



Южно-Уральский Государственный Университет

г. Челябинск

# «СТАРЫЕ» ПРОБЛЕМЫ НОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

## "OLD" PROBLEMS OF A NEW ENERGY ENGINEERING

Кодкин В.Л., доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматизированный электропривод»

Ганджа С.А., доктор технических наук, декан Энергетического факультета

Балденков А.А., аспирант

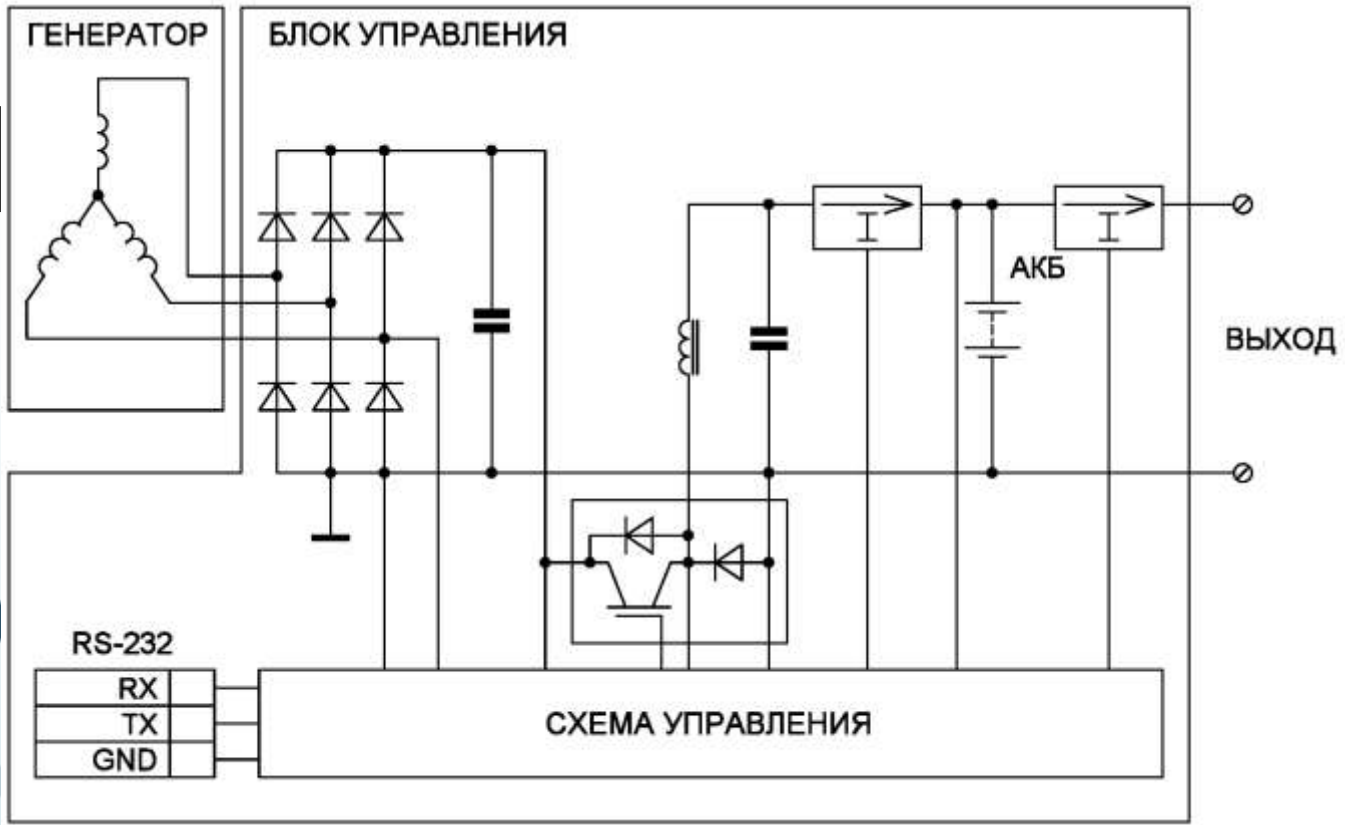


Ветроэнергетические комплексы

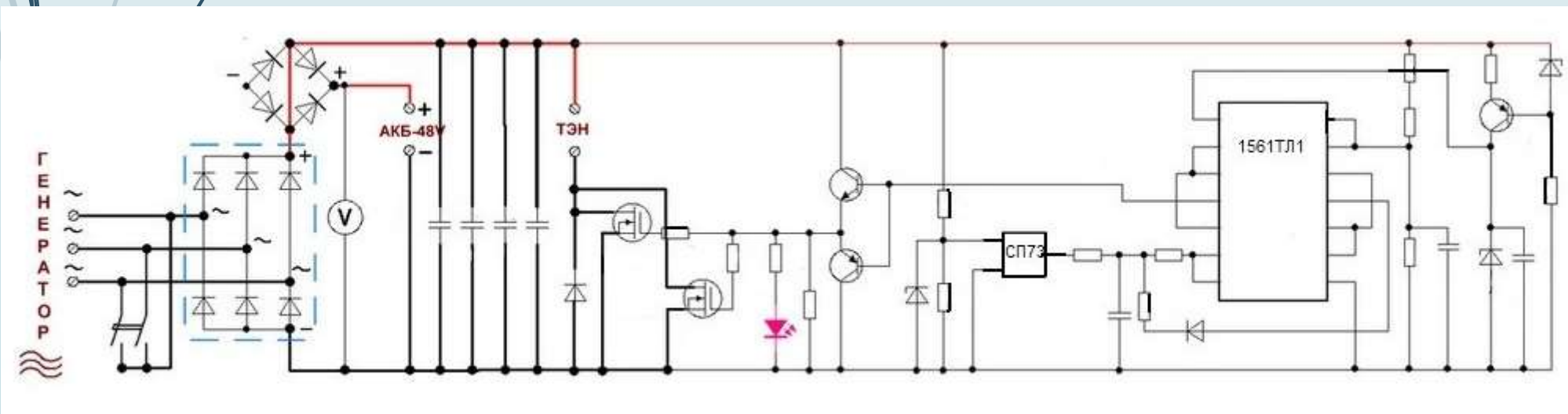




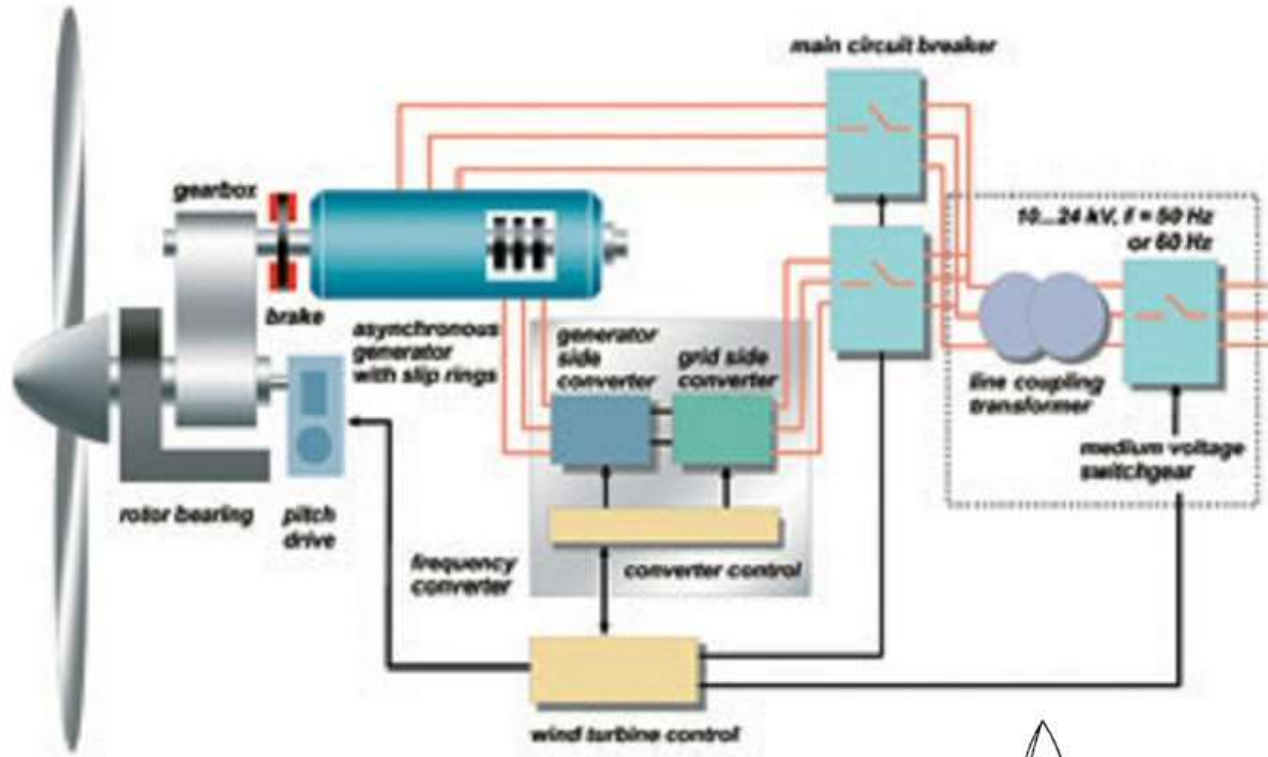
Ветроэнергетические установки смонтированные в Челябинской области



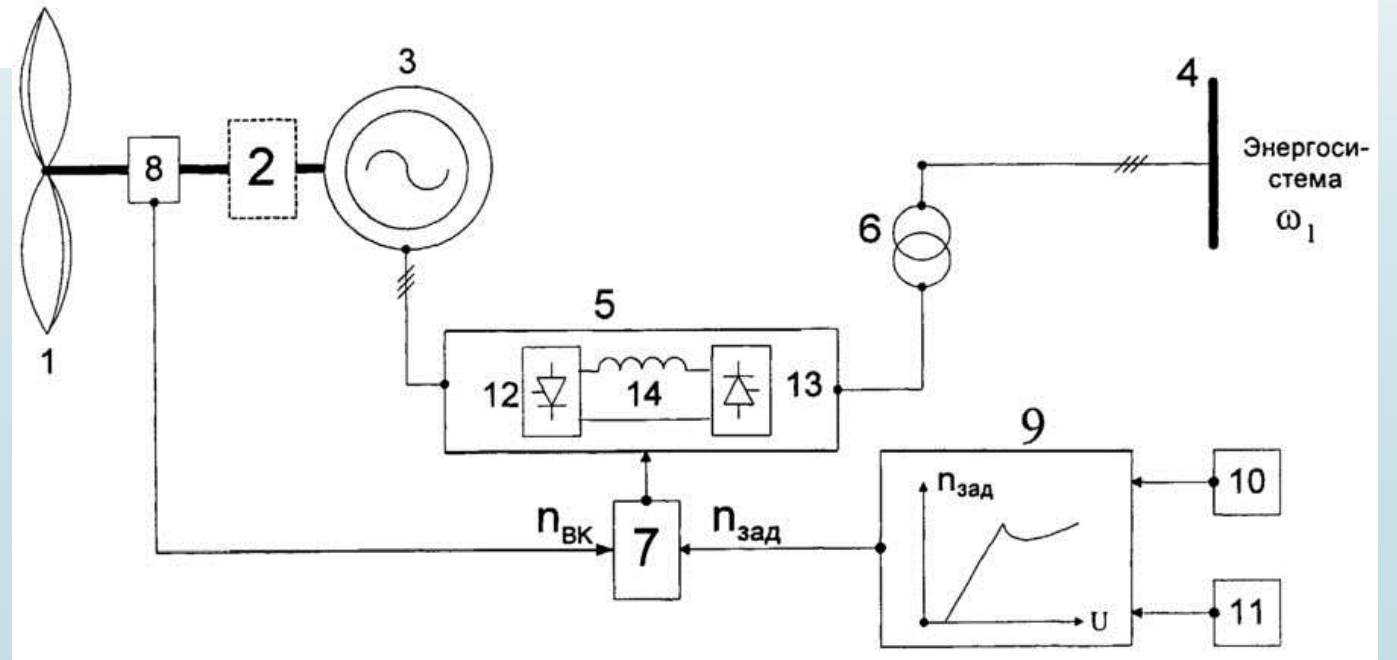
Типовые схемы управления автономными ветроэнергетическими комплексами

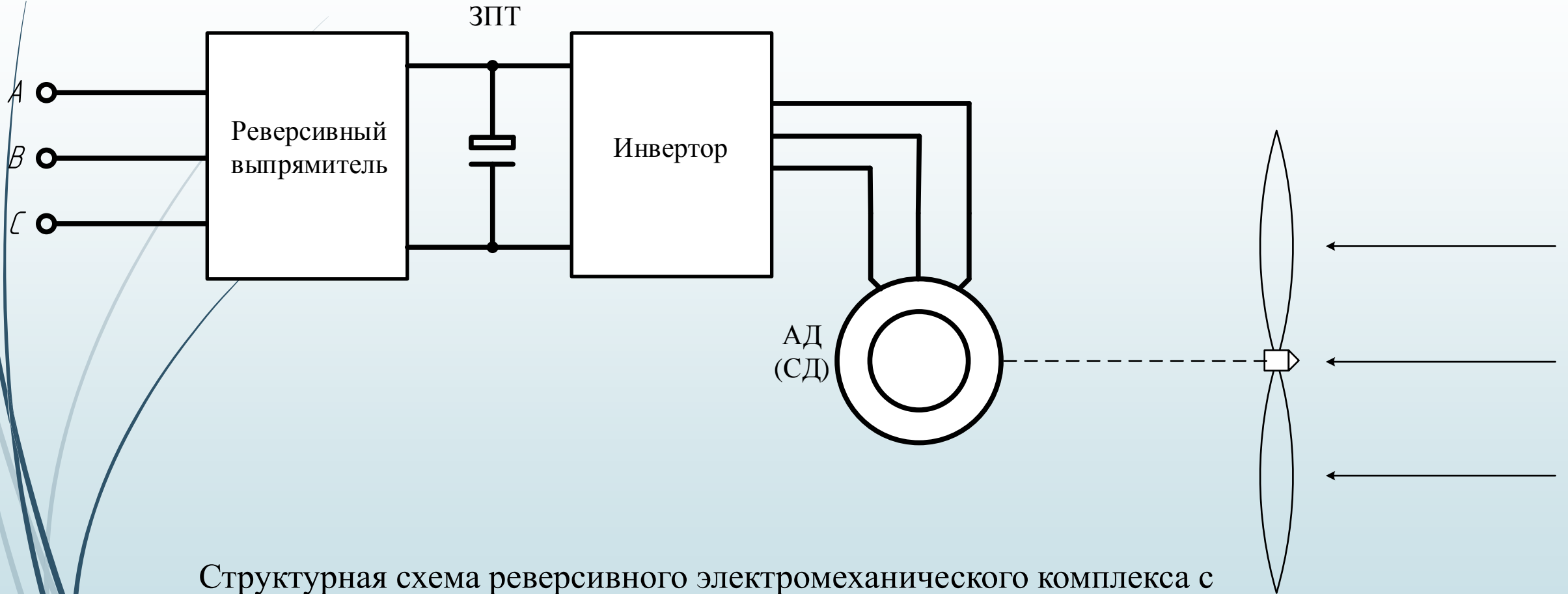






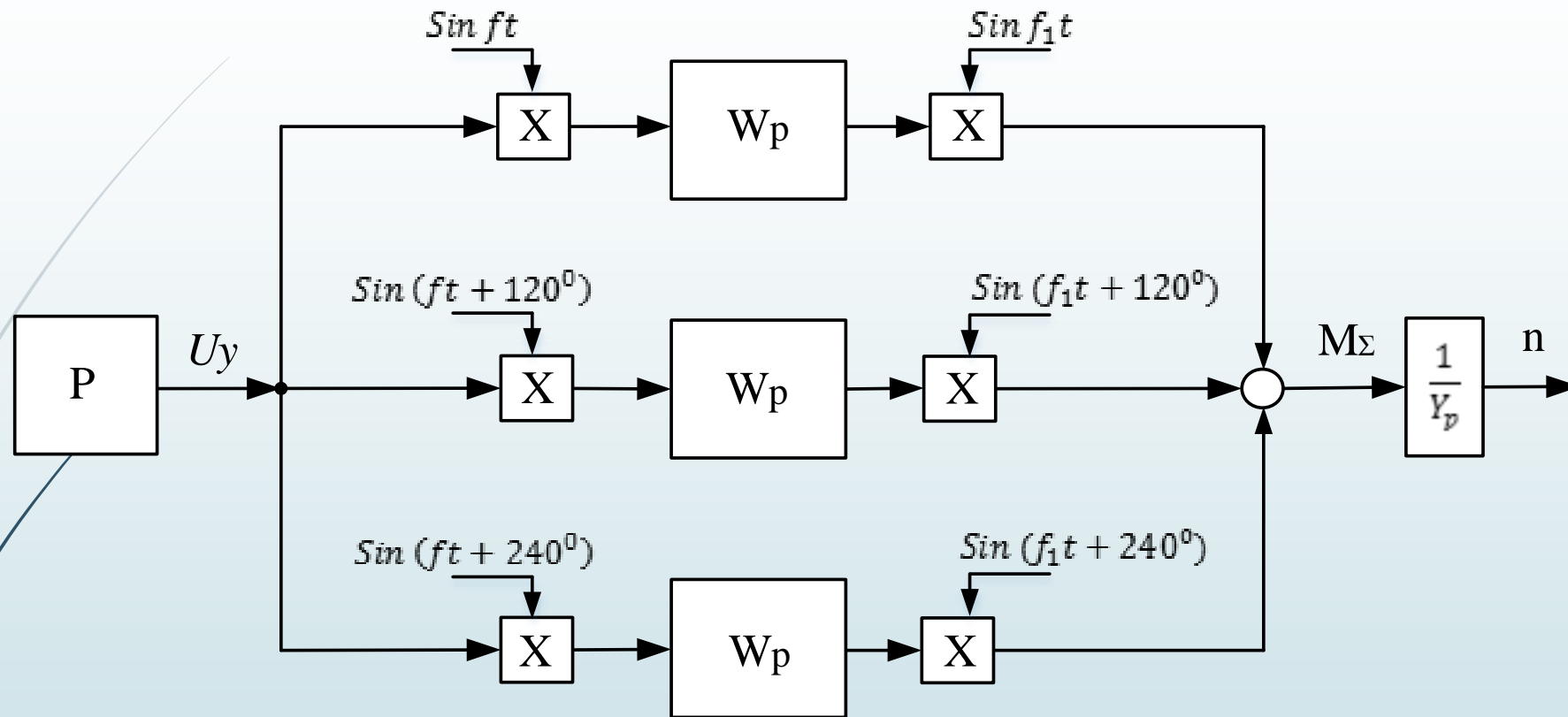
Ветроэнергетические  
установки включенные в  
энергосеть





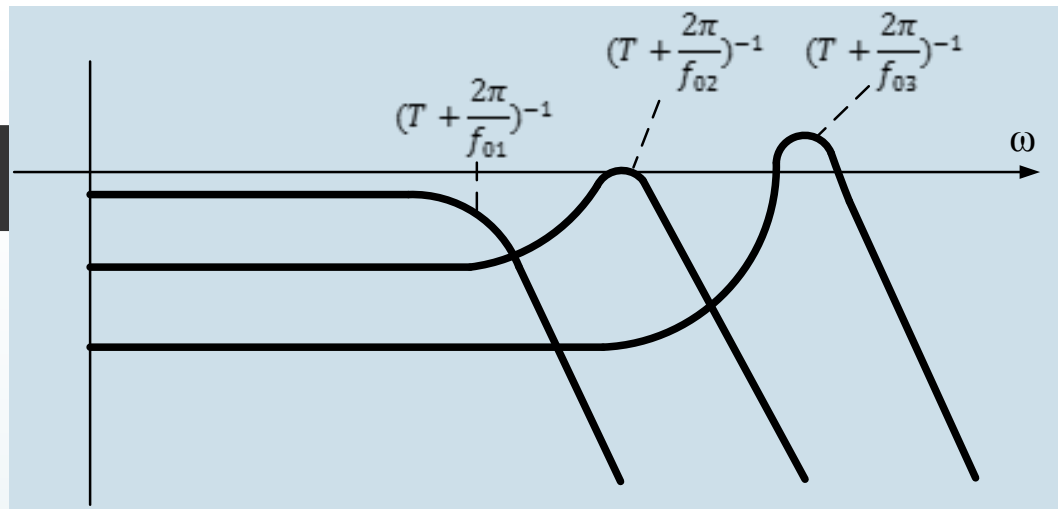
Структурная схема реверсивного электромеханического комплекса с  
электромашинной переменного тока

# Структурная схема замещения электромашин переменного тока



$$W_{1\text{ЭКВ}} = \frac{3}{2} R_e W(p + jf) \text{ - синхронный двигатель}$$

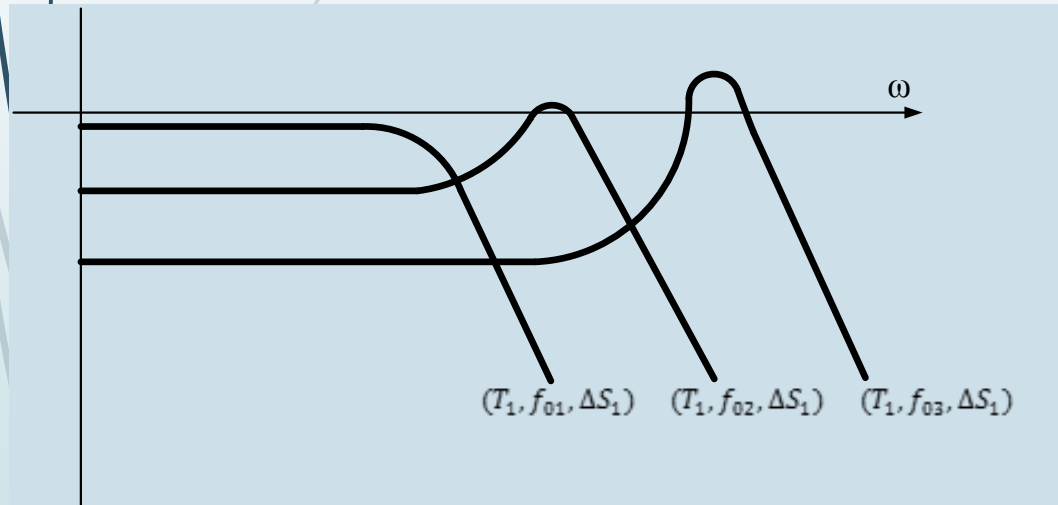
$$W_{2\text{ЭКВ}} = \frac{3}{2} R_e W(p + jf) \cdot \Delta W(p + j\Delta S) \text{ - асинхронный двигатель}$$



Эквивалентные частотные характеристики структуры с МДМ

$$\text{при } W = \frac{1}{1+Tp} \text{ и } f = f_1 = \begin{cases} f_{01} \\ f_{02} \\ f_{03} \end{cases} \text{ ДЛЯ}$$

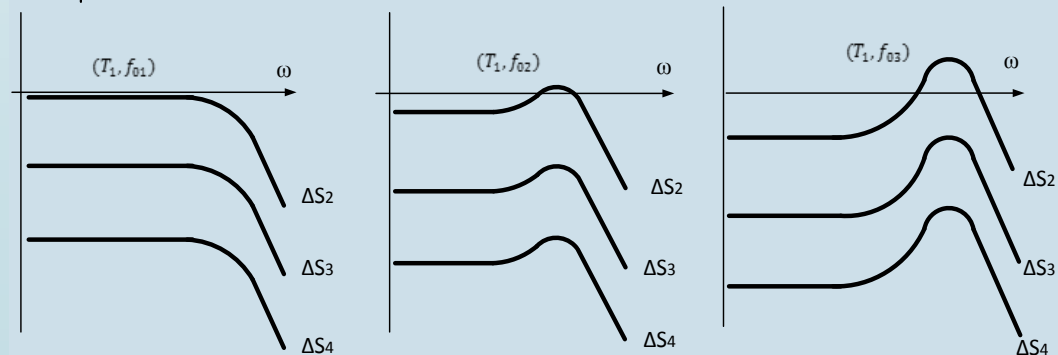
синхронного двигателя



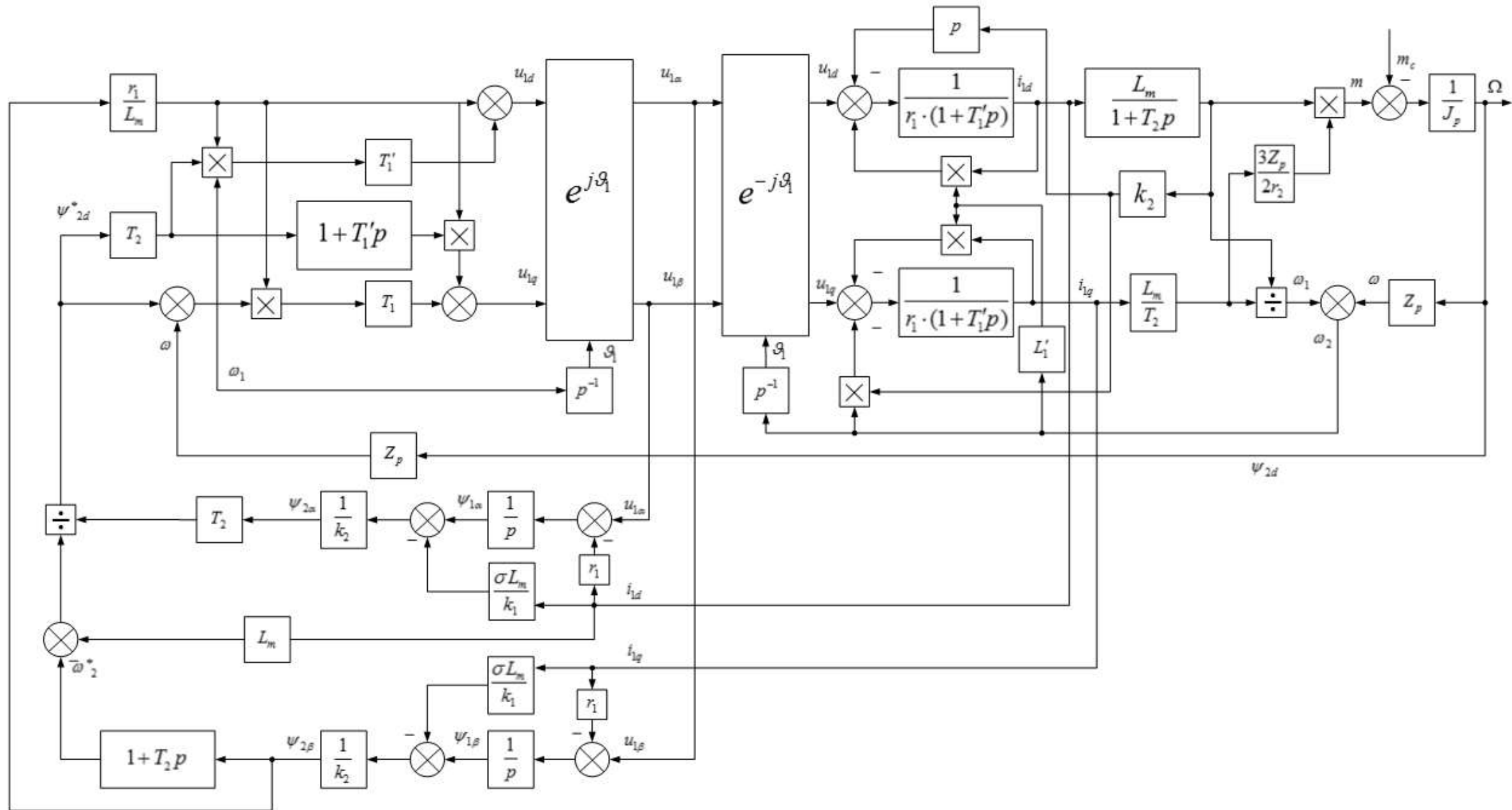
Семейство эквивалентных частотных характеристик структуры с МДМ

$$\text{при } W = \frac{1}{1+Tp} \text{ и } f_1 = f - \Delta S = \begin{cases} f_{01} - \begin{cases} \Delta S_1 \\ \Delta S_2 \\ \Delta S_3 \end{cases} \\ f_{02} - \begin{cases} \Delta S_1 \\ \Delta S_2 \\ \Delta S_3 \end{cases} \\ f_{03} - \begin{cases} \Delta S_1 \\ \Delta S_2 \\ \Delta S_3 \end{cases} \end{cases}$$

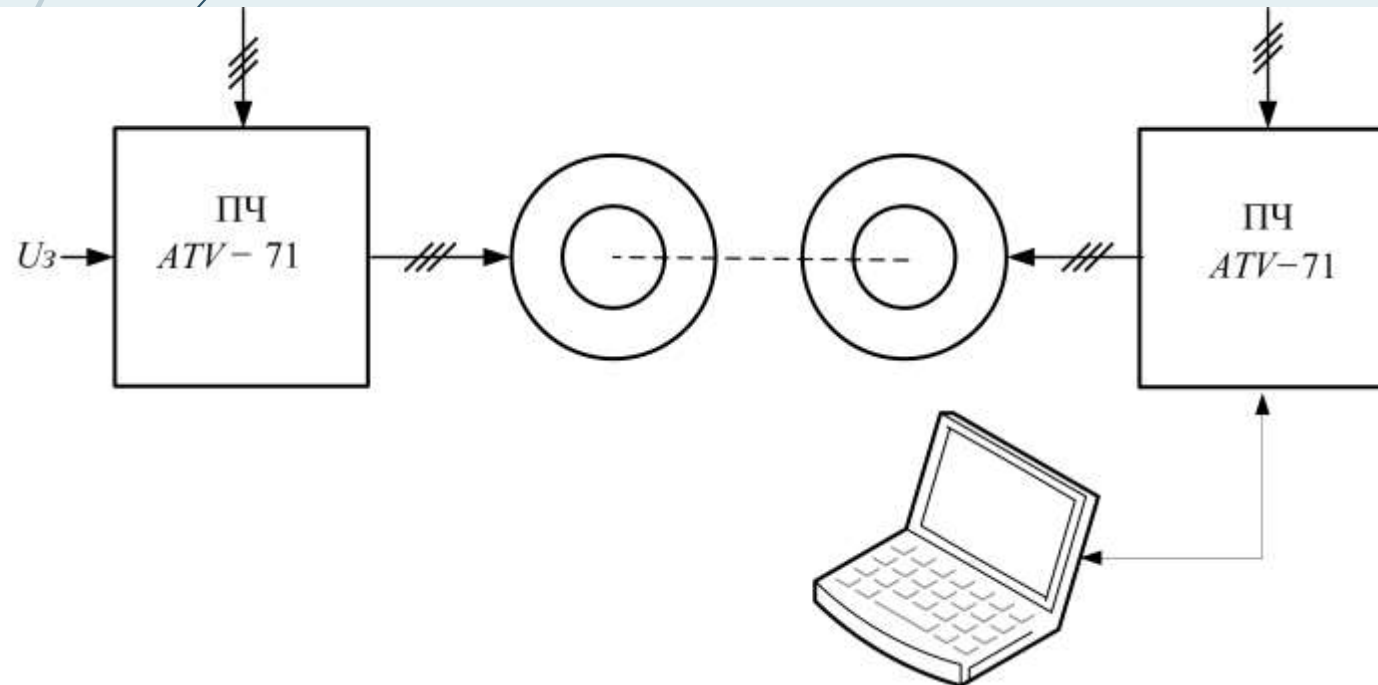
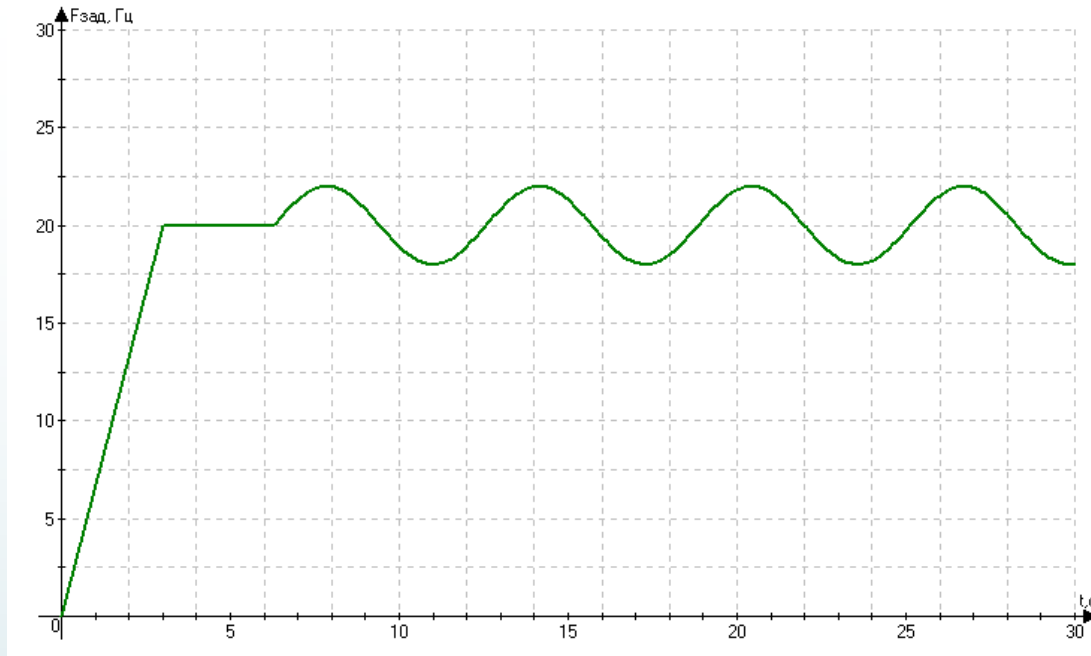
для асинхронного двигателя



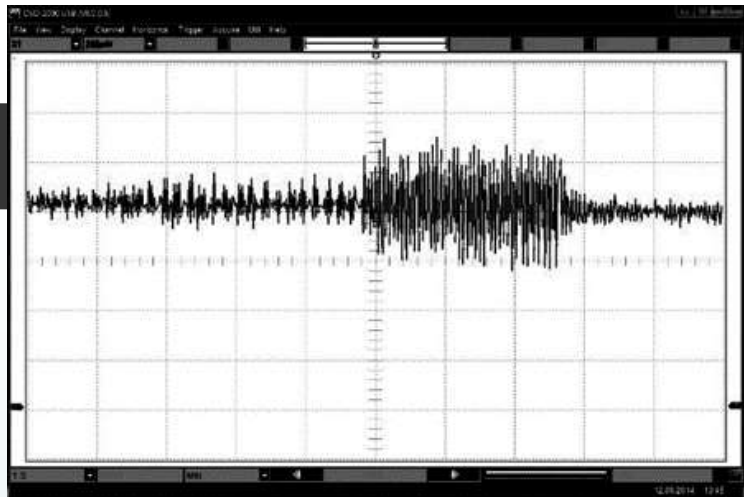




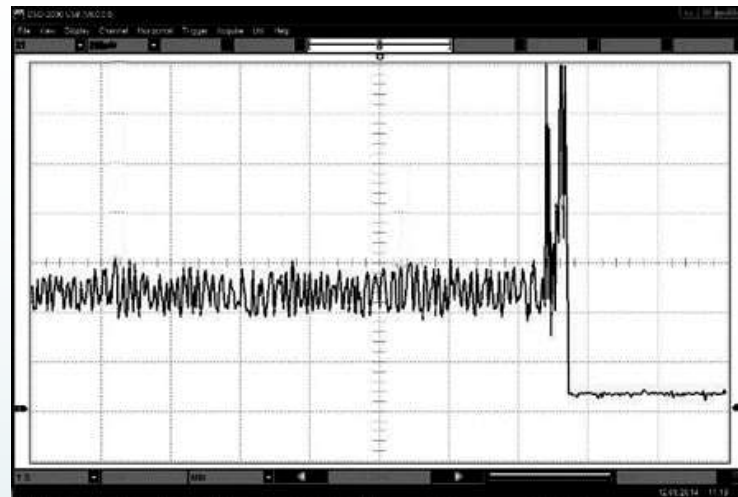
Функциональная схема векторного управления по напряжению



Стенд для исследования  
реверсивного электромеханического  
комплекса переменного тока

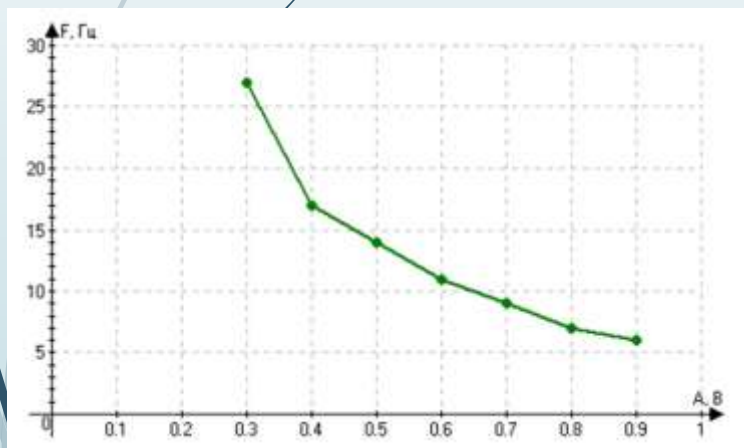


а

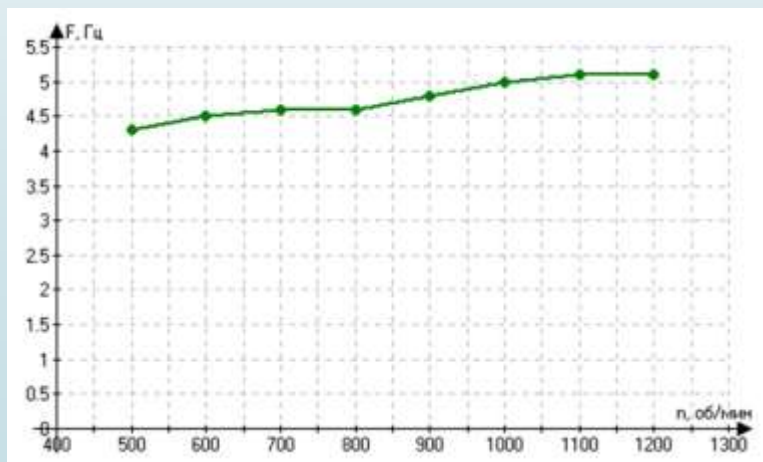


б

Экспериментальные диаграммы токов статора при возникновении колебательных процессов (а) и «срыва» управления (б)



1

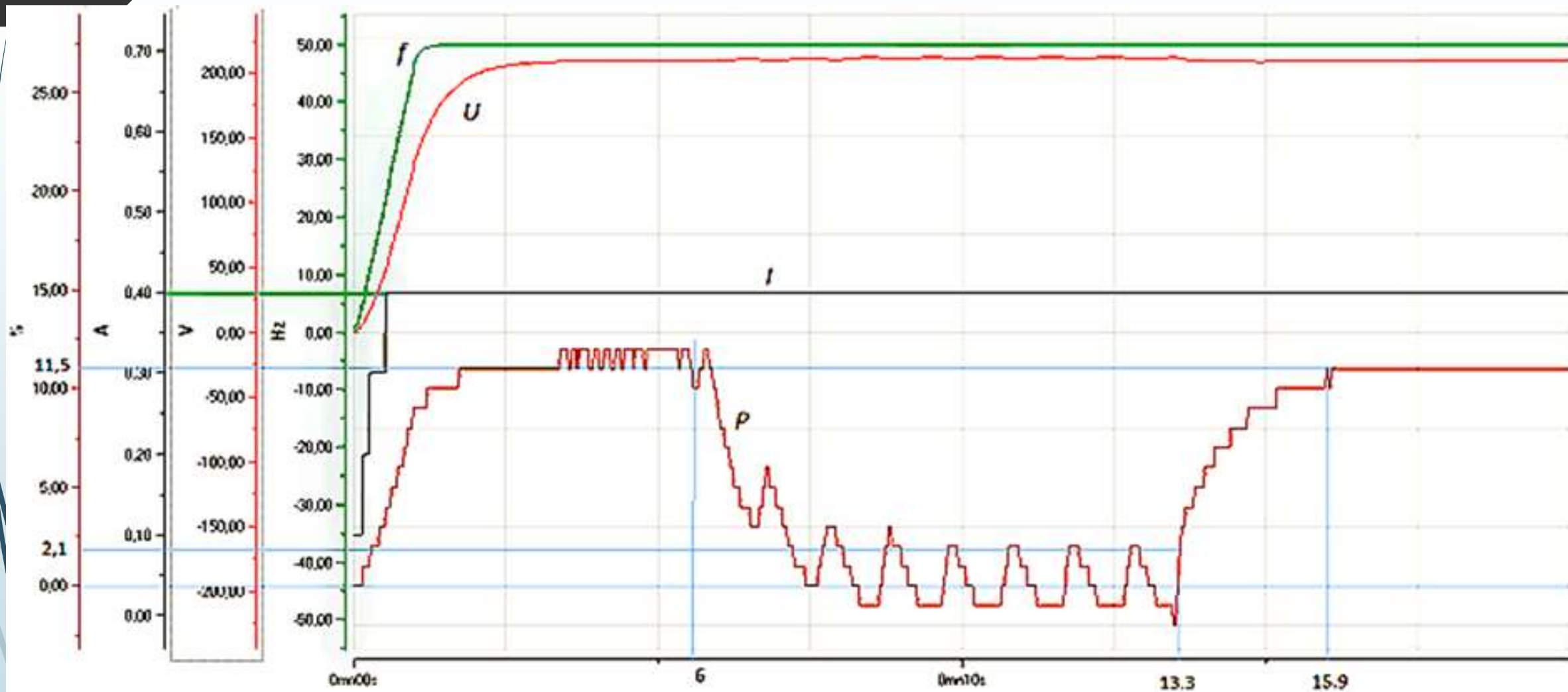


2

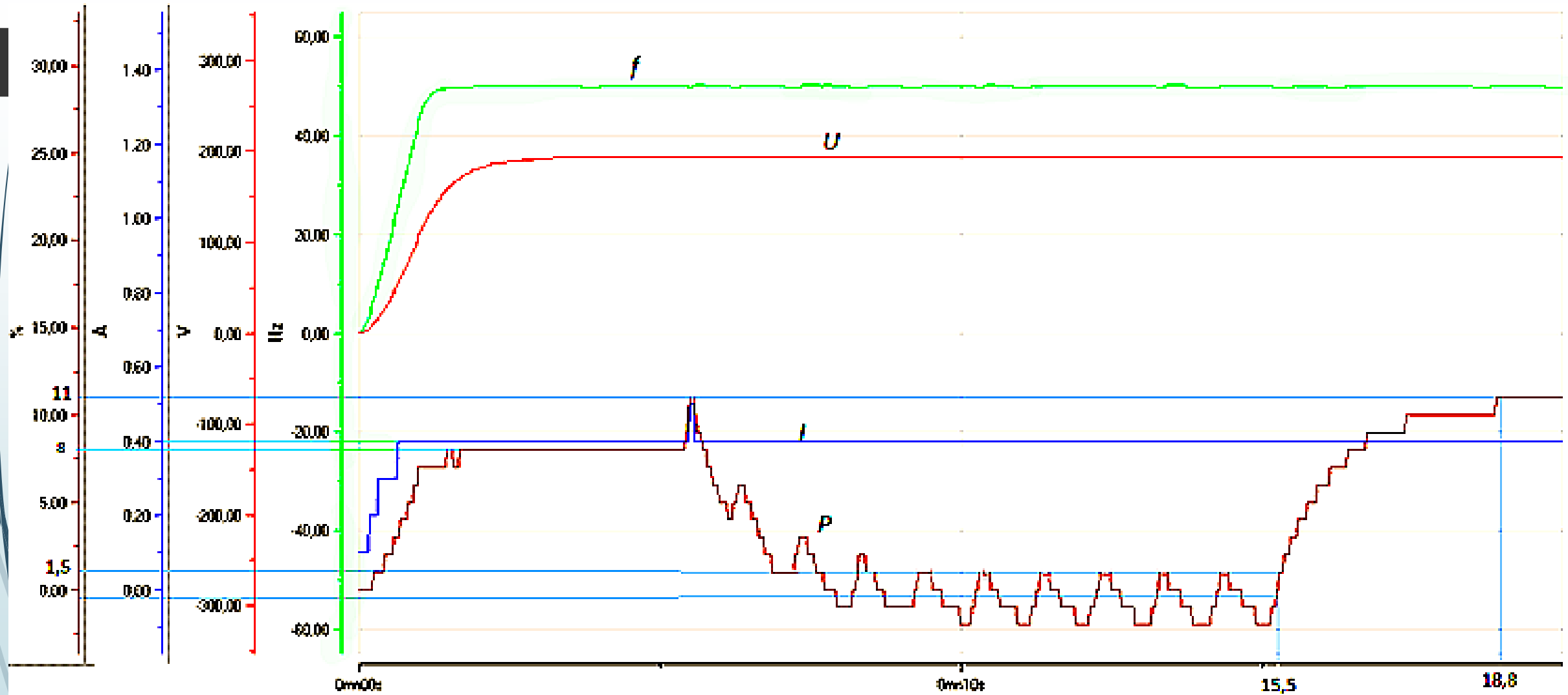
1. Диаграмма зависимости частоты задания наступления «срыва» управления от амплитуды возмущающего сигнала

2. Диаграмма зависимости частоты возмущающего сигнала при наступлении «срыва» управления от оборотов двигателя

# Работа системы Преобразователь частоты – Асинхронный двигатель в двигательном режиме при подключении дополнительного накопителя энергии.

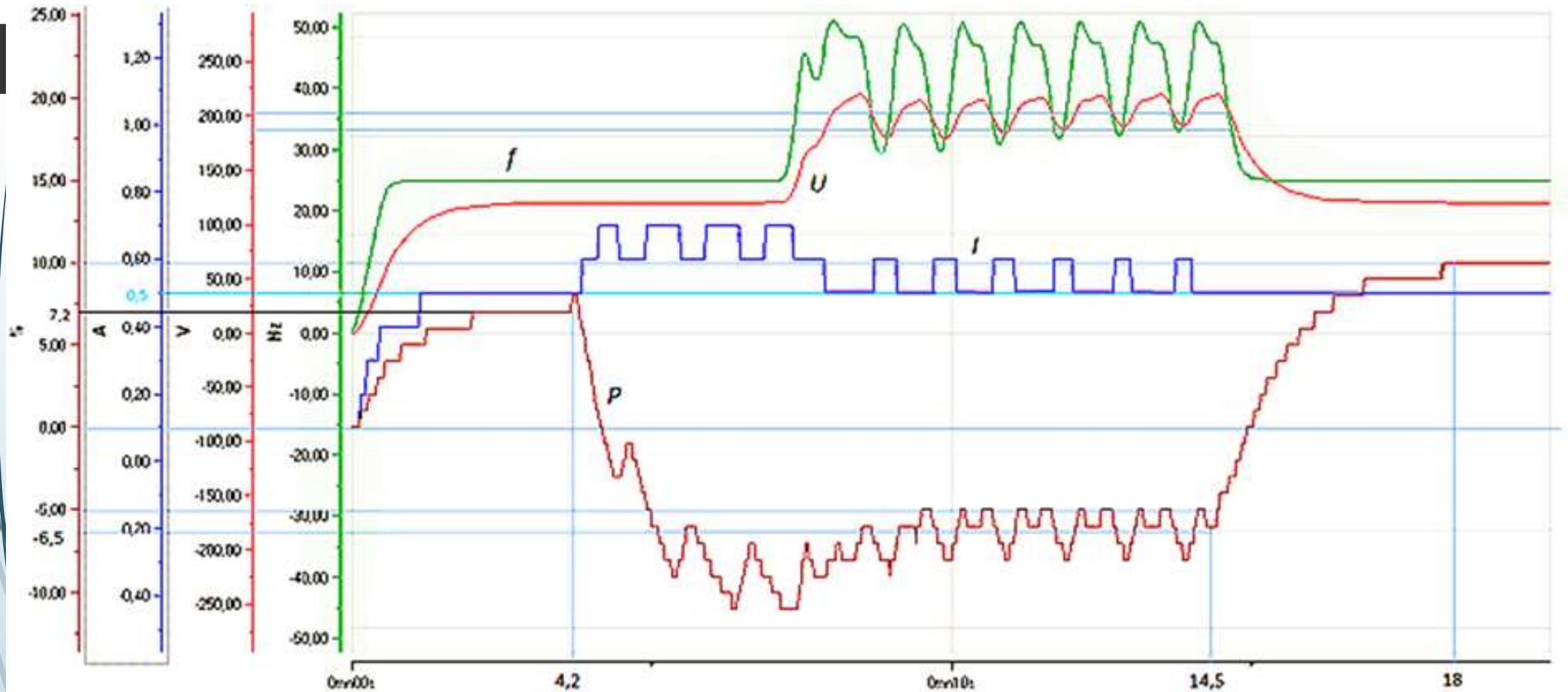


Скалярное управление, задание = 50Гц.  $I_1=I_2=0,4$  А,  $P_1=11.5$ ,  $P_2 = 0$ ,  $U_1=215$



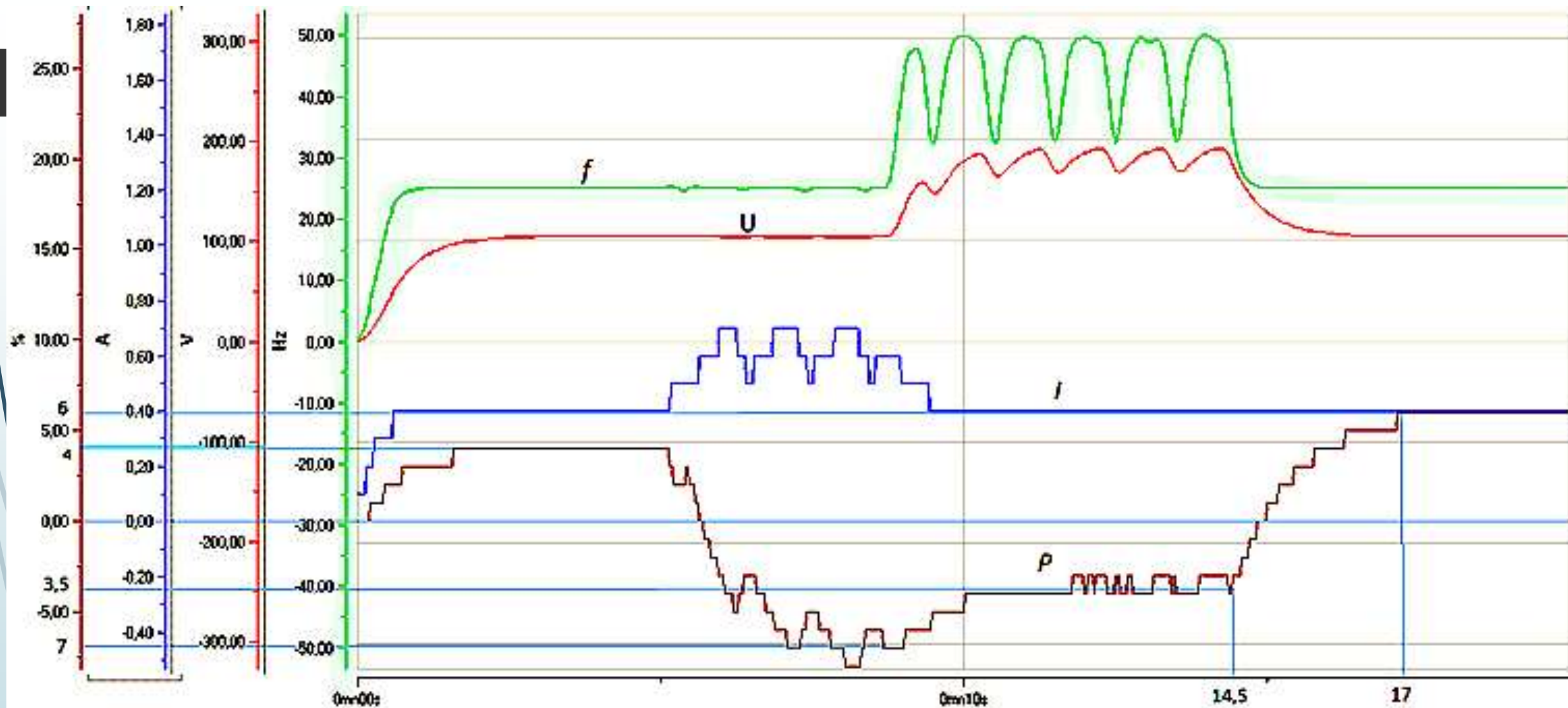
Векторное управление, задание = 50Гц.  $I_1=I_2=0,4$  А,  $P_1=8$ ,  $P_2 = 0$ ,  $P_3=11$ ,  $U_1=190$





Скалярное управление, задание = 25Гц.  $I_1=0,5\text{A}$ ,  $I_2=0,55\text{A}$ ,  $P_1=7,2$ ,  $P_2 = -6,5$ ,  $U_1=120\text{V}$





Векторное управление, задание = 25Гц  $I_1=0,4\text{A}$   $I_2=0,4\text{A}$   $P_1=4,5$   $P_2 = -3,5$   $U_1=100\text{V}$

# Проблемы работы электрических комплексов переменного тока в генераторных режимах

1. Модели векторного управления АД и СД разработаны для двигательных режимов, для генераторных режимов не правильны.
2. Некорректный расчет процессов в роторе в моделях блоков управления, приводит к неэффективности комплексов и аварийным ситуациям.
3. Напряжение в звене постоянного тока (ЗПТ) увеличивается в 1,5 – 2 раза.
4. Увеличение емкости в ЗПТ (установка накопителей) нарушает устойчивость и создает аварийные ситуации. Методика расчета емкостей практически отсутствует.
5. Комплексы реагируют на моментные возмущения различной амплитуды, частоты и уровня как разные системы.

## Что необходимо сделать

1. Разработать специальный алгоритм оптимизации частотного управления электрическими машинами переменного тока в генераторном режиме.
2. Разработать методики расчета емкости накопителей для работы в ЗПТ комплексов частотного управления
3. Разработать КД и ПО комплексов управления электрическими машинами переменного тока с оптимизированным управлением.
4. Освоить производство таких комплексов на мощности 10 КВт и выше.

A dark grey arrow points to the right from the top left corner. Several thin, light blue lines curve upwards and to the right from the bottom left corner, creating a decorative frame for the text.

**Благодарим за внимание**