tagil, e-mail: nata-shubina@yandex.ru*

Designed LED display 8×8 RGB, controlled via LPT port of the computer. The subject of this study is to control external devices via the microprocessor. The object of study is the LED display 8×8 RGB, connected to the LPT port of the PC. In the article you can make the choice the LPT port of the computer to control the developed device. To create it used RGB LEDs with common anode. The basis of the control circuit of LEDs is the shift registers with serial data loading. The circuit consists of eight identical channels, each of which consists of three registers connected in series, and allows control of eight RGB LEDs. Shows the principle of the created screen and control them via LPT port. A feature of this scheme is the static display. After the change of a single frame image on the screen does not change, so unlike the dynamic display no unpleasant flickering. The designed device can be used in the study of the principles of the LPT port of your computer.

**Keywords:** LPT port, shift register, LED, LED, microprocessor control

Технические средства обучения чрезвычайно удобны для предоставления наглядной информации. Особенно актуальны они при изучении различных дисциплин, так или иначе связанных с информатикой. Студентов и учащихся всегда интересуют устройства, явно отображающие какую-либо информацию, особенно если она представлена не на экране компьютера (как, например, средства визуализации, моделирования каких-либо процессов на экране компьютера), а на вновь созданных устройствах, которыми можно управлять извне.

Персональный компьютер включает в себя целый комплекс компонентов для обработки и передачи данных, необходимый для создания управления внешним устройством. Наличие микропроцессора упрощает процесс проектирования аппаратных схем управления и сокращает время от создания принципиальной схемы до готового продукта. Применение системы программиро-

вания на языке высокого уровня является наиболее универсальным вариантом для создания программной части управления внешними устройствами.

**Предметом исследования** является управление внешними устройствами с помощью микропроцессора.

**Объектом исследования** является светодиодный экран 8×8 RGB, подключенный к LPT порту персонального компьютера.

Светодиод (англ. LED – light emitting diode) – это полупроводниковый прибор, преобразующий электрический ток непосредственно в световое излучение [7].

Применение светодиодов обширно, и не только в освещении. Их используют при создании рекламных экранов, праздничной индикации, бегущих строк. Также удобно использовать их при обучении для демонстрации возможностей, например, микроконтроллеров. Дисплейная технология BrightSide – это еще одно применение LED. Это комплекс передовых технологий

в области HDR-изображений с большим динамическим диапазоном [9].

LED состоит из полупроводникового кристалла на подложке, корпуса с контактными выводами и оптической системы.

Технология RGB в принципе позволяет не только получить белый цвет, но и перемещаться по цветовой диаграмме при изменении тока через разные LED [14]. Этим процессом можно управлять вручную или посредством программы, можно также получать различные цветовые температуры. Поэтому RGB-матрицы широко используются в светодинамических системах. Кроме того, большое количество LED в матрице обеспечивает высокий суммарный световой поток и большую осевую силу света.

Яркость LED очень хорошо поддается регулированию, но не за счет снижения напряжения питания, а так называемым методом широтно-импульсной модуляции (ШИМ), для чего необходим специальный управляющий блок (он может быть совмещен с блоком питания и конвертором, а также с контроллером управления цветом RGB-матрицы). Метод ШИМ заключается в том, что на LED подается не постоянный, а импульсно-модулированный ток, причем частота сигнала должна составлять сотни или тысячи герц, а ширина импульсов и пауз между ними может изменяться. Средняя яркость LED становится управляемой, в то же время LED не гаснет. Небольшое изменение цветовой температуры LED при диммировании несравнимо с аналогичным смещением для ламп накаливания [12].

Спектр излучения LED близок к монохроматическому, в чем его кардинальное отличие от спектра солнца или лампы накаливания. Какие-либо данные о вредном воздействии LED на человеческий глаз отсутствуют.

LED находят применение практически во всех областях светотехники. LED оказываются незаменимы в дизайнерском освещении благодаря их чистому цвету, а также в светодинамических системах. Выгодно же их применять там, где дорого обходится частое обслуживание, где необходимо жестко экономить электроэнергию и где высоки требования по электробезопасности [10].

Главной особенностью регистра IP24 является двунаправленная параллельная шина данных [8]. То есть одни и те же выводы микросхемы используются как для параллельной записи информации в регистр, так и для параллельного чтения информации из регистра. При этом двунаправленные выводы данных имеют повышенную нагрузочную способность. Это позволяет легко сопрягать IP24 с многоразрядными

микросхемами памяти и с двунаправленными буферами.

Для управления RGB светодиодами в разработанном устройстве используется микросхема KP1533IP24.

Внешние устройства можно подключать как внутренним способом (по шинам ISA, PCI и др.), так и внешним (COM, LPT, USB, GAME и др.) [15].

В настоящее время наиболее распространен порт USB, однако управление с его помощью затруднено [4, 6].

Мы использовали порт LPT, так как это частично избавляет нас от риска вывести из строя внутренние компоненты и обеспечивает простоту подключения.

Изготовление устройств сопряжения с компьютером начнем с LPT порта.

Как правило, в IBM-совместимом компьютере присутствует один разъем параллельного коммуникационного порта (LPT-порт) [2, 10]. LPT порт расположен на задней стенке системного блока компьютера, представляет собой 25-контактный разъем типа розетка. Выводы расположены в 2 ряда: в первом ряду расположены выводы 1–13, во втором – 14–25 соответственно [11].

При посылке какой-либо информации в порт на линиях d0–d7 [2, 11] появится набор сигналов, т.е. распределение напряжений низкого уровня и высокого уровня, соответствующих логическому нулю (0 В) или единице (3,5 В).

Напряжение останется на выводах разъема до тех пор, пока туда не будет передано другое число или не будет выключен компьютер.

Схема внешнего устройства подключается на LPT порт компьютера. Она имеет 8 входов для ввода данных и один вход для ввода стробирующего импульса. Для увеличения числа выходов применяется сдвиговый регистр.

Основу схемы составляют сдвиговые регистры K1533IP24 с последовательной загрузкой данных. Микросхемы представляют собой восьмиразрядный универсальный сдвиговый регистр с выходом на три состояния и могут применяться в качестве буферного запоминающего устройства для временного хранения данных, для преобразования данных из параллельной формы в последовательную (и наоборот), для задержки сигналов [1, 13] (рис. 1).

Схема состоит из восьми одинаковых каналов. Каждый канал состоит из трех сдвиговых регистров K1533IP24, подключенных последовательно, позволяющих управлять восемью RGB светодиодами (всего 24 отдельных светодиода) (рис. 2).

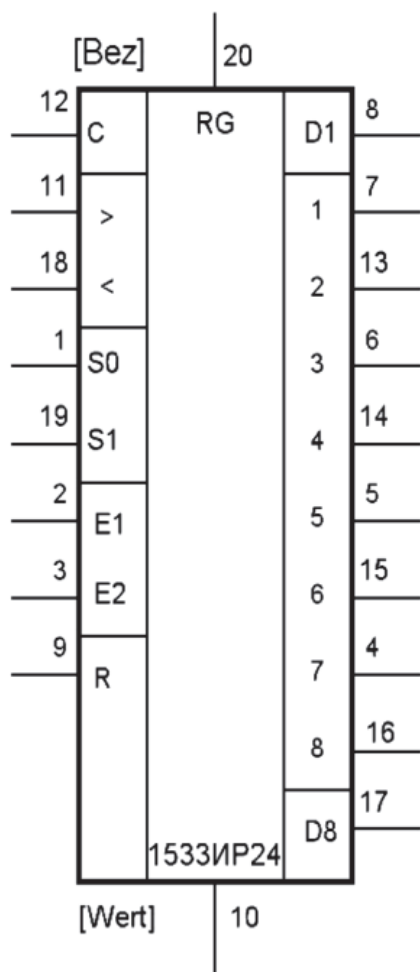


Рис. 1. Условное графическое обозначение КР1533ИР24 [7]

Управляющей программой на выходной порт принтера (Порт 888) подается байт данных, синхронизируемый сигналом строб (Порт 890). На вход каждого канала с LPT порта компьютера поступает один бит данных. Для заполнения всего экрана необходимо подать стробируемых 24 байта в параллельный порт. При этом все три восьмибитовых регистра канала заполняются полностью. Для смены следующего кадра подаются очередные 24 байта. Цикл работы устройства составляет 24 такта.

Работает схема (рис. 3) следующим образом.

Все 8 каналов работают одинаково. На вход канала подается бит данных (Дата 0) 11 вывод микросхемы К1533ИР24. Далее подается сигнал строб (перепад напряжения из «0» в «1») на 12 вывод микросхемы.

Когда на тактовом входе С (12 вывод) появляется логическая единица, регистр считывает бит со входа данных (11 вы-

вод) и записывает его в самый младший разряд, сдвигая данные на 1 позицию внутри регистра. На выходе 7 появляется записанный бит данных. При поступлении на тактовый вход следующего импульса, записанный ранее бит сдвигается на один разряд, а его место занимает вновь пришедший бит. За 8 тактов заполняется весь регистр и первый бит появляется на выходе 17 микросхемы (предназначен для последовательного соединения сдвиговых регистров). Он подключен на вход 11 следующей микросхемы для увеличения числа разрядов канала.

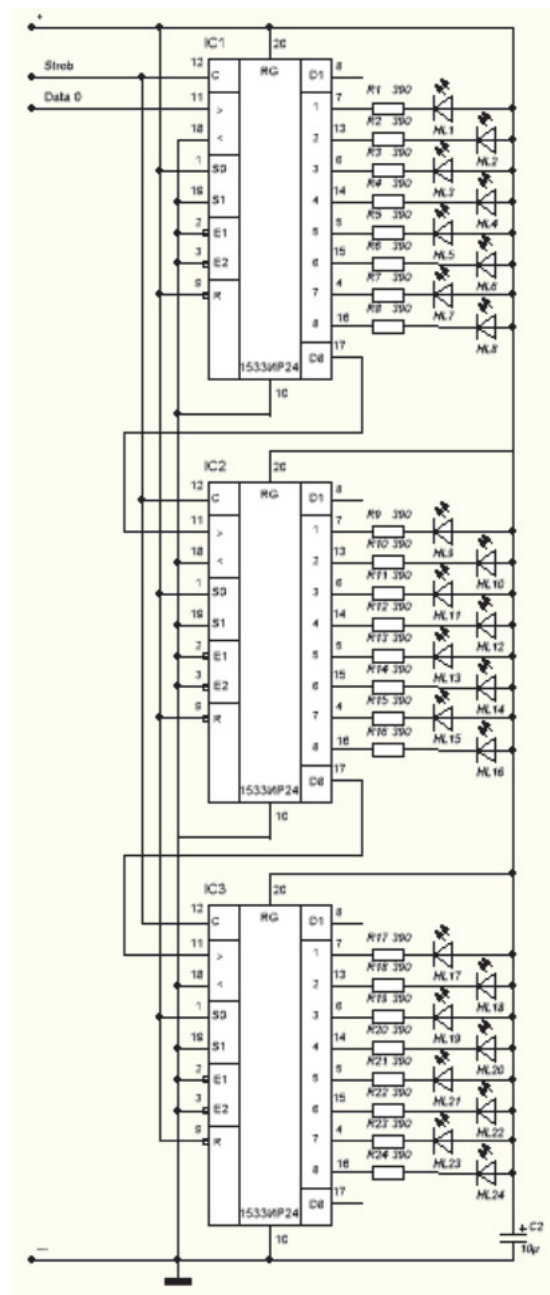


Рис. 2. Расположение светодиодов на матрице

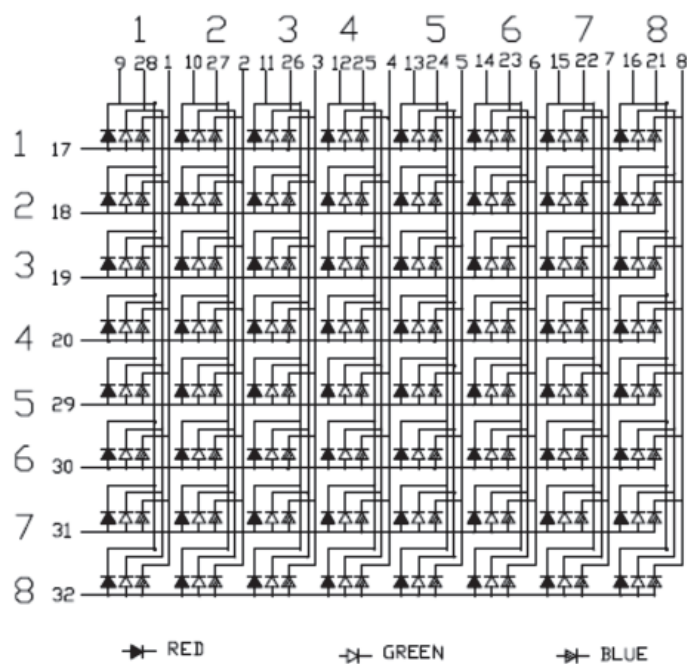


Рис. 3. Принципиальная схема устройства, один канал

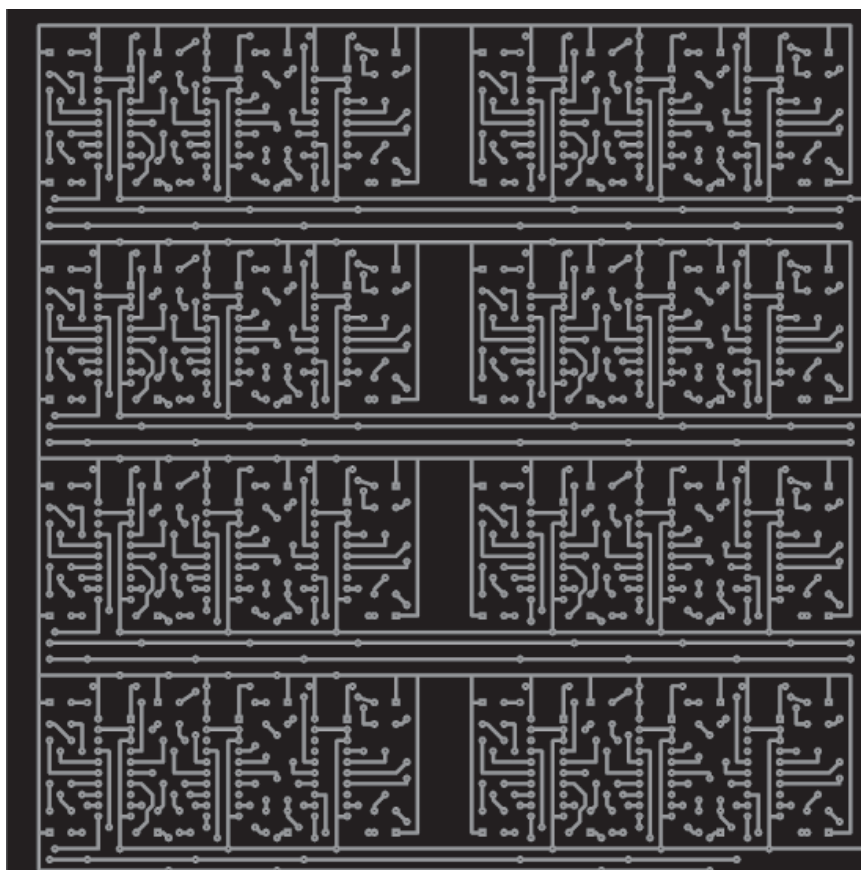


Рис. 4. Печатная плата устройства

За 24 такта заполняется весь канал. Данные появляются на выходах трех регистров. К каждому выходу через токоограничительные резисторы подключены катоды свето-

диодов. При низком логическом уровне на выходе микросхемы ток проходит от плюса блока питания через светодиод и резистор, светодиод загорается.

Особенностью данной схемы является статическая индикация. После смены одного кадра картинка на экране не меняется, поэтому в отличие от динамической индикации отсутствует неприятное мерцание.

Печатная плата устройства приведена на рис. 4.

Разработчики Windows XP с целью обеспечения безопасности использования совместных аппаратных ресурсов компьютера, запретили к ним прямой доступ из программ пользовательского режима. Чтобы все-таки обратиться к порту, необходимо все операции проводить через драйвер. Библиотека `inport32.dll` является готовым инструментом, позволяющим обратиться к LPT порту в Windows XP [3].

Экран представляет собой конструкцию из 64 светодиодов, расположенных матрицей 8x8 светящихся ячеек. Каждый светодиод состоит из трех отдельных светодиодов красного, зеленого и синего цветов. Всего необходимо управлять 192 отдельными светодиодами.

Для управления через параллельный порт используем восьмидесятибитовый канал данных (Порт 888) и 1 бит порта 890 в качестве строба. Каждый бит канала данных подключен к цепочке из трех сдвиговых регистров K1533ИР24, позволяющих управлять восемью RGB светодиодами (всего 24 отдельных светодиода).

В канал данных (порт 888) программа выдает 1 байт, поступающий на вход сдвиговых регистров, который записывается в регистры при формировании строба (выдача «0»), затем «1» в порт 890). Для заполнения всего регистра необходимо выдать 24 байта данных, при этом будет заполнен и выдан на экран 1 кадр. После небольшой паузы выдается следующий байт со стробом для смены кадров.

Данные в параллельный порт выдаются с частотой 3500 Гц. Для глаз смена кадров происходит незаметно. На экран можно выдавать без задержки до 145 кадров в секунду.

Разработана собственная схема устройства с использованием RGB светодиодов с общим анодом на микросхемах КР1533ИР24 со статической индикацией.

После разработки соответствующего программного обеспечения возможно создание различных динамических рисунков и бегущих строк.

Созданное нами устройство позволяет облегчить изучение устройства портов персонального компьютера.

#### Список литературы

1. Аванесян Г.Р. Интегральные микросхемы TTL, TTLШ: Справочник / Г.Р. Аванесян, В.П. Лёвшин. – М.: Машиностроение, 1993. – 256 с.
2. Гук М.Ю. Аппаратные средства IBM PC: Энциклопедия. – СПб.: Питер, 2006. – 1072 с.
3. Иванов Д.В. Сопряжение компьютеров с внешними устройствами / [Электронный ресурс]. URL: [www.pcports.ru](http://www.pcports.ru) (дата обращения: 13.09.2014).
4. Калайджян Т. Работа с внешними устройствами с помощью портов ввода/вывода. – М., 2002. – 560 с.

5. Киборгов.нет Каталог электронных компонентов [Электронный ресурс]. URL: <http://kiborgov.net/doc/led/2088RGBMatrix.pdf> (дата обращения: 14.09.2014).

6. Ковтун В. Программы работы с COM и LPT портом / В. Ковтун [Электронный ресурс]. URL: <http://pccontrol.bib.com.ua> (дата обращения: 13.09.2014).

7. Промэлектроника. Каталог электронных компонентов [официальный сайт]. URL: [www.promelec.ru](http://www.promelec.ru) (дата обращения: 13.09.2014).

8. Ревич Ю.В. Занимательная микроэлектроника. – СПб.: БХВ – Петербург, 2007. – 592 с.

9. Самарин, А. Технология и применение HDR дисплеев // Компоненты и технологии. – 2007. – № 7. – С. 46–54.

10. Светодиодные лампы, фонари, светильники – продукция и подсветка по технологии 21 века [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ledlight.com.ua/led.html> (дата обращения: 13.09.2014).

11. Фигурнов В.Э. IBM PC для пользователя. Краткий курс. – М.: ИНФРА-М, 1997. – 480 с.

12. Хоровиц П. Искусство схемотехники. В 3-х томах: Т. 2 / П. Хоровиц, У. Хилл. – М.: Мир, 1993. – 371 с.

13. Шило В.Л. Популярные цифровые микросхемы: справочник. – М.: Металлургия, 1988. – 352 с.

14. An P. PC Interfacing: Practical Guide to Gentronic RS 232 and Game Ports. – Newnes, 1998. – 250 p.

15. Ralf Brown Interrupt List. Release 61 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ctyme.com/rbrown.htm> (дата обращения: 13.09.2014).

#### References

1. Avanesyan G.R., Lovshin V.P. Integral'nyye mikroskhemyy TTL, TTLSH: Spravochnik [Analog IC TTL STTL: Directory]. Moscow, Mashinostroyeniye, 1993. 256 p.

2. Guk M.Y. Apparatyne sredstva IBM PC: Entsiklopediya [Hardware IBM PC: Encyclopedia]. St. Petersburg, Peter, 2006. 1072 p.

3. Ivanov D.V. Sopryazheniye komp'yutеров s vneshnimi ustroystvami [Computer Interfacing with external devices]. Available at: [www.pcports.ru](http://www.pcports.ru) (accessed September 13, 2014).

4. Kalaydzhyan T. Rabota s vneshnimi ustroystvami s pomoshch'yu portov vvoda/vyvoda [Working with external devices through the I/O ports]. Moscow, 2002. 560 p.

5. Kiborgov.net Katalog elektronnykh komponentov [Kiborgov.net. Catalog of electronic components]. Available at: <http://kiborgov.net/doc/led/2088RGBMatrix.pdf> (accessed September 14, 2014).

6. Kovtun V. Programmy raboty s COM i LPT portom [Programs work with COM and LPT port]. Available at: <http://pccontrol.bib.com.ua> (accessed September 13, 2014).

7. Promelektronika. Katalog elektronnykh komponentov [Promelektronika. Directory of electronic components]. Available at: [www.promelec.ru](http://www.promelec.ru) (accessed September 13, 2014).

8. Revich Y.V. Zanimatel'naya mikroelektronika [Interesting microelectronics]. St. Petersburg, BHV – Petersburg, 2007. 592 p.

9. Samarina A. Tekhnologiya i primeneniye HDR displeyev [Technology and the use of HDR displays] // Components and technologies, 2007, no. 7. pp. 46–54.

10. Svetodiodnyye lampy, fonari, svetil'niki – produktsiya i podsvetka po tekhnologii 21 veka [LED lamps, lanterns, lamps – lighting products and technology of the 21st century]. Available at: <http://www.ledlight.com.ua/led.html> (accessed September 13, 2014).

11. Figurnov V. E. IBM PC dlya pol'zovatelya. Kratkiy kurs [IBM PC user. Short course]. Moscow, INFRA-M, 1997. 480 p.

12. Khorovits P., Hill W. Iskusstvo skhemotekhniki [The Art of Electronics]. vol. 2. Moscow, Mir, 1993. 371 p.

13. Shilo, V.L. Populyarnyye tsifrovyye mikroskhemyy: Spravochnik [Popular digital circuits: Directory]. Moscow, Metallurgy, 1988. 352 p.

14. An P. PC Interfacing: Practical Guide to Gentronic RS 232 and Game Ports. Newnes, 1998. 250 p.

15. Ralf Brown Interrupt List. Release 61. Available at: <http://www.ctyme.com/rbrown.htm> (accessed September 13, 2014).

#### Рецензенты:

Попов С.Е., д.п.н., к.т.н., доцент, профессор кафедры естественных наук и физико-математического образования, ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная социально-педагогическая академия», г. Нижний Тагил;

Сидоров О.Ю., д.т.н., профессор кафедры химии, Нижнетагильский технологический институт (филиал), ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Нижний Тагил.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.