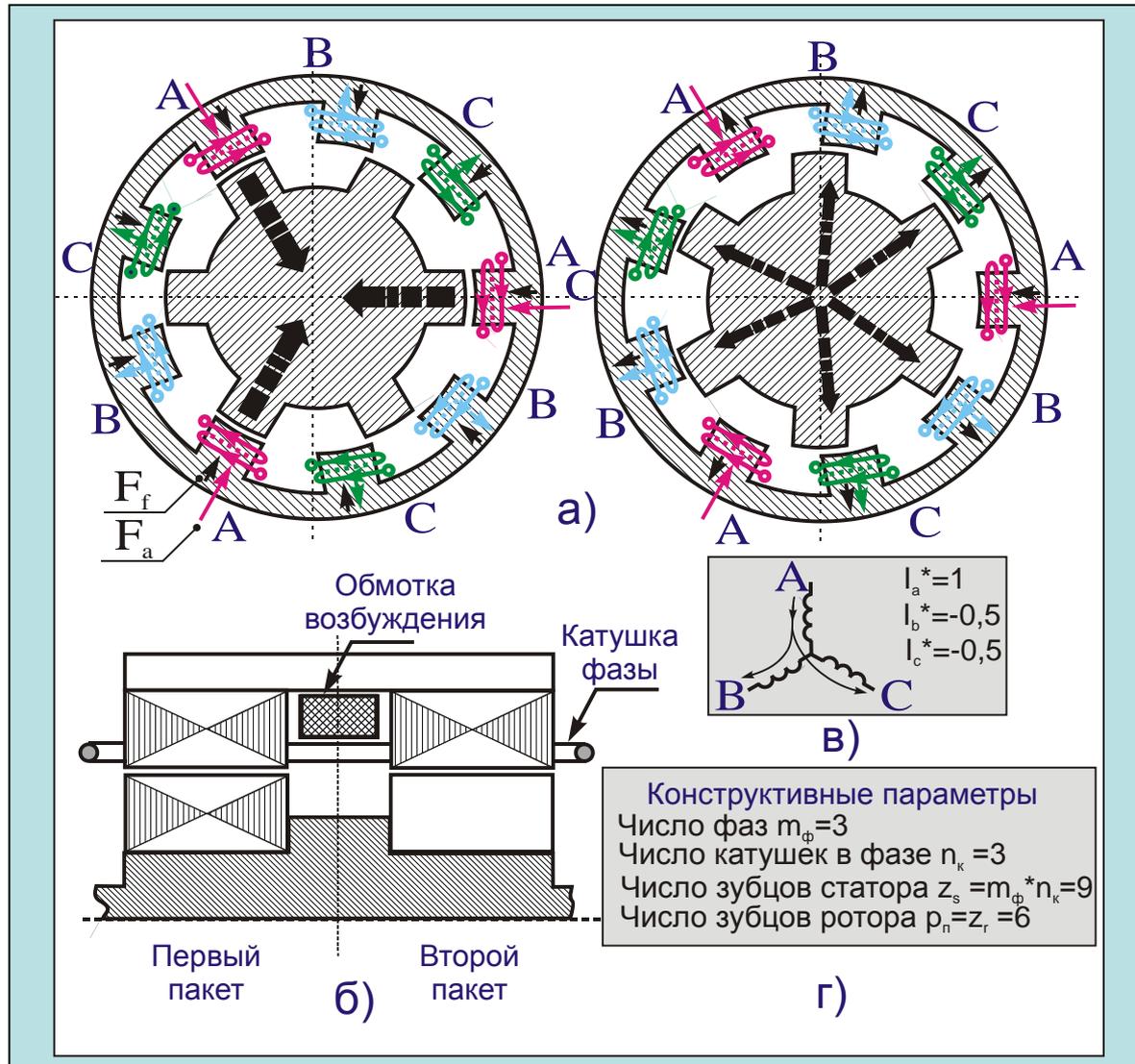


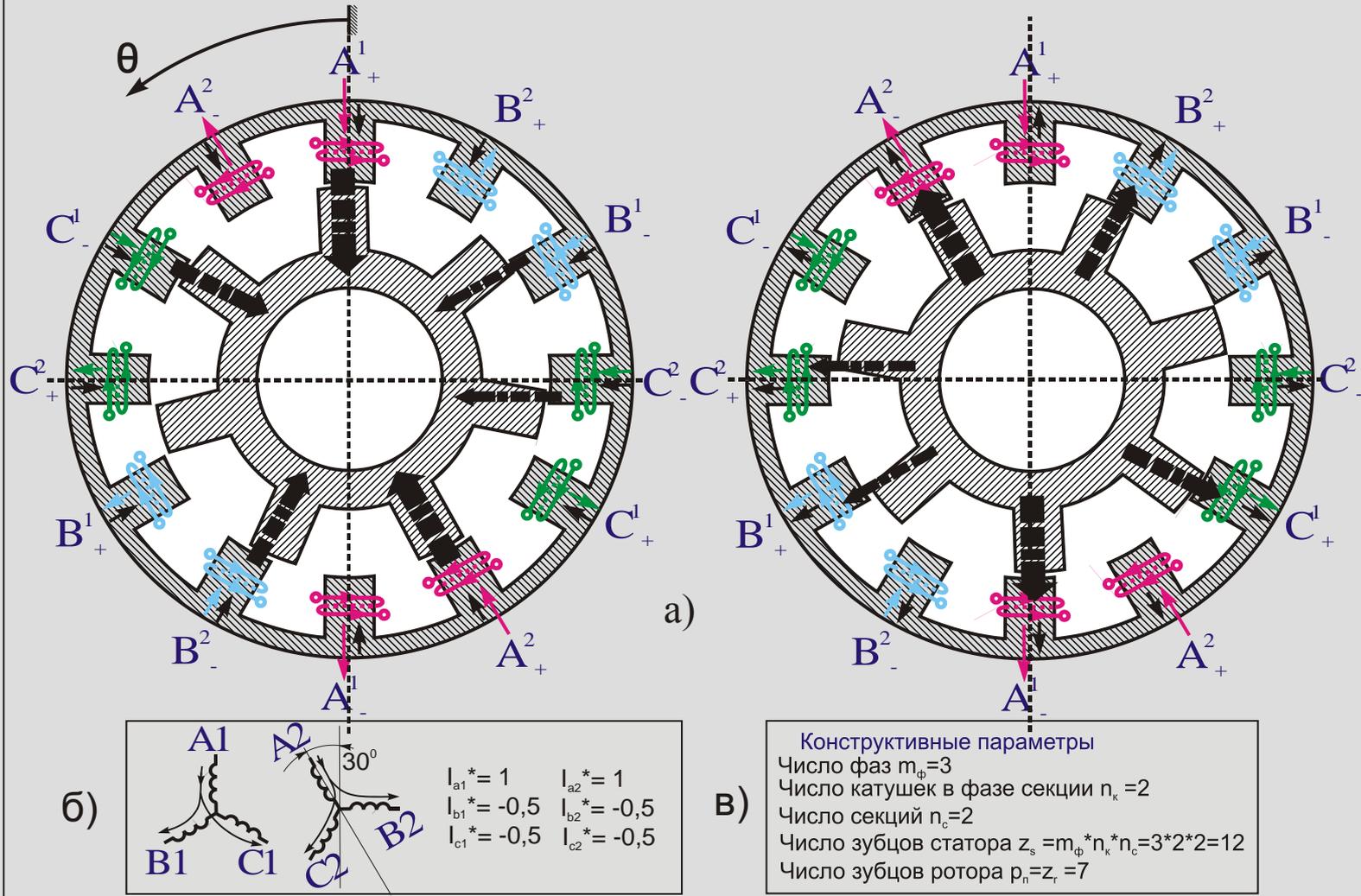
# **Разработка мощного синхронного индукторного электропривода с бездатчиковым векторным управлением**

**Московский энергетический институт (ТУ)  
проф. д.т.н. Остриров В.Н., проф. д.т.н. Козаченко В.Ф.,  
асп. Алямкин Д.И., инж. Мильский К.В., инж. Лашкевич М.М.**

# Принцип действия синхронного индукторного двухпакетного двигателя с независимым возбуждением



# Принцип действия синхронного индукторного многосекционного двигателя с независимым возбуждением



# Области рационального применения СИП

- **электроприводы насосов и вентиляторов тягодутьевых систем в энергетике и ЖКХ**



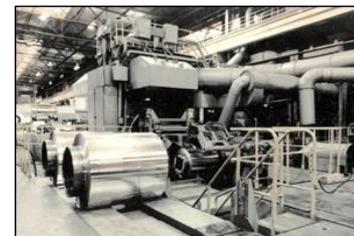
- **тяговые электроприводы транспортных средств и систем электродвижения**



- **электроприводы экскаваторов и буровых станков**



- **электроприводы прокатных станов**



# Преимущества индукторного привода

- **Бесконтактность.**
- **Простота и технологичность изготовления двигателя, высокая надежность и ремонтпригодность, в том числе в полевых условиях - катушечные обмотки статора, исключаящие межфазные замыкания в лобовых частях, пассивный ротор без магнитов, обмоток и токоведущих частей.**
- **Повышенная надежность и живучесть - секционирование двигателя и преобразователя: отказ любой секции не приводит к отказу системы; отработанность схемотехнических решений преобразователя в массовых частотно-регулируемых приводах с АД.**
- **Простота наращивания мощности – использование нужного числа трехфазных секций, управляемых от отдельных низковольтных преобразователей.**
- **Меньшая стоимость комплектного привода – низковольтный преобразователь на 30% дешевле высоковольтного.**
- **Интеграция двигателя с рабочим органом - “мехатронные узлы”, мотор-редукторы, мотор-колеса с ИД обращенной конструкции.**
- **Высокие энергетические показатели - КПД (до 93-95%) и коэффициент мощности (до 0,92).**

## Преимущества индукторного привода (продолжение)

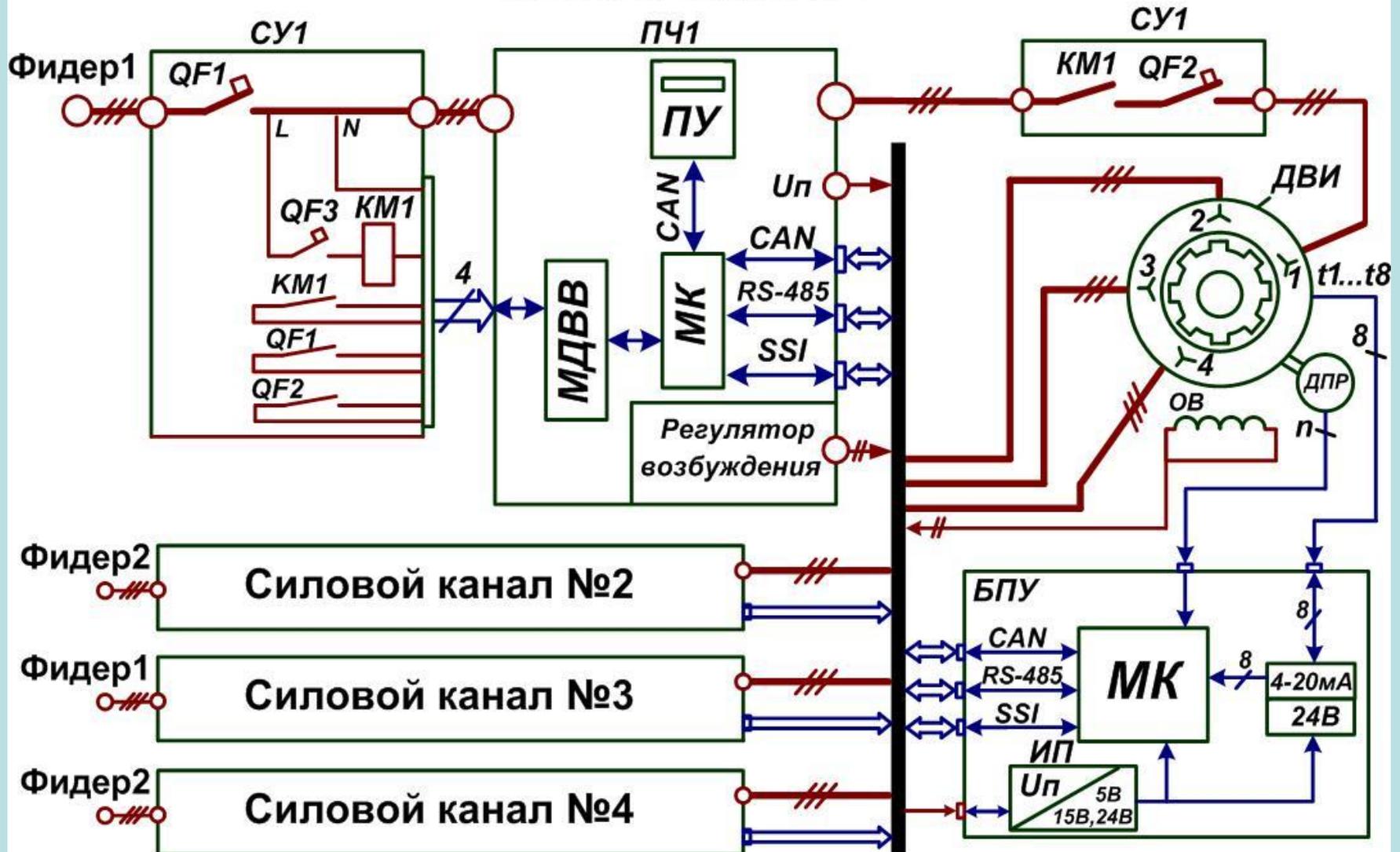
- **Надежная и длительная работа в старт-стопных, тормозных режимах и в режиме фиксации – минимизация тепловых потерь в роторе.**
- **Широкий диапазон регулирования скорости до 10000:1 и момента до 100:1 с малыми пульсациями и низким уровнем шума – за счет цифрового векторного управления.**
- **Расширенная рабочая зона при меньшей габаритной мощности- двухзонное регулирование с постоянным моментом и постоянной мощностью.**
- **Современная технология интеллектуальных распределенных систем управления: СУ секциями объединены локальной промышленной сетью CAN-Open с выходом на АСУТП по интерфейсу MOD BUS**
- **Совместимость с интеллектуальными датчиками и платами сбора информации.**
- **Оригинальные разработки, не имеющие аналогов.**

# Основные требования к электроприводу бесперебойной работы

1. Обеспечение требуемого диапазона и точности регулирования частоты вращения при высоких энергетических показателях.
2. Высокая надежность электропривода.
3. *Безостановочная работа электропривода под номинальной нагрузкой при переключении силового питания на резервный фидер.*
4. *Безостановочная работа электропривода под номинальной нагрузкой при сбое или отказе любой части электронного преобразователя.*
5. *Допустимость вывода в обслуживание или ремонт любой части преобразователя и последующее полное восстановление системы без остановки электропривода.*
6. Более низкая цена по сравнению с аналогами.

# Функциональная электрическая схема синхронного индукторного электропривода

## Силовой канал №1



# Компоненты 4-х секционного вентиляционного идукторного электродвигателя ДВИ-800-1500

Лист статора



Лист ротора



Обмотка фазы



Лист статора  
и ротора



Станина



# Компоненты 4-х секционного вентиляторно-индукторного электродвигателя ДВИ-800-1500

Статор в сборе



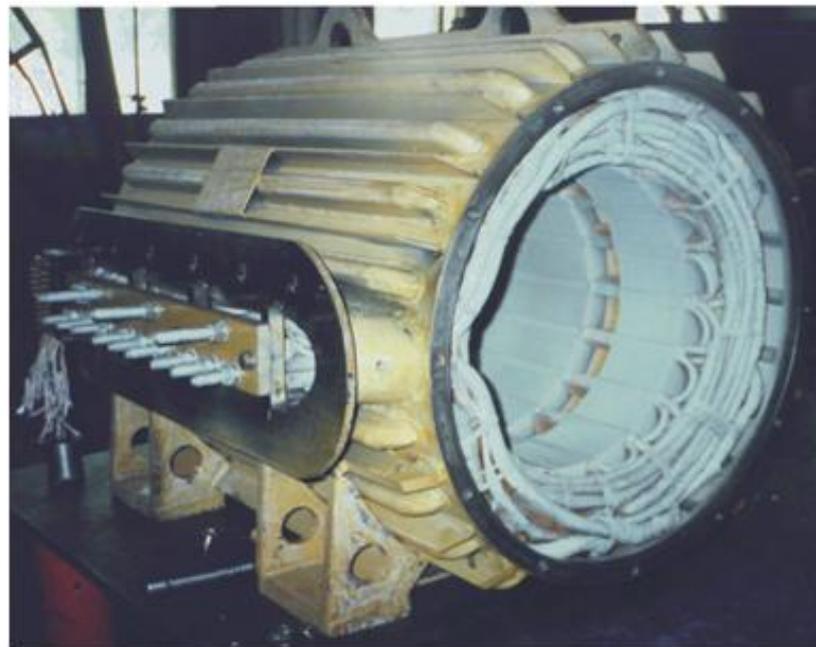
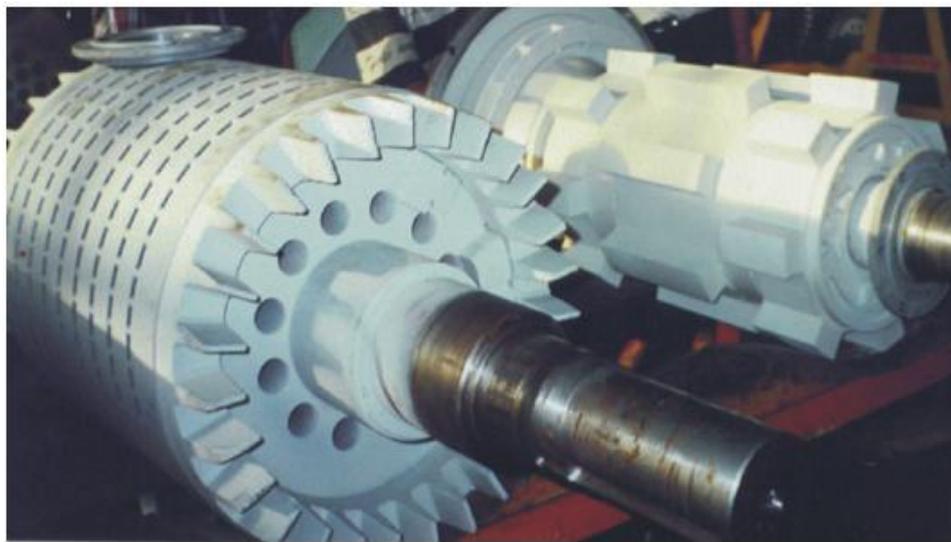
Ротор



ДВИ-800-1500



# Индукторный двигатель мощностью 500 кВт



# Комплектный электропривод 630 кВт



# Комплектный модульный ЭП сетевого насоса 630 кВт

(РТС «Коломенское»,  
г.Москвы)



# Управление подхватом вращения при переключении на резервный фидер

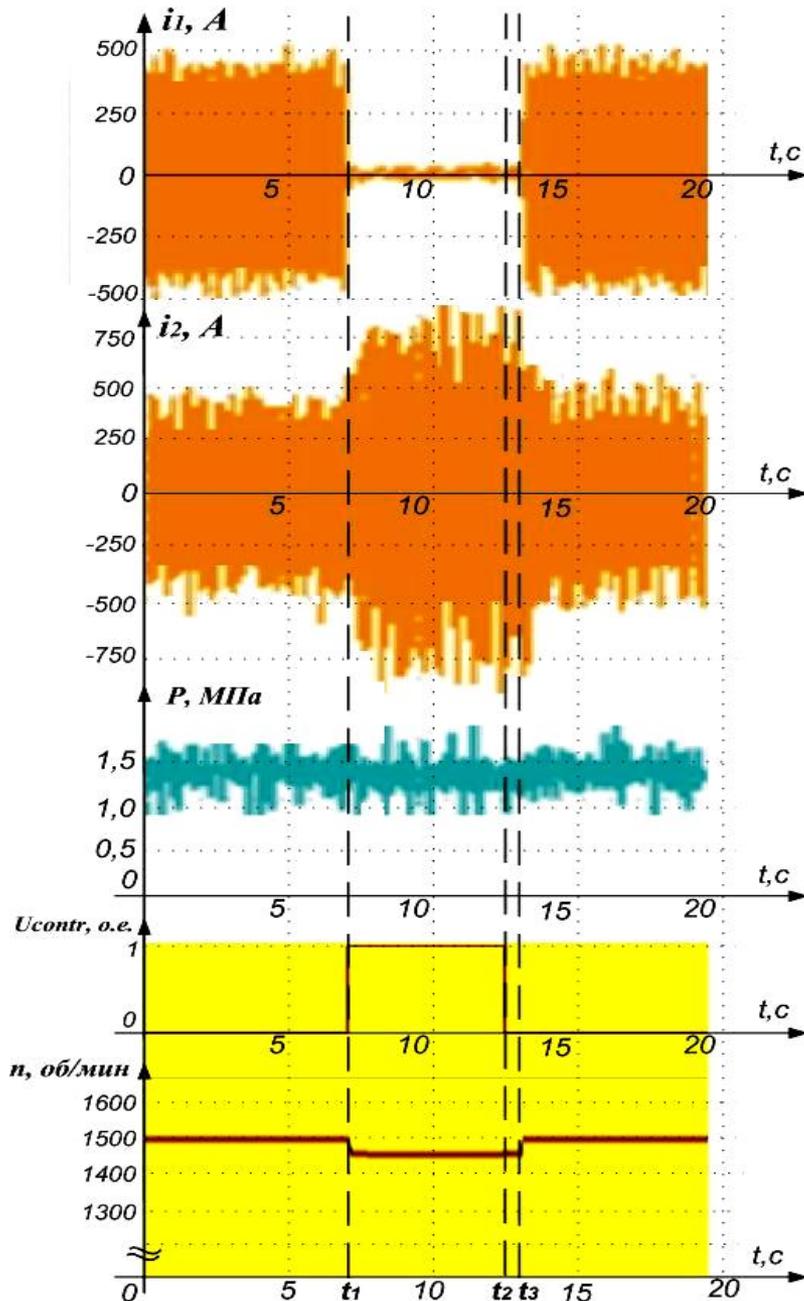
Ток в фазе двигателя  
(отключаемая часть привода)

Ток в фазе двигателя  
(неотключаемая часть привода)

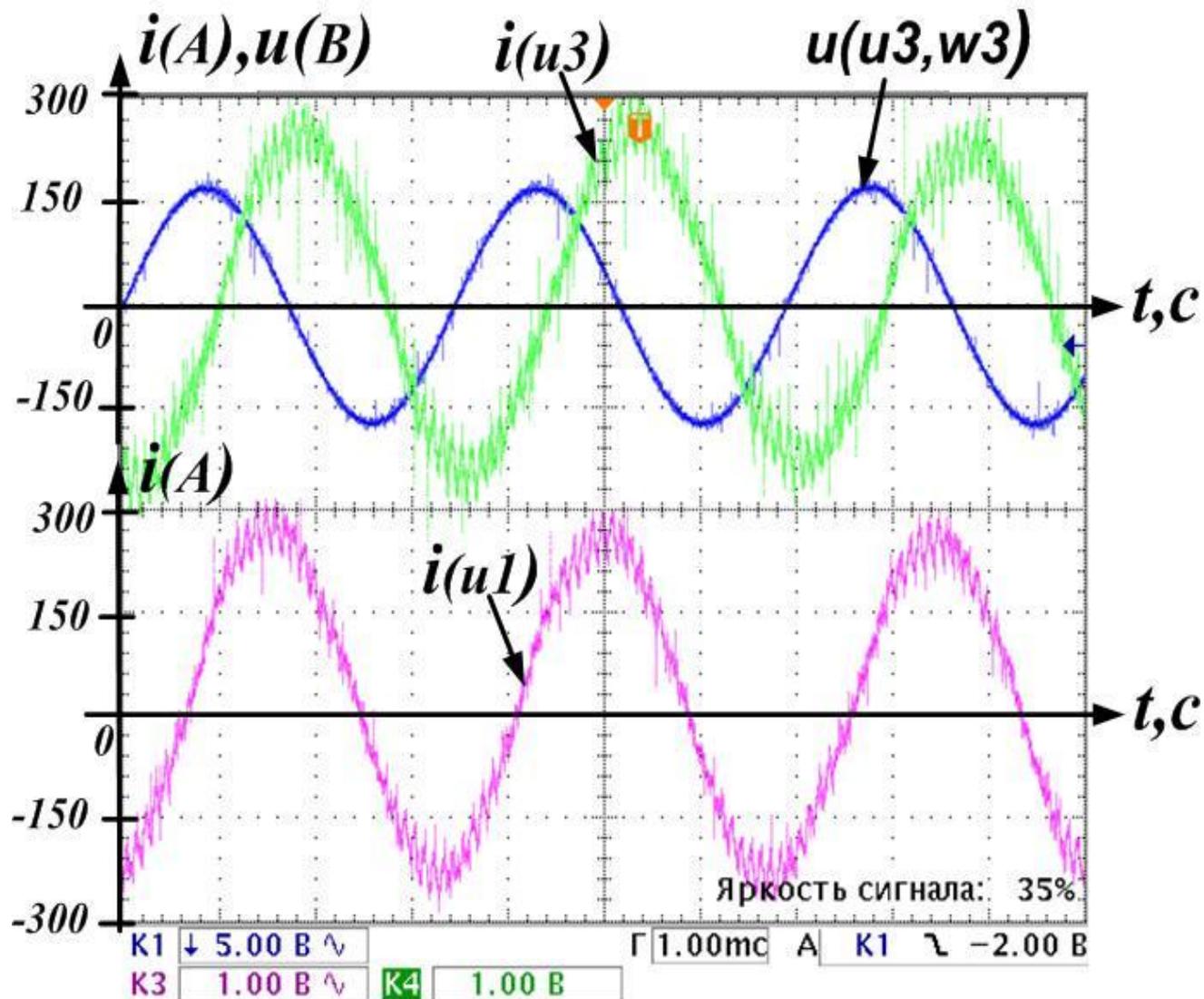
Давление на выходе насоса

Сигнал отсутствия напряжения на фидере

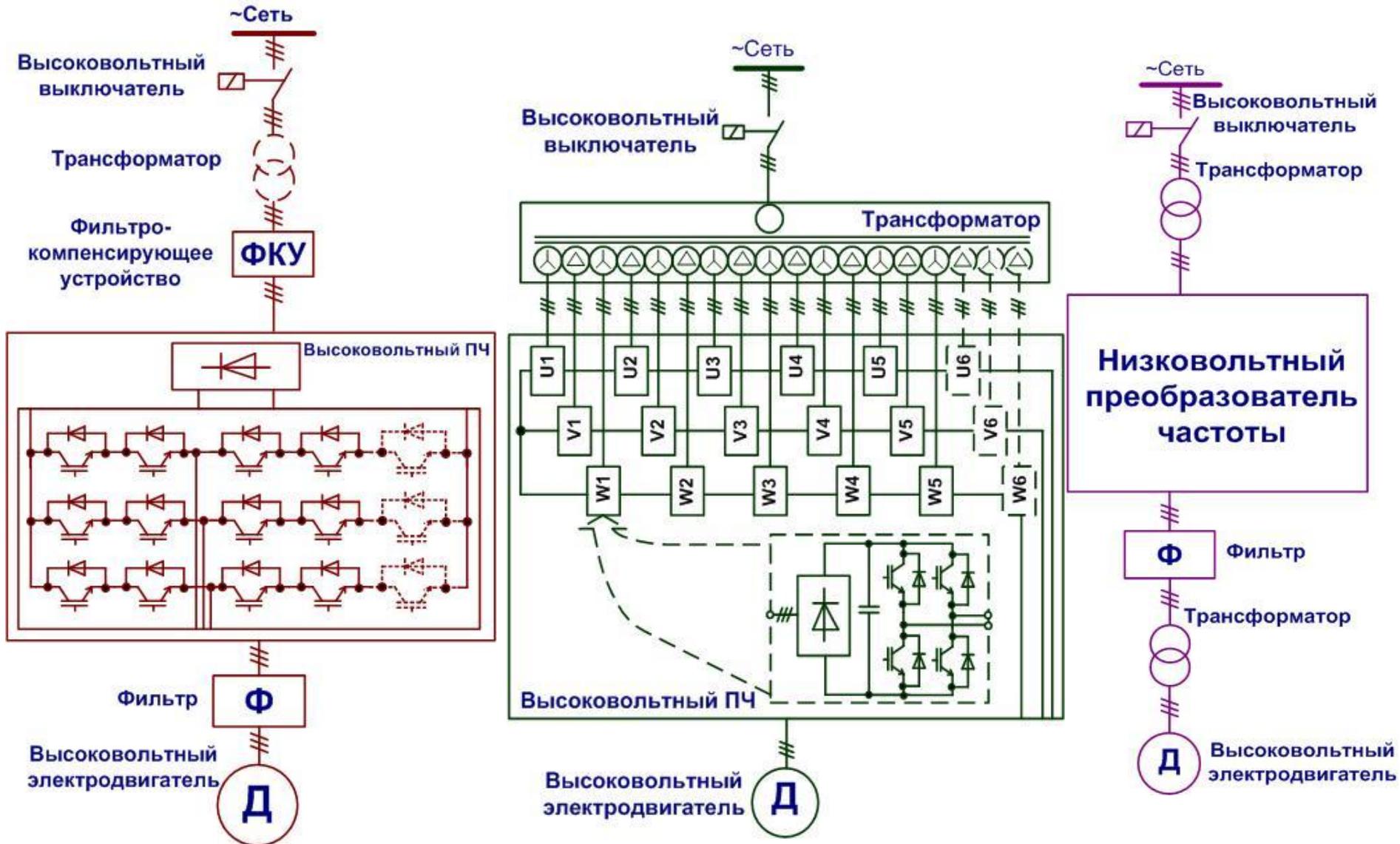
Частота вращения двигателя



# Осциллограммы фазных токов и линейного напряжения двигателя

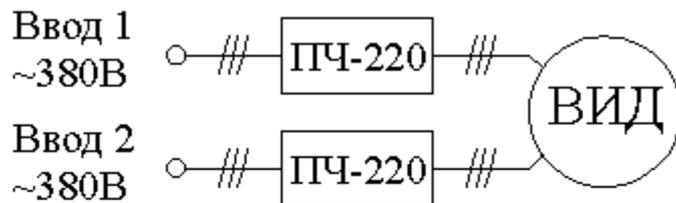


# Типовые структуры мощных регулируемых электроприводов с высоковольтными двигателями

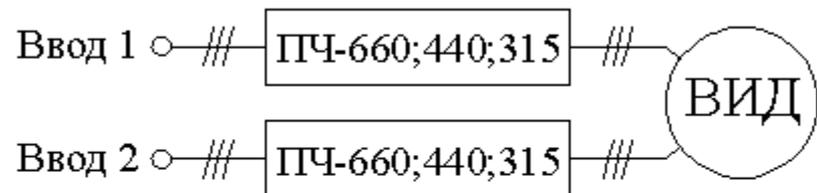


# Структура силовой части ряда комплектных электроприводов для энергетики и ЖКХ

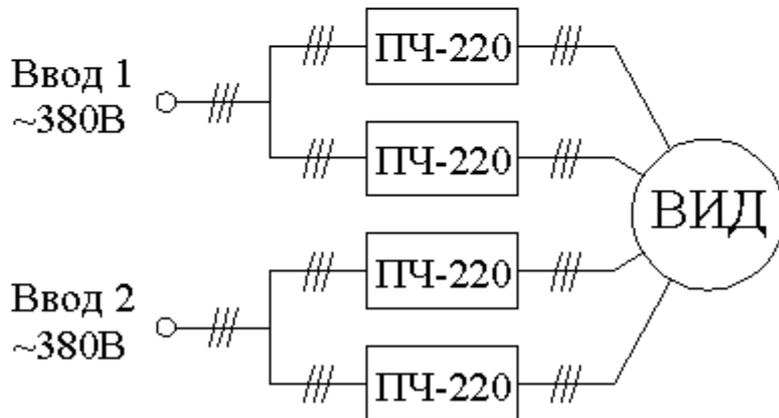
ВИП-315



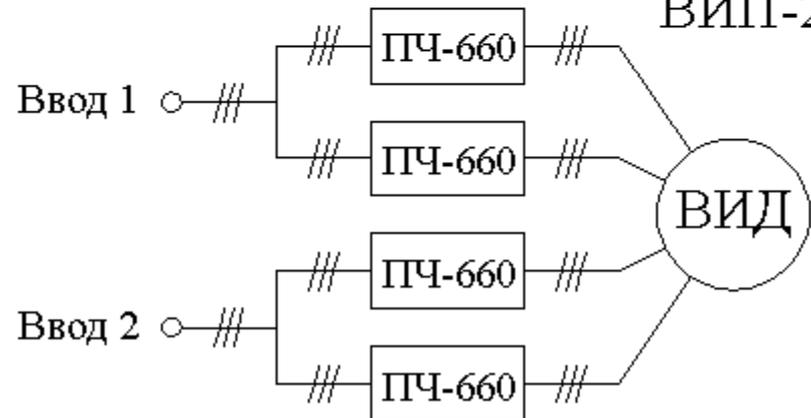
ВИП-1250, ВИП-800, ВИП-630



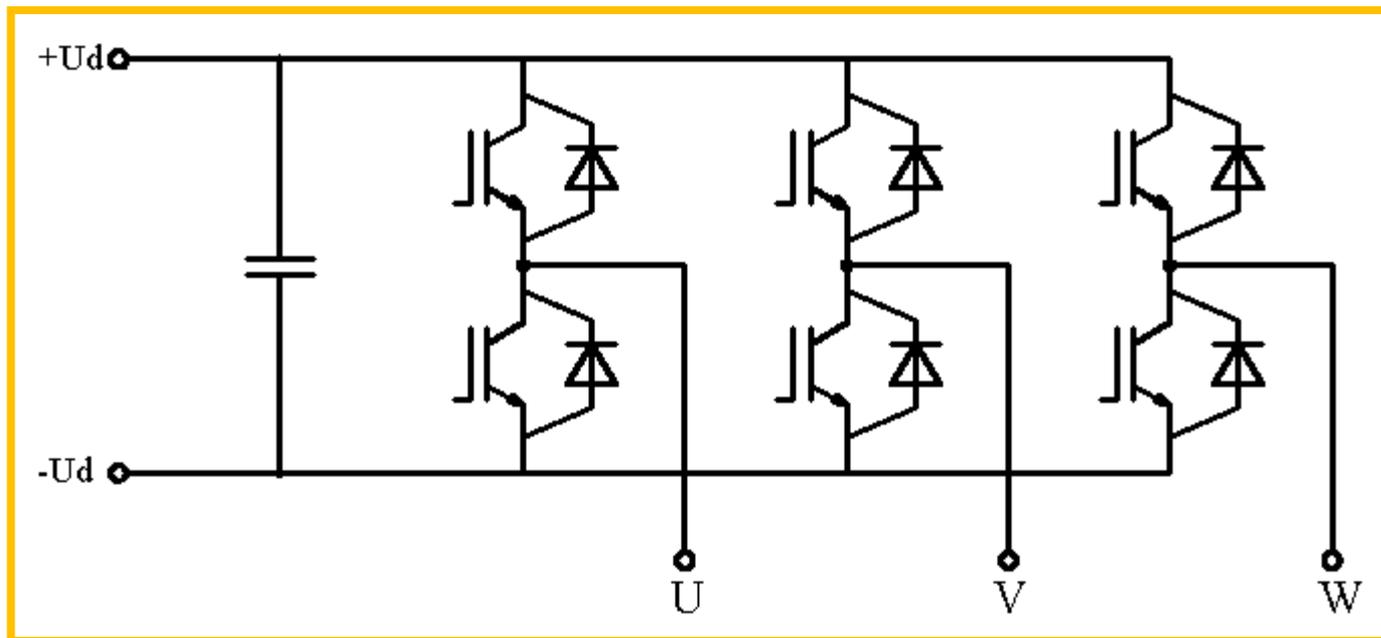
ВИП-400, ВИП-630



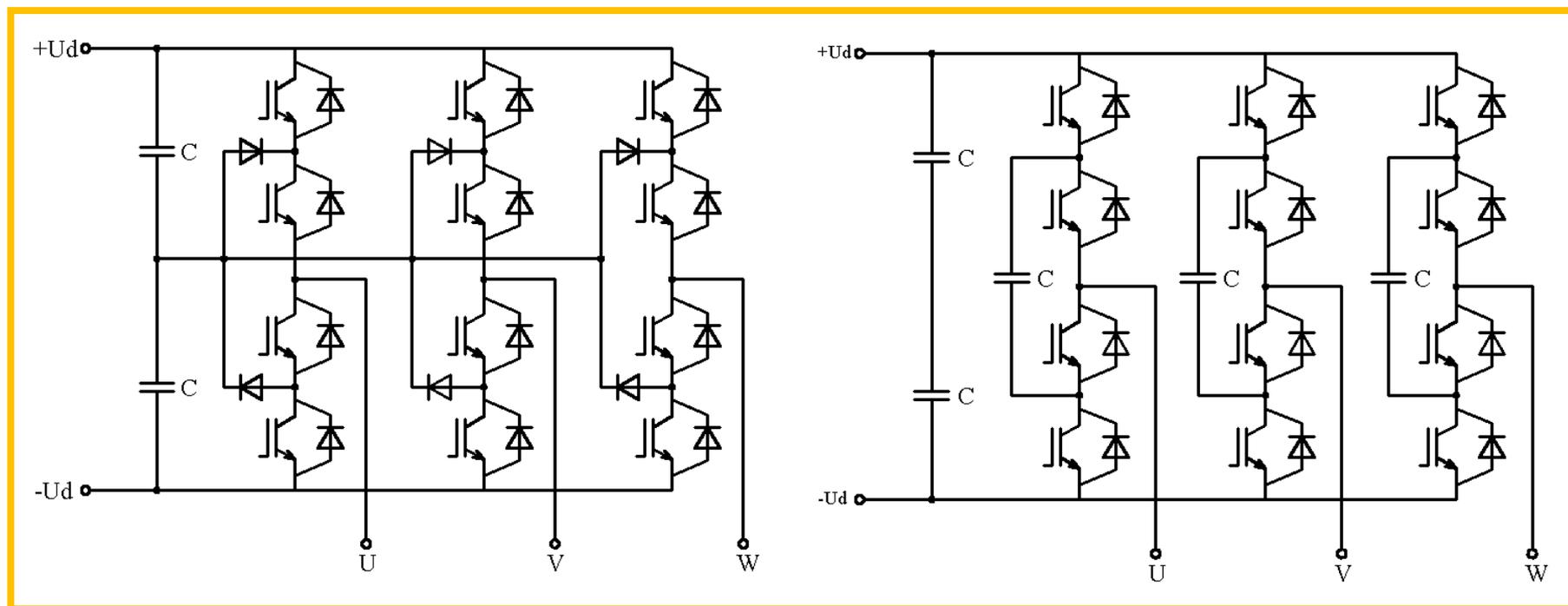
ВИП-2500



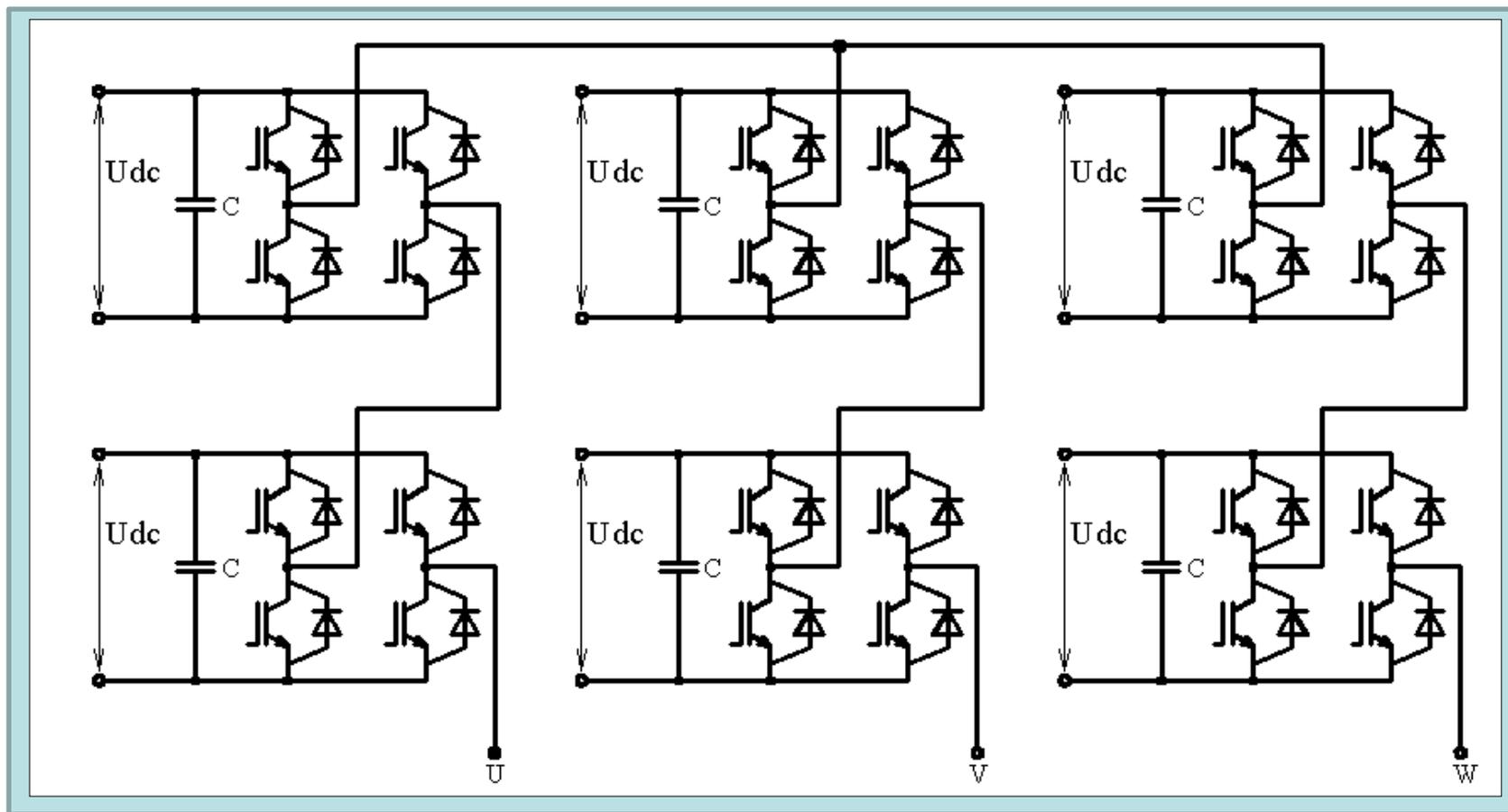
# Силовые модули для построения ряда ЭП - двухуровневый инвертор



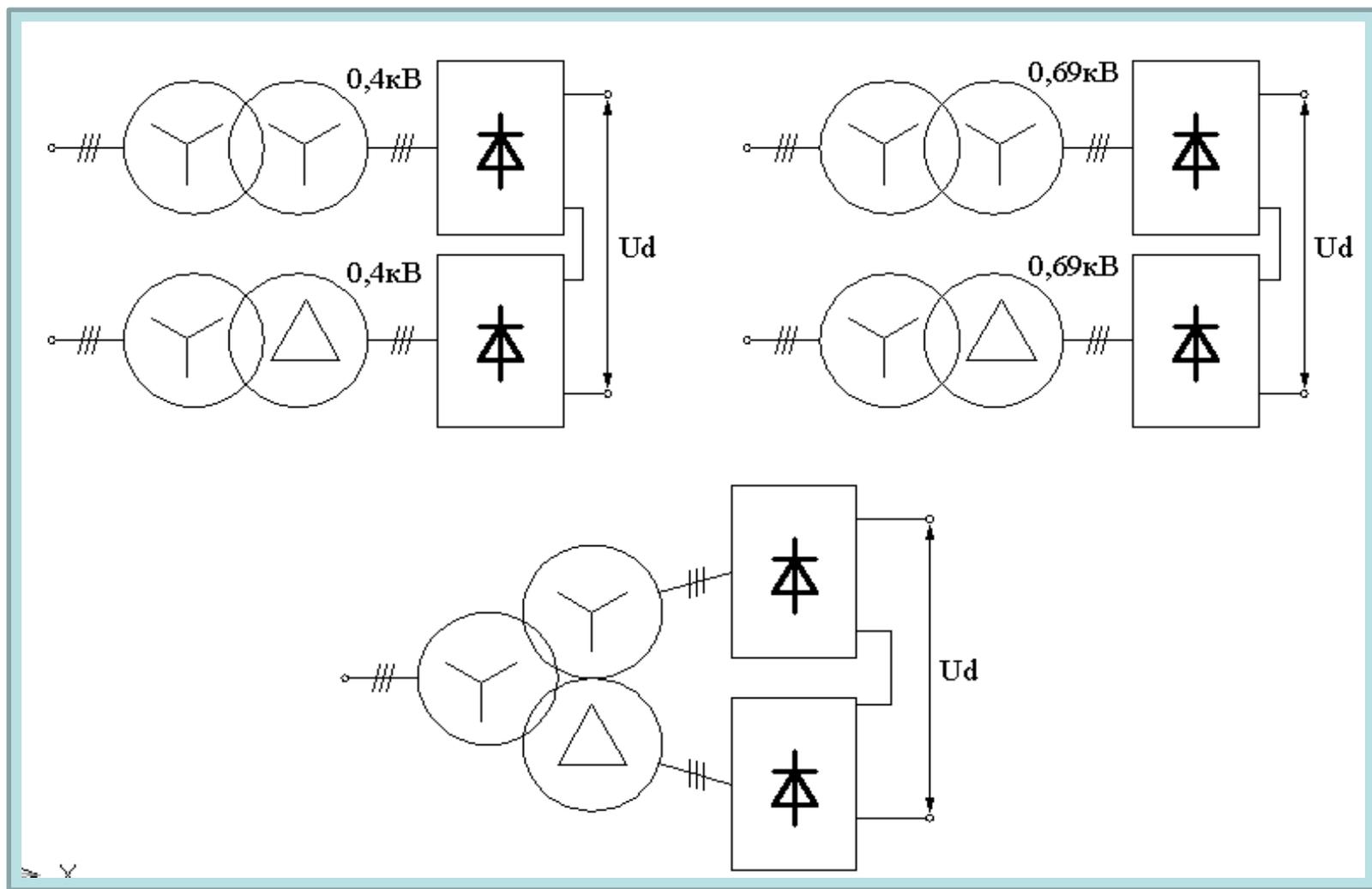
# Силовые модули для построения ряда ЭП – трех-уровневые инверторы



# Силовые модули для построения ряда ЭП – пяти-уровневый инвертор



# Силовые модули для построения ряда ЭП – варианты 12-и пульсных выпрямителей

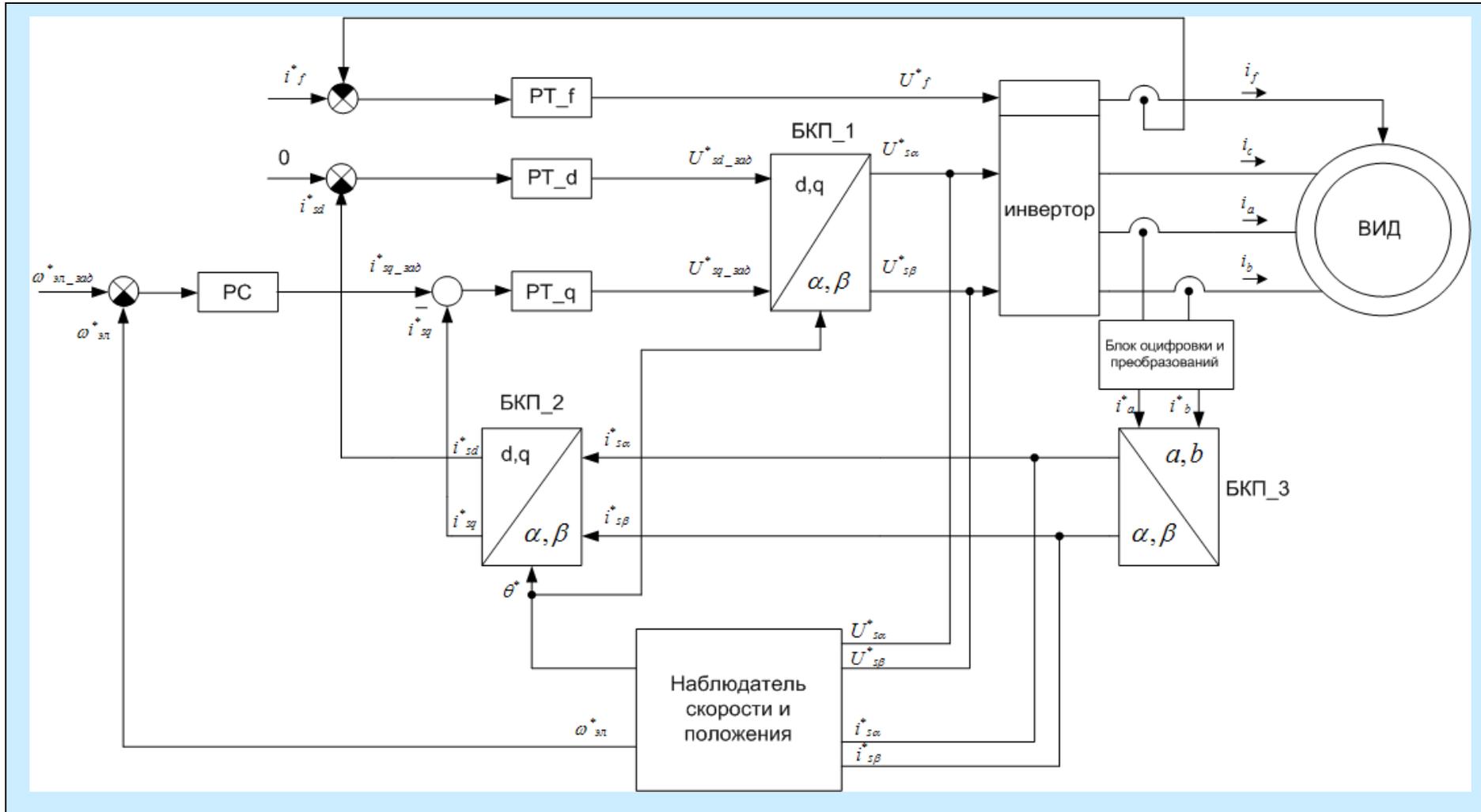


## Сравнение вариантов построения силовой части для ряда комплектных ЭП

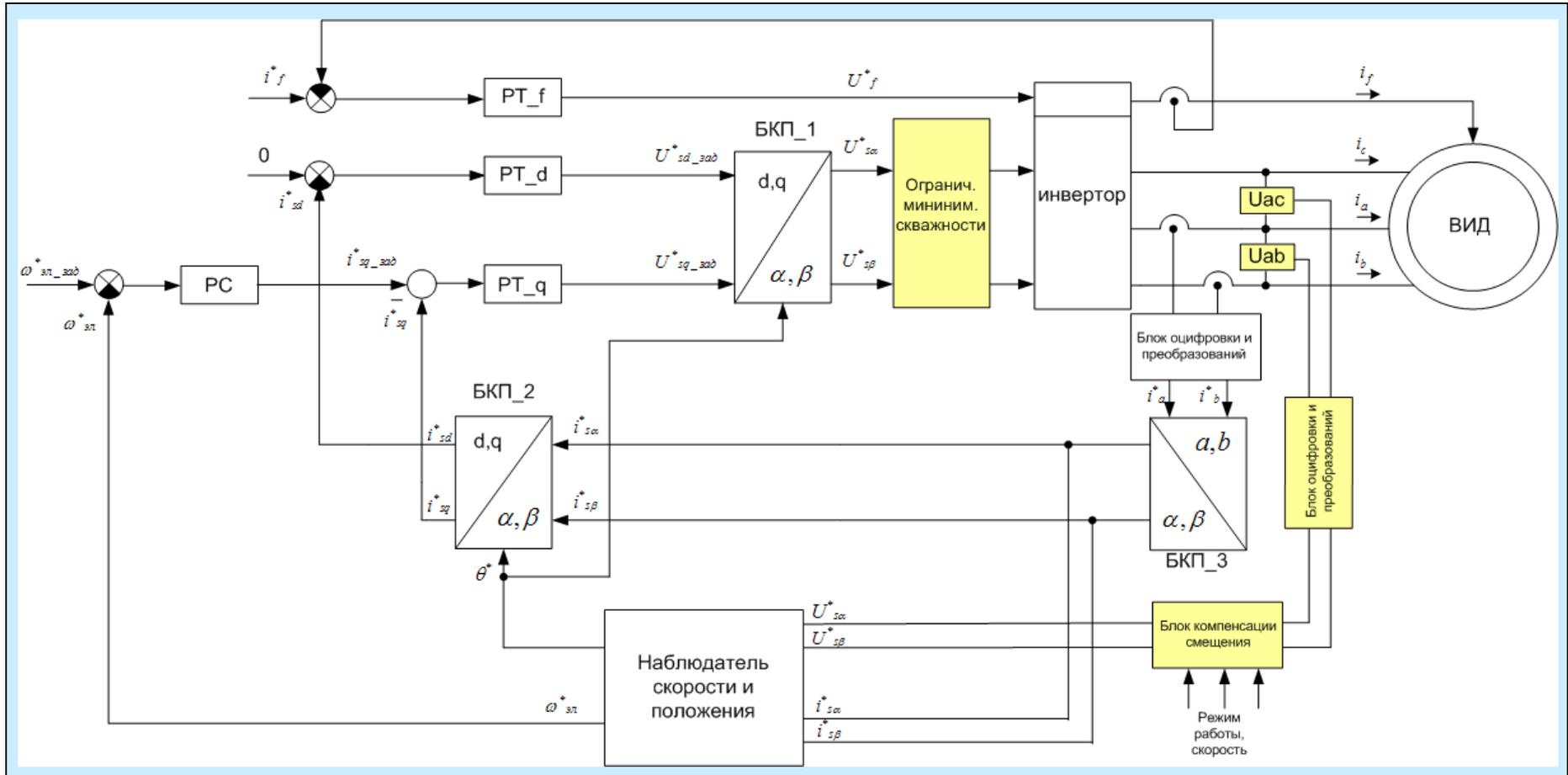
Схема инвертора	$U_d$ (В)	$K_u$	$I_m$ (А)	$N_M$	$I_C$ (А)	Модуль	$f_C$ (кГц)	$P_C$ (кВт)	$\eta$	$N_K$	$P$
№1 2L-SC	1100	25	1840	2	1020	CM1200HA-50H	2,5	7,6	-	12	36
№2 3L-NPC VSC	1100	12	1840	2	1020	CM1400DU-24NF	27,1	0,74	0,972	24	40,3
№3 3L-NPC VSC	1900	17	1080	1	1080	CM1200DB-34N	11	1,5	0,972	12	24,5
№4 3L-NPC VSC	1900	17	1080	2	600	CM800DY-34N	16,3	1,1	0,959	24	32,6



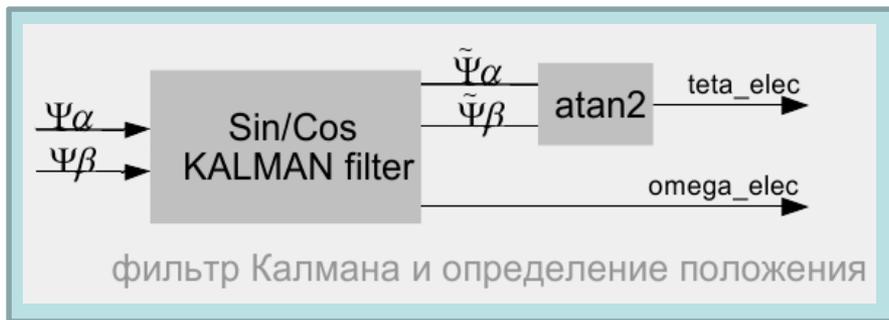
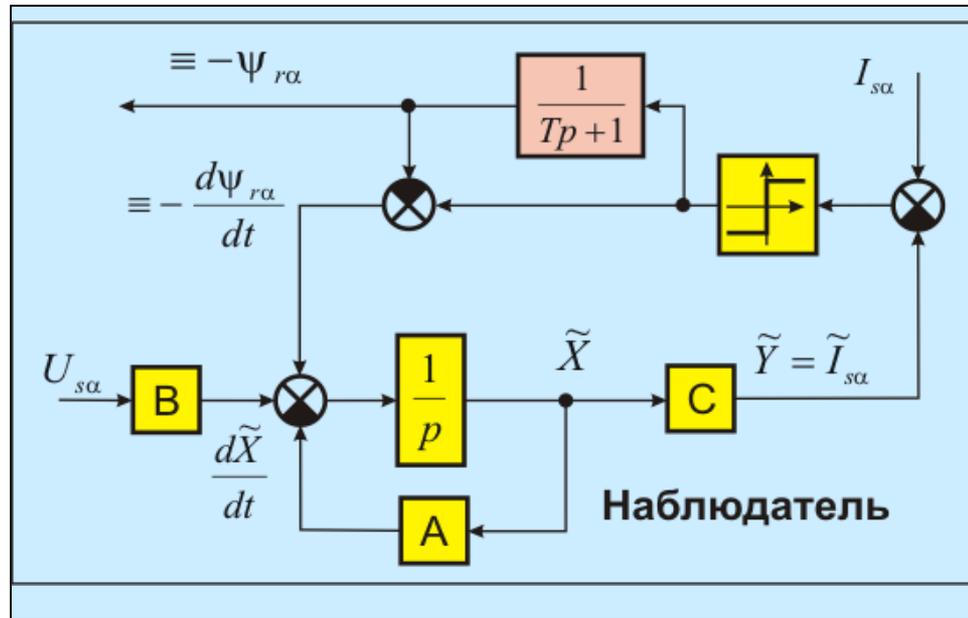
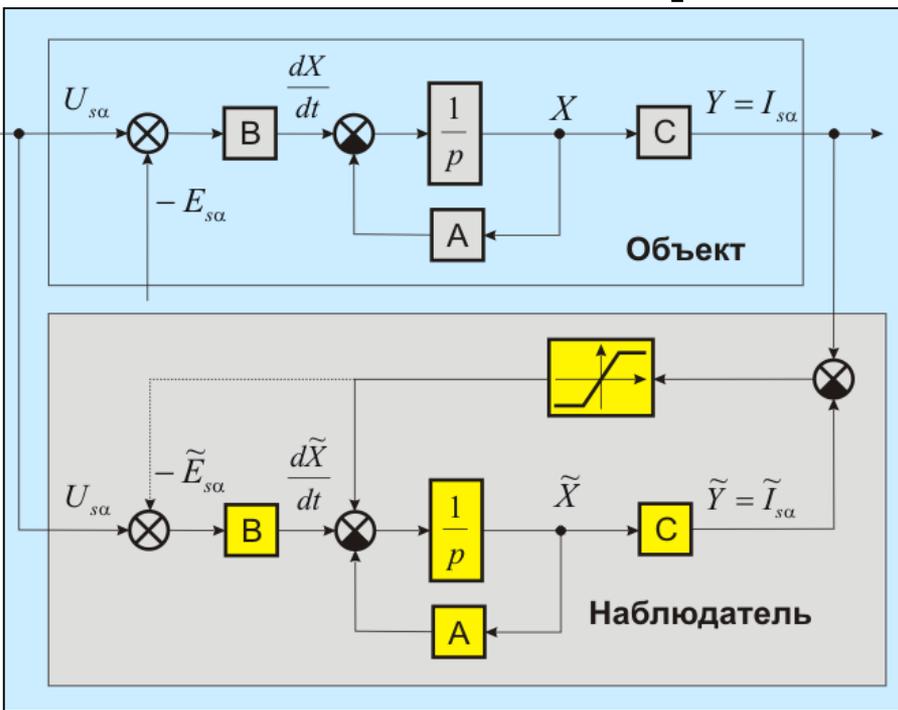
# Базовая структура векторного бездатчикового управления ВИД



# Модифицированная система векторного бездатчикового управления ВИД

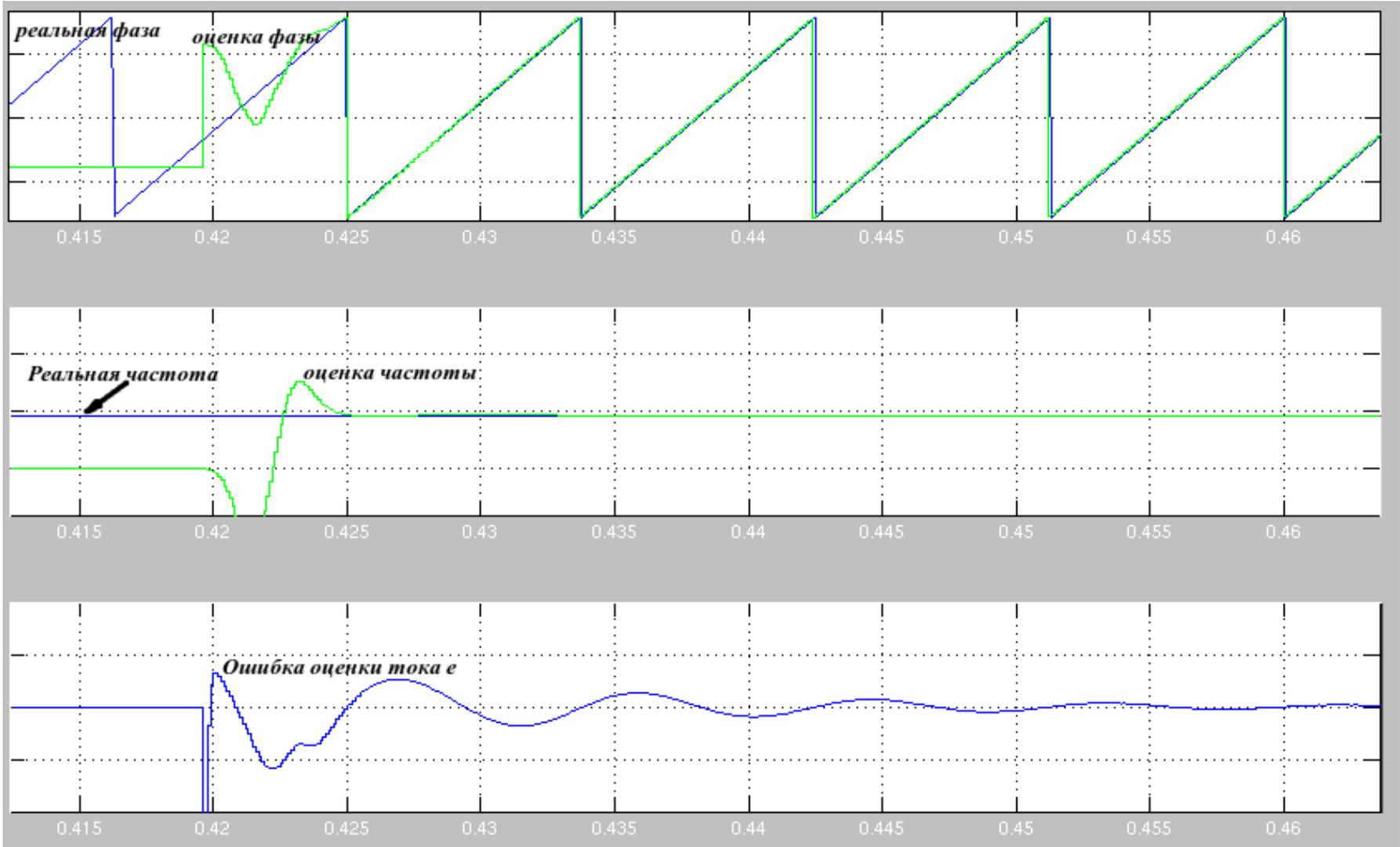


# Структуры наблюдателей-прототипов для реализации БДВУ

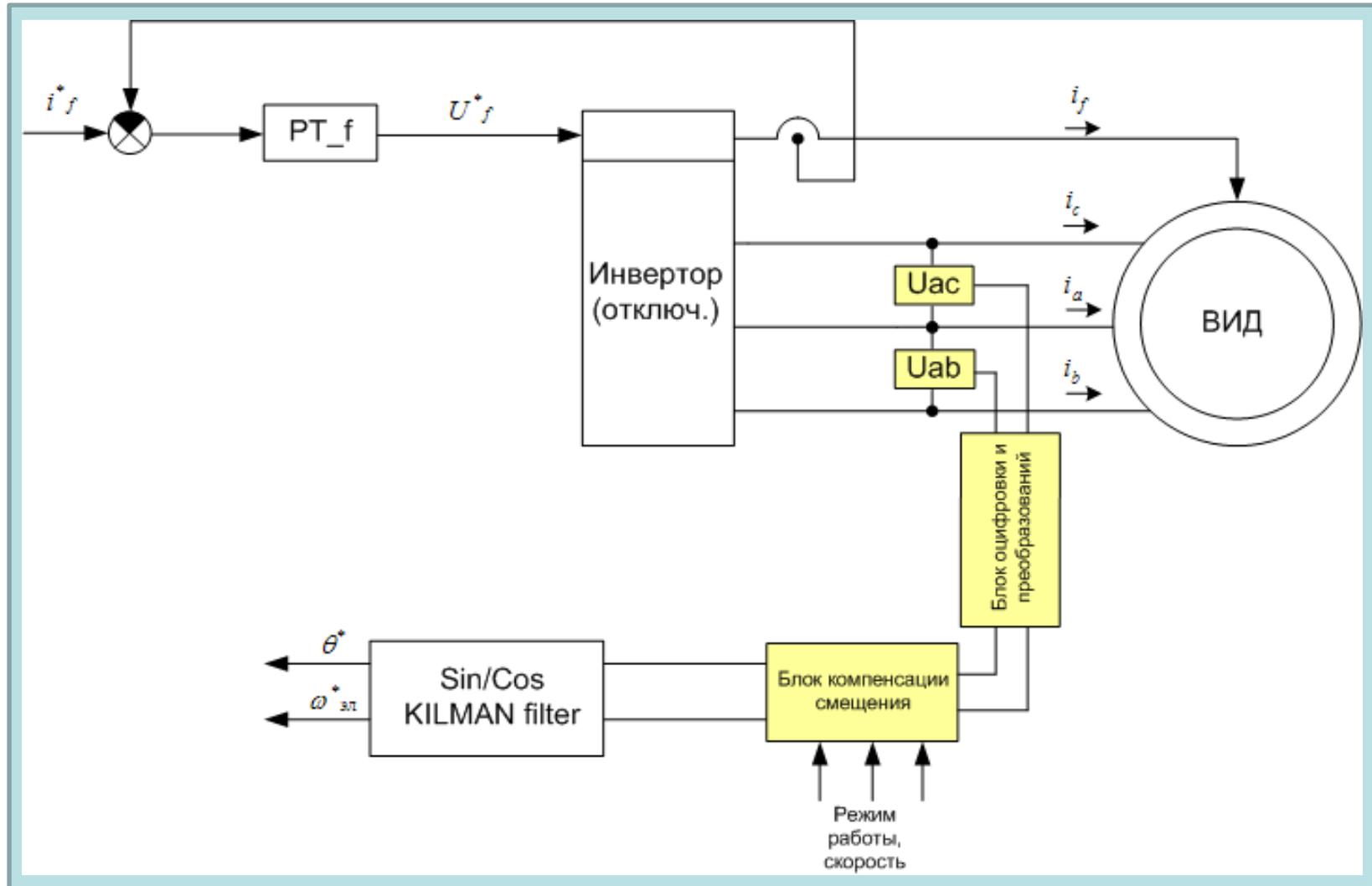




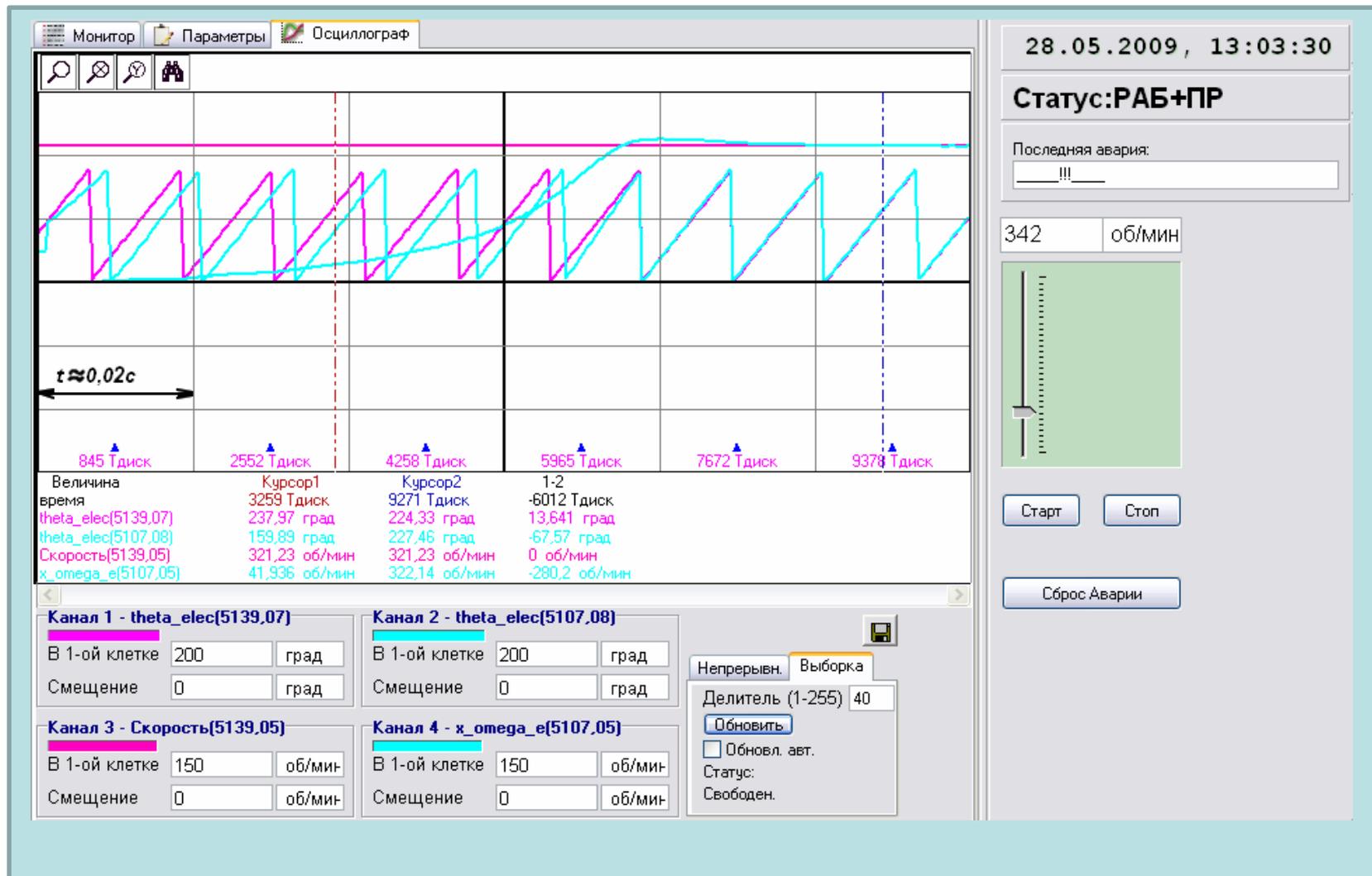
# Наблюдатель с отсутствием ошибки оценки тока



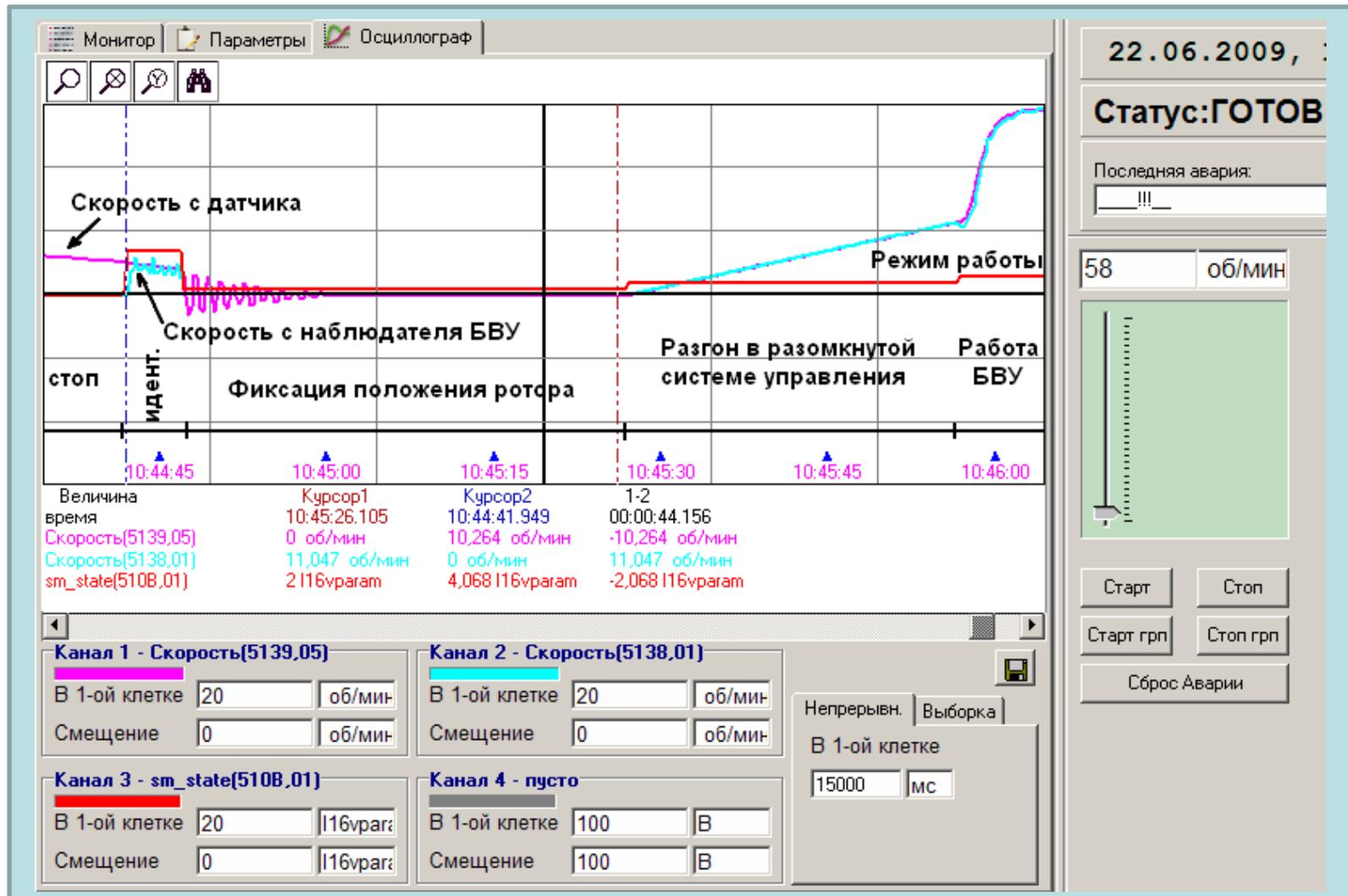
# Структура системы управления при подхвате



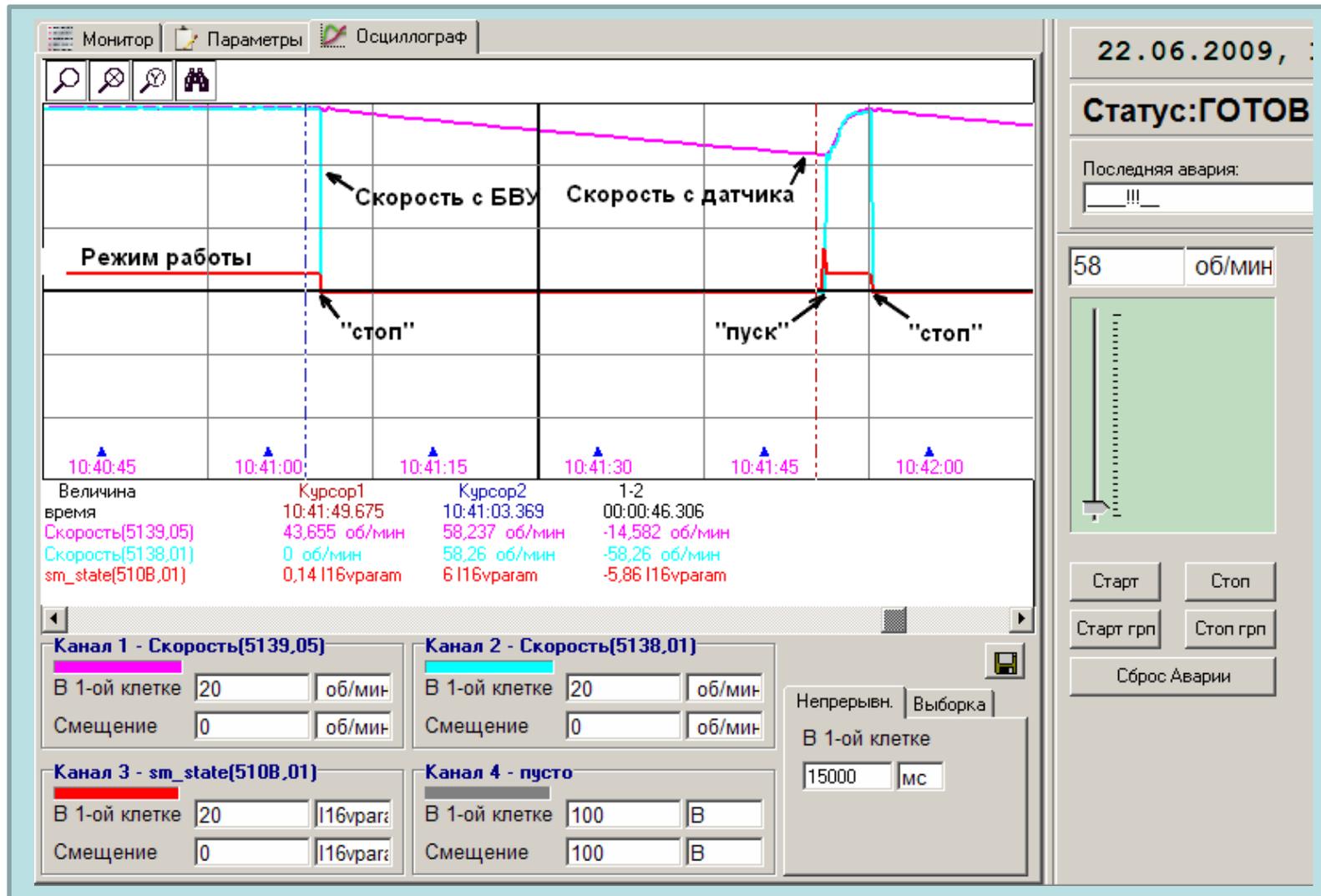
# Работа системы БДВУ при подхвате



# Бездатчиковый пуск комплектного ВИП



# Подхват в системе БДВУ



# Работа системы БДВУ при пропадании питания

