



# **Устройства бесперебойного питания УЭП-МПК**

**Евгений Станиславович Ходневич  
– начальник отдела проектирования**

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ  
КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ**



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Комплекс систем семейства МПК

Безопасное  
управление

ЭЦ-МПК  
МПЦ-МПК

УЭП-МПК

Непрерывное  
электропитание

КАС-ДУ  
ДЦ-МПК

ОРП-МПК

СТД-МПК

Безопасное  
обслуживание

Непрерывная  
работа устройств



Научно-исследовательская лаборатория  
«Компьютерные системы автоматики»

# Разработчики систем семейства МПК

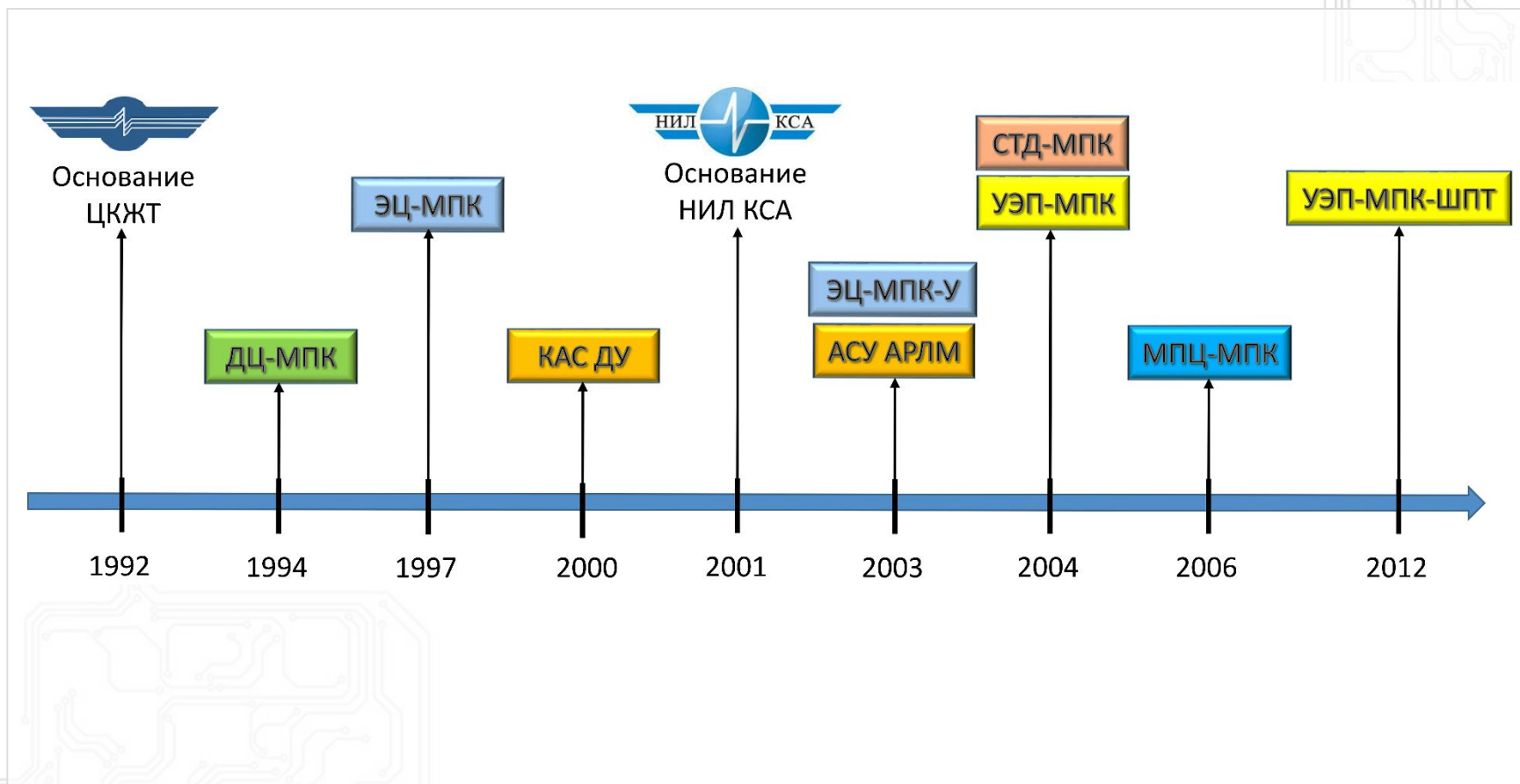
- Центр компьютерных железнодорожных технологий  
Петербургского государственного университета путей  
сообщения Императора Александра I – **ЦКЖТ ПГУПС**  
(г. Санкт-Петербург)



- Научно-исследовательская лаборатория  
«Компьютерные системы автоматики» Уральского  
государственного университета путей сообщения –  
**НИЛ КСА УрГУПС** (г. Екатеринбург)



# Основные этапы развития

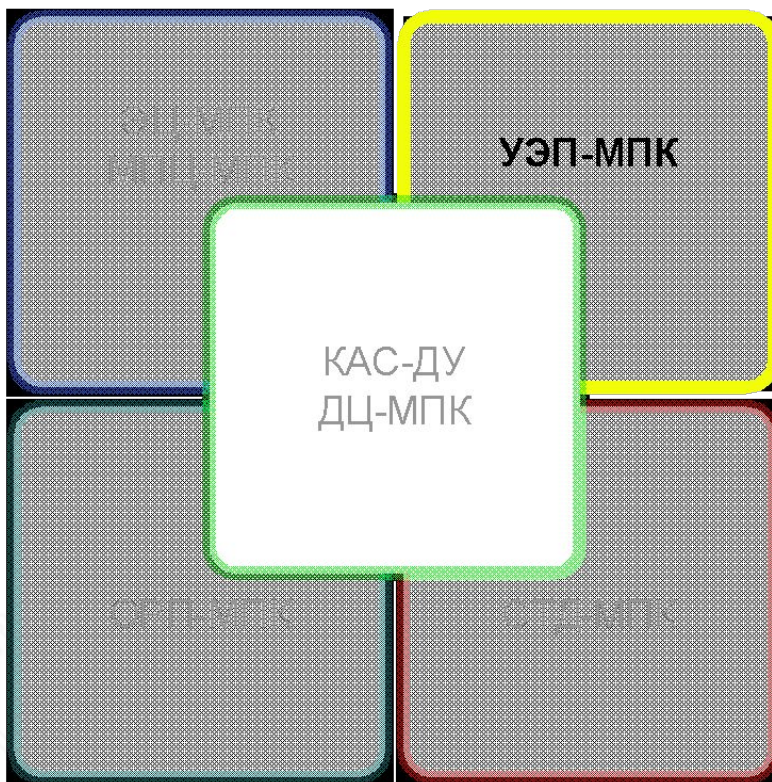




Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# УЭП-МПК в комплексе микропроцессорных СЖАТ систем семейства МПК

Безопасное  
управление



Непрерывное  
электропитание

Безопасное  
обслуживание

Непрерывная  
работа устройств



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

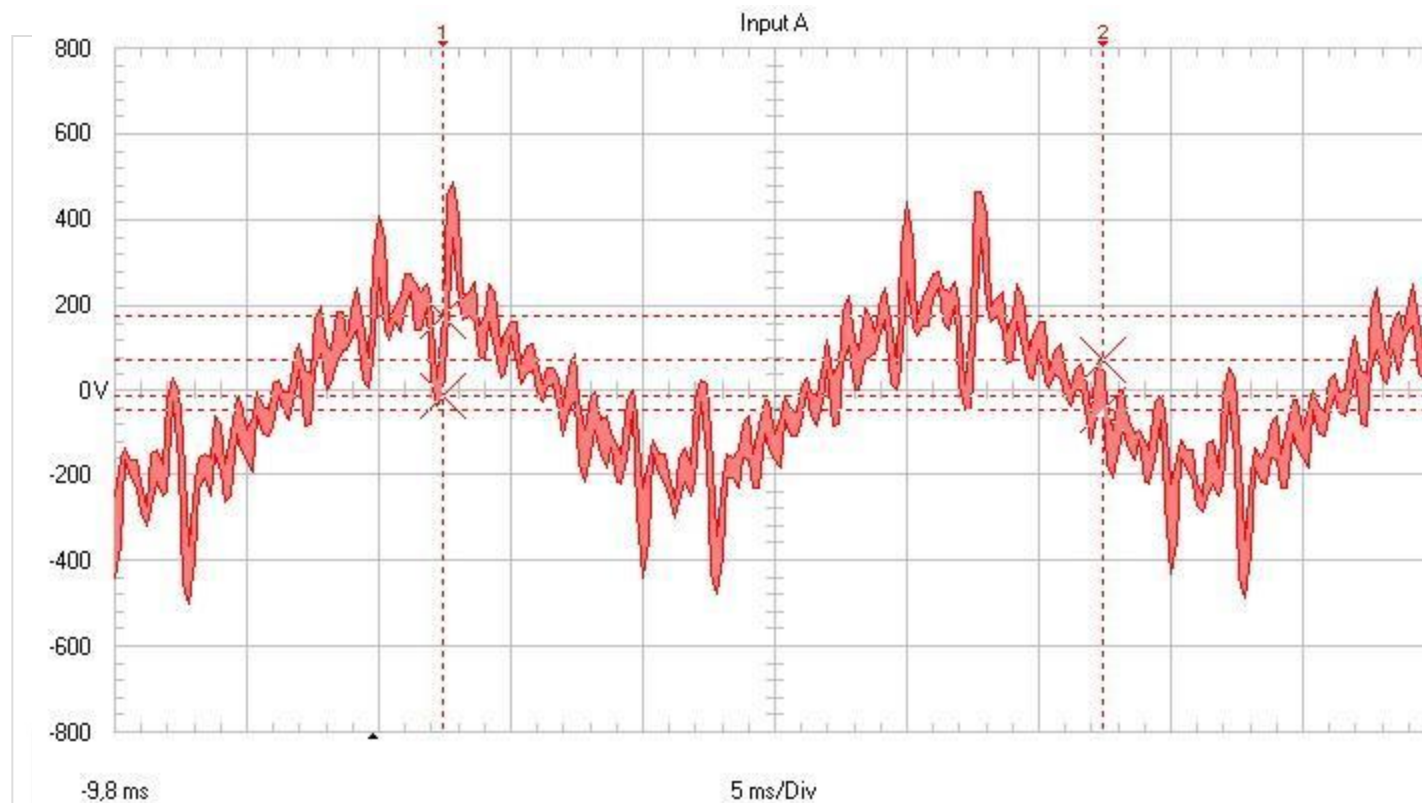
## Качество сети электропитания

Требования ГОСТ 13109 к качеству электропитания:

- напряжение -  $220 \text{ В} \pm 10\%$ ;
- частота -  $50 \text{ Гц} \pm 1 \text{ Гц}$ ;
- коэффициент нелинейных искажений (КНИ) менее  $8\%$  длительно и менее  $12\%$  кратковременно.

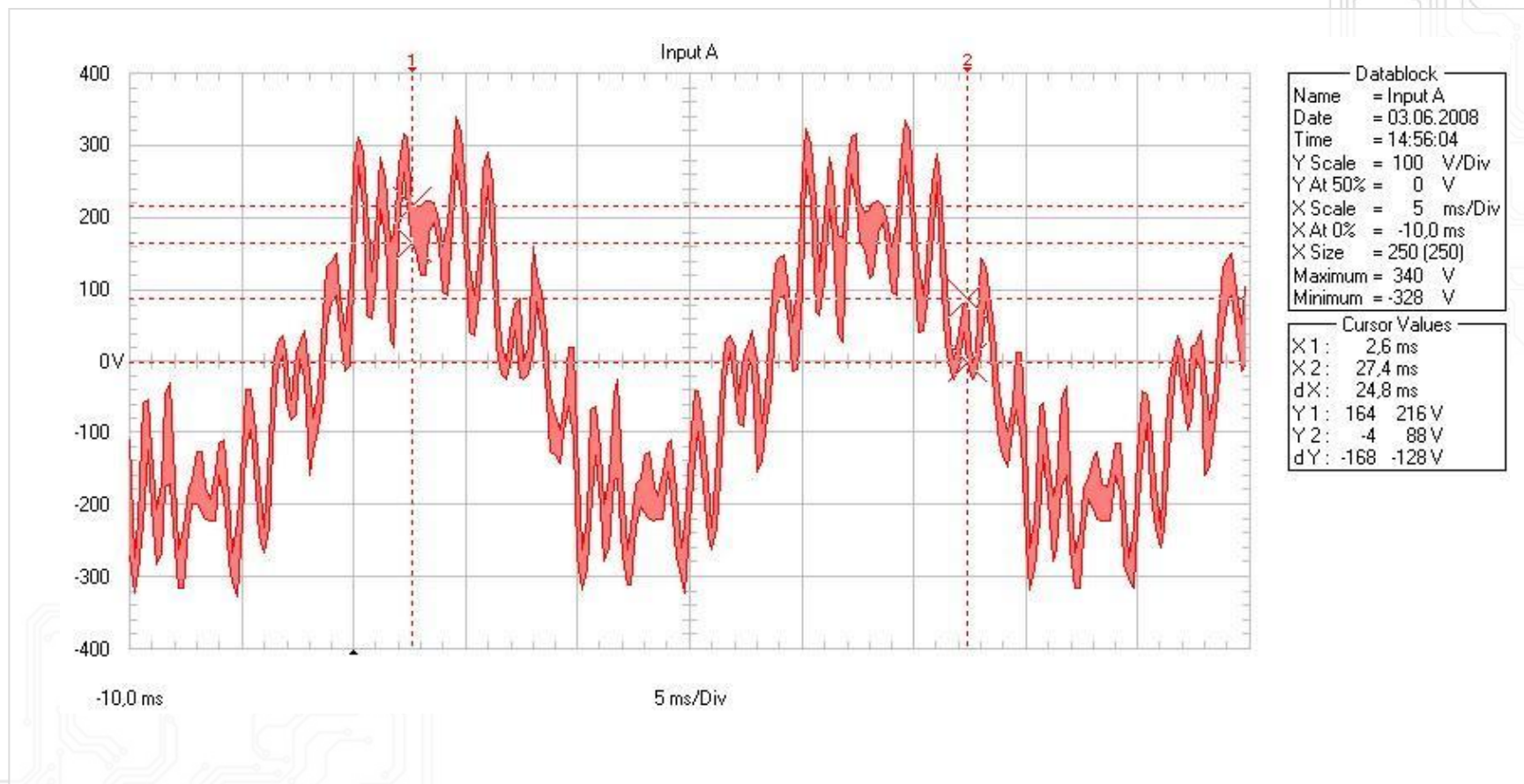
Некачественная сеть электропитания – угроза безопасности движения поездов

# Некачественное напряжение фидера



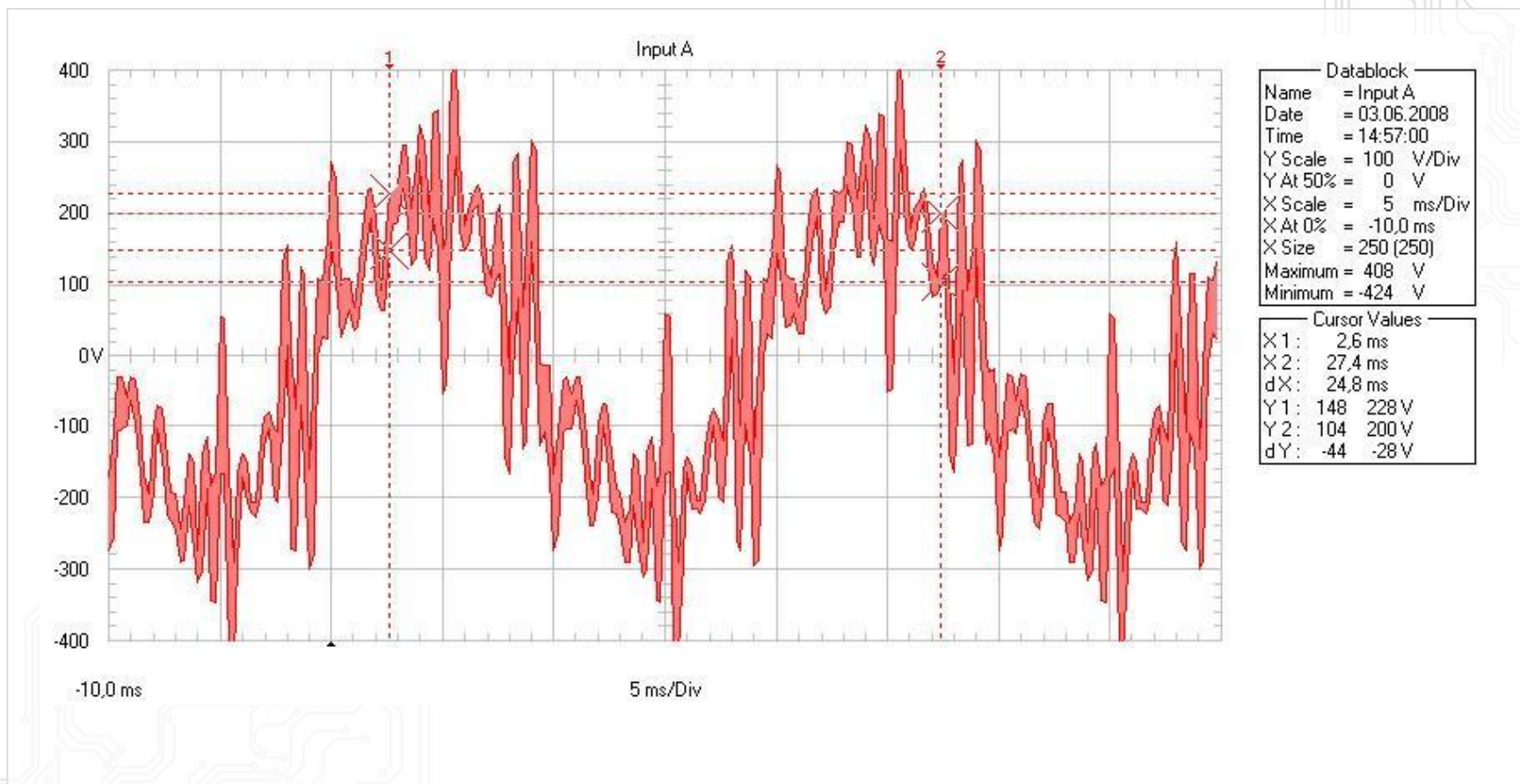
Datablock	
Name	= Input A
Date	= 03.06.2008
Time	= 14:47:57
Y Scale	= 200 V/Div
Y At 50%	= 0 V
X Scale	= 5 ms/Div
X At 0%	= -9,8 ms
X Size	= 250 (250)
Maximum	= 488 V
Minimum	= -504 V
Cursor Values	
X 1 :	2,6 ms
X 2 :	27,6 ms
dX :	25,0 ms
Y 1 :	-16 176 V
Y 2 :	-48 72 V
dY :	-32 -104 V

# Без поезда Уд=240В





# При проходе поезда $U_d = 299\text{ В}$





Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

## Решение для станций с некачественным внешним электропитанием

1. Разделение измерительных цепей и цепей питания реле напряжения
2. Два режима питания реле напряжения – кратковременный от фидера, длительный от СБП
3. Применение выпрямителей с широким диапазоном входных напряжений
4. Понижение входного напряжения трансформатором с 220 до 190 В



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Особенности электропитания микропроцессорных систем

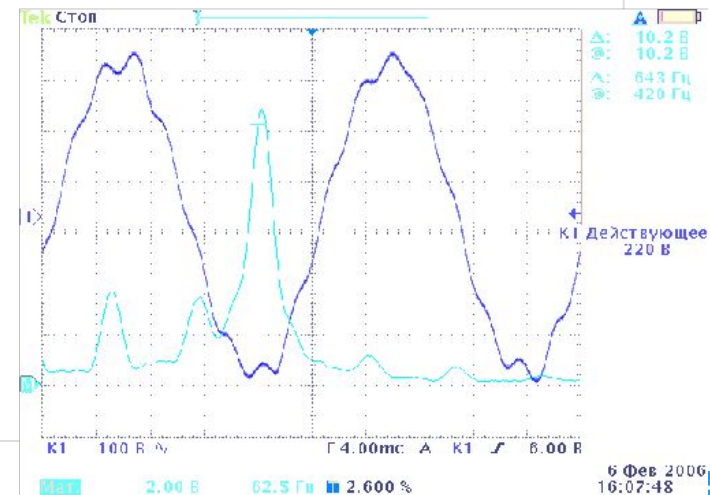
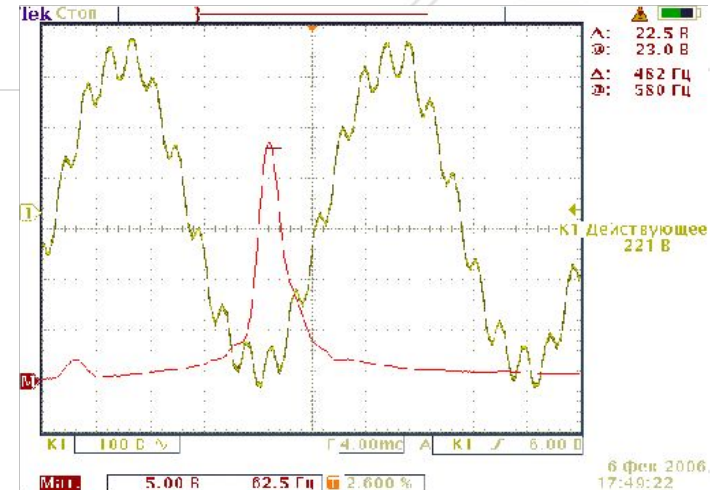
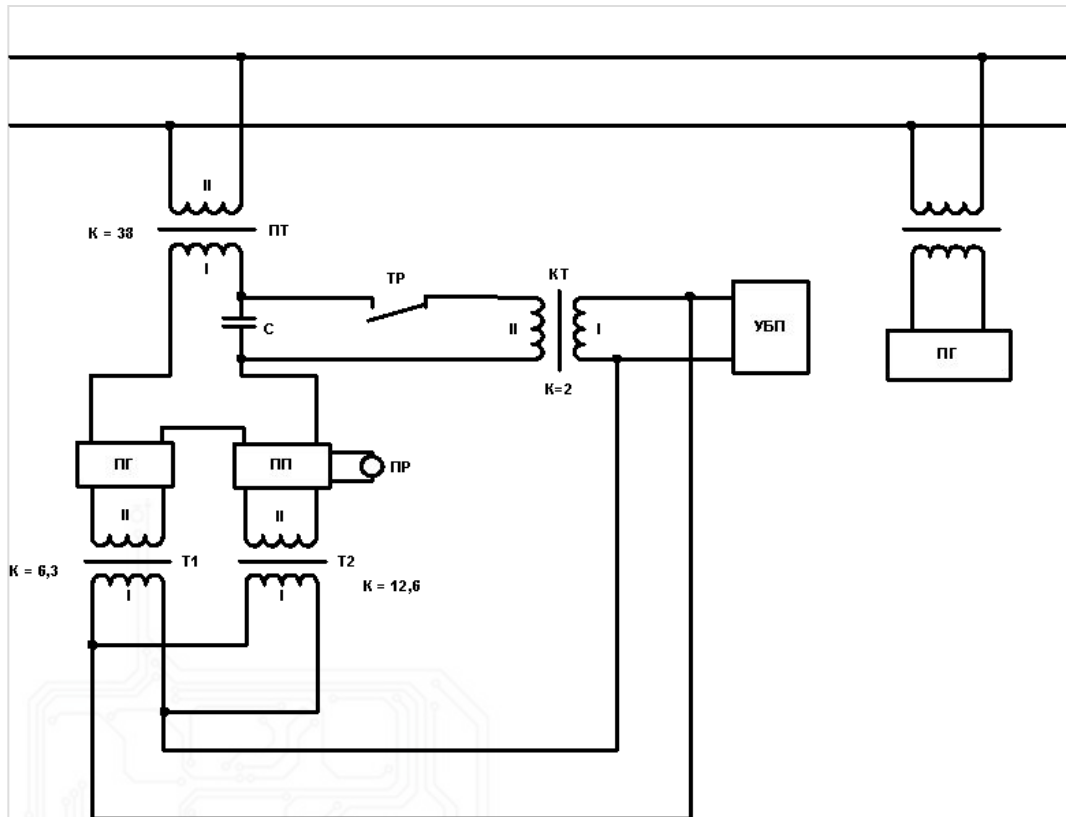
Требования электробезопасности:

- средства вычислительной техники должны питаться от одной общей фазы;
- все устройства должны быть заземлены.

Микропроцессорные устройства чувствительны к:

- провалам и всплескам напряжения;
- **высоковольтным импульсным помехам.**

# Безопасность электропитания рельсовых цепей





Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

## УЭП-МПК

УЭП-МПК – устройства **электропитания микропроцессорных комплексов** железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), таких как, например постовые микропроцессорные комплексы ЖАТ, включающих в себя микропроцессорные **(МПЦ)** и релейно-процессорные **(РПЦ)** системы электрической централизации **(ЭЦ)**, системы механизации и автоматизации **сортировочных горок**, маневровые посты централизации, системы полуавтоматических **(ПАБ)** и автоматических блокировок с централизованным размещением оборудования **(АБТЦ)**, системы диспетчерской централизации **(ДЦ)** и диспетчерского контроля **(ДК)** и т.п.



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

## Назначение

УЭП-МПК обеспечивает электропитание следующих устройств:

- релейных схем электрической централизации и увязок;
- средств вычислительной техники (АРМ, КТС УК, УВК);
- напольного оборудования;
- обеспечивающих подсистем (связь, освещение, отопление, вентиляция, кондиционирование, электрообогрев и очистка СЭП и др.).



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Варианты исполнения УЭП-МПК

**УЭП-МПК** — с системой бесперебойного питания на основе моноблочных УБП;

**УЭП-МПК-ШПТ** — с системой бесперебойного питания на основе шины постоянного тока;

**УЭП-МПК-ГАЦ** — система электропитания, адаптированная для горочной автоматической централизации;

**УЭП-МПК-М** — система электропитания, адаптированная для метрополитена;

**УЭП-МПК-У** — система электропитания облегченного типа, адаптированная для промышленного и малодеятельных участков магистрального транспорта.



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

## Характеристики

1. В состав УЭП-МПК-ШПТ включена система бесперебойного питания на основе шины постоянного тока, обеспечивающая непрерывность работы ответственных устройств при перерывах и переключениях внешнего электроснабжения.
2. Комплекс УЭП-МПК-ШПТ позволяет реализовать системы заземления электрических сетей по ГОСТ Р 50571.2 типа TN-C, TT, IT.





Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

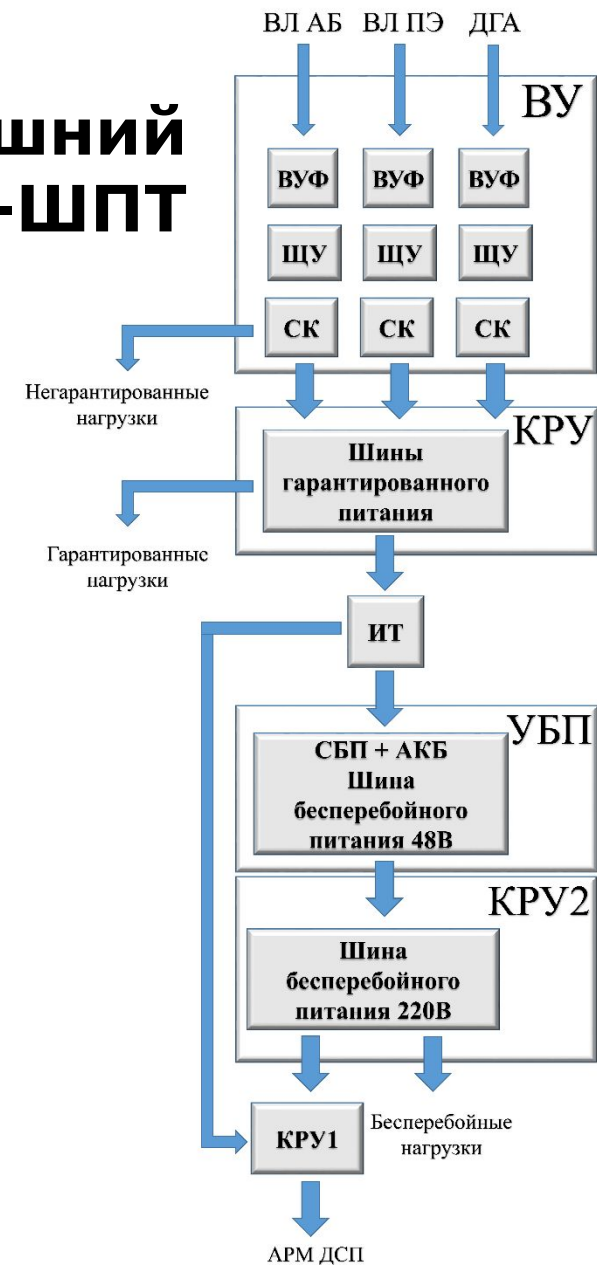
## Характеристики

3. Комплекс УЭП-МПК-ШПТ предназначен для эксплуатации в защищенных от атмосферных осадков служебно-технических помещениях (зданиях, транспортабельных модулях, контейнерах).
4. Комплекс УЭП-МПК-ШПТ предназначен для эксплуатации в жесткой электромагнитной обстановке и относится к техническим средствам III класса по ГОСТ Р 50656-2001.

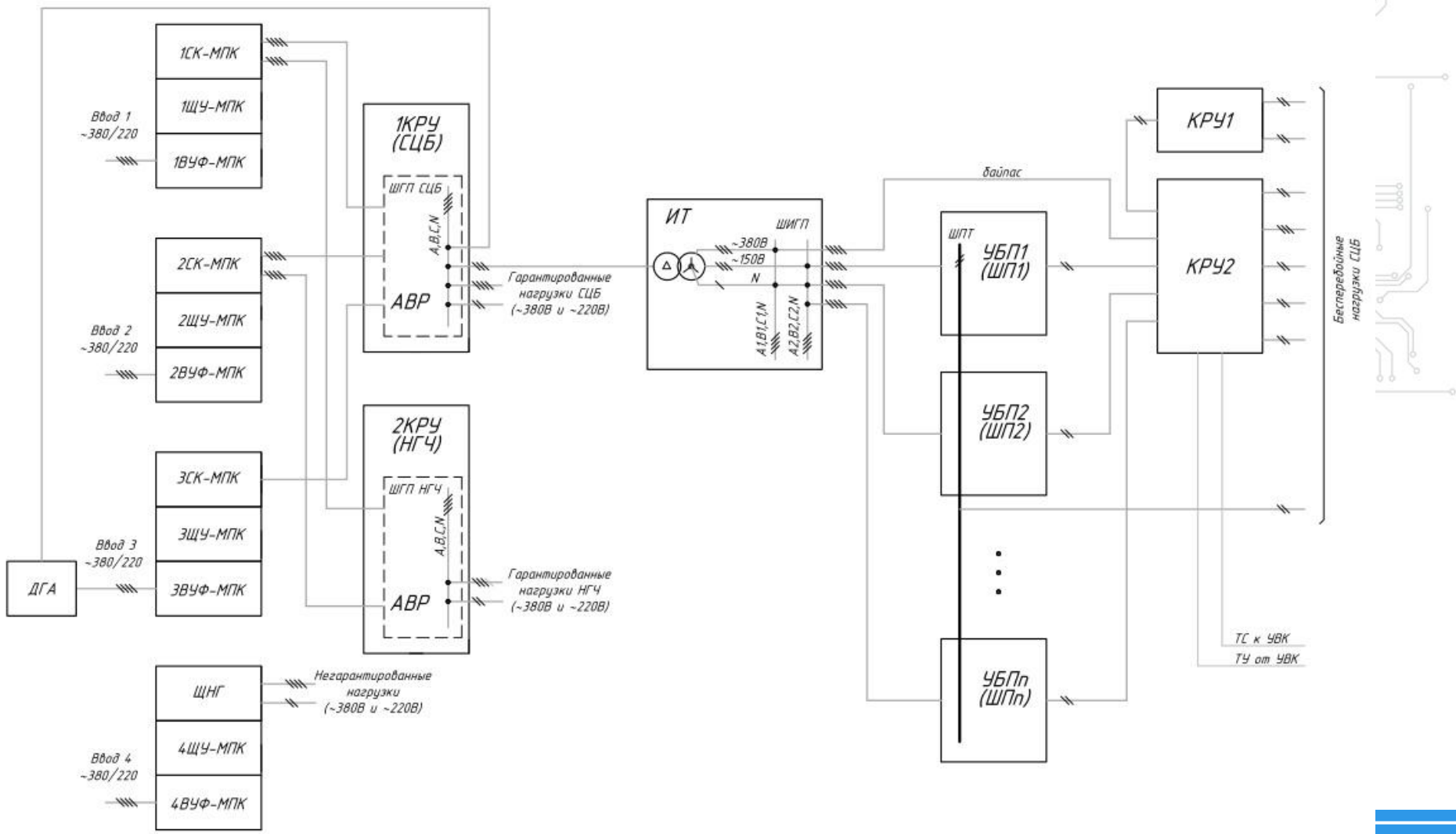


Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Структура и внешний вид УЭП-МПК-ШПТ



# Структура комплекса УЭП-МПК-ШПТ





Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Конкурентные преимущества УЭП-МПК-ШПТ

1. Реализация **принципов масштабируемости** (увеличения мощности при изменении потребления);
2. Изоляция от земли **на всем протяжении** от фидеров до питаемого оборудования с её контролем;
3. Повышение живучести за счет **уменьшения напряжения (количества) аккумуляторных батарей** и трансформации последовательного включения аккумуляторов в последовательно-параллельную;
4. Напряжения на открытых токоведущих частях, доступных обслуживающему персоналу при ремонте, **не превышает значения низких безопасных напряжений** (шина 48 В постоянного тока);
5. При резервировании переход от дублирования **к технологии N+1**, позволяющей уменьшить проектную мощность ДГА;
6. При увеличении избыточности **отказ от контактного АВР**.
7. **Унификация**, заключающаяся в однотипности оборудования для разных категорий станций;



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

## Конкурентные преимущества УЭП-МПК-ШПТ

8. **работа с неодинаковыми фидерами** (одно-, двух-, трех- и многофазными) в любом сочетании и с равномерной нагрузкой последних;
9. **восстановление персоналом с квалификацией электромеханика** полностью исправного состояния после отказа **не более 1 часа**;
10. **«горячая» замена** электронных блоков и узлов без прерывания электроснабжения потребителя;
11. **вес элементов не превышает 20 кг** – норму поднятия тяжестей на одного человека согласно требованиям нормативных документов по охране труда;
12. **наличие корректора мощности** для снижения реактивности входных цепей;
13. **двойная гальваническая развязка** – в выпрямителях и инверторах, исключая необходимость установки изолирующего трансформатора и трансформаторов питания нагрузок;
14. **расширенный рабочий диапазон входных напряжений** (от 85 до 285В), обеспечивающий устойчивую работу при колебаниях и помехах во входной сети.



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

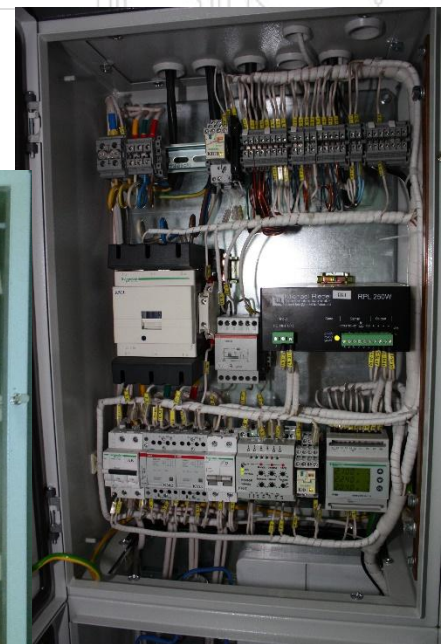
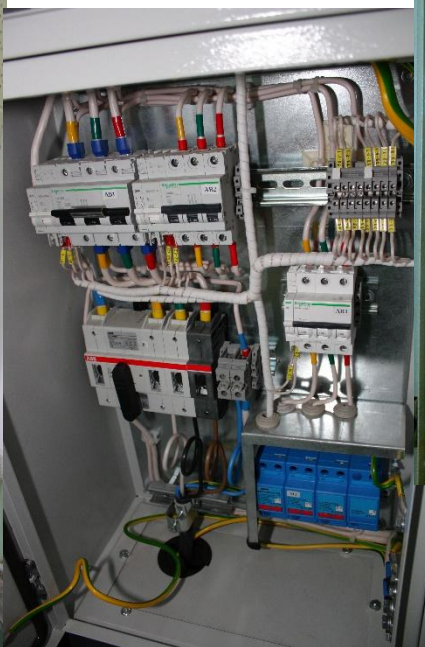
# Вводные устройства



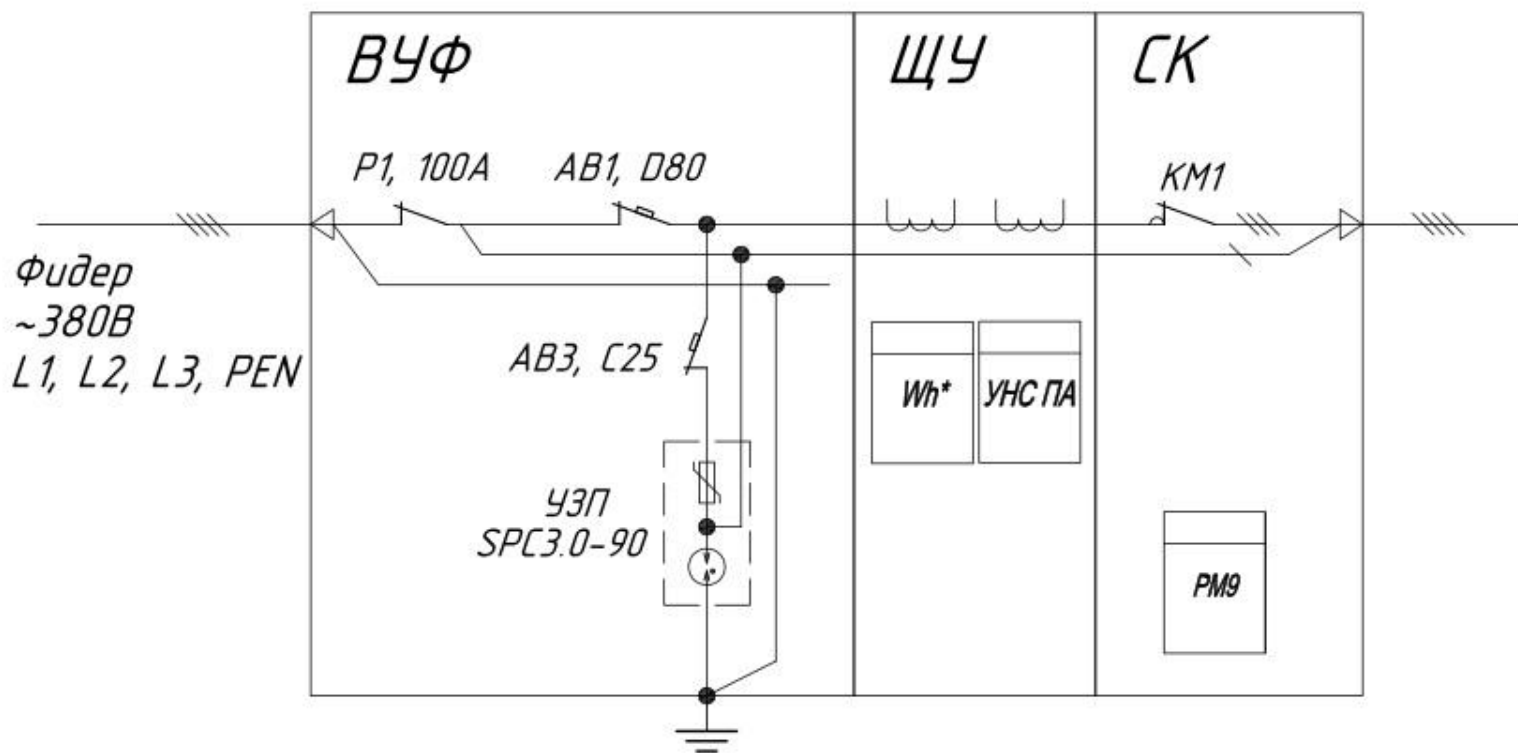


Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Вводные устройства



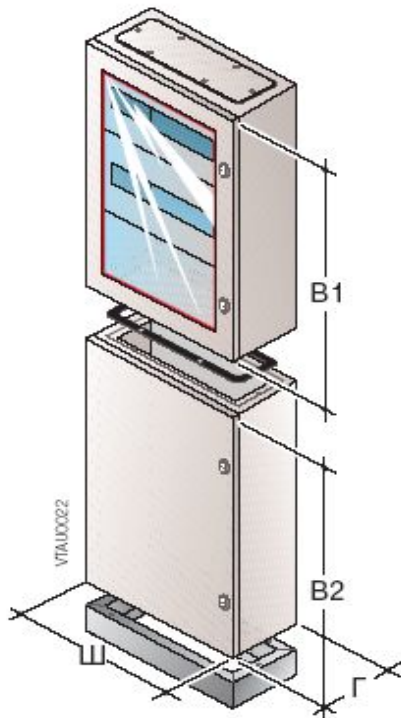
# Вводные устройства







Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"



# Вводные устройства

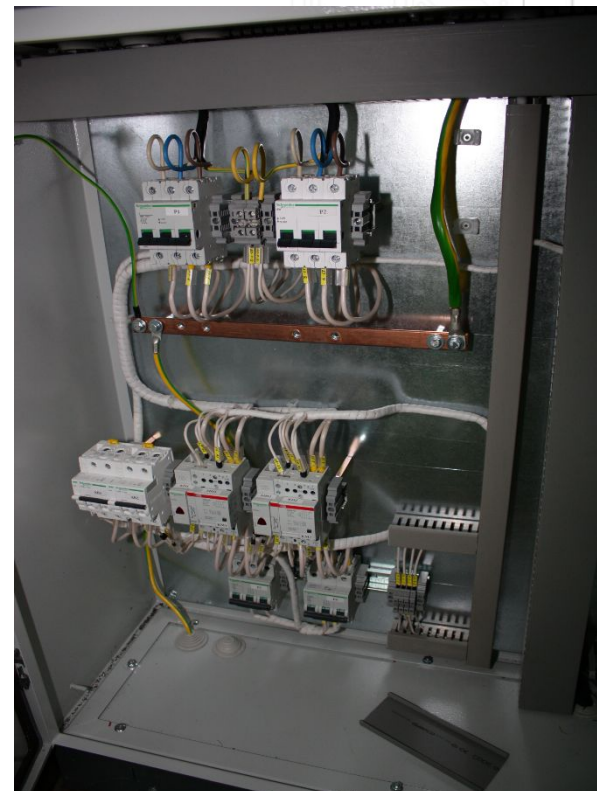


Дефицит производственных площадей вызывает необходимость реализации оборудования в модульном исполнении по принципу конструктора LEGO с односторонним обслуживанием, а затрудненные условия транспортировки оборудования к месту монтажа требует снижения массогабаритных показателей устройств.

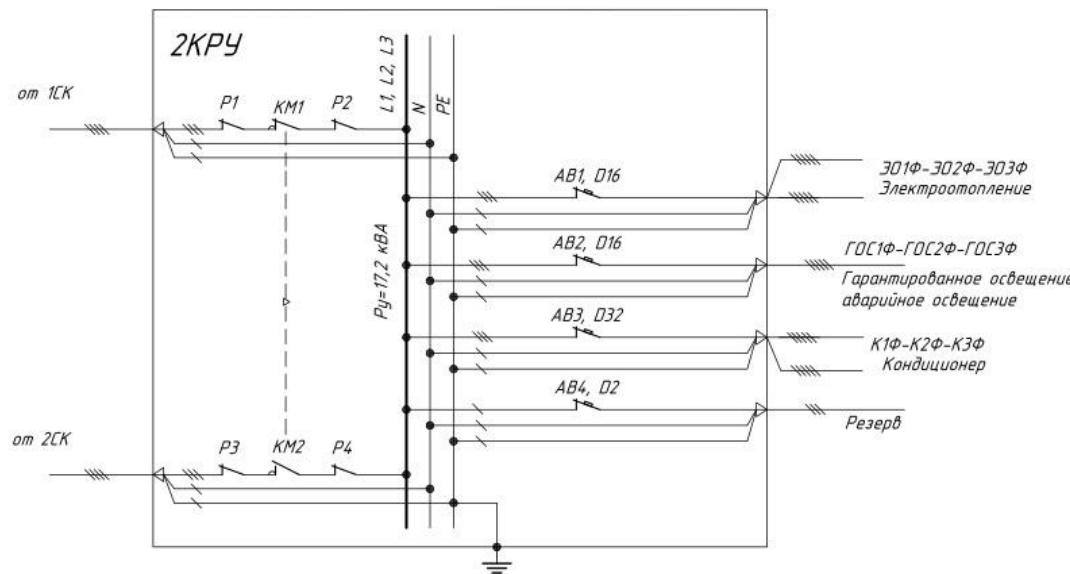
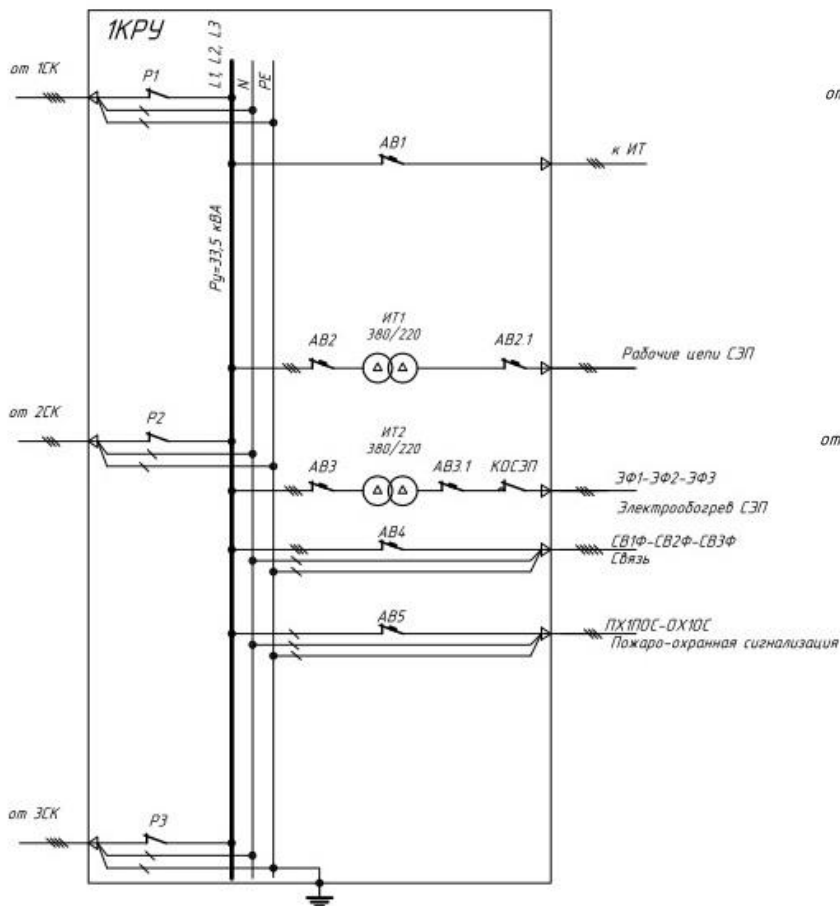


Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Комплектное распределительное устройство

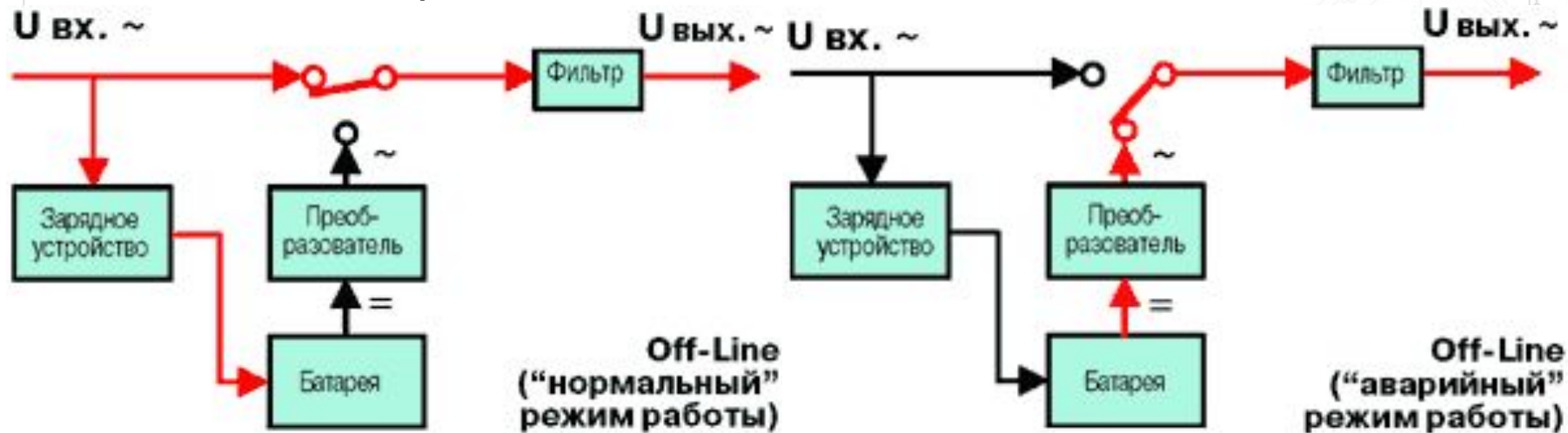


# Комплектное распределительное устройство



# Устройства бесперебойного питания Off-Line

Небольшая мощность и применение для отдельных устройств (PC, АРМ, офисного оборудования) в регионах с хорошим качеством электрической сети.

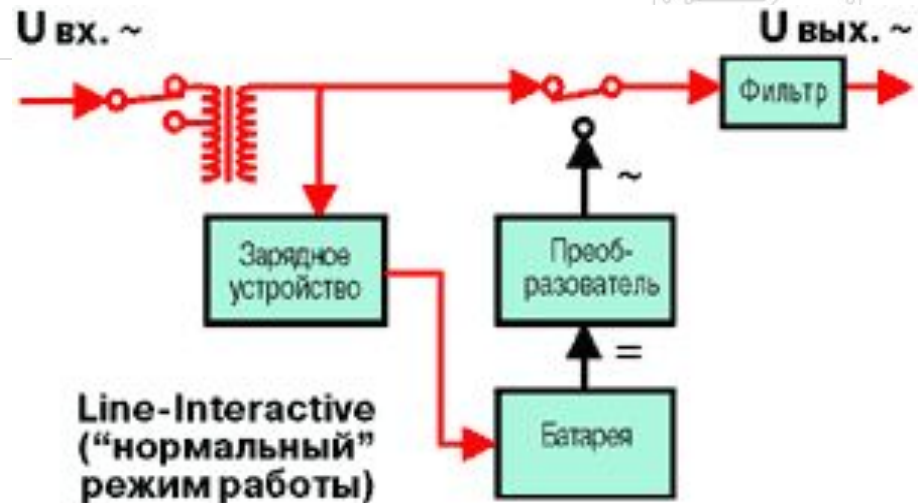


(+) простота и невысокая стоимость

(-) ненулевое время переключения, интенсивная эксплуатация АКБ

# Устройства бесперебойного питания Line-Interactive

Применяется стабилизатор входного напряжения (бустер) на основе автотрансформатора с переключаемыми обмотками



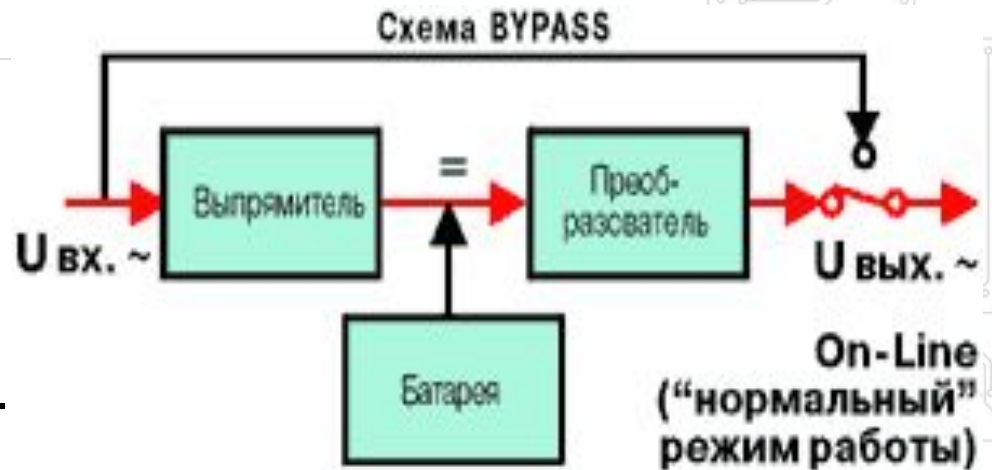
Небольшая мощность и применение для отдельных устройств (PC, АРМ, офисного оборудования) в регионах с удовлетворительным качеством электрической сети.

(+) продлевает срок службы АКБ

(-) ненулевое время переключения нагрузки на питание от батарей и переходные процессы при коммутации реактивной и нелинейной нагрузки.

# Устройства бесперебойного питания On-Line

Применяют при повышенных требованиях к качеству электропитания для систем управления ответственными технологическими процессами.



(+) идеальное питание нагрузки при любых неполадках в сети, нулевое время перехода на АБ без переходных процессов. Питание нагрузки без перехода на АБ в широком диапазоне напряжения сети (160 ... 276 В)

(-) сложность построения, высокая стоимость, падение общего КПД системы из-за потерь при двукратном преобразовании.

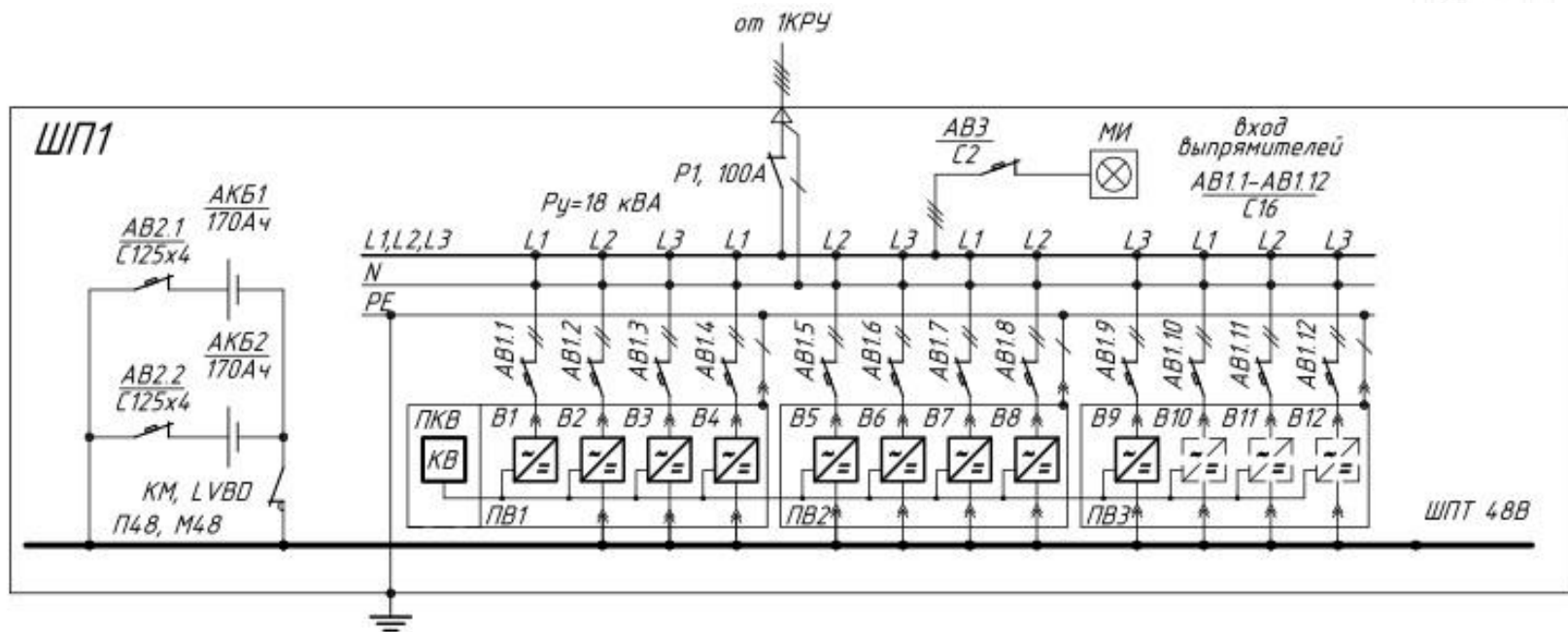


Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Устройства бесперебойного питания



# Устройства бесперебойного питания







Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Компенсация реактивной мощности

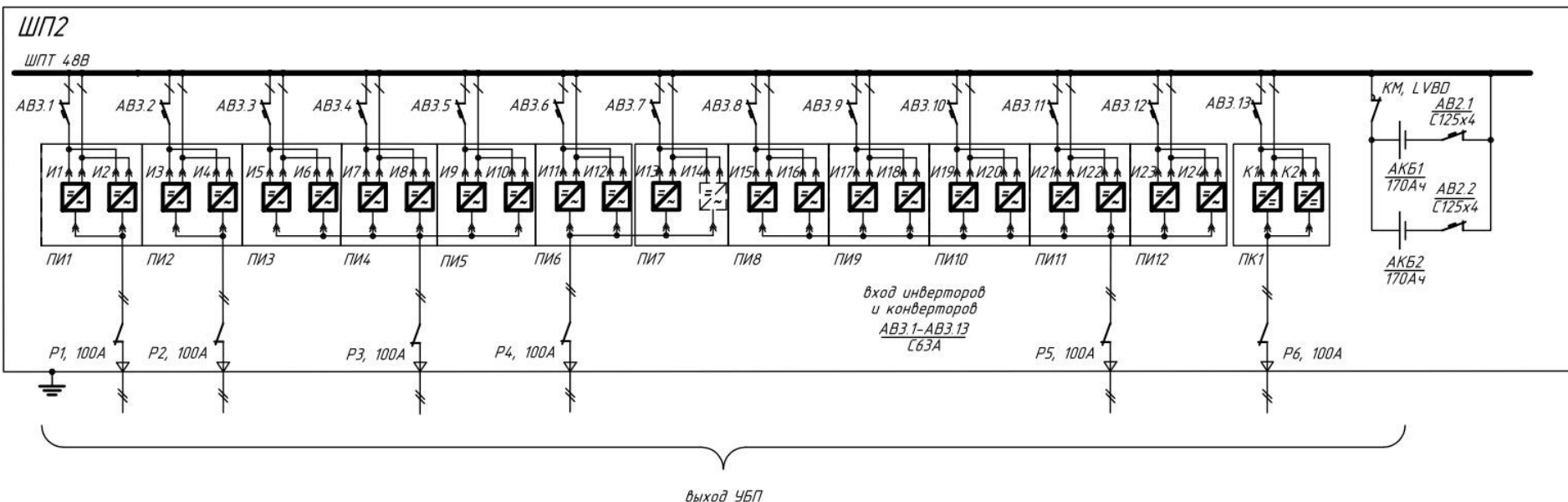
Компенсация реактивной мощности — целенаправленное воздействие на баланс реактивной мощности в узле электроэнергетической системы с целью регулирования напряжения, а в распределительных сетях и с целью снижения потерь электроэнергии.

Осуществляется с использованием компенсирующих устройств.



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Устройства бесперебойного питания

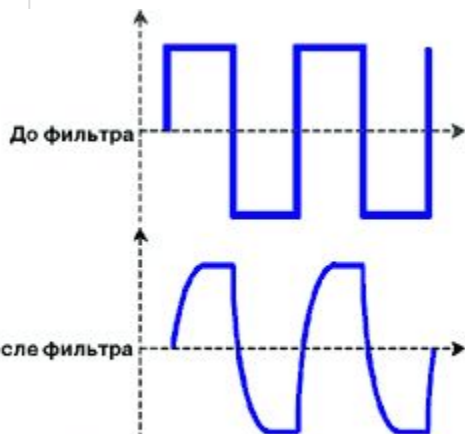


# Устройства бесперебойного питания

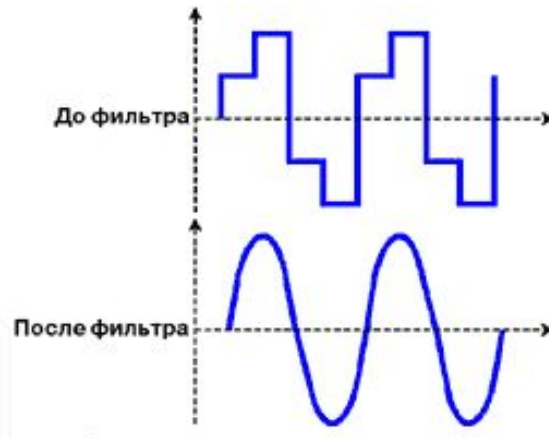
Инвертор - Преобразователь постоянного напряжения в переменное.

По принципу преобразования различают 3 основных типа:

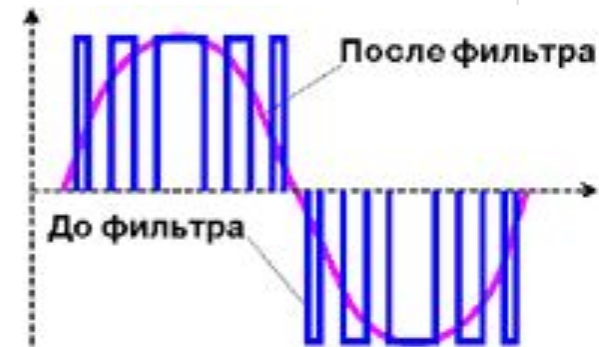
- генерирующие напряжение прямоугольной формы,
- с пошаговой аппроксимацией,
- с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). Манипулируя шириной отдельных импульсов ШИМ-сигнала, автоматически корректируют форму выходного напряжения при работе с нелинейной нагрузкой.



Форма напряжения на выходе инвертора, генерирующего прямоугольные импульсы



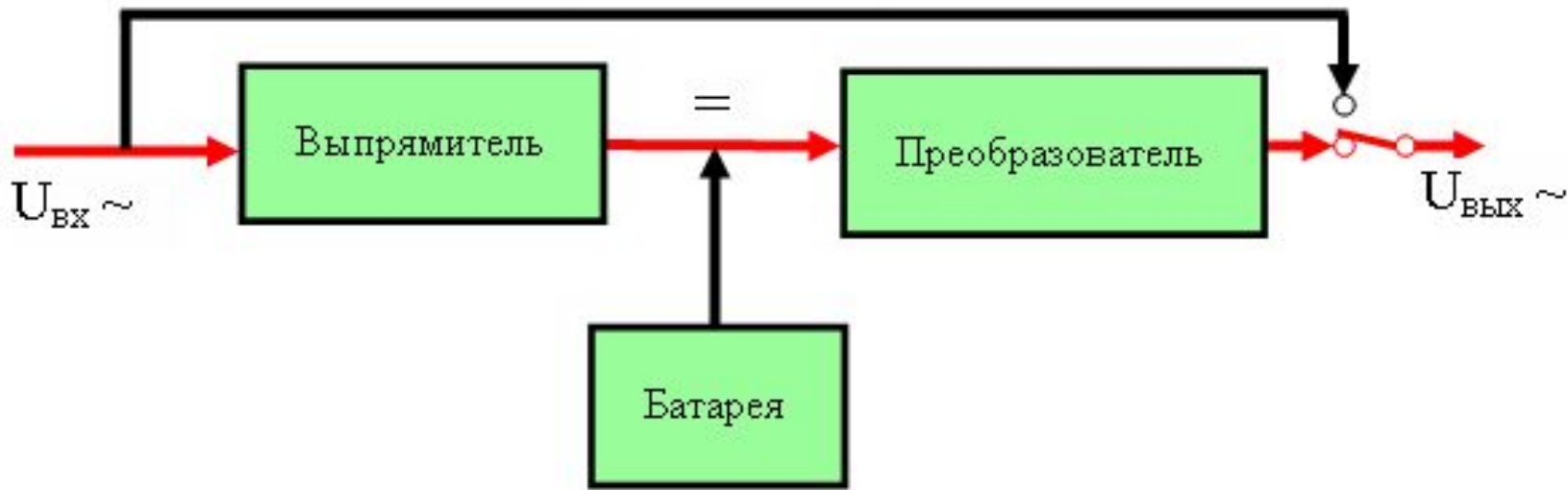
Форма напряжения на выходе инвертора с пошаговой аппроксимацией



Форма напряжения на выходе инвертора с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ)

# УЭП-МПК-ШПТ: статическая СБП двойного преобразования (on-line)

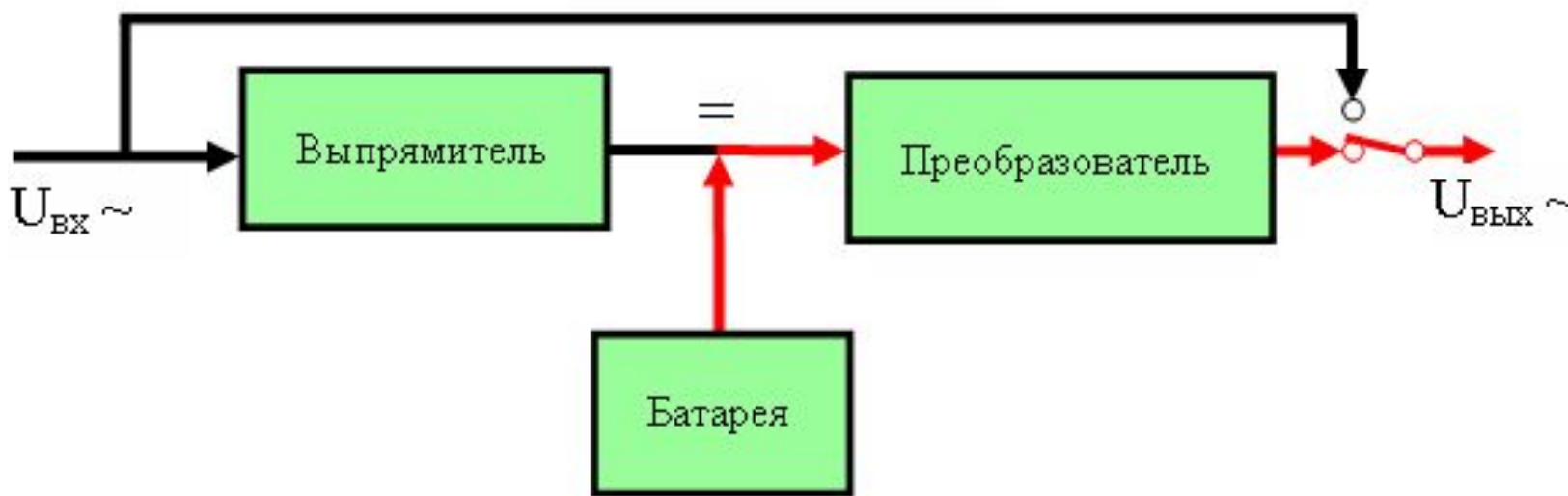
Схема BYPASS



“Нормальный” режим работы

# УЭП-МПК-ШПТ: статическая СБП двойного преобразования (on-line)

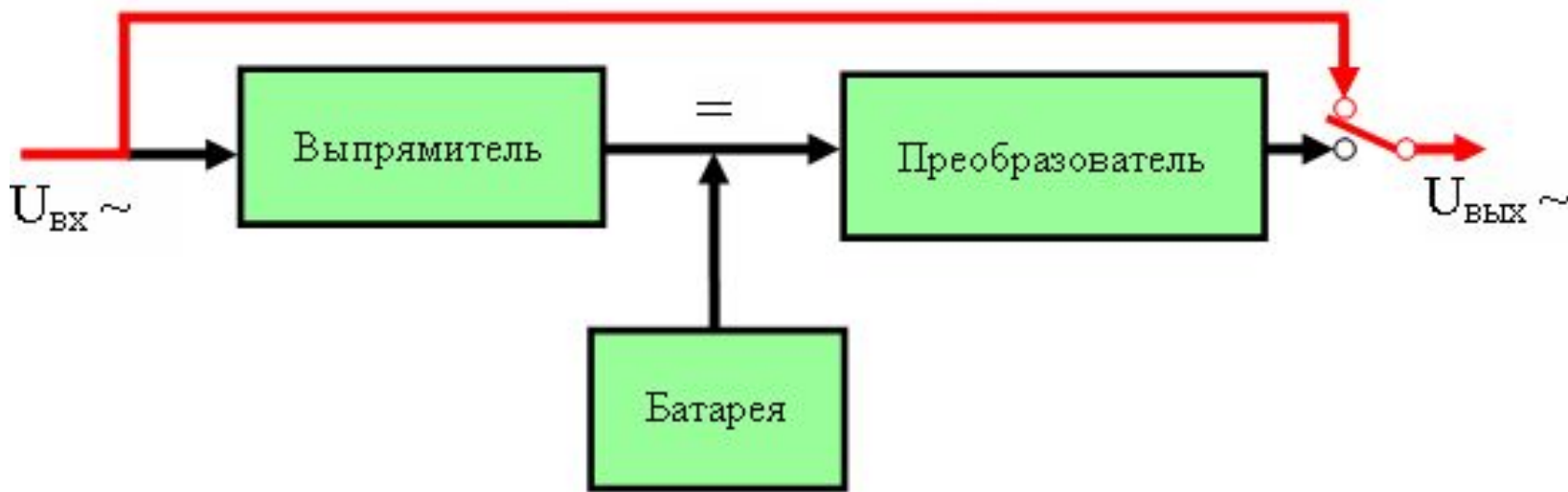
Схема BYPASS



“Аварийный” режим работы

# УЭП-МПК-ШПТ: статическая СБП двойного преобразования (on-line)

Схема BYPASS



Режим работы BYPASS

# Внешний вид устройств бесперебойного питания (УБП)



**УБП1**



**УБП2**



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Web-интерфейс контроллера выпрямителей

The screenshot displays the Eltek PowerSuite web interface, which is used for monitoring and controlling a power system. The interface includes several key components:

- Power System Overview:** A main window showing system status and configuration options like 'General' and 'Security'.
- Mains Summary:** A panel showing the status of the mains power supply, currently set to 'Normal'.
- Load Bank 1 Status:** A panel showing the status of the load bank, also set to 'Normal', with a 'LoadFuse 1' status of 'Normal' and 'LVLD 255' status of 'Disabled'.
- Power Summary Table:** A table providing real-time data on various power parameters:

Parameter	Value	Unit	Parameter	Value	Unit
BatteryVoltage	53.53	Volt DC	RectifierCurrent	0	Amp
LoadCurrent	0	Amp	MainsVolt 1		
BatteryCurrent	0	Amp			
BatteryTemp	23	Celsius			

- Power Animation:** A schematic diagram showing the power flow from AC input through a rectifier (0 A) to a battery bank (53.53 V, 0 A).
- Power Explorer:** A tree view showing the hierarchical structure of the power system, including Mains, Rectifiers (1-5), Load, Primary 1, Battery, Battery Bank 1, Currents, Fuses, Temperatures, Symmetries, Control System, and Control Unit 1.

The interface also shows a status bar at the bottom indicating 'Ready' and 'Mode: FLDAT', along with the date and time '04/27/2006 14:15'.





Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Основные технические характеристики УБП

- Активная  $P$  (Вт) и полная  $S$  (ВА) мощность
- Коэффициент мощности (Power Factor) К.П.Д. –  $S_{\text{вых}} / S_{\text{вх}}$
- КНИ - степень отличия формы напряжения или тока от синусоидальной.
- THD-фильтр - устройство во входной цепи СБП для уменьшения влияния на форму напряжения в питающей электросети.
- Температурная компенсация зарядного тока АБ - продления срока службы АБ, особенно герметичных.



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Коэффициент мощности (Power Factor)

Комплексный показатель, характеризующий линейные и нелинейные искажения формы тока и напряжения в электросети, обусловленные влиянием нагрузки.

$$K = P / S$$

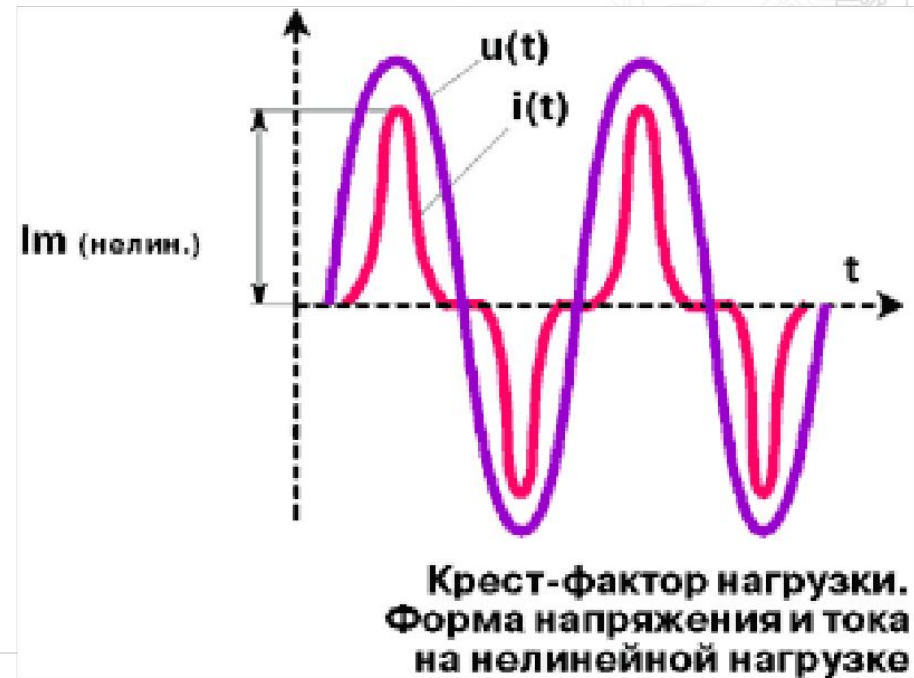
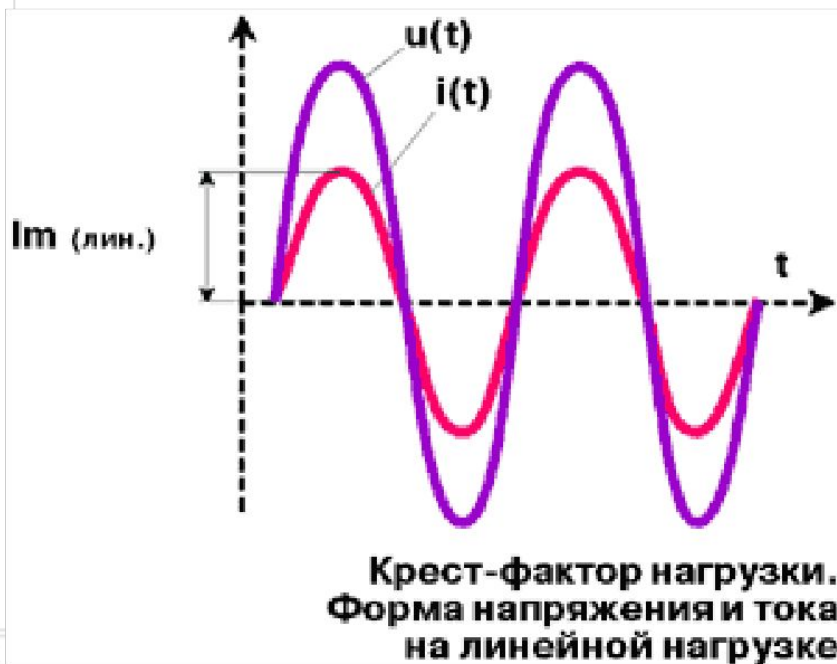
(1 - идеально; 0.95 - хорошо; 0.9 – удовл.;  
0.8 - плохо; 0.7 - влияние компьютерной нагрузки;  
0.65 - влияние двухполупериодного выпрямителя).

При линейных искажениях равен косинусу угла сдвига между током и напряжением.

При нелинейных искажениях формы тока  
 $K = S_{\text{первой гармонике тока}} / S$

# Крест-фактор

Crest Factor - Показатель, характеризующий способность питать нелинейную нагрузку с импульсным током. Определяется как отношение амплитуды импульсного тока в нелинейной нагрузке  $I_m$  (нелин.) к амплитуде тока гармонической формы  $I_m$  (лин.) при эквивалентной потребляемой мощности. Должен быть не хуже 3:1





Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Температурная компенсация зарядного тока АБ

Технология, применяемая для продления срока службы аккумуляторных батарей.

Герметичные батареи крайне чувствительны к величине зарядного тока, оптимальное значение которого зависит от температуры окружающей среды.



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# КНИ, ТНД-фильтр

## КНИ

Показатель, характеризующий степень отличия формы напряжения или тока от синусоидальной.

Типовые значения КНИ:

- 0% - синусоидальная форма сигнала;
- 3% - форма сигнала отлична от синусоидальной, но искажения не заметны на глаз;
- 5% - отклонение формы сигнала от синусоидальной заметно на глаз;
- от 21% - сигнал имеет трапецеидальную или ступенчатую форму;
- от 43% - сигнал имеет прямоугольную форму.

## ТНД-фильтр

Устройство, устанавливаемое во входной цепи СБП для уменьшения ее влияния на форму напряжения в питающей электросети.



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

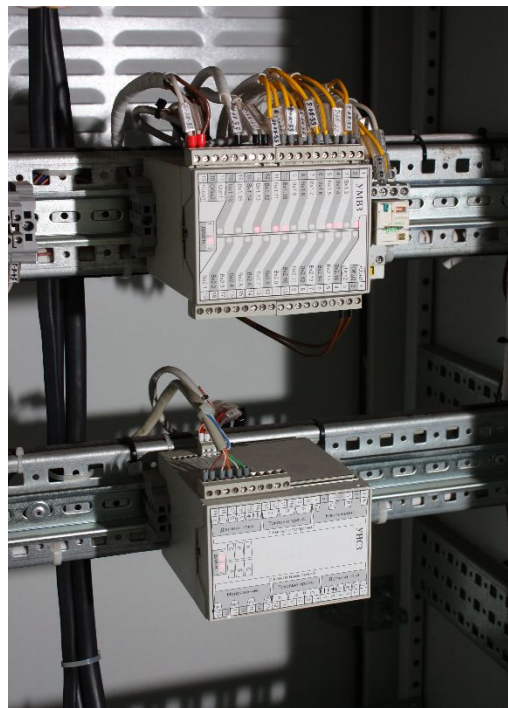
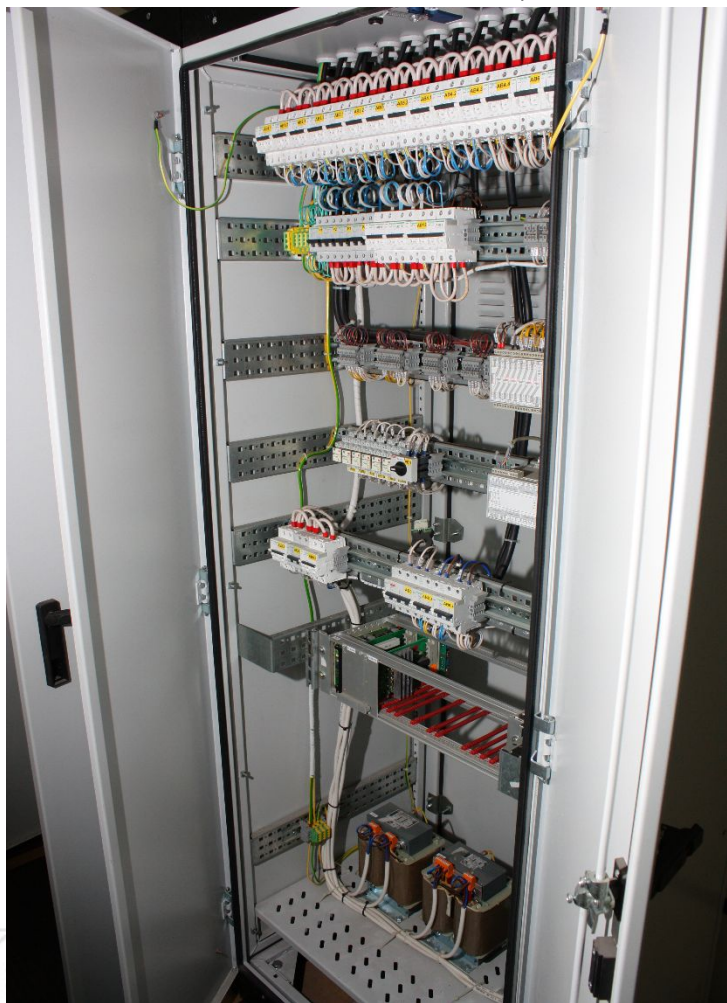
# Комплектное распределительное устройство 1





Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

## Комплектное распределительное устройство 2









Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Внешний вид вводных устройств (ВУ) и комплектного распределительного устройства (КРУ2)



**ВУ**



**КРУ2**



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

## Элементная база УЭП-МПК

- Автоматические выключатели.
- Рубильники и контакторы.
- Реле напряжения и тока.
- Трансформаторы.
- Выпрямители. Инверторы. Конверторы.
- Зарядные устройства аккумуляторных батарей.
- Импульсные вторичные источники электропитания.
- Устройства защиты от импульсных перенапряжений.
- Интегрированная подсистема технической диагностики.

# Контактор с мотор-приводом



Реализация функции автоматического и ручного Вывос.

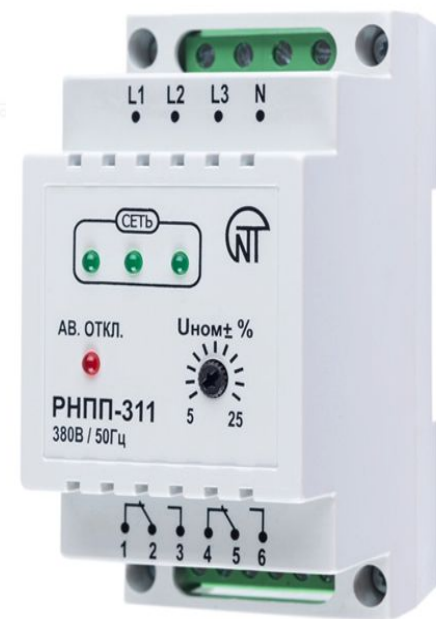


Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Реле напряжения и тока

Многофункциональное реле напряжения, перекоса и последовательности фаз предназначено для:

- контроля допустимого уровня напряжения;
- контроля правильного чередования и отсутствия слипания фаз;
- контроля полнофазности и симметричности сетевого напряжения (перекоса фаз);
- отключения нагрузки 380/220 В 50 Гц путем размыкания цепи питания нагрузки (коммутации электрических цепей постоянного и переменного тока) при некачественном сетевом напряжении. Время срабатывания задается пользователем ( $T_{ср}$ );
- контроля качества сетевого напряжения после отключения нагрузки и автоматического включения ее после восстановления параметров напряжения. Время автоматического повторного включения ( $T_{вкл}$ ) задается пользователем;
- индицирования аварии при возникновении аварийной ситуации и индикации наличия напряжения на каждой фазе.





Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Выпрямитель Flatrack2

<b>ВХОД</b>	
Напряжение	85– 300В (Номинал 185 - 275В)
Частота	45 – 66Гц
Максимальный ток	12,5А при номинальном входе и максимальной нагрузке
Коэффициент мощности	> 0.99 при нагрузке $\geq 20\%$
Защита по входу	Плавный старт. Предохранители Отключение при перенапряжении > 300В
<b>ВЫХОД</b>	
Напряжение	53,5В (диапазон: 44-57,6В )
Выходная мощность	2000Вт
Максимальный ток	41,7А при 48В и номинальном входе
Деление тока	$\pm 3\%$ среднего
Статическая регулировка	$\pm 0.5\%$ от 10% до 100% загрузки
Динамическая регулировка	$\pm 5.0\%$ для 10-90% или 90-10% загрузки, время регулировки < 50мс
Колебания и шум	< 100 мВ от мин к мин, 30 МГц < 0.96 мВ
Защита на выходе	Отключение при перенапряжении Защитный диод Защита от короткого замыкания. Защита от перегрева



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Инвертор InverPack

<b>ВХОД</b>	
Напряжение	40.5-58 В (Номинальное 48В DC) Предупреждение о низком напряжении: 45В Отключение при низком напряжении: 40В Предупреждение о высоком напряжении: 58В Отключение при высоком напряжении: 60В
Входной ток	Макс рабочий ток 23А (постоянный ток) Макс пусковой ток 46А (постоянный ток)
Защита по входу	Защита от обратной полярности
<b>ВЫХОД</b>	
Напряжение	208/220/230/240В переменного тока Программируется с контроллера
Частота	50/60 Гц, программируется с контроллера
Форма волны	Чистая синусоида
Мощность	1000ВА
Коэффициент мощности	0.8
Коэффициент гармонических искажений	Не более 3%
Перегрузочная способность	125% длительно (при контроле температуры внутри модуля) 150% до 20 секунд, далее выключение
Размеры (ШxГxВ)	215 x 278 x 44 мм

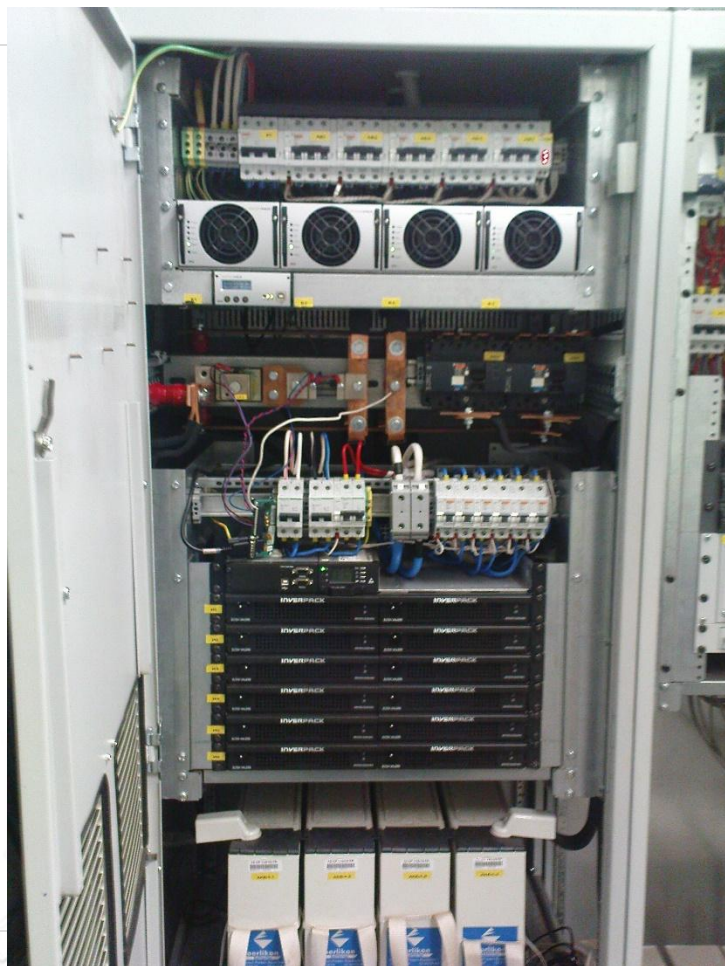


Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Преобразователь DC/DC (48/24В)

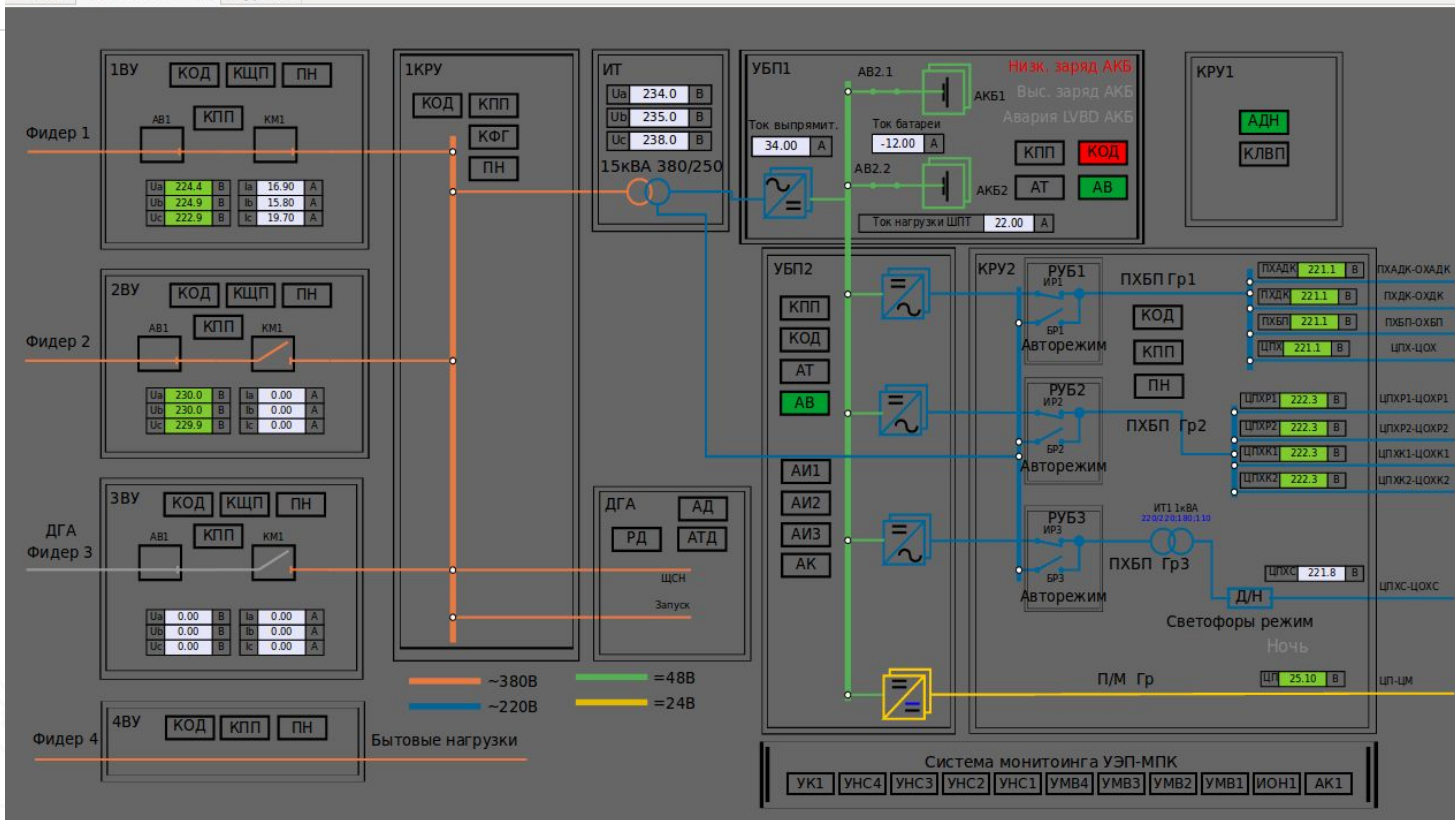
<b>ВХОД</b>	
Диапазон входного напряжения	40.0 - 60.0V постоянного тока
Максимальная сила тока	32А при 40.0 V постоянного тока на входе
Защита	Плавное включение Внутренний предохранитель Автоматическое выключение при входном напряжении <40.0 V и >62.0V
<b>ВЫХОД</b>	
Выходное Напряжение	24 - 28 V постоянного тока
Выходная мощность	1100 Вт при 27.5 V
Распределение тока	±2
Регулировка статического напряжения	±0.5% от 0 до полной загрузки
Регулировка динамического напряжения	±40% для 10 - 90% или 90 - 10% колебаний загрузки
Пульсация и шум	<100mV (двойная амплитуда) 30 мГц ширина полосы
Защита	Блокирующий диод Противодействие коротким замыканиям и избирательное отключение при повышенном выходном напряжении (30.0V)

# Устройства бесперебойного питания



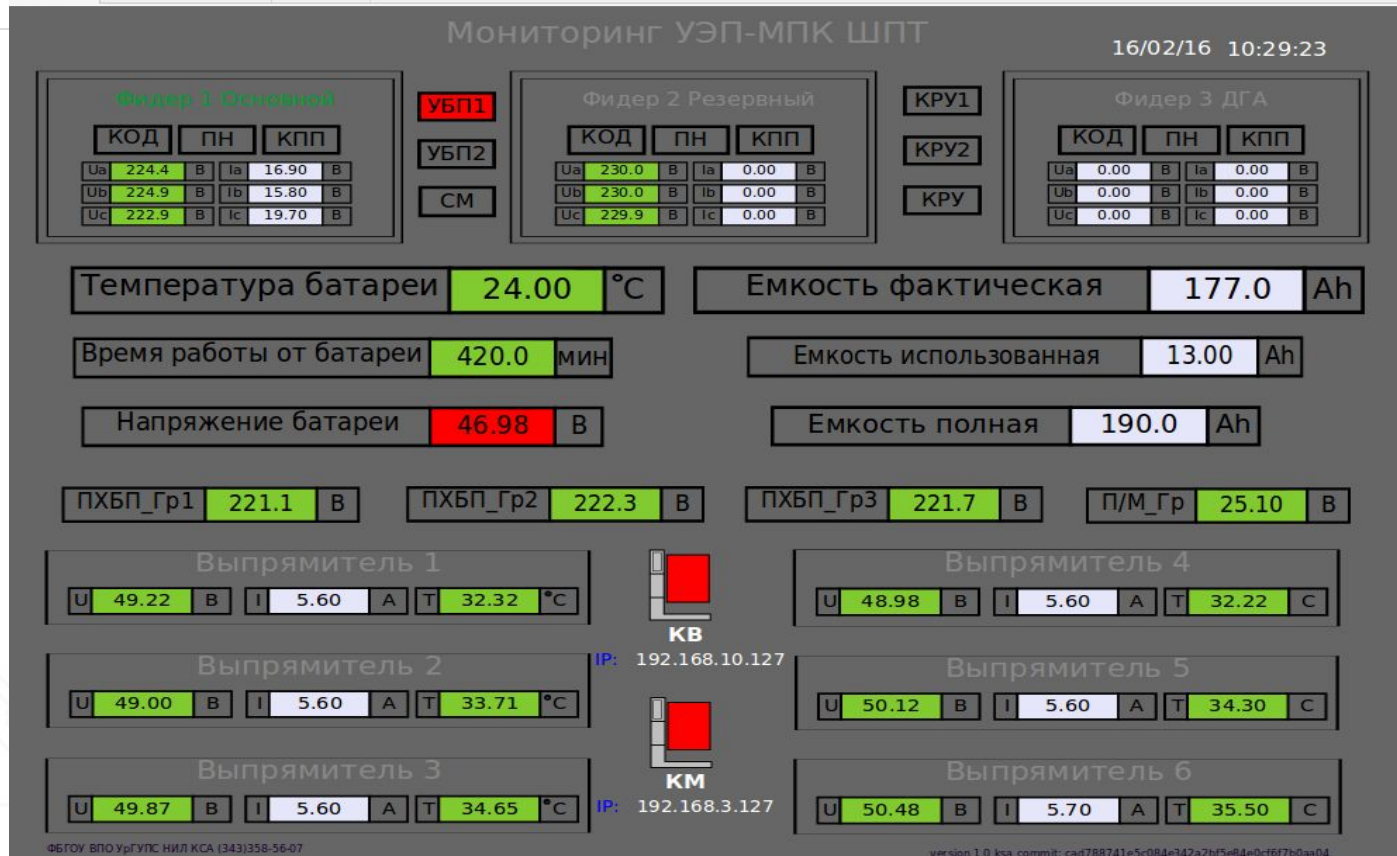


# Диагностика УЭП-МПК-ШПТ



Высокая интенсивность движения требует минимизации времени поиска и устранения отказов путем применения новых принципов диагностики и мониторинга

# Диагностика УЭП-МПК-ШПТ

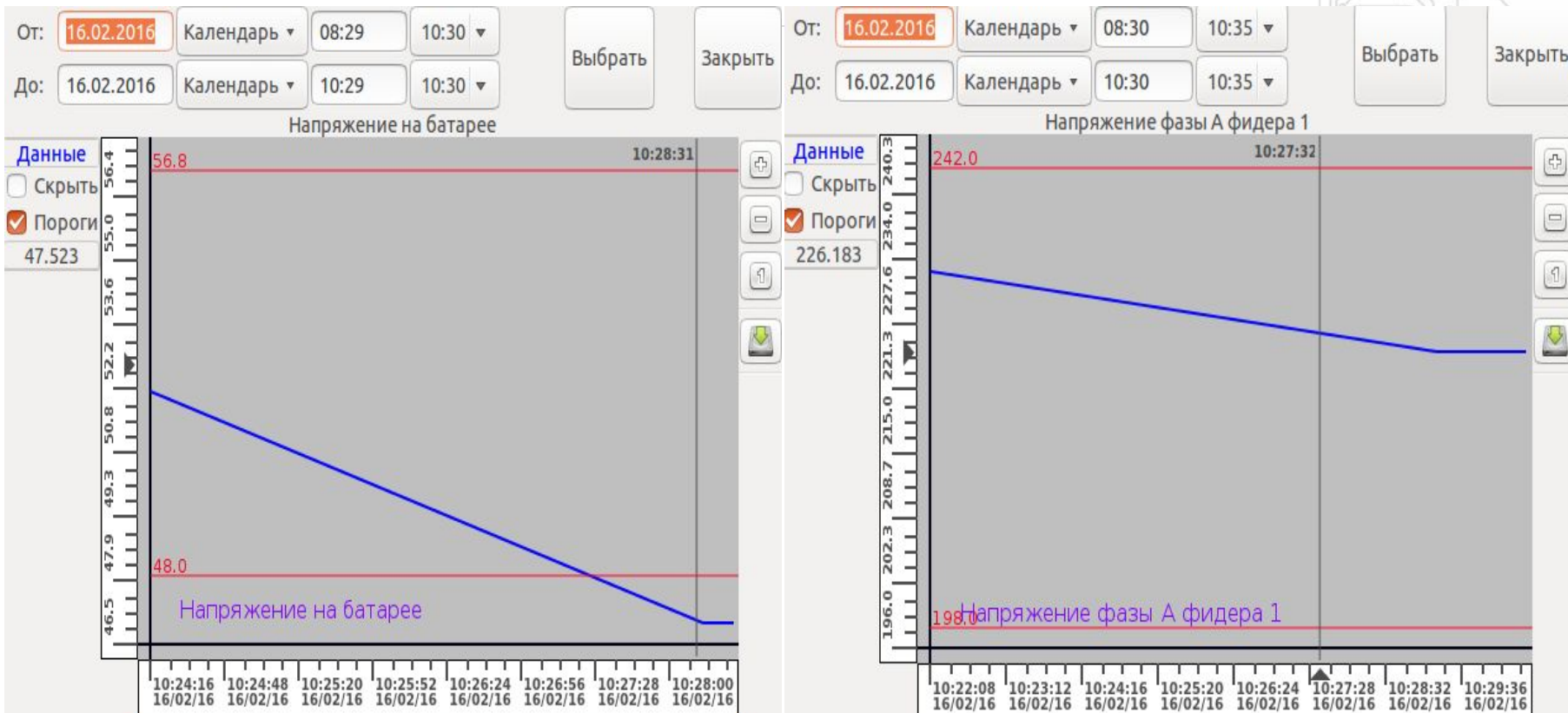


Мониторинг УЭП-МПК-ШПТ



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Диагностика УЭП-МПК-ШПТ



Графики изменения различных величин



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Диагностика УЭП-МПК-ШПТ

Главная Однолинейная Журнал

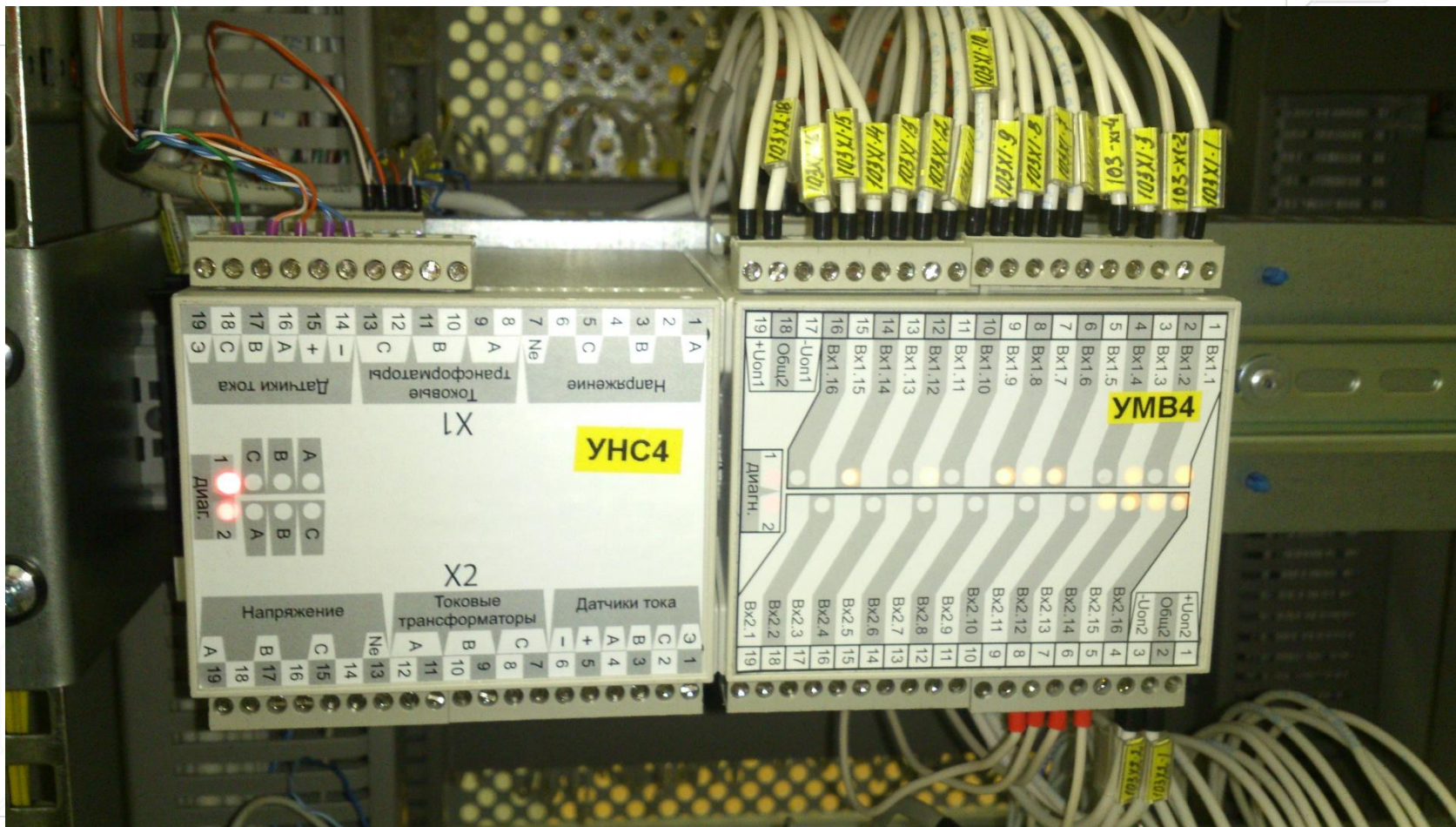
Инциденты  События

От: 16.02.2016 Календарь ▾ 10:35 10:35 ▾ До: 16.02.2016 Календарь ▾ 10:35 10:35 ▾

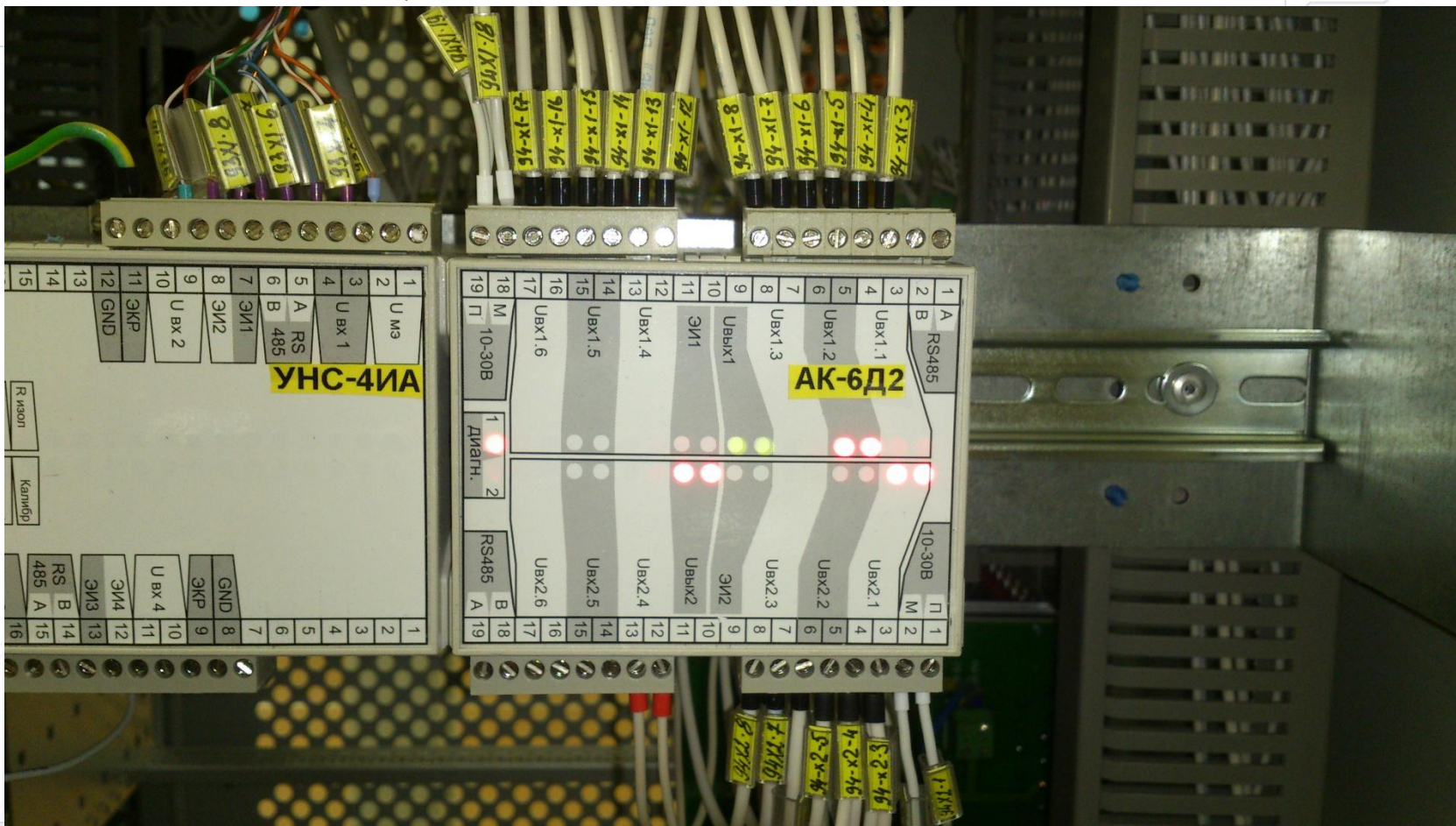
Место	Объект	Событие	Время появления	Примечание
раз.Юность Комсомольская	Напряжение батареи (Напряжение на батарее)	Нарушение уставок	16/02/16 10:30:16	Значение: 46.98. Уставки: (48.00:56.80)
раз.Юность Комсомольская	УБП1	Низкое напряжение АКБ	16/02/16 10:30:15	
раз.Юность Комсомольская	УБП1	Двери открыты	16/02/16 10:30:15	

## Журнал событий

# Диагностика УЭП-МПК-ШПТ



# Диагностика УЭП-МПК-ШПТ





Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Техобслуживание УЭП

- Переход на систему обслуживания по состоянию и сервисное обслуживание.
- Самоконтроль и обнаруживаемость отказов.
- Применение экспертных систем с возможностью воздействия на УЭП.
- Резервируемость, как способ повышения надежности функционирования.

# Применение УЭП-МПК- ШПТ в метрополитенах

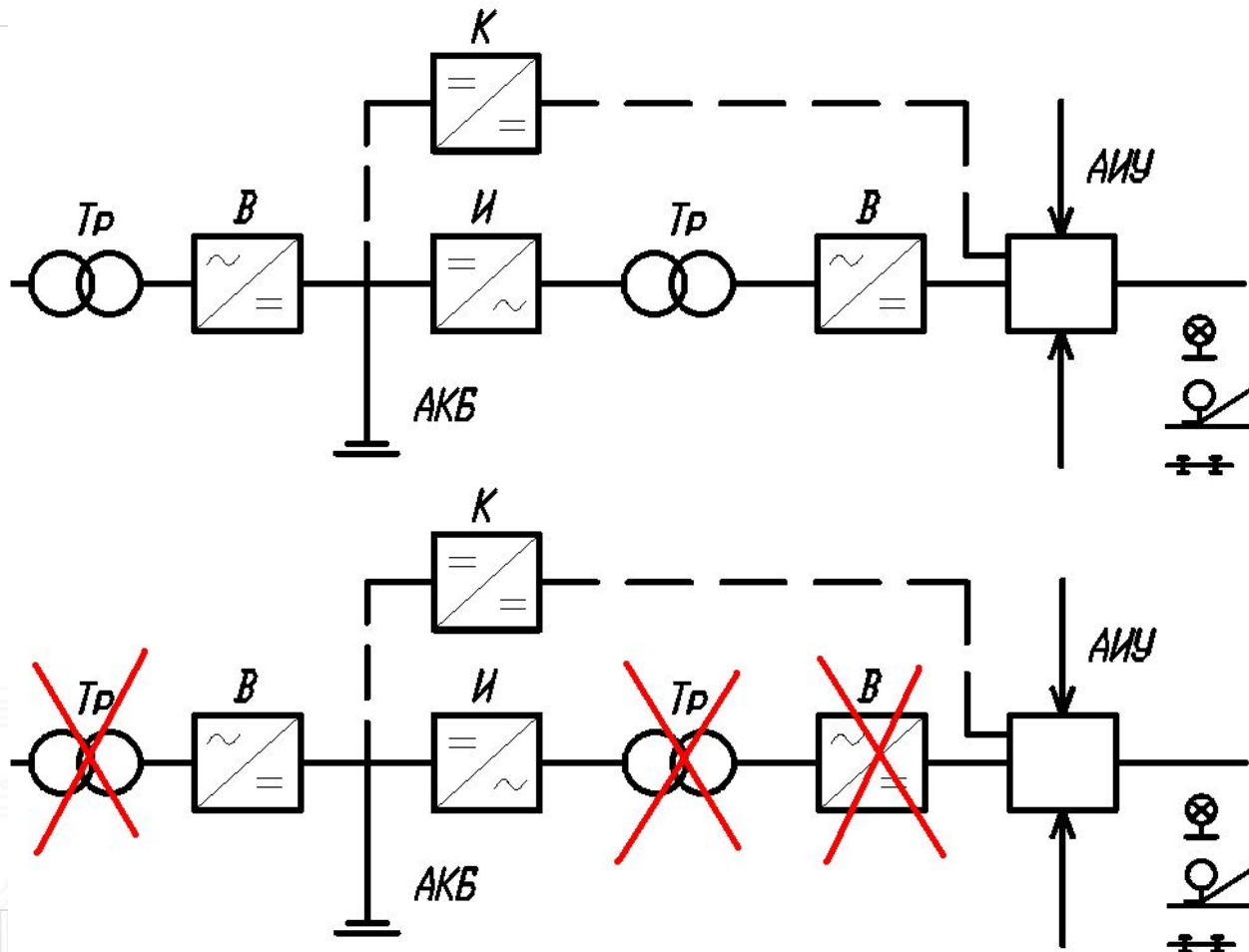
## Особенности применения устройств электропитания в метрополитене

- Повышенная энерговооруженность на единицу объема ужесточает требования по электромагнитной совместимости (как помехоустойчивости, так и помехоэмиссии);
- Проблематичность отвода тепла вызывает необходимость снижения тепловыделения, что требует повышения к.п.д. устройств и снижение потерь.

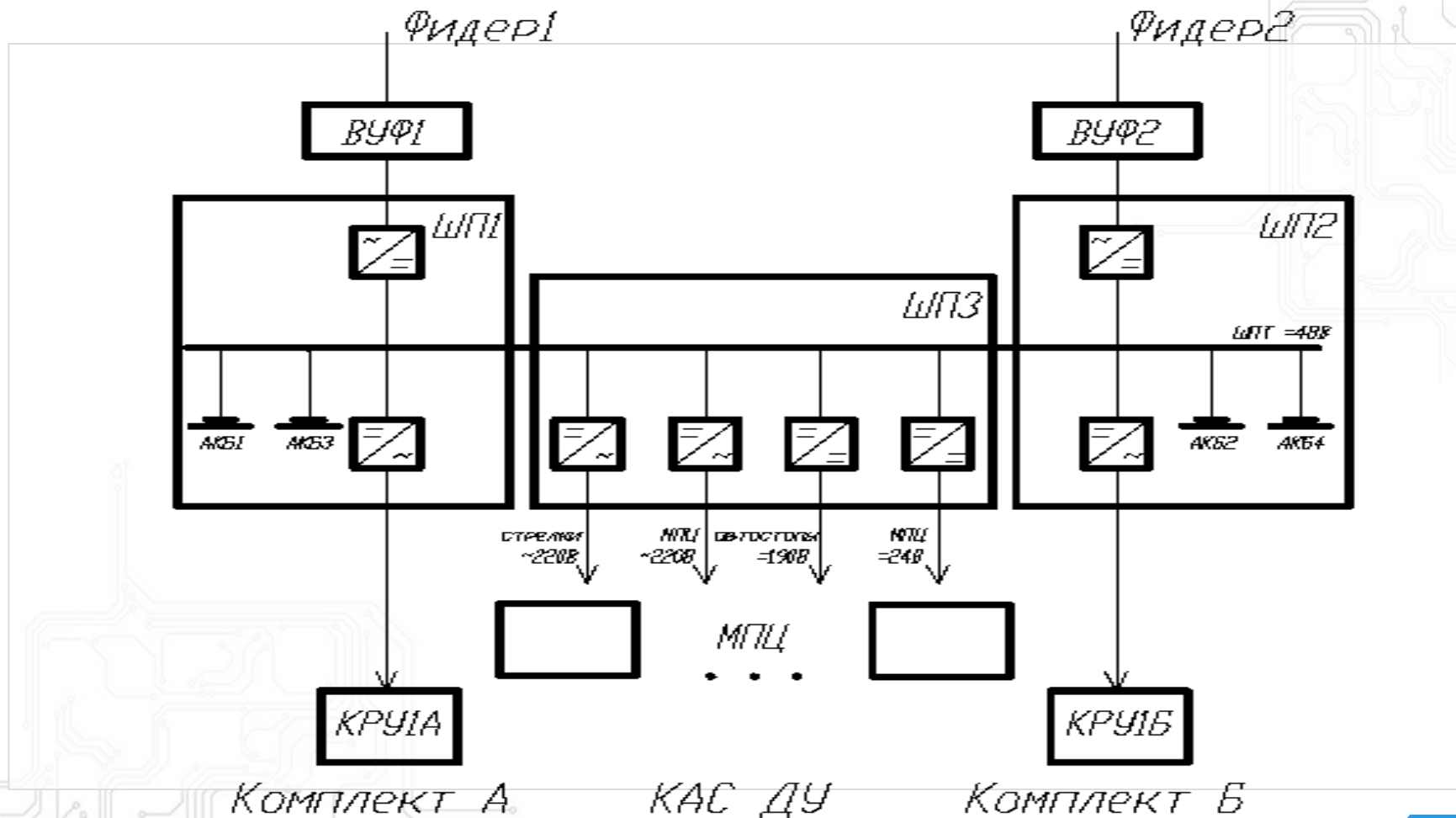




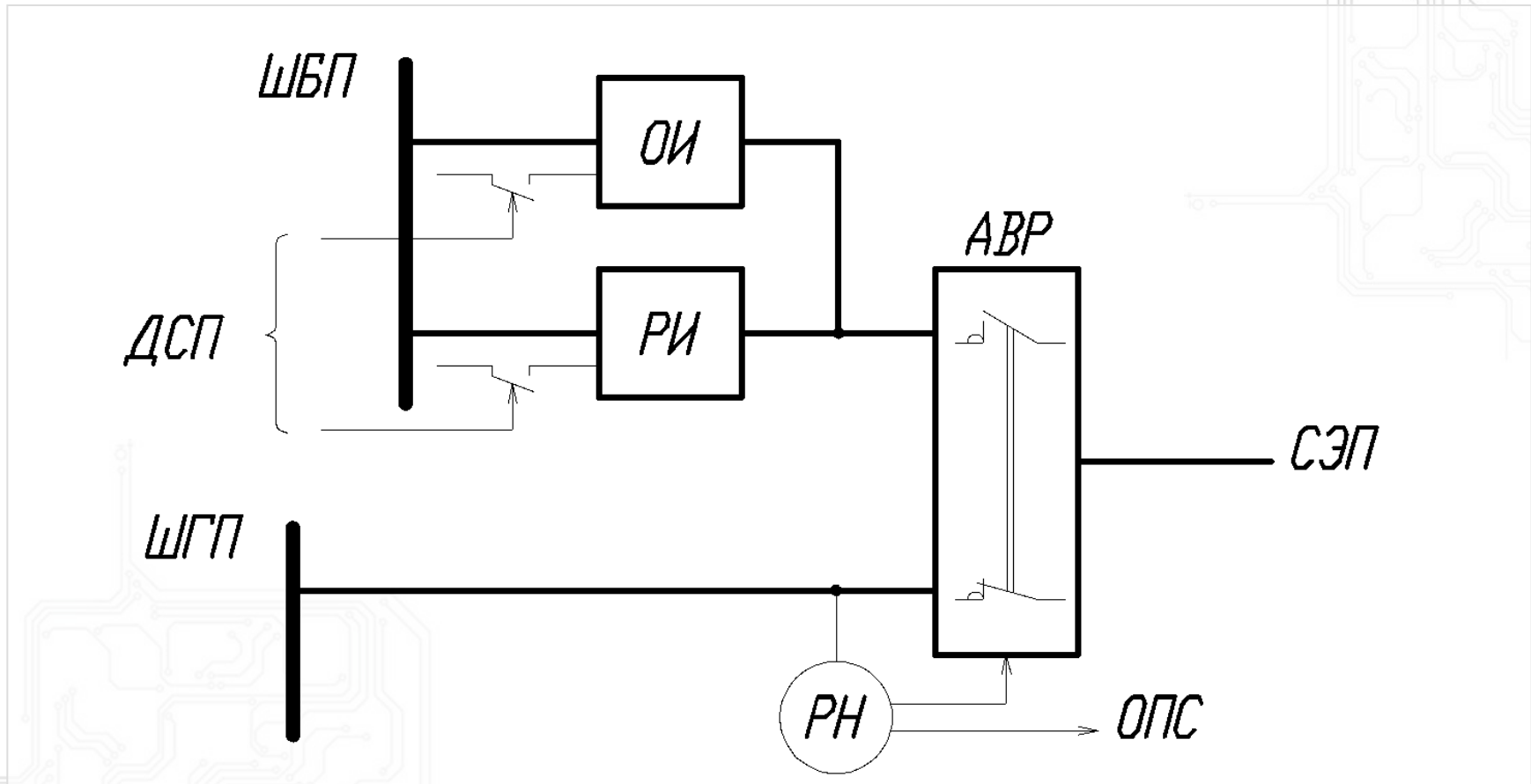
# Уменьшение ступеней преобразования



# Опыт применения УЭП-МПК-ШПТ на станциях Чкаловская, Ботаническая Екатеринбургского метрополитена



# Организация электропитания СЭП





Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

## Основные нормативные документы для проектирования:

1. Типовые материалы для проектирования  
НИИАС-19.01.00-ЭЦ10-2010  
Электропитание устройств электрической  
централизации (взамен ЭЦ-10-88)
2. Технические решения УЭП-МПК
3. Технические описания и руководства по  
эксплуатации
4. Прочие НД (ВНТП/МПС-84, НТП  
СЦБ/МПС-99 и т.п.)



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# УЭП-МПК-ШПТ утверждена к тиражированию в 2012 году

*Петербургский государственный университет путей сообщения  
Центр компьютерных исследований технологии*

**УТВЕРЖАЮ**  
Почетный член Академии электротехники и электромеханики  
Центральной дирекции железнодорожных вокзалов  
САО "КВС"

  
И.В. Родина  
14.06.2012 г.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ**  
**УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ**  
**КОМПЛЕКСОВ ЖАТ НА ОСНОВЕ ШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА**  
**УЭП-МПК-ШПТ**  
**ТР-04-847-УЭП-ШПТ**  
(взамен ТР-02-200-УЭП-МПК, откорректированных по результатам опытной эксплуатации)

**СОГЛАСОВАНО**

И.В. Родина И.В. Родина 14.06.2012 г.	С.В. Ганюк С.В. Ганюк 14.06.2012 г.	Исполнитель (СЗ) И.В.С.А. И.В.С.А.	А.С. Родина А.С. Родина 14.06.2012 г.
Главный инженер ЦКЭС ИВ И.В.С.А.	Б.В. Сазаровский Б.В. Сазаровский 14.06.2012 г.	Руководитель отдела ЦКЭС ИВ	В.А. Волынец В.А. Волынец 14.06.2012 г.
Главный инженер института ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ЦЕНТРА	Ю.В. Ганюк Ю.В. Ганюк 14.06.2012 г.		
Заведующий испытательным центром ЦКЭС ИВ	В.А. Волынец В.А. Волынец 14.06.2012 г.		

Санкт-Петербург 2012

81000112.011



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Основные положения ТМП

- Крупные станции – более 30 стрелок
- Два типа систем электропитания
- Напряжение 220В плюс/минус 10% (было плюс 5%)
- Потери в линии не более 5%
- Негарантированные нагрузки от отдельного ВУ
- Нагрузки связи от отдельного фидера
- На вводе фидеров рекомендуется TN-S (было TN-C)
- Питание СЦБ от ИТ без нейтрали по входу
- Защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений
- Использование не укрупненных показателей на стрелку а фактический расчет потребления

# Расчет нагрузок

Мощность, потребляемая КТС УК определяется по формуле:

$$S_{КТСУК} = 120 + 50n_{ПАС} + 0,1n_K + 0,5n_Y + 2,4n_{УНС} \quad (1)$$

где  $n_{ПАС}$  - количество пассивных шкафов КТС УК;

$n_K$  - количество объектов контроля;

$n_Y$  - количество объектов управления;

$n_{УНС}$  - количество модулей УНС-ПА.

Полная мощность цепей контроля стрелок  $S_{КС}$  определяется:

$$S_{КС} = S_{КСС} (n_C - n_{СС}) \quad (2)$$

где  $S_{КСС}$  - мощность устройств контроля одной стрелки;

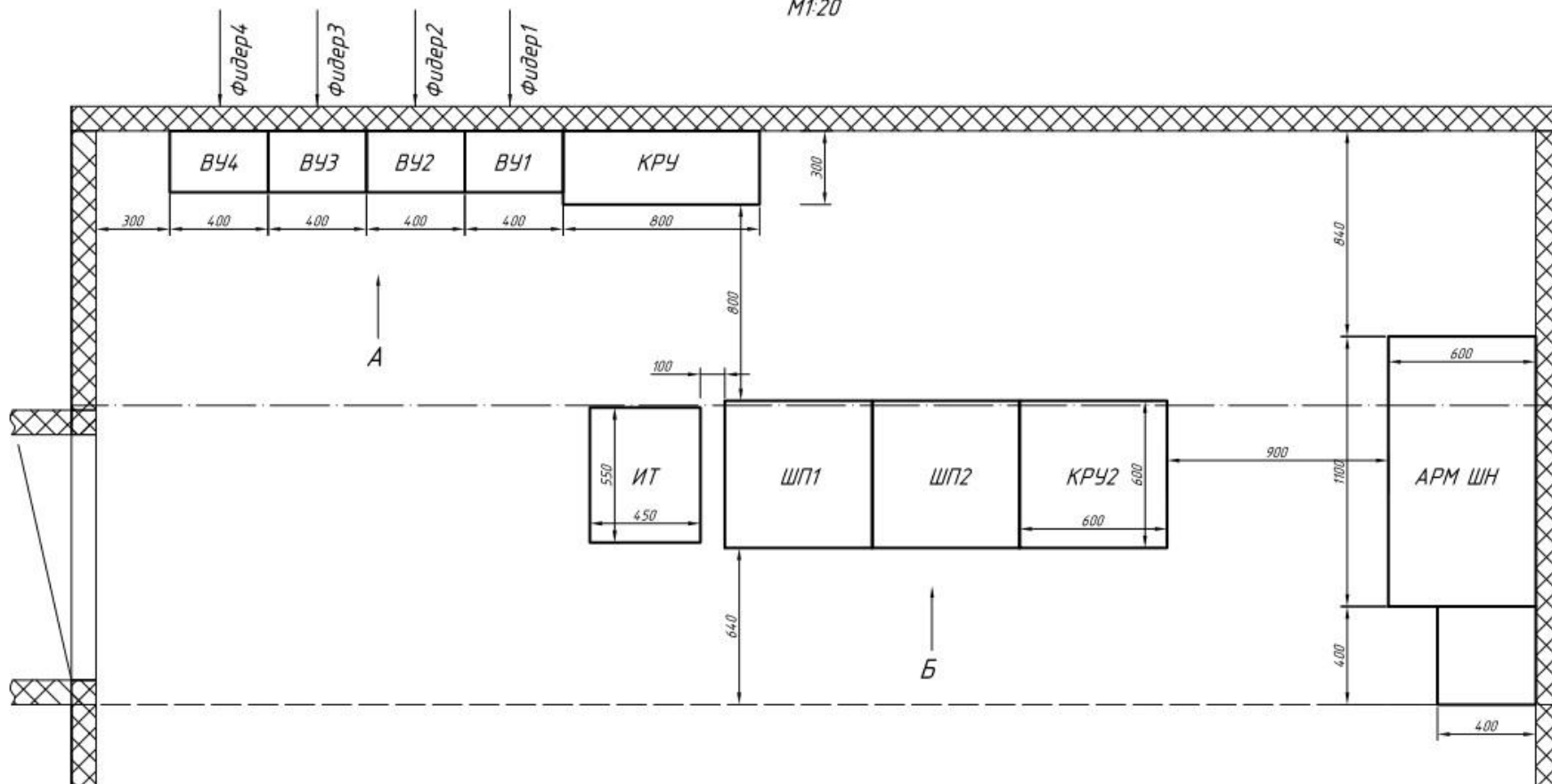
$n_C$  - число стрелок;

$n_{СС}$  - число спаренных стрелок.

# Размещение оборудования

## Помещение релейной

M1:20







Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

## Результаты анализа потребления мощности системами ЭЦ

- РЭЦ 1,00
- РПЦ 1,10 – 1,15
- МПЦ 1,35 – 1,40

Проблема применения моноблочных УБП и  
существующих ДГА

Существуют вполне определённые рекомендации для выбора мощности ДГУ при известной мощности ИБП, которые учитывают нелинейность токов, допустимую величину несинусоидальности напряжения генератора и его внутренние параметры. Согласно этим рекомендациям мощность ИБП определяется как

$$S_{\text{ибп}} = S_{\text{ген}} * (X_{d, \text{сх}}'' / X_{d, \text{ген}}''), \text{ где}$$

$S_{\text{ибп}}$  – номинальная мощность ИБП;

$S_{\text{ген}}$  – номинальная мощность генератора;

$X_{d, \text{ген}}''$  – сверхпереходное индуктивное сопротивление генератора по продольной оси ротора при синусоидальной нагрузке (обычно  $X_{d, \text{ген}}'' = 0,11- 0,15$  о.е., указывается в паспортных данных генератора);

$X_{d, \text{сх}}''$  = сверхпереходное индуктивное сопротивление генератора по продольной оси ротора при нелинейной нагрузке.

$X_{d, \text{сх}}''$  при 6-импульсной нагрузке составляет около 0,04 о.е., при 12-пульсной – около 0,09 о.е.

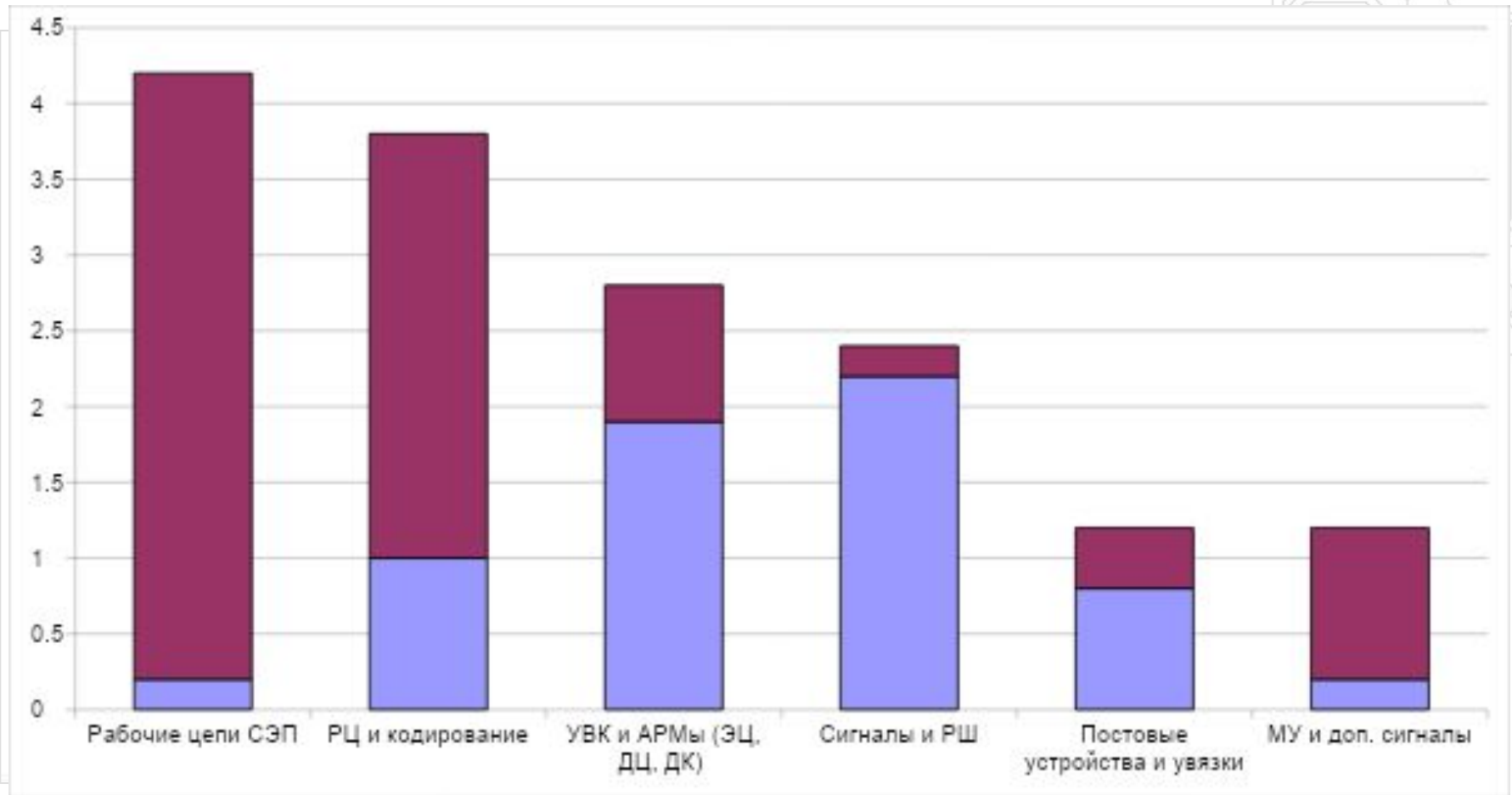
Таким образом, при 6-пульсной схеме выпрямления

$$S_{\text{ген}} = S_{\text{ибп}} * (2,75... 3,75).$$

При 12-импульсной схеме выпрямления

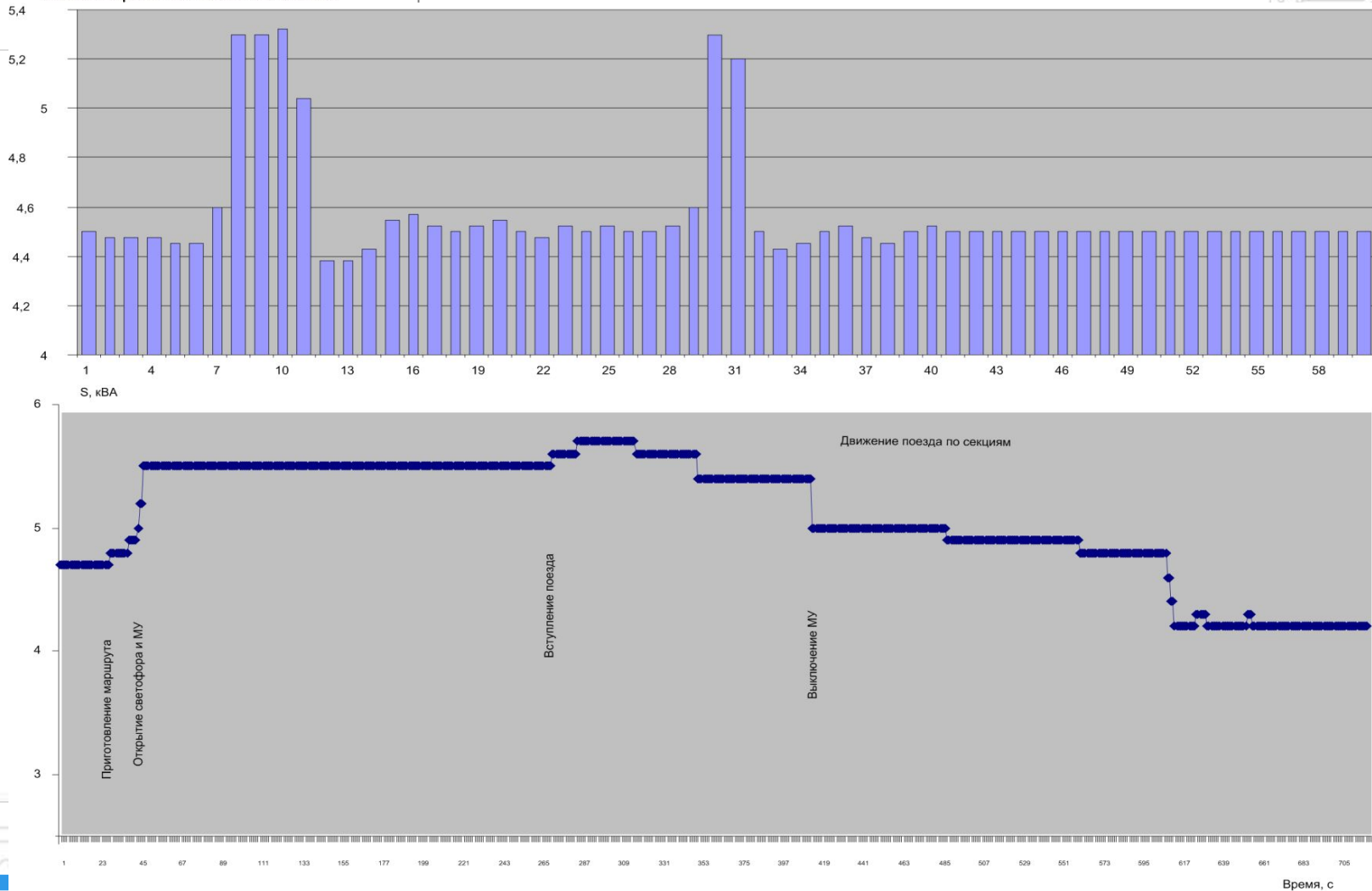
$$S_{\text{ген}} = S_{\text{ибп}} * (1,22... 1,66).$$

# Неравномерность нагрузок СЦБ – резерв для оптимизации



# Исследование характера потребления мощности нагрузками поста ЭЦ

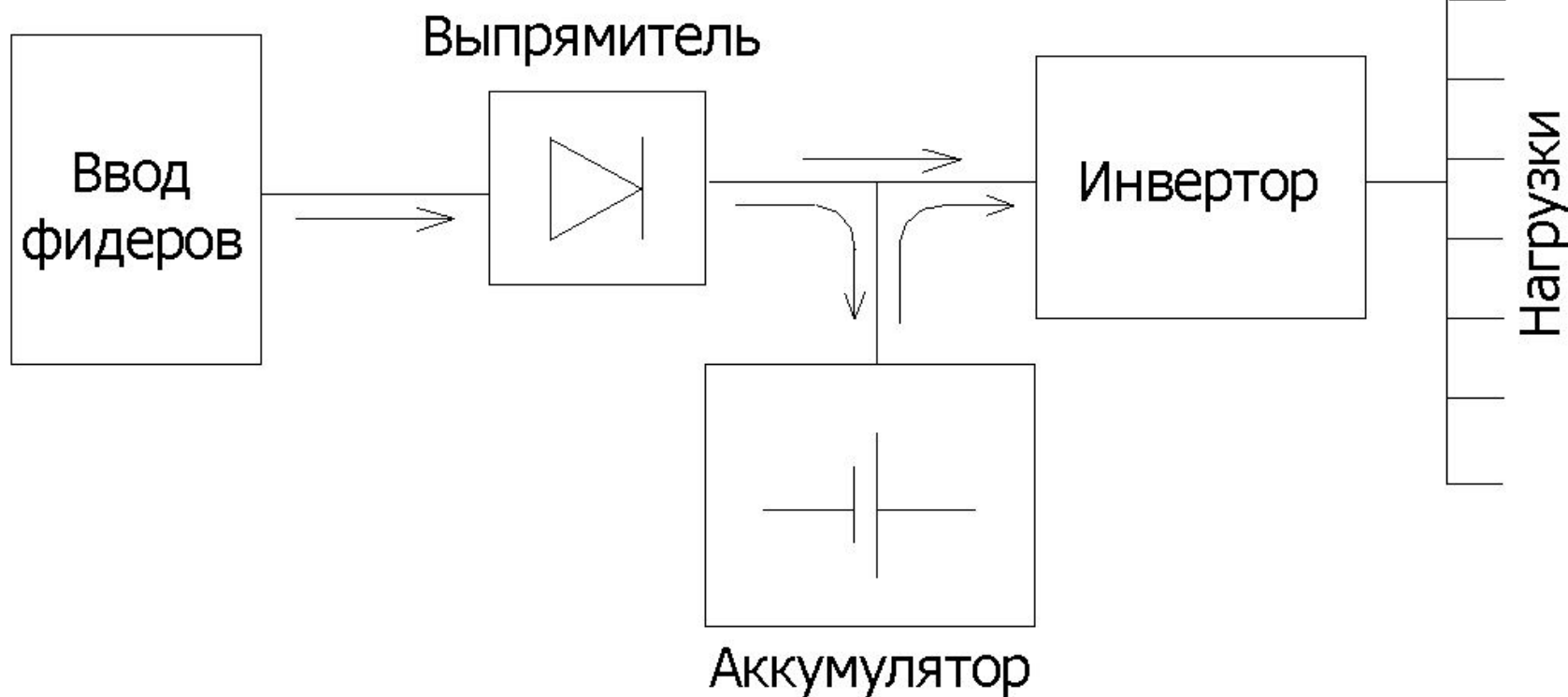
Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"



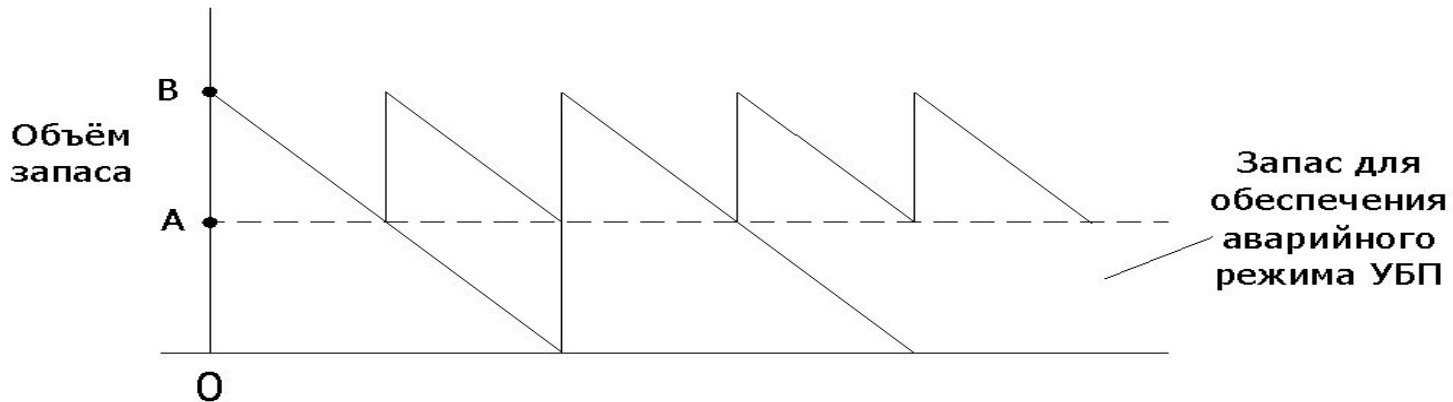
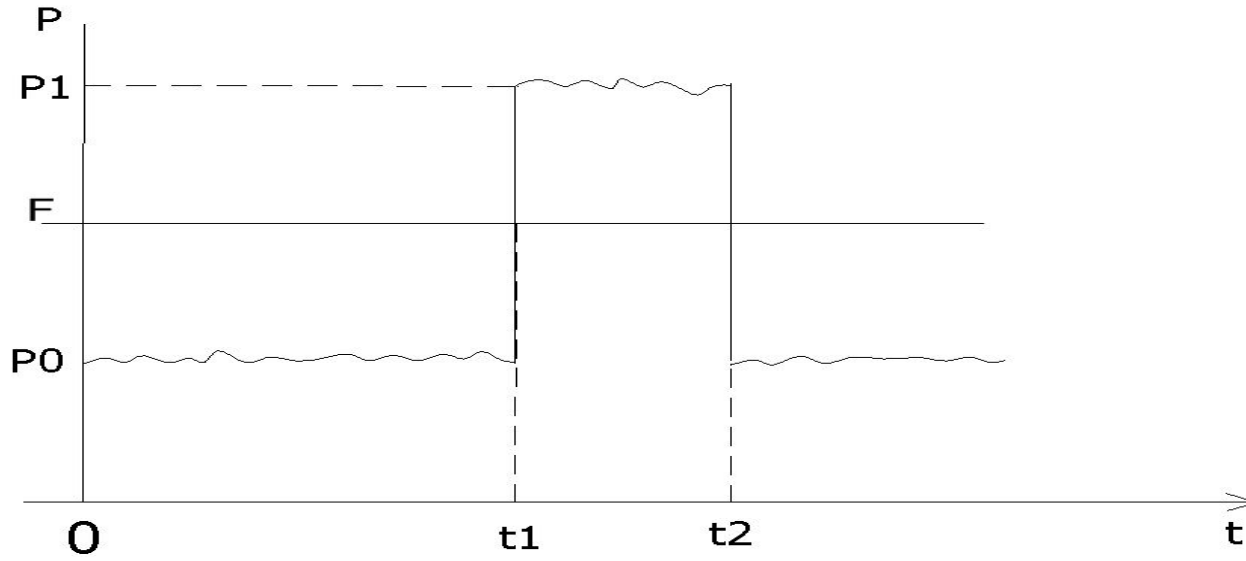


Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Оптимизация системы электропитания



# Оптимизация системы электропитания





Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

## Патентная чистота

Федеральной службой РФ по интеллектуальной собственности выданы патенты на полезные модели:

- № 113087 Устройство бесперебойного питания
- № 116281 Устройство электропитания электрической централизации стрелок и сигналов



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Ошибки при проектировании систем электропитания

1. Нерациональное размещение оборудования. Критерии:
  - функциональная доступность,
  - ремонтпригодность в условиях эксплуатации,
  - минимум длин кабелей,
  - эффективность охлаждения.
2. Размещение без учета массогабаритных показателей и конструктивных особенностей подключения.
3. Не обеспечение условий эксплуатации оборудования по климатическим показателям.
4. Не обеспечение равномерности загрузки трансформаторов с учетом временных и сезонных условий.
5. Не выполнение селективности внешних и внутренних защит.
6. Использование недостоверных данных о потребляемой мощности нагрузок.
7. Не учет всех потребителей.



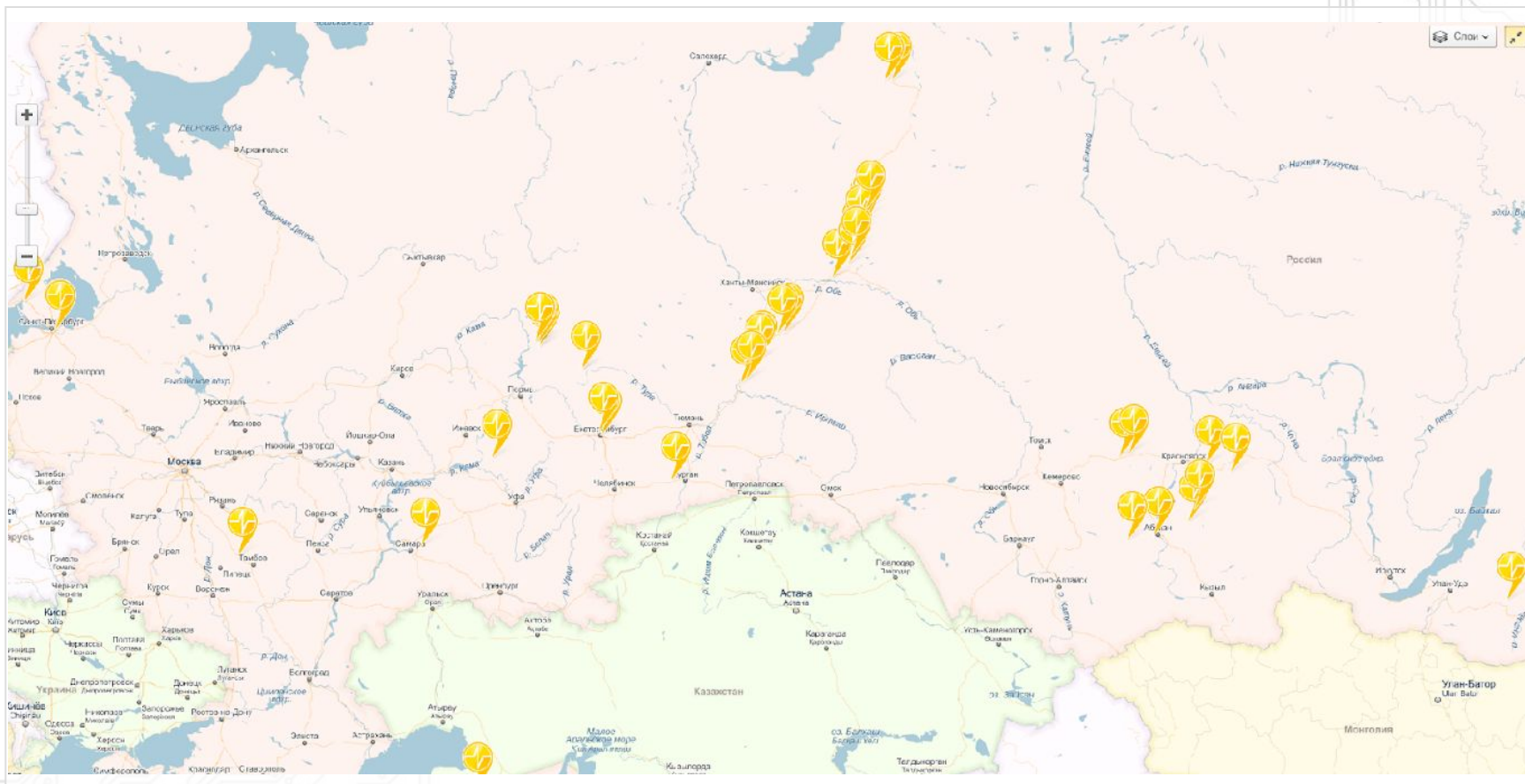


Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

## Дальнейшие шаги по оптимизации энергопотребления

1. Планирование эксплуатационной работы станции по критерию энергозатратности.
2. Гашение части светофоров при отсутствии маневровой работы.
3. Выключение питания рельсовых цепей приемо-отправочных путей при отсутствии локомотива (для автоматического действия требуется введение в МПЦ дополнительного признака наличия локомотива).
4. Включение обогрева контактов СЭП по сигналам датчика температуры.
5. Регулирование электрообогрева помещений с учетом наличия или отсутствия эксплуатационного персонала.

# География внедрения УЭП-МПК





Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Разъезд Тыдыл





Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Разъезд Тыдыл





Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

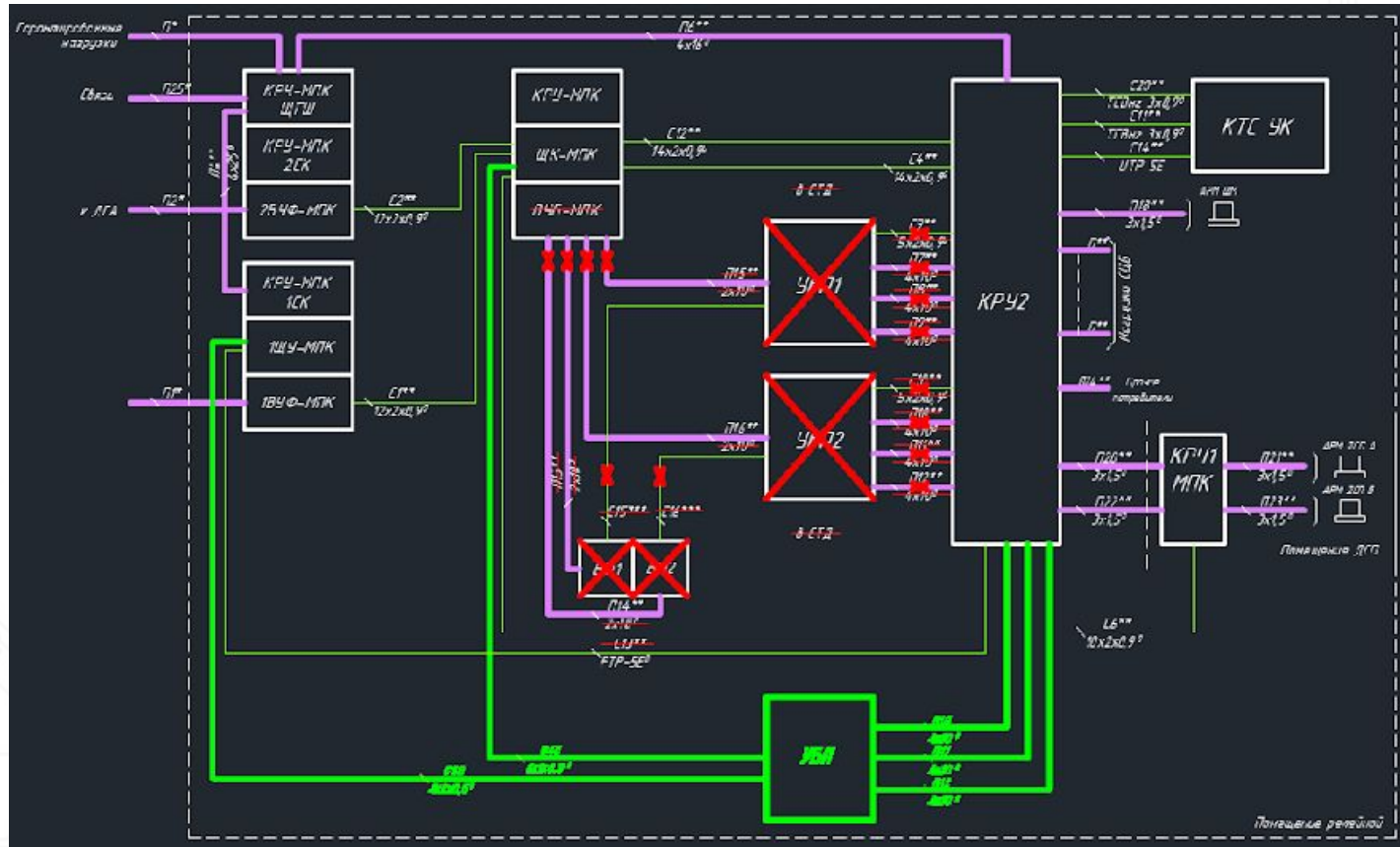
## Предложения замены УБП SitePro рзд. Чашкино СВЕРД на ШПТ



Недостатки системы:

- Внутренний bypass;
- Резерв n+n;
- Большое количество занимаемого места;
- Дорогое СТО;
- Низкая отказоустойчивость

# Фрагмент схемного решения для станций, оборудованных системой электропитания УЭП-МПК





Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

## Пример 3х фазной УЭП-МПК-ШПТ для замены моноблочных УБП



- Достоинство системы:
- Внешний bypass;
  - Резерв n+1;
  - Минимальное количество занимаемого места;
  - Сравнительно недорогое СТО;
  - Значительный контроль предотказного состояния



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

## План внедрения:

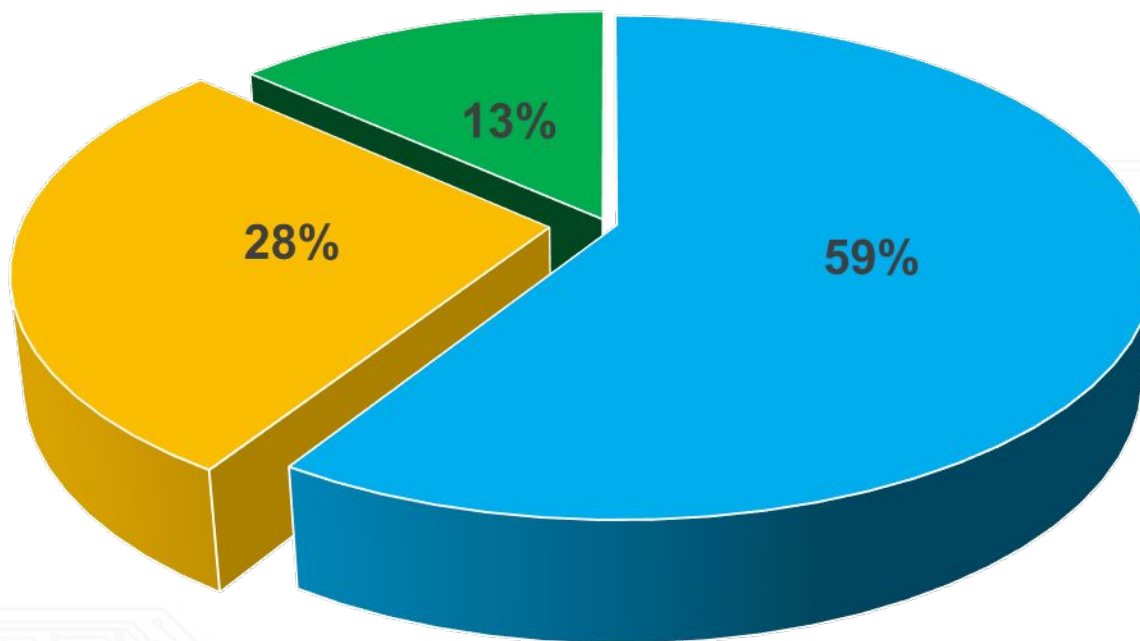
- Исполнение УБП на любое напряжение системы электропитания (=24, 48, 220; ~24, 220, 380)
- Срок изготовления – **1 месяц**;
- Срок доставки – **7-14 дней**;
- Срок СМР и ПНР – **3-4 дня**;
- Количество необходимых окон на переключение – **2 окна по 4 часа в одни сутки**.





Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Ценообразование предложения



■ УБП ■ АКБ ■ СМР и ПНР



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Система менеджмента бизнеса IRIS

**РЖД** Российские  
железные дороги

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«РОССИЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ»  
(ОАО «РЖД»)

## РАСПОРЯЖЕНИЕ

«17» сентября 2009 г.

Москва

№ 1943р

Об утверждении основных направлений политики ОАО «РЖД» в области стратегического управления качеством продукции, потребляемой ОАО «РЖД»

1. В целях выполнения решения правления ОАО «РЖД» (пункт 6.7.3 протокола от 23 декабря 2008 г. № 43) утвердить прилагаемые основные направления политики ОАО «РЖД» в области стратегического управления качеством продукции, потребляемой ОАО «РЖД» (далее – основные направления).

2. Старшему вице-президенту Гапановичу В.А., вице-президентам, начальникам департаментов, управлений ОАО «РЖД», железных дорог, руководителям филиалов и других структурных подразделений ОАО «РЖД» довести основные направления до сведения всех работников ОАО «РЖД».

Президент  
ОАО «РЖД»



В.И.Якунин

Исп. Вепринцев Андрей Сергеевич, ЦТА  
543-40-82

УТВЕРЖДЕНЫ  
распоряжением ОАО «РЖД»  
от «17» сентября 2009 г. № 1943р

### Основные направления политики ОАО «РЖД» в области стратегического управления качеством продукции, потребляемой ОАО «РЖД»

1. Реализация Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года требует активного внедрения новых принципов взаимоотношений ОАО «РЖД» с изготовителями подвижного состава, сложных технических систем и систем обеспечения безопасности движения поездов (далее – продукция), основанных на соблюдении требований международных стандартов в области качества и обеспечивающих необходимый технологический подъем отечественного железнодорожного машино- и приборостроения.

2. Основой взаимодействия ОАО «РЖД» с изготовителями продукции является гармонизация стратегий технического развития железнодорожного транспорта с целью более полного удовлетворения потребностей ОАО «РЖД» как стратегического партнера предприятий машиностроительного комплекса в инновационном обновлении.

3. Процессы повышения степени соответствия продукции современным техническим требованиям, постоянного улучшения качества продукции, накопления производственного потенциала для реализации прорывных технических решений, оптимизации производства для создания инновационной продукции, снижения стоимости жизненного цикла продукции на этапах разработки, проектирования, изготовления и эксплуатации образуют комплексную интегрированную систему по стратегическому управлению качеством продукции, потребляемой ОАО «РЖД».

4. Политика ОАО «РЖД» в области стратегического управления качеством продукции, потребляемой ОАО «РЖД» (далее – политика),

- 2) создание базы современных требований к качеству продукции, в том числе на основе передовых достижений в мировой практике;
  - 3) формирование и обновление базы данных изготовителей продукции и ее составных частей;
  - 4) мониторинг продукции в эксплуатации и реализации изготовителями продукции корректирующих и предупреждающих действий по установленным несоответствиям требованиям стандартов в области качества;
  - 5) заключение соглашений с изготовителями продукции о сроках подготовки к внедрению на предприятиях международного стандарта железнодорожной промышленности IRIS (далее – стандарт IRIS) и инструментов качества FMEA (анализ видов и последствий отказов), RAMS (показатели безотказности, готовности, ремонтпригодности и безопасности продукции) и др.;
  - 6) переход на формирование стоимости продукции с учетом стоимости жизненного цикла и показателей эффективности в эксплуатации;
  - 7) оптимизация системы кооперированных поставок и развития конкуренции среди изготовителей комплектующих изделий;
  - 8) регулярная оценка и приведение в соответствие с требованиями стандарта IRIS производственно-технологических систем и систем менеджмента качества (далее – СМК) изготовителей продукции;
  - 9) поэтапный переход от системы инспекционного и приемочного контроля к управлению качеством продукции на основе регулярного и планового технического аудита второй стороны и как следствие повышение результативности СМК изготовителей продукции;
  - 10) внедрение гибкой системы мотивации изготовителей к улучшению качества своей продукции.
8. Решение указанных задач осуществляется на основе мероприятий по реализации основных направлений политики, которые включают:
- 1) разработку и корректировку с учетом международных стандартов в области качества специфических требований к качеству продукции на основе:



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Система менеджмента бизнеса IRIS

# IRIS

## Certification

**IRIS – International Railway Industry Standard**

**Всеобщая система менеджмента бизнеса для  
железнодорожной промышленности**

**Global business management system for the  
railway industry**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
СТАНДАРТ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Область сертификации по IRIS

<b>1. Кузов вагона</b>	<b>11. Системы связи</b>
<b>2. Детали кузова вагона</b>	<b>12. Прокладывание кабелей, шкафы управления</b>
<b>3. Система управления (тележки и ходовая часть)</b>	<b>13. Дверная система</b>
<b>4. Система электропитания</b>	<b>14. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха (HVAC)</b>
<b>5. Система тяги</b>	<b>15. Система отключения</b>
<b>6. Вспомогательные системы</b>	<b>16. Освещение</b>
<b>7. Тормозная система</b>	<b>17. Сцепка</b>
<b>8. Оборудование салона</b>	<b>18. подвижной состав</b>
<b>9. Бортовое управление вагоном</b>	<b>19. Сигнальные системы</b>
<b>10. Система информирования пассажиров</b>	<b>20. Единичные железнодорожные компоненты</b>



Научно-исследовательская лаборатория  
"Компьютерные системы автоматики"

# Система менеджмента бизнеса IRIS



## C E R T I F I C A T E

awarded to

Federal Public State-financed Educational Institution of Higher Professional  
Education «Ural State University of Railway Transporte USURT

66 Kolmogorova St.  
620034 Ekaterinburg  
Russian Federation

Russian Register

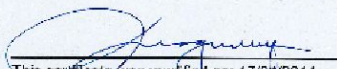
confirms, as an IRIS approved certification body, that the Management System of the  
above organization has been assessed and found to be in accordance with the

**International Railway Industry Standard (IRIS)  
Revision 02, May 2009**

for the activity of Design and development  
for the scopes of certification 19 (Signalling)  
for the signalling, interlocking and block signal systems

Certificate valid from: 03/04/2014

Certificate valid until: 23/01/2017 \*

  
This certificate was modified on: 17/04/2014  
Certificate-Register-No.: 14.0149.026

**IRIS**  
Certification

\* Providing that the subsequent surveillance audits are successful before the anniversary of this validity date.

This document has been produced by the Audit-Tool v. 4.1.0.01

licensed to CERTIFICATION ASSOCIATION RUSSIAN

REGISTER, on 17/04/2014

©2014 UNIFE. All rights reserved.

1/1

RUSSIAN REGISTER  
RUSSIAN REGISTER



**Спасибо за внимание!**

**[www.nilksa.ru](http://www.nilksa.ru)**

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ  
КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ**