

# НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

УДК 62-523.2

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО КУРСУ «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТИПОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСТАНОВОК»

*А.М. Борисов, А.С. Нестеров, А.Н. Горожанкин, Г.И. Драчев  
г. Челябинск, Южно-Уральский государственный университет*

## PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT OF LABORATORY PRACTICAL COURSE «AUTOMATION OF STANDARD TECHNOLOGICAL PROCESSES AND INDUSTRIAL MACHINES»

*A.M. Borisov, A.S. Nesterov, A.N. Gorozhankin, G.I. Drachev  
Chelyabinsk, South Ural State University*

Обозначены тенденции развития современных автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), которые ориентированы на применение промышленных вычислительных сетей. К таким сетям относят Ethernet, Profibus, AS-interface. Выдвигается идея объединения всех лабораторных стендов в единую систему беспроводным способом.

*Ключевые слова:* автоматизированные системы управления технологическими процессами, промышленные вычислительные сети, Ethernet, Profibus, AS-interface.

The tendencies of the development of modern automatic control systems of technological processes oriented towards implementation in industrial computer networks are observed. These networks are Ethernet, Profibus, AS-interface. The idea of unification of all the laboratory stands into the unified system by wireless means is proposed.

*Keywords:* automatic control systems of technological processes, industrial computer networks, Ethernet, Profibus, AS-interface.

Современные тенденции в сфере автоматизации технологических процессов заключаются в создании автоматизируемых систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) [1]. Современные АСУ ТП ориентированы на применение промышленных вычислительных сетей, являющихся самыми перспективными технологиями в реализации систем автоматизации. Современная тенденция – применение распределенной периферии, когда управляющая аппаратура располагается в непосредственной близости от технологического оборудования, а связь с соседними управляющими устройствами и централизованными постами управления обеспечивается подключением всех этих устройств к витой паре электрических проводов или к оптоволоконному кабелю [2, 3].

В настоящее время немецкая фирма Siemens является лидером по разработке принципов такого управления и производству продукции для таких систем. Поэтому создание новых стендов для выполнения лабораторных работ по курсу «Автоматизация типовых технологических процессов и

производственных установок» (АТП) ориентировано в основном на использование этой продукции. К этому же вынуждает то обстоятельство, что ведущие предприятия Челябинска и Челябинской области широко используют технику этой фирмы и нуждаются в молодых специалистах, знающих такую технику.

Упрощенная структура современной АСУ ТП изображена на рис. 1 [2, 3]. Представленная структура иерархическая и имеет несколько уровней иерархии сетей. Ниже представлено функциональное назначение представленных уровней иерархии управления.

**Industrial Ethernet** – это сеть верхнего уровня управления, соответствующая международным стандартам IEEE 802.3 (Industrial Ethernet, 10 Мбит/с) и IEEE 802.3u (Fast Industrial Ethernet, 100 Мбит/с). В настоящее время появилась версия на скорость 1000 Мбит/с (**Gigabit Ethernet**, стандарт IEEE 802.3z). Ethernet позволяет использовать Internet, а также является основой для построения системы управления с распределенным интеллект-

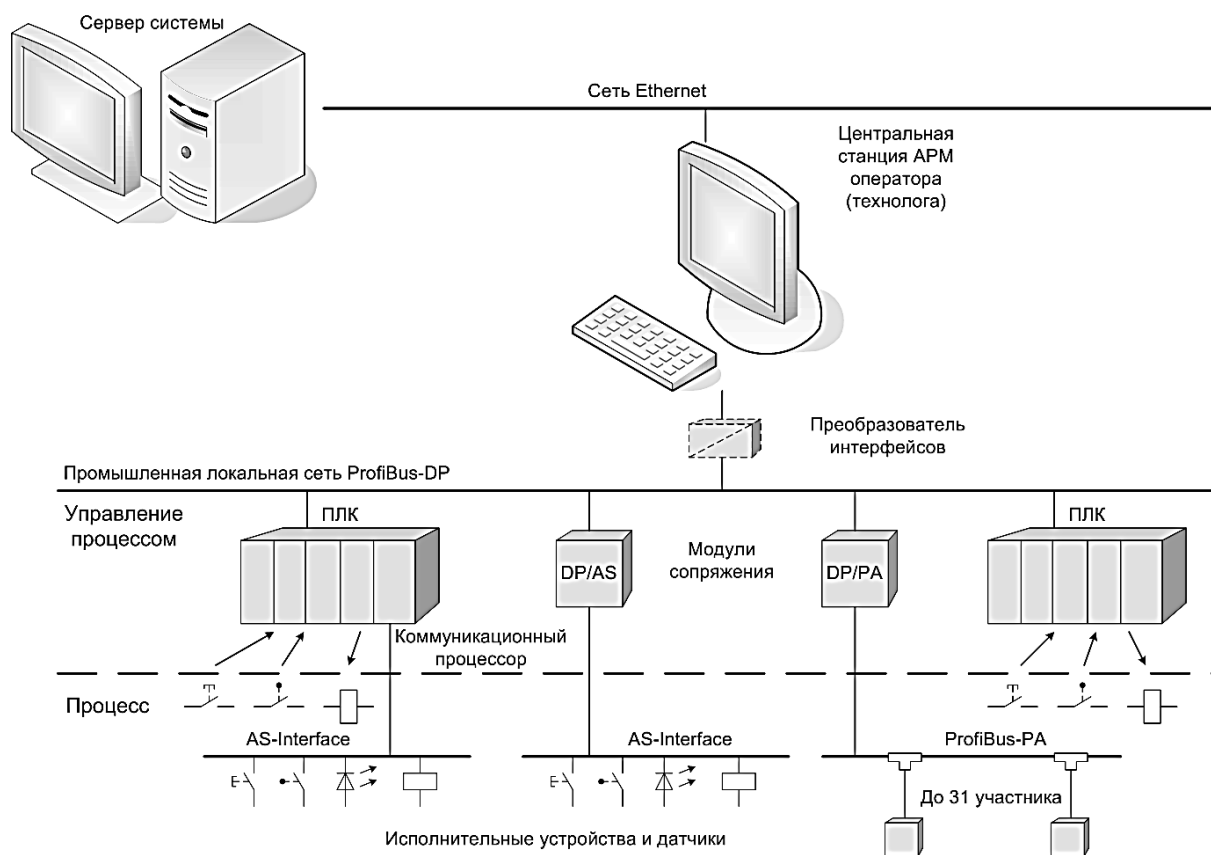


Рис. 1. Структура АСУ ТП, ориентированной на использование оборудования фирмы Siemens

том, поддерживающим стандарт PROFINet. Этот стандарт существенно упрощает связь между Ethernet и сетями полевого уровня PROFIBUS.

Центральная станция обслуживает множество промышленных логических контроллеров (ПЛК, PLC), объединенных через последовательный интерфейс PROFIBUS.

**PROFIBUS (ProcessFieldBus)** – это промышленная сеть полевого уровня, отвечающая требованиям части 2 европейских норм EN5017-0 и международного стандарта IEC 61158-3. Они используются для организации связи между программируемыми контроллерами и станциями распределенного ввода/вывода ET200, устройствами человеко-машинного интерфейса HMI (Human Machine Interface) и другими приборами полевого уровня. PROFIBUS позволяет выполнить дистанционное (по сети) программирование и конфигурирование систем автоматизации, их отладку и диагностирование.

**AS-интерфейс** – это интерфейс подключения датчиков и исполнительных механизмов, осуществляющий коммуникацию между датчиками, исполнительными механизмами и системой управления, а также упрощающий монтаж управляемой установки. Так же, как в сетях PROFIBUS-PA, в AS-интерфейсе обмен данными и питание всех сетевых компонентов осуществляется через двухжильный кабель, но неэкранированный.

В лаборатории хорошо представлены элементы и устройства нижнего (полевого) уровня иерархии управления. Характер проводимых лабораторных работ и изучаемое оборудование можно уяснить по представленному перечню лабораторных работ.

- Синтез систем автоматизации на логических элементах.
- Синтез систем автоматизации на релейных элементах.
- Изучение интеллектуального реле OMRON ZEN.
- Изучение датчиков технологической информации систем автоматизации.
- Изучение программируемого контроллера OMRON SYSMAC CPM2A.
- Изучение сенсорного монитора OMRON NT31C и NT21C.
- Программирование контроллера Simatic S7-300.
- Изучение сенсорного монитора Siemens TP177A.
- Изучение программируемого контроллера DL05 фирмы AUTOMATION DIRECT (США).
- Изучение системы визуализации (SCADA система) на базе программируемого обеспечения WinCCv.6.
- Изучение системы числового программного управления с шаговыми электродвигателями на

базе программируемого контроллера фирмы OMRON.

В лаборатории уже реализованы стенд для исследования промышленной сети PROFIBUS-DP и стенд для исследования сети AS-интерфейс.

В состав сети PROFIBUS-DP входят два программируемых логических контроллера Simatic S7-300 с модулями ввода/вывода, модуль децентрализованной периферии ET200M с модулем ввода/вывода и оптическим интерфейсом. Сеть использует технологию передачи информации RS485. В качестве среды передачи используется экранированная витая пара и пластиковый оптоволоконный кабель. Сопряжение электрического и оптоволоконного кабеля осуществляется через оптический шинный терминал OBT.

В состав сети AS-интерфейс входят блок программируемого контроллера SIMATIC S7-300 с процессорным модулем CPU314C-2DP с модулями ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов и имеющего интерфейс сети PROFIBUS-DP. Предусмотрено 2 варианта связи сети PROFIBUS-DP с сетью AS-интерфейс. В первом варианте связь обеспечивается коммуникационным процессором CP343-2, а во втором варианте – модулем типа DP/AS-I-LinkAdvanced.

Таким образом, в лаборатории уже реализованы частично сети нижнего уровня АСУ ТП (рис. 1). В перспективе необходимо реализовать сеть PROFIBUS-PA, сеть верхнего уровня Industrial Ethernet и связать все представленные сети в единую АСУ ТП.

В настоящее время сотрудниками кафедры

проработаны структуры, состав и по каталогам [4] выбрано оборудование стендов для изучения промышленных сетей PROFIBUS-PA и Industrial Ethernet.

На рис. 2 представлена структура стенда для изучения сети PROFIBUS-PA.

В стенде представлены основные элементы и связи между модулями, присущими сетям PROFIBUS-PA. Такие сети для надежности работы могут обеспечивать резервирование. Для изучения резервирования предусмотрено использование соединителя DP/PA Link и тумблеры SA1 и SA2 для имитации разрыва связи в сети. Подключаемые к сети датчики и исполнительные устройства должны иметь встроенные микроконтроллерные устройства для связи с сетью. В качестве таких исполнительных устройств выбраны промышленные модули управления клапанами, имеющие цепи включения/отключения клапанов и цепи сигнализации о состоянии клапанов. Команды включения/отключения клапанов имитируются зажиганием/погасанием светодиодов, а информация о состоянии клапанов – включением/отключением тумблеров.

Минимальные затраты на создание стенда силами сотрудников кафедры и привлекаемых сторонних организаций – не менее 780 тыс. рублей в ценах на конец 2011 года.

На рис. 3 представлена структура стенда для изучения сети Industrial Ethernet.

В стенде представлены основные компоненты сети Industrial Ethernet. Это верхний уровень иерархии управления и поэтому здесь предусмотрена

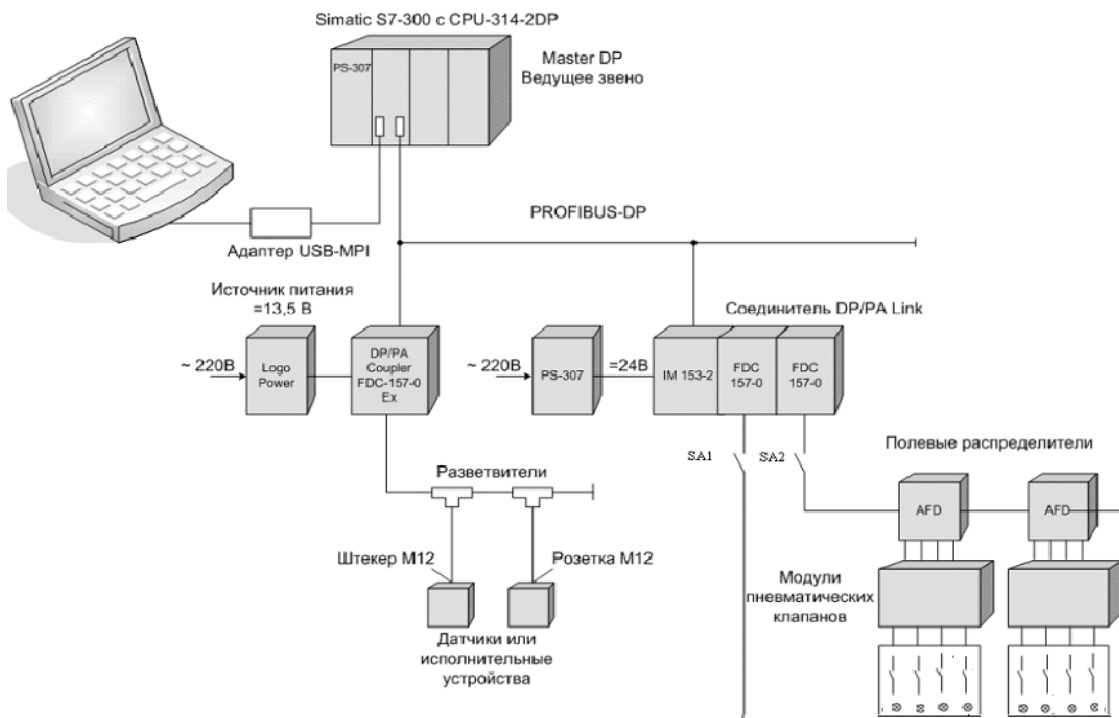


Рис. 2. Структурная схема лабораторного стенда «Промышленная сеть PROFIBUS-PA»

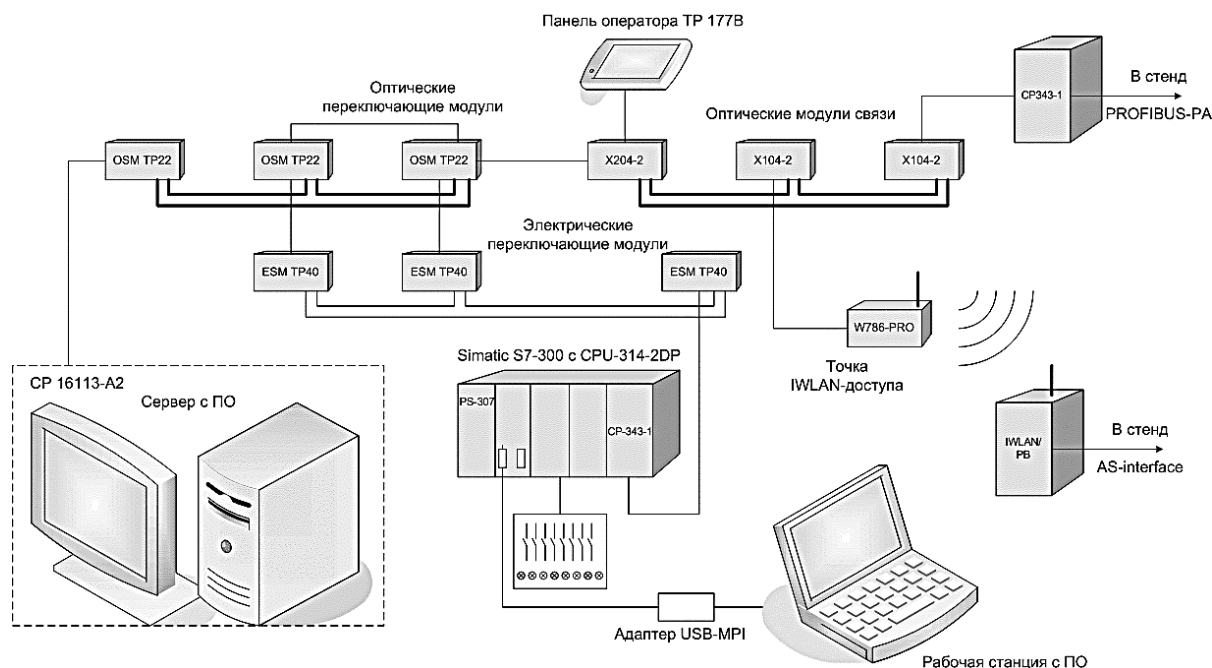


Рис. 3. Структурная схема лабораторного стенда «Промышленная сеть Industrial Ethernet»

проводная связь через коммуникационный процессор CP343-1 с сетью PROFIBUS-PA и беспроводная связь через IWLAN модуль с сетью AS-интерфейс.

На стенде предусмотрено использование как проводных (витая пара), так и оптических каналов связи на пластиковых и стеклянных оптоволоконных кабелях.

На стенде реализуются три резервированных кольцевых сегмента. Первый из них содержит три оптических коммутирующих (переключающих) модуля OSMTP22, имеющих оптические и электрические порты. В принципе в такое кольцо допускается включать до 50 модулей OSM. Максимальная длина оптоволоконного кабеля между двумя модулями OSM составляет 3 км и кольцо из 50 модулей OSM может достигать 150 км. Лишь одно устройство в кольце должно участвовать в режиме управления резервированием.

Следующий сегмент включает в себя три оптических модуля связи. Модуль X204-2 (управляемый коммутатор) обеспечивает связь с двумя управляемыми коммутаторами типа X104-2. В принципе максимальная дальность передачи (длина сегмента) стеклянным оптоволоконным кабелем составляет 3 км. Число включаемых модулей ограничивается допустимым временем распространения пакетов данных.

Третий сегмент включает в себя три электрических коммутатора типа ESMTP40. Это кольцо непосредственно связано с программируемым контроллером Simatic S7-300, который принимает управляющие команды (имитируются тумблерами) на объект автоматизации и выдает информацию включением/отключением светодиодов о состоянии объекта автоматизации. Объект автоматизации

может быть подключен к модулям сети Industrial Ethernet, модулям сети PROFIBUS-DP/PA или сети AS-интерфейс. В принципе максимальная дальность передачи (длина сегмента) электрическим кабелем составляет 5 км. Число включаемых модулей ограничивается допустимым временем распространения пакетов данных.

В лабораторный стенд включается сервер с серверным программным обеспечением для сбора и хранения информации, ноутбук с программным обеспечением STEP7 V5.4 для конфигурирования сети и программирования контроллера и панель оператора (сенсорный монитор) типа TP 177B.

Минимальные затраты на создание этого стенда силами сотрудников кафедры и привлекаемых сторонних организаций – не менее 1980 тыс. рублей в ценах на конец 2011 года.

С 6 по 8 декабря 2011 года в Екатеринбурге состоялась выставка «Передовые технологии автоматизации (ПТА-УРАЛ 2011)». Была представлена продукция 42 отечественных и зарубежных фирм. При посещении этой выставки преподаватели кафедры обратили внимание, прежде всего, на широкое использование беспроводной передачи информации при автоматизации управления технологическими процессами и производственными предприятиями.

Выпускается большое количество радиомодемов с различными функциональными возможностями. Например, группа компаний VIAM-RADIO выпускает радиомодем Невод-5. Он предназначен для передачи и приема цифровой информации при работе в составе распределенных сетей телеметрии, управления и автоматизации технологических процессов. Он обеспечивает обмен информацией по интерфейсу RS232/RS485. Цена

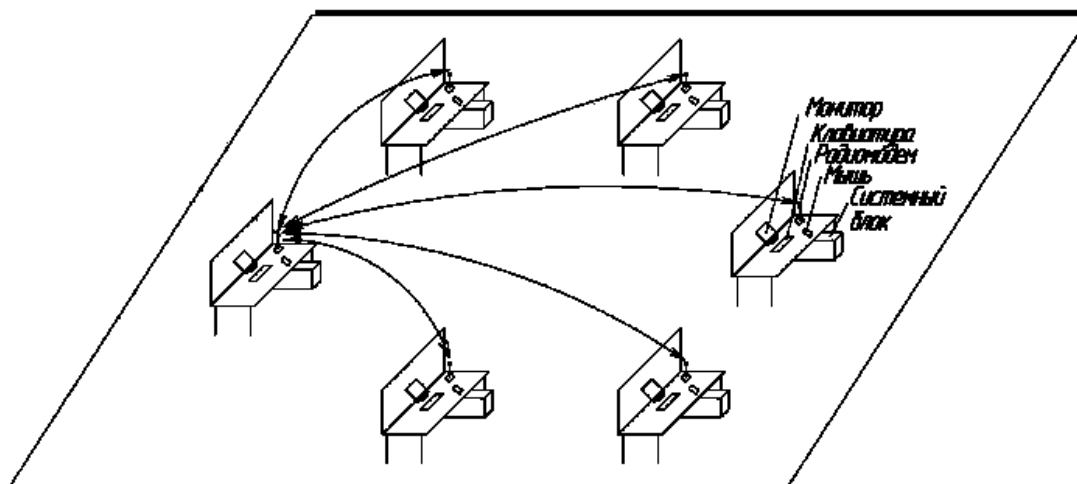


Рис. 4. Беспроводные связи между лабораторными стендами

такого модема в ценах на конец 2011 года не превышает 11000 руб.

Предполагается оснастить лабораторные стенды такими модемами и связать их с сервером на преподавательском столе (рис. 4). Такое решение позволит связать необходимые разрозненные лабораторные стенды в единую систему и обеспечить подготовку выпускников кафедры к решению системных задач по автоматизации управления технологическими процессорами и производствами.

Преподавательский состав кафедры приобрел большой опыт создания лабораторных стендов, работая по совместительству в Научно-производственном предприятии «Учебная техника – Профи» при ЮУрГУ. Сотни стендов, разработанных нашими специалистами, используются в учебных лабораториях вузов и техникумов России и стран ближнего зарубежья. По роду работы, связанной с командировками по настройке поставляемых стендов и переговорами с потенциальными заказчиками лабораторного оборудования, наши специалисты хорошо знают состояние лабора-

торной базы в наших учебных заведениях. Они считают, что предлагаемый лабораторный практикум необходим и не имеет аналогов.

#### Литература

1. Васин, Н.Н. Основы сетевых технологий на базе коммутаторов и маршрутизаторов / Н.Н. Васин. – Интернет-университет информ. технологий. – ИНТУИТ.ру, БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 270 с.
2. Новиков, Ю.В. Основы локальных сетей: курс лекций; учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальностям в обл. информ. технологий / Ю.В. Новиков, С.В. Кондратенко. – М.: Интернет – ун-т информ. технологий, 2009. – 360 с.
3. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебное пособие для вузов / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2010. – 943 с.
4. Интерактивный каталог СА 01 продукции фирмы Siemens. – [www.mall.automation.siemens.com/ru](http://www.mall.automation.siemens.com/ru)

Поступила в редакцию 15.06.2012 г.

**Борисов Александр Михайлович** – кандидат технических наук, профессор кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск. Область научных интересов – автоматизация типовых технологических процессов и производственных предприятий. Контактный телефон: 8 (351) 267-93-21.

**Borisov Aleksandr Mikhaylovich** – Candidate of Science (Engineering), Professor of “Electric Drive and Production Units Automation” Department of South Ural State University, Chelyabinsk. Research interests: automation of standard technological processes and industrial plants. Contact telephone number: 8(351) 267-93-21.

**Нестеров Александр Сергеевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск. Область научных интересов – автоматизация типовых технологических процессов и производственных предприятий. Контактный телефон: 8 (351) 267-93-21.

**Nesterov Aleksandr Sergeevich** – Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of “Electric Drive and Production Units Automation” Department of South Ural State University, Chelyabinsk. Research interests: automation of standard technological processes and industrial plants. Contact phone number: 8(351) 267-93-21.

## Научно-методические вопросы

---

**Горожанкин Алексей Николаевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск. Область научных интересов – автоматизация типовых технологических процессов и производственных предприятий, электропривод общепромышленных механизмов. Контактный телефон: 8 (351) 267-93-21.

**Gorozhankin Aleksey Nikolaevich** – Candidate of Science (Engineering), Associated Professor of “Electric Drive and Production Units Automation” Department of South Ural State University, Chelyabinsk. Research interests: automation of standard technological processes and industrial plants, electric drive of industrial machines. Contact phone number: 8 (351) 267-93-21.

**Драчев Геннадий Иванович** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск. Область научных интересов – электропривод общепромышленных механизмов. Контактный телефон: 8 (351) 267-93-21.

**Drachev Gennadiy Ivanovich** – Candidate of Science (Engineering), Associated Professor of “Electric Drive and Production Units Automation” Department of South Ural State University, Chelyabinsk. Research interests: electric drive of industrial machines. Contact phone number: 8 (351) 267-93-21.