

# **Синтез моделей в переменных состояния для многоканальных ветроэлектрогенерирующих систем**

Алексеевский Дмитрий Геннадиевич  
*Запорожская государственная инженерная академия*

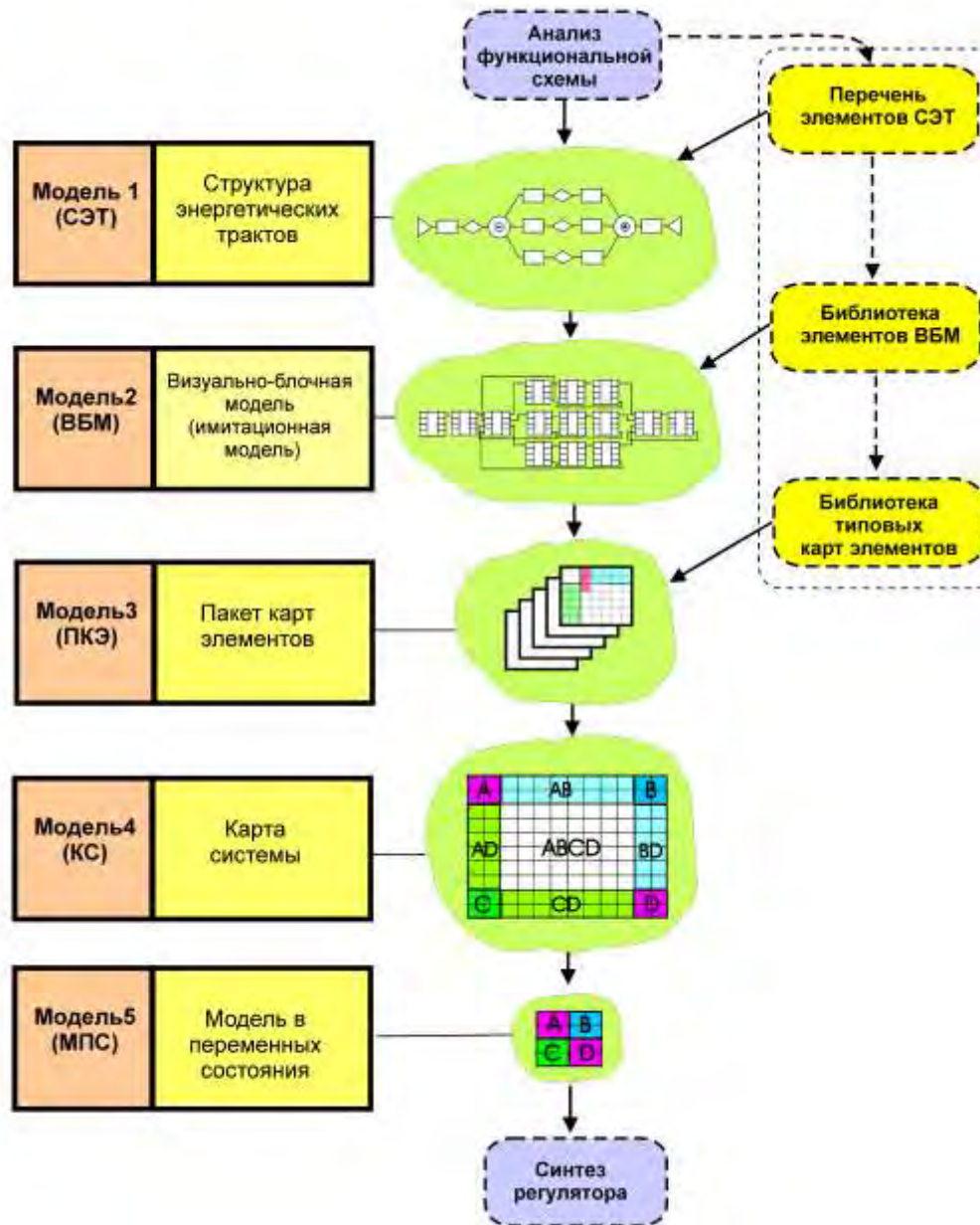
80%

20%

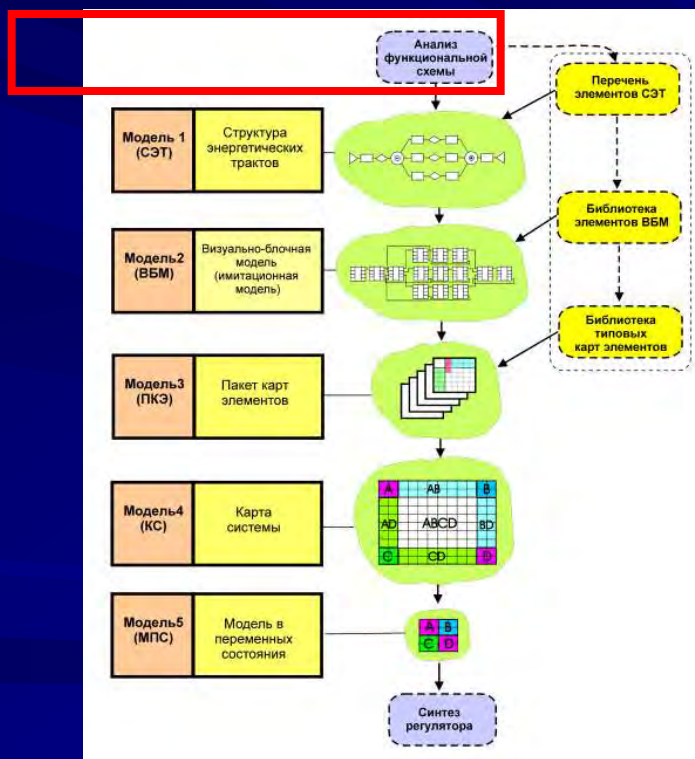
Процедура синтеза  
математической модели  
объекта управления

Процедура  
синтеза регулятора

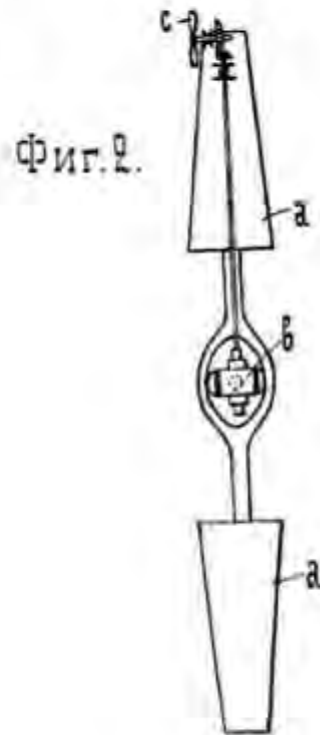
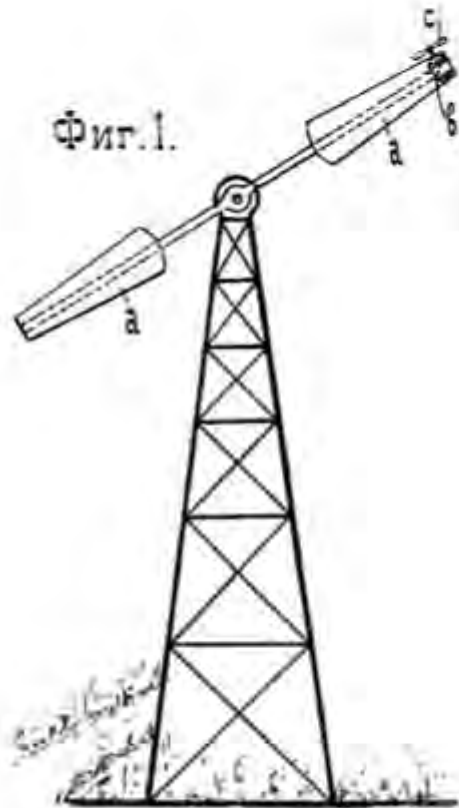
Синтез  
системы управления



# Конструкции ВЭУ с аэродинамическим мультиплицированием ADM WPP (краткий обзор)



## Конструкції ADMWPP



№1457                    1929 р.  
Вітроелектричний генератор  
Уфiмцев А.Г.

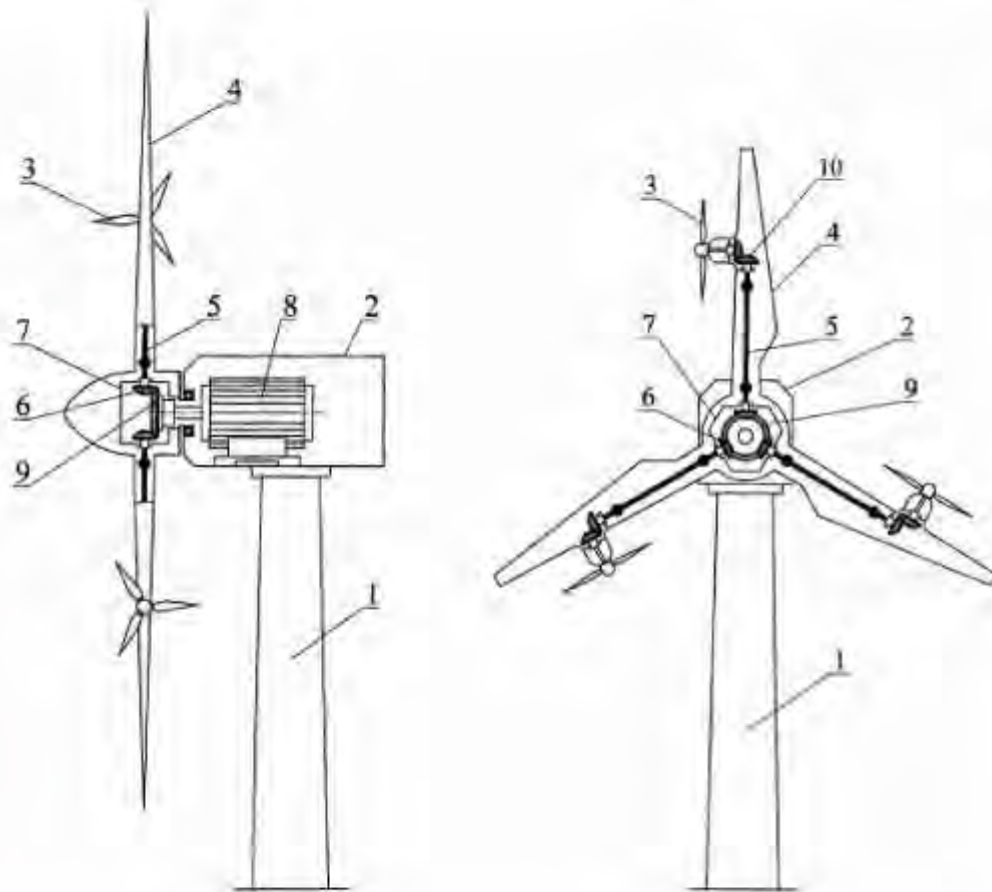
## Конструкції ADMWPP

UA 76785

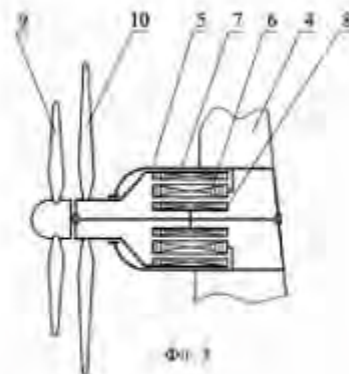
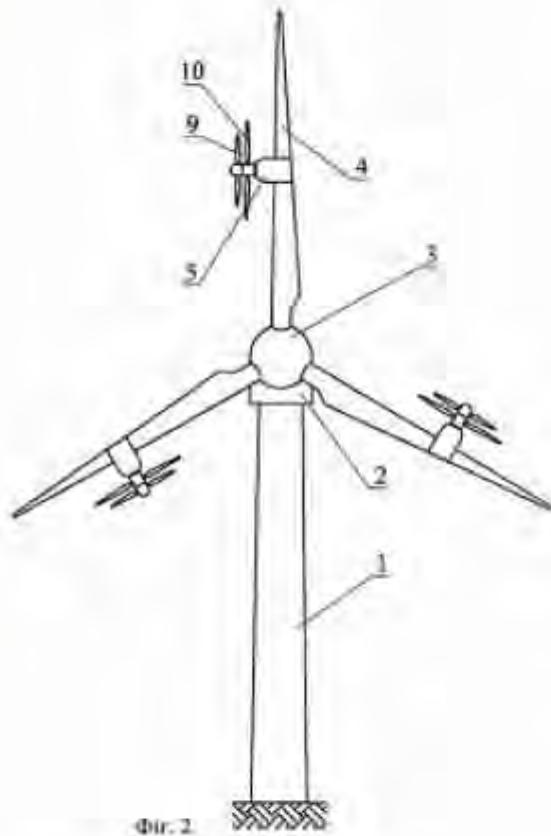
2006 р.

Вітродвігун

Голубенко Н.С.



## Конструкції ADMWPP



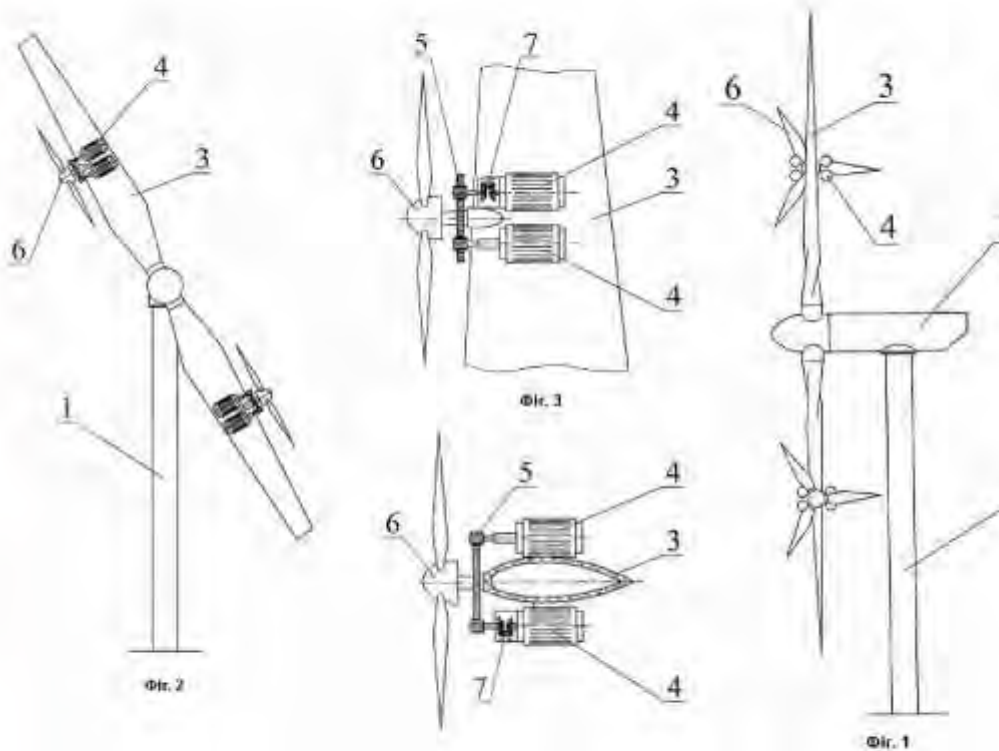
UA 76894

2006 р.

Вітродвігун

Голубенко Н.С.

## Конструкції ADMWPP



UA 80576

2007 р.

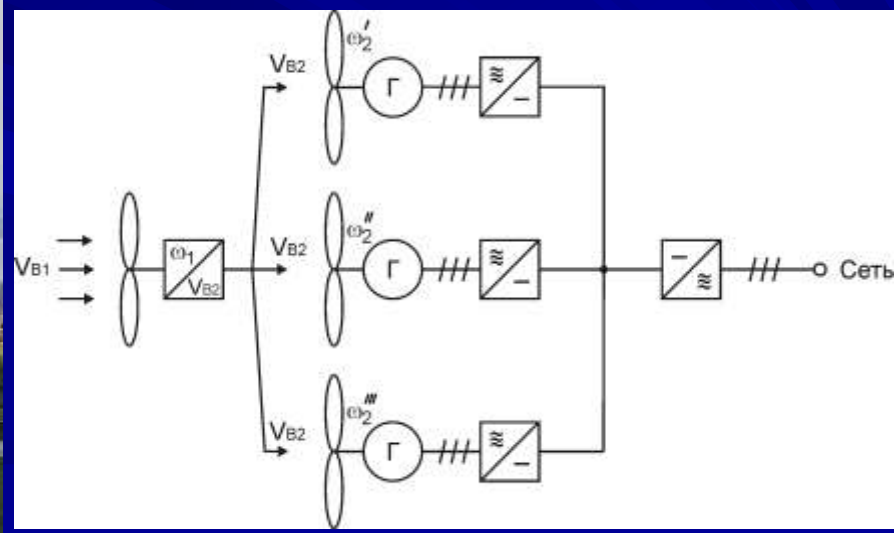
Вітродвігун

Голубенко Н.С.





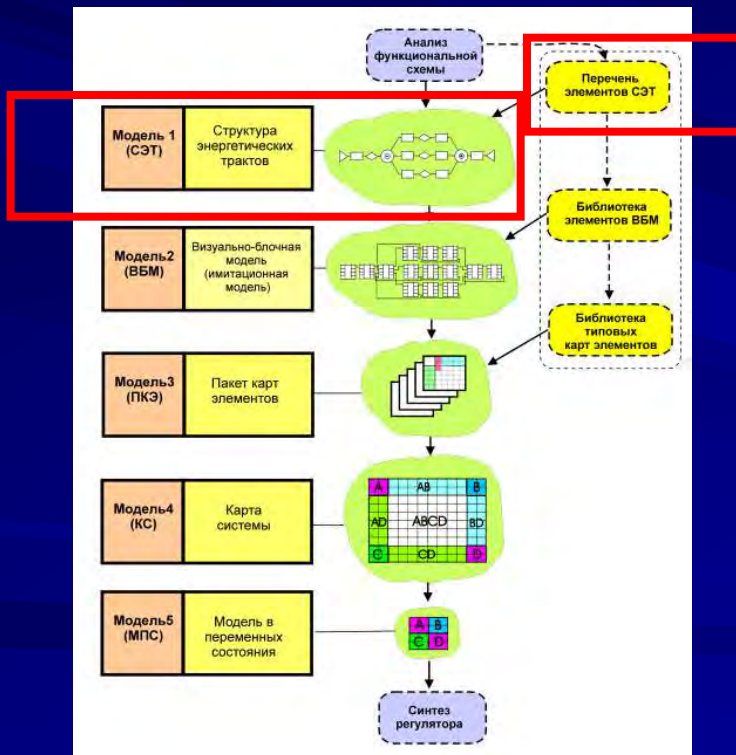
# ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ТГ-750М









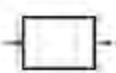

















Источник: [www.group.com](http://www.group.com)

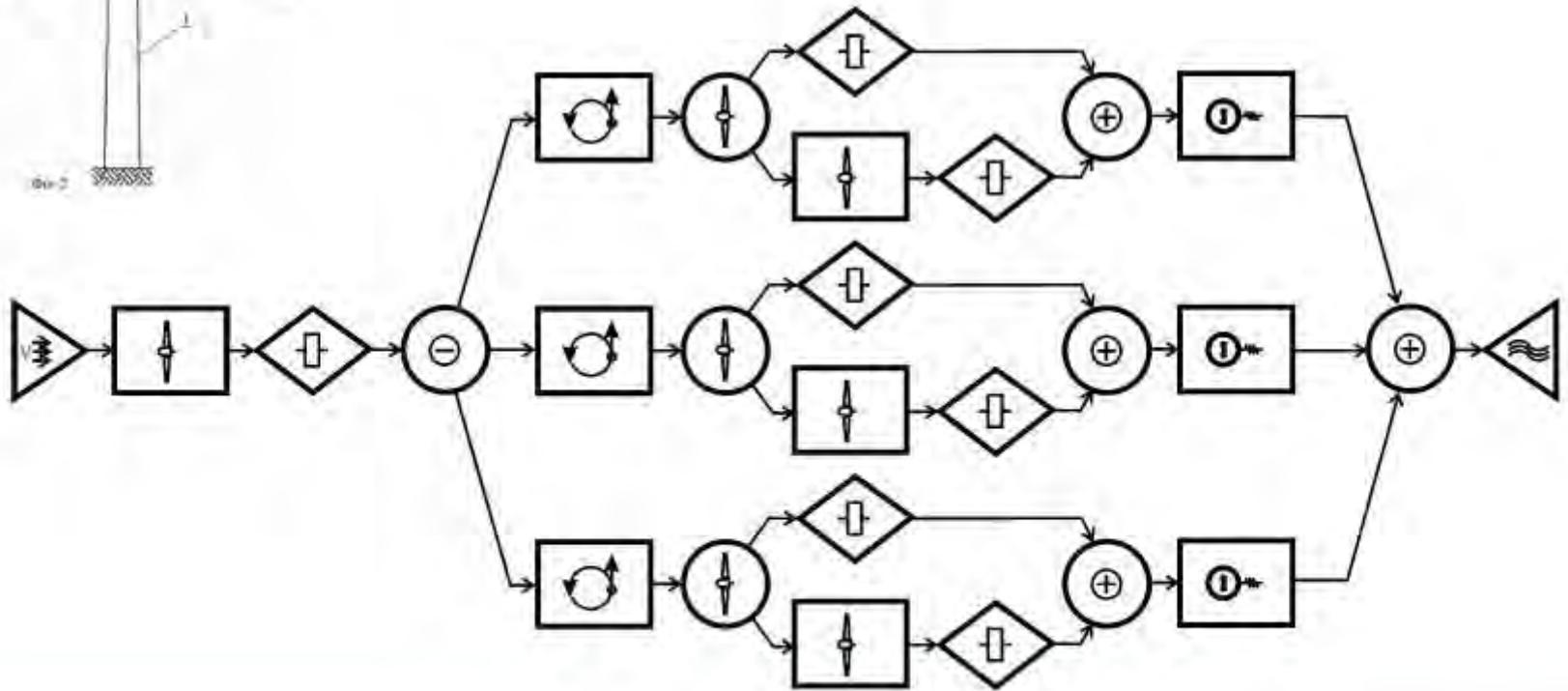
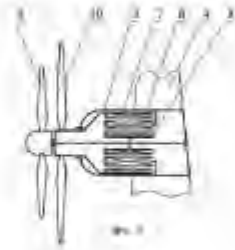
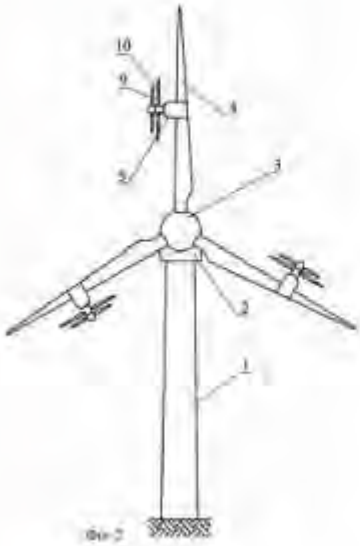
1. Больше количество нелинейных элементов модели
2. Более высокий порядок системы
3. Наличие разветвленных трактов преобразования мощности

# Схемы энергетических трактов (СЭТ)

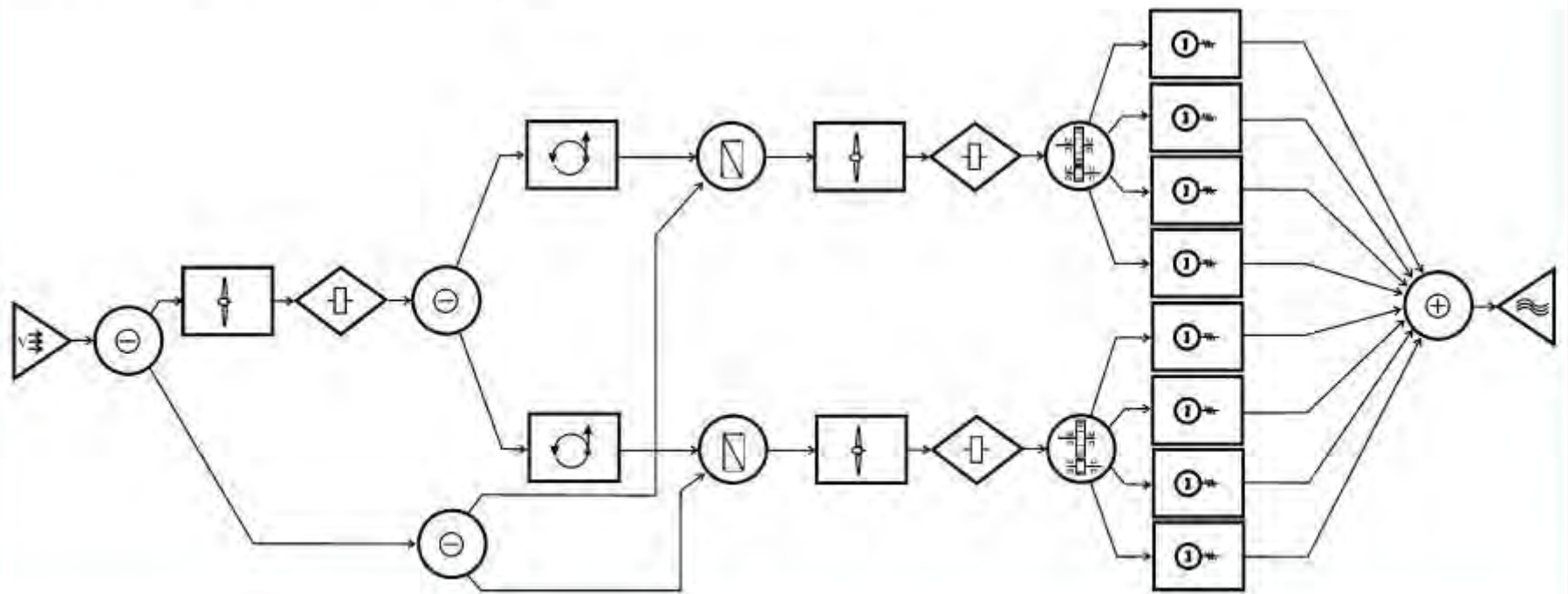
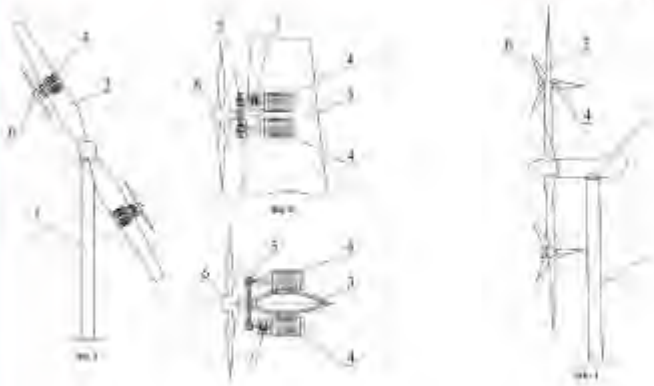


Структурный уровень		Функциональный уровень					
Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Источник энергии		Ветро турбина		Индуктивность		Простое распределение энергии	
Приемник энергии		Ветровой поток		Емкость		Векторная сумма	
Преобразователь энергии		Синхронный генератор с постоянными магнитами		Инерционный накопитель		Электрическая машина с фазным ротором	
Накопитель энергии		Электрическая сеть		Преобразование вращательного движения в поступательное		Механическая передача	
Распределительный энергетический узел		Неуправляемый выпрямитель		Импульсный преобразователь постоянного напряжения		Трехфазный трансформатор	
Консолидирующий энергетический узел		Тиристорный инвертор		Простая консолидация потоков энергии		Управляемый трехфазный мост	

## Схеми енергетичних трактів



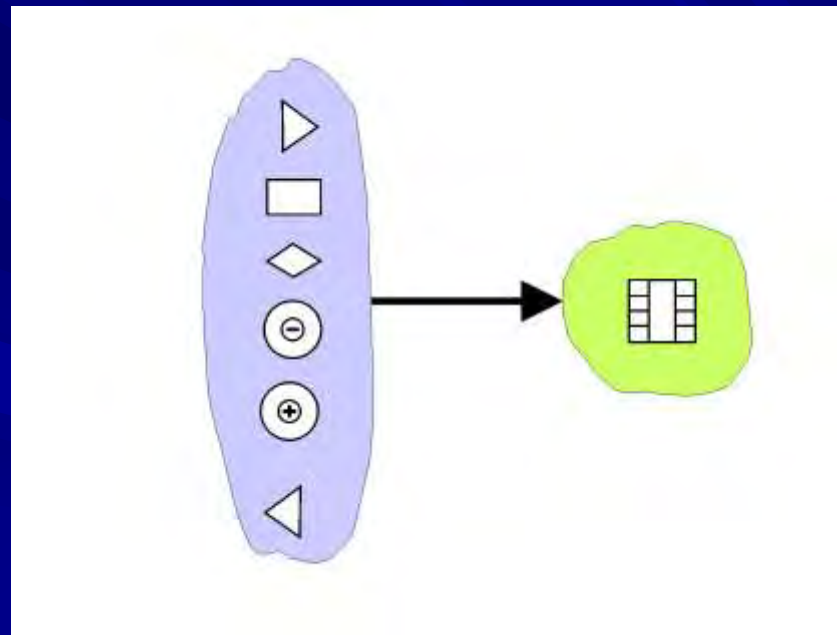
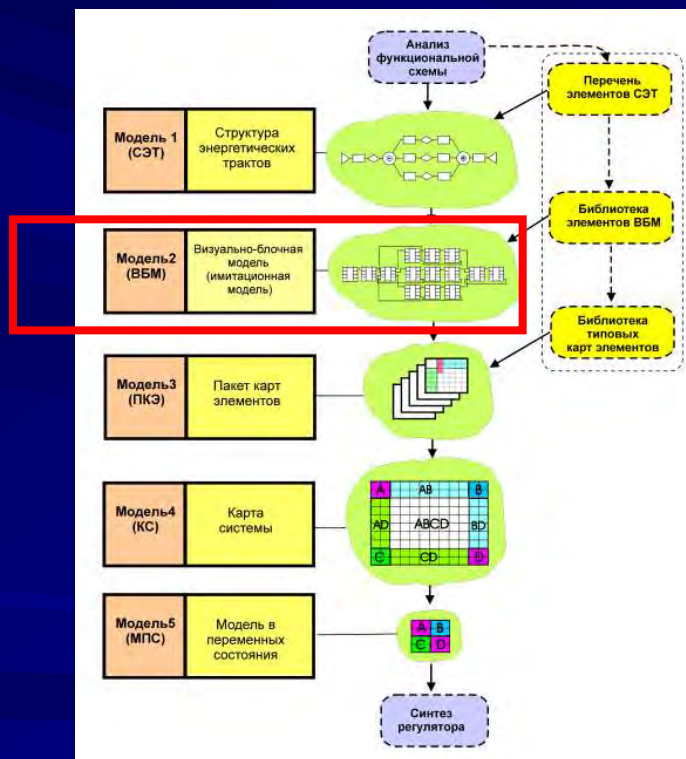
## Схеми енергетичних трактів



## Применение СЭТ

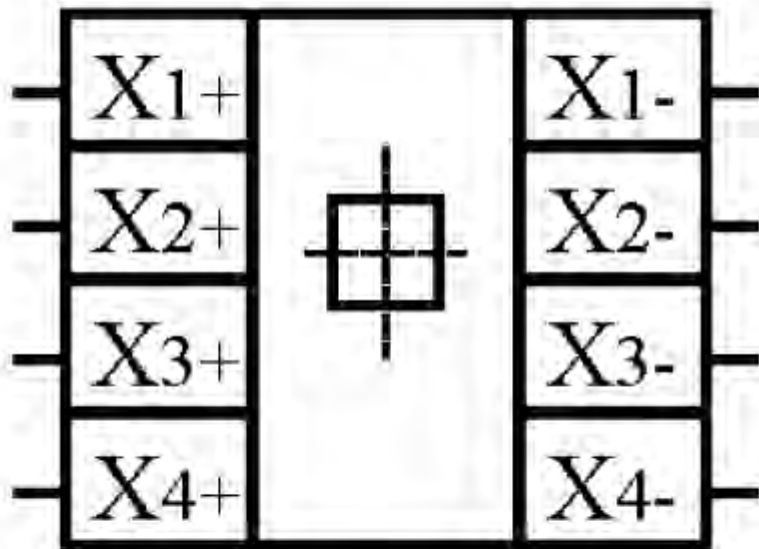
1. Формализация описания структуры электромеханических систем ADM WPP (существующих и перспективных)
2. Визуализация процессов преобразования энергии в ADM WPP (важна для процесса подготовки специалистов)
3. Упрощение процедуры структурной и параметрической оптимизация
4. Формирование библиотек компонентов
5. Синтез имитационной модели системы на основе библиотек компонентов (следующий этап)

# Визуально-блочные модели ADM WPP (ВБМ)

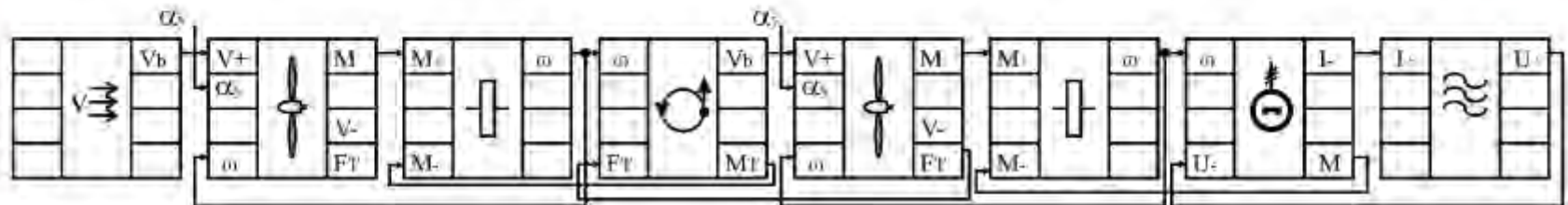




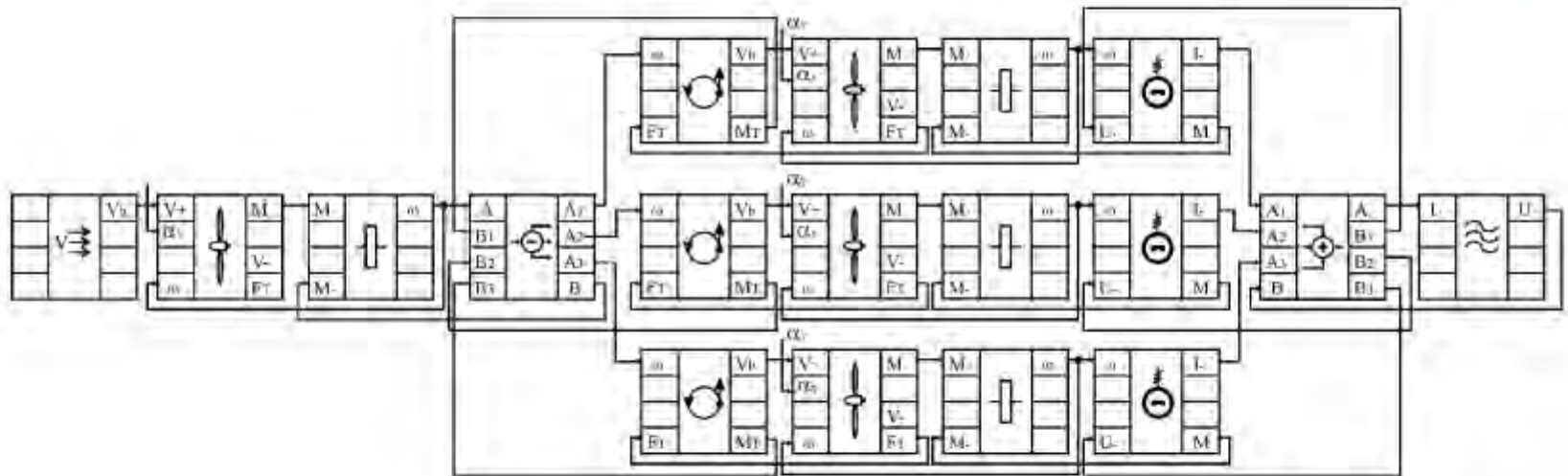
## Візуально-блочні моделі ADM WPP



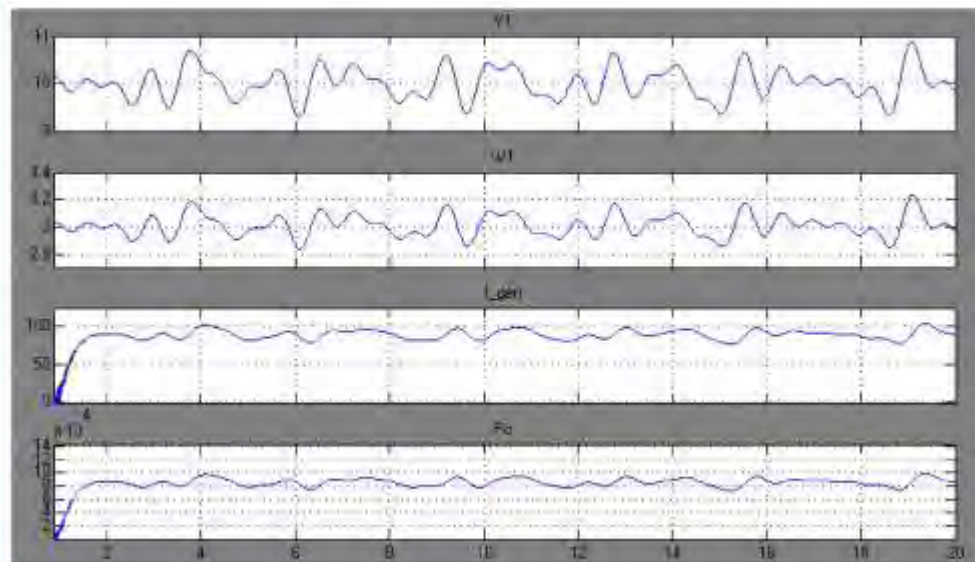
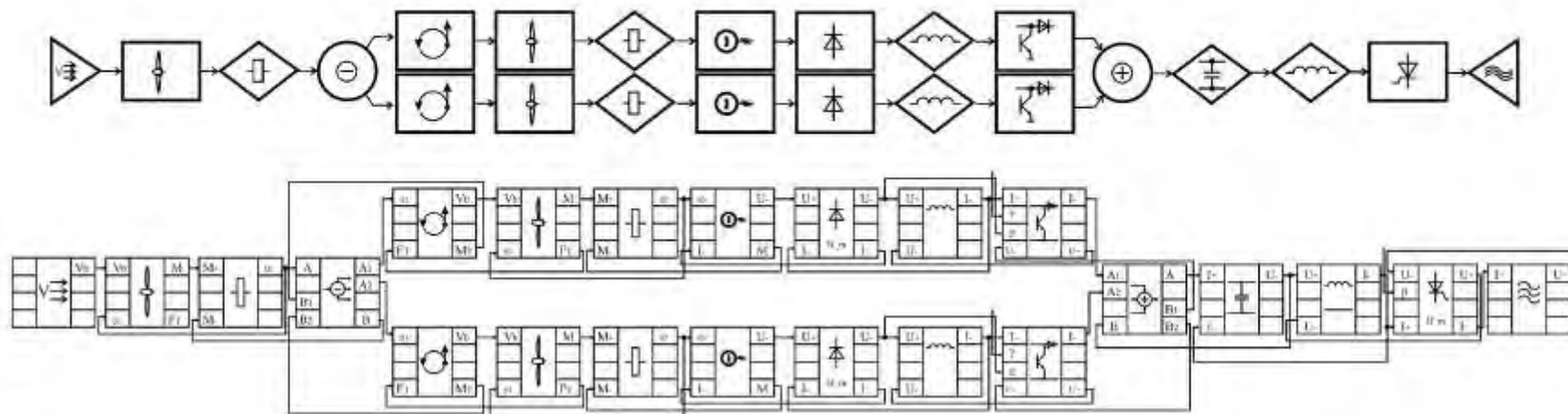
## Візуально-блочні моделі ADM WPP (приклад структури)



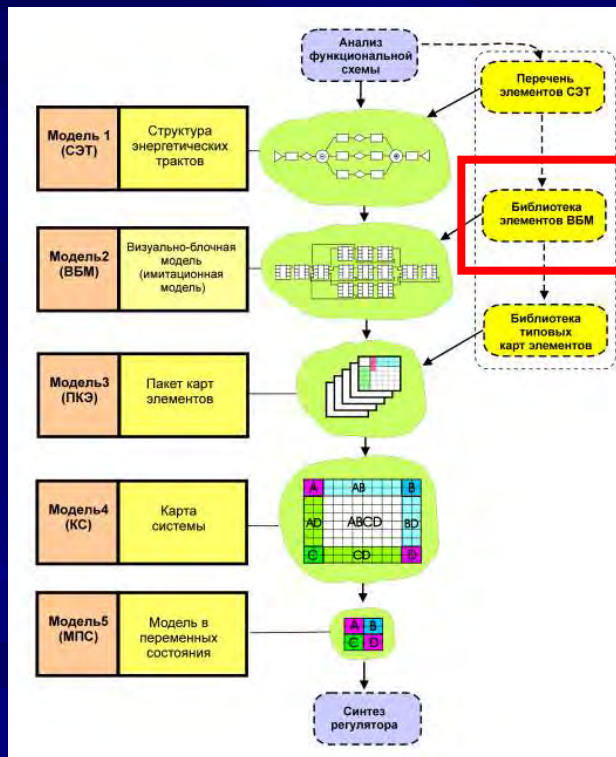
## Візуально-блочні моделі ADM WPP (приклад структури)



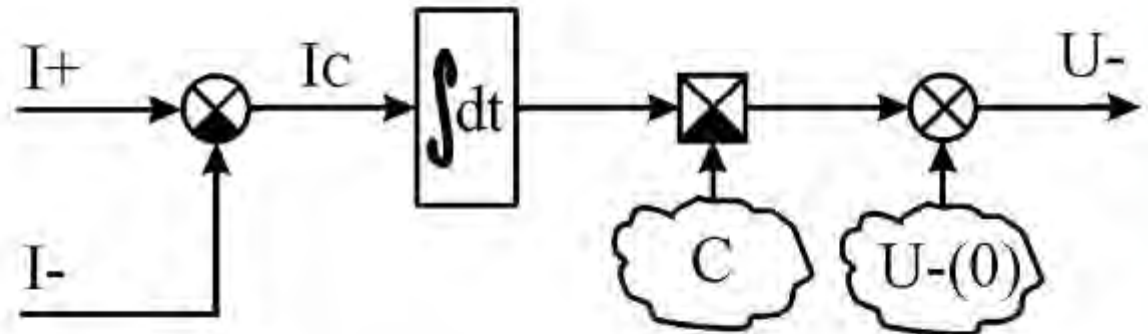
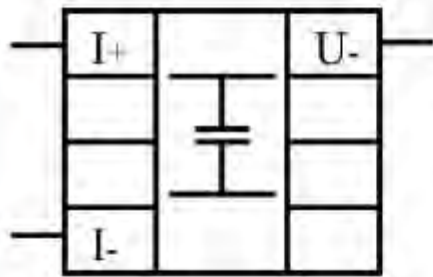
## Візуально-блочні моделі ADM WPP



# Формирование библиотеки элементов визуально-блочной модели

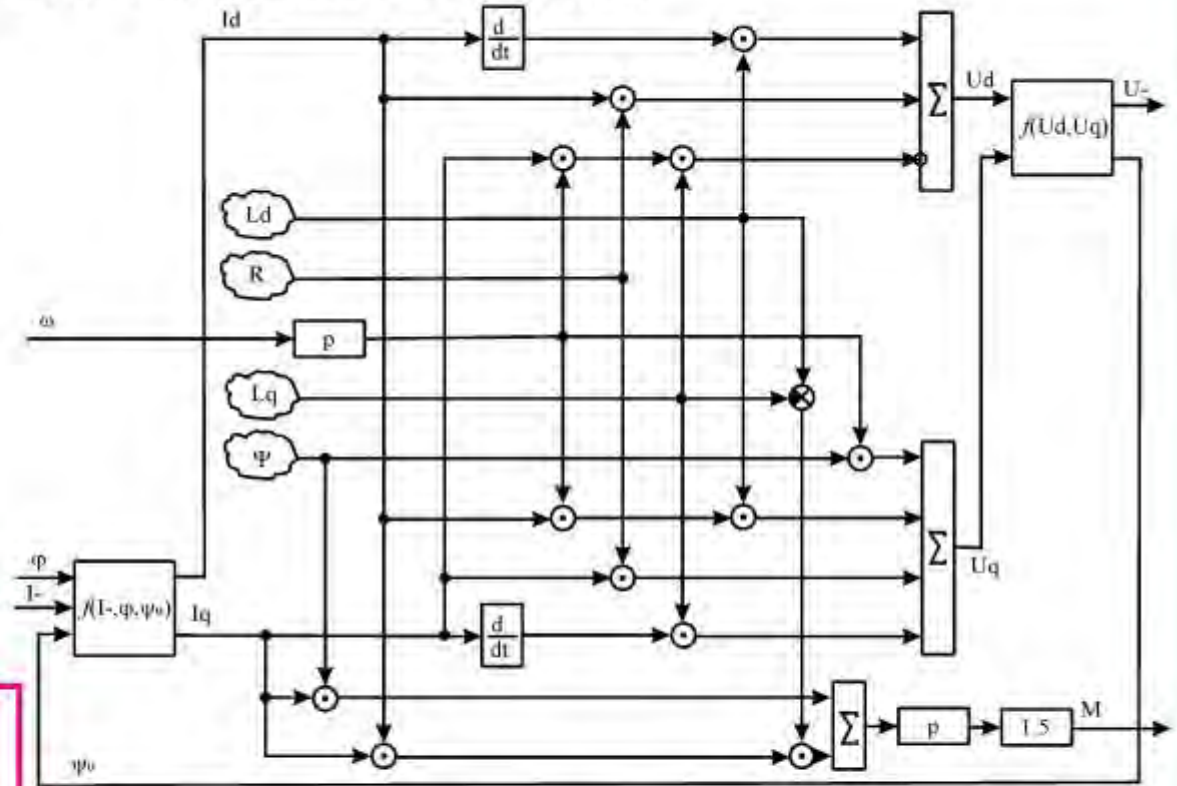
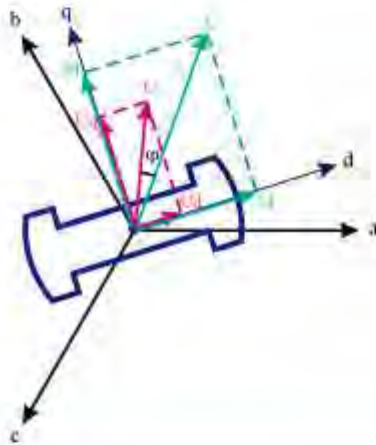
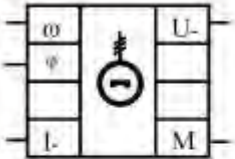


## Візуально-блочні моделі ADM WPP (бібліотеки моделей компонентів)



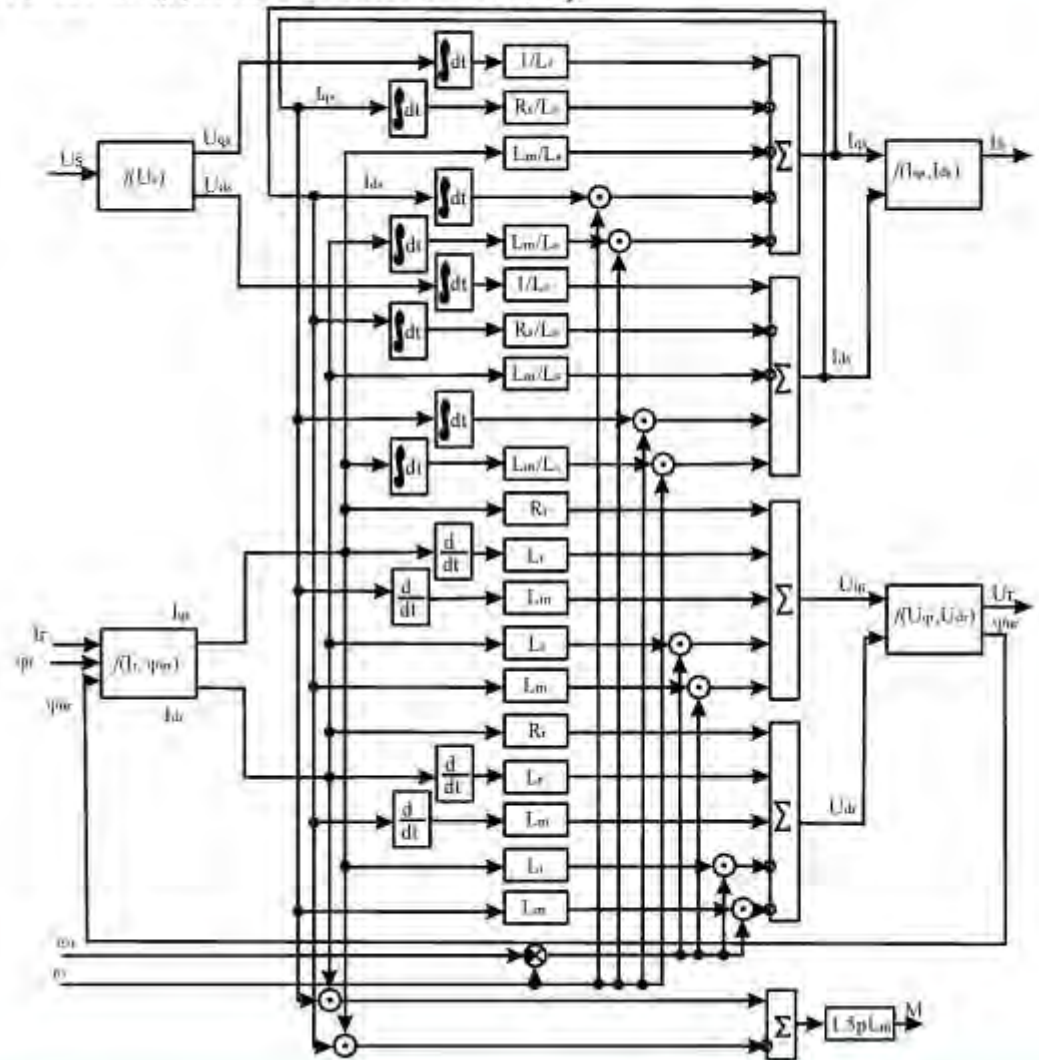
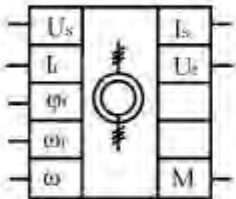
$$C \frac{dU_-}{dt} = I_+ - I_-$$

## Візуально-блочні моделі ADM WPP (бібліотеки моделей компонентів)



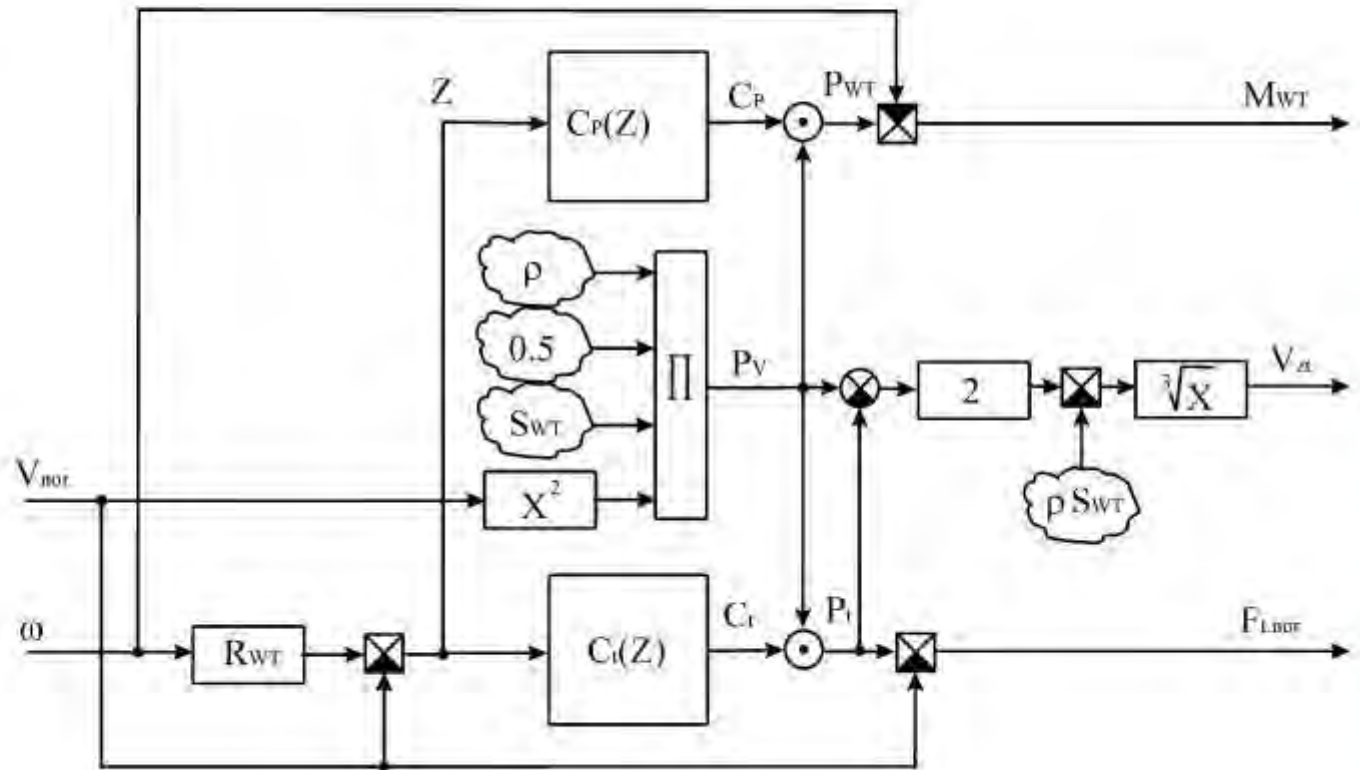
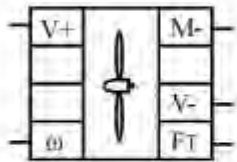
$$\begin{aligned}
 U_d &= L_d \frac{dI_d}{dt} + R \cdot I_d - L_q \cdot I_q \cdot p \cdot \omega \\
 U_q &= L_q \frac{dI_q}{dt} + R \cdot I_q + L_d \cdot I_d \cdot p \cdot \omega + \psi \cdot p \cdot \omega \\
 M_e &= 1.5 \cdot p \cdot (\psi \cdot I + (L_d - L_q) \cdot I_d \cdot I_q)
 \end{aligned}$$

## Візуально-блочні моделі ADM WPP (бібліотеки моделей компонентів)

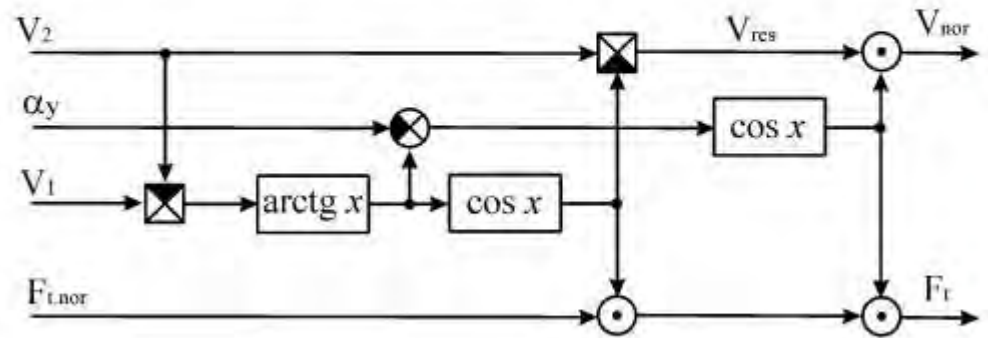
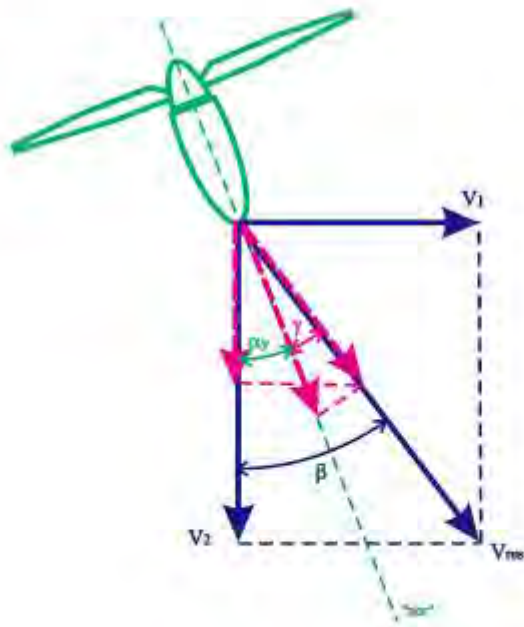
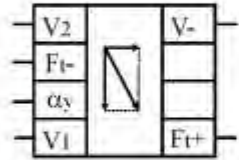




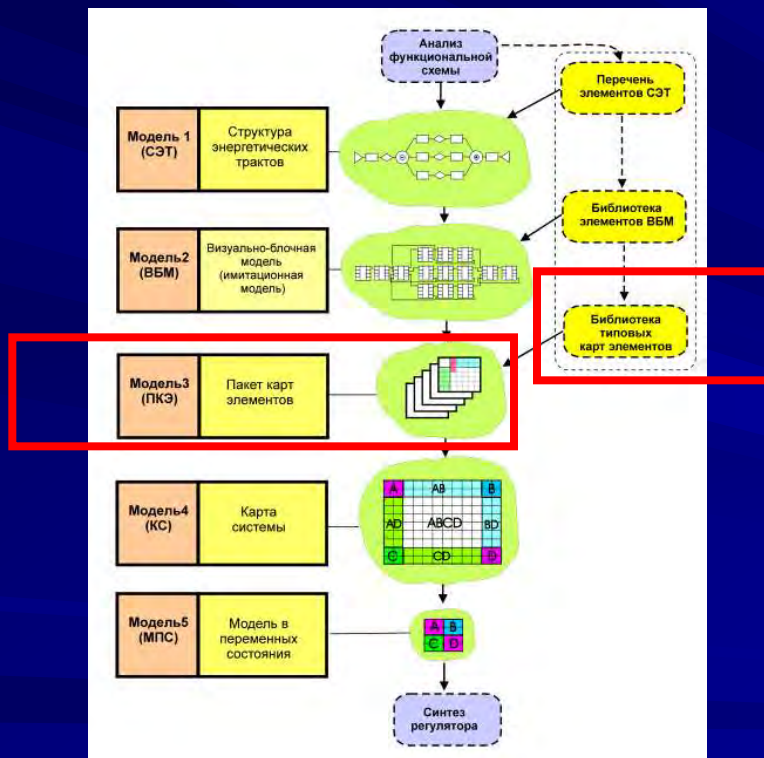
## Візуально-блочні моделі ADM WPP (бібліотеки моделей компонентів)



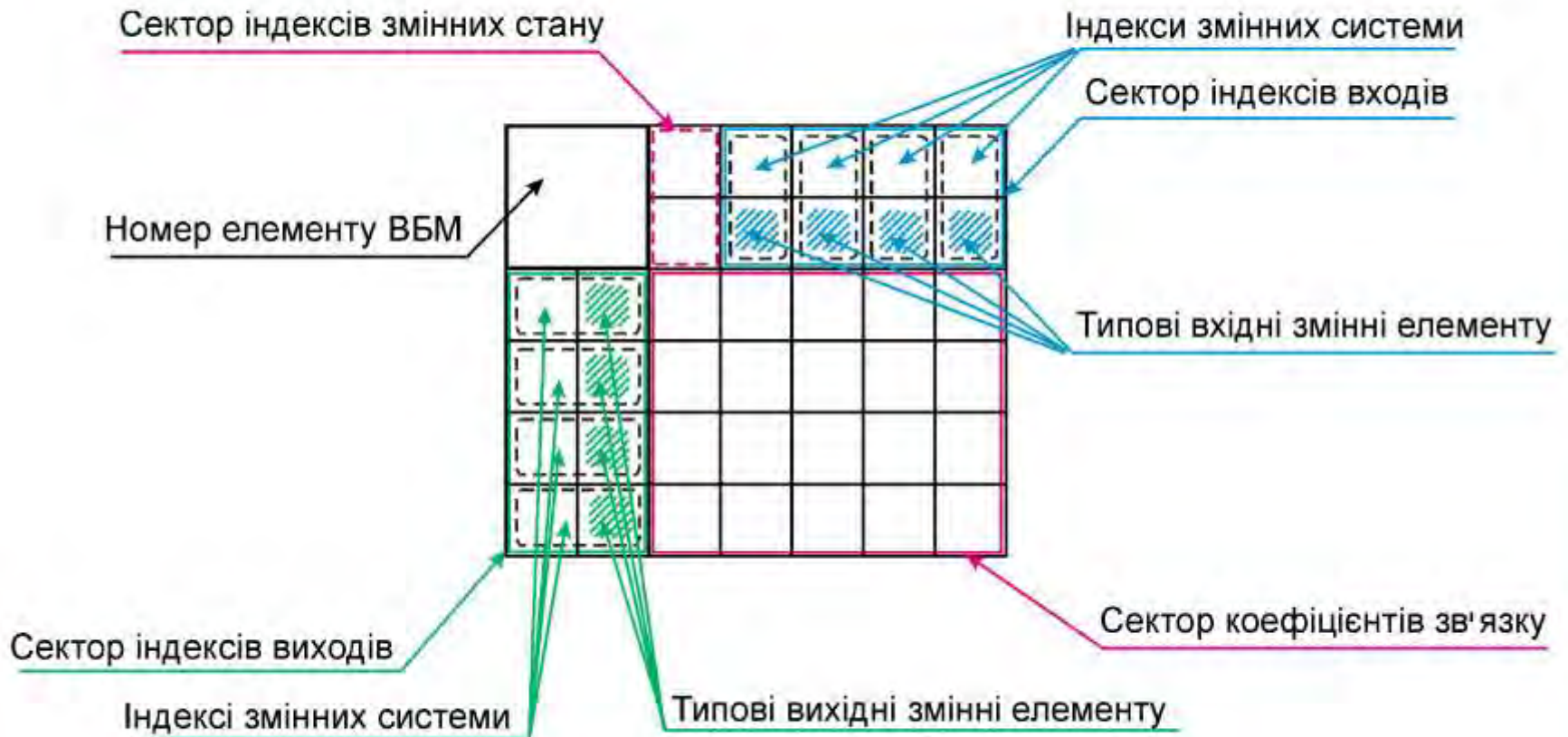
## Візуально-блочні моделі ADM WPP (бібліотеки моделей компонентів)



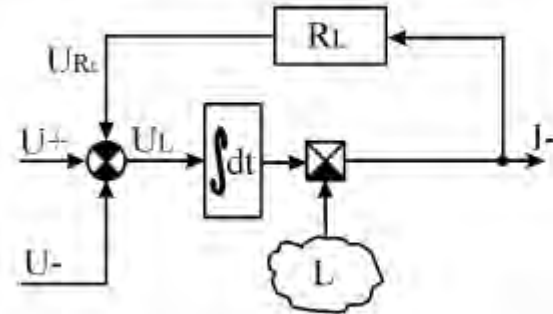
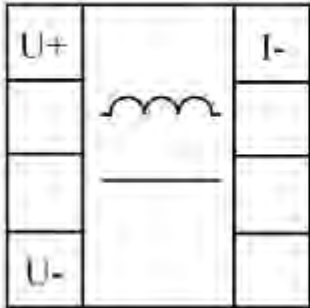
# Преобразование визуально-блочной модели в пакет карт элементов





## Формат матриці елемента ВБМ

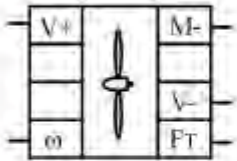



## Матриці компонентів ВБМ

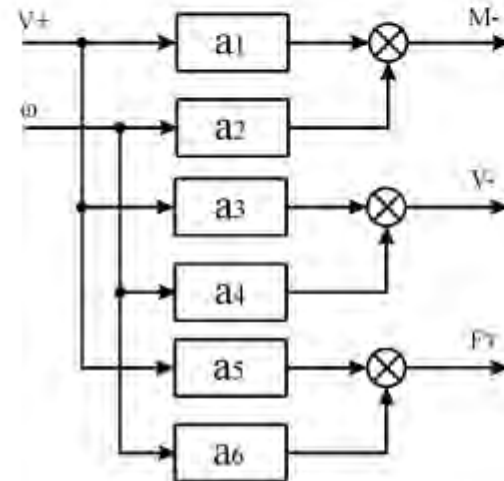


 					
	I-	U+			U-
	I-	$-\frac{R_L}{L}$	$\frac{1}{L}$		$-\frac{1}{L}$

## Матриці компонентів ВБМ



					
			V+		ω
	M-		a1		a2
	V-		a3		a4
	PT		a5		a6



# Формирование карты системы

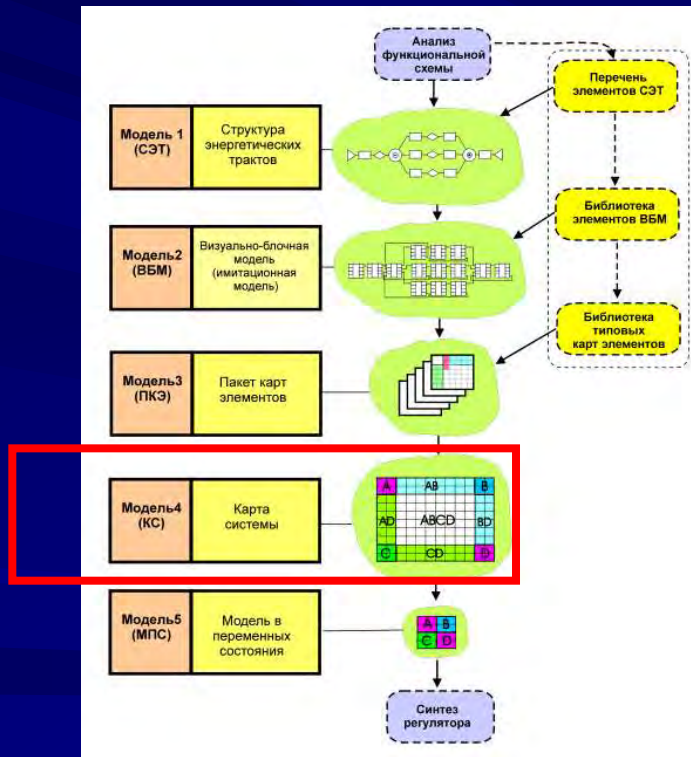
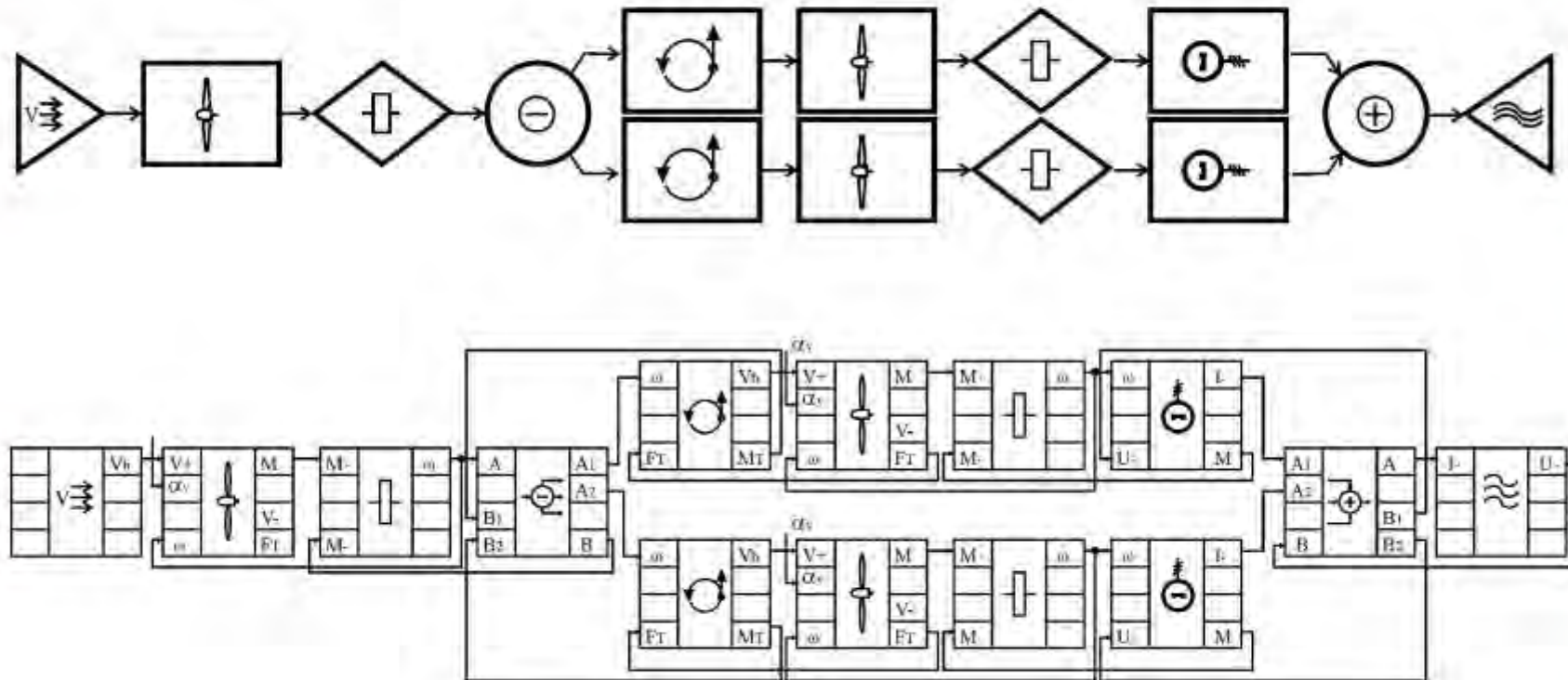


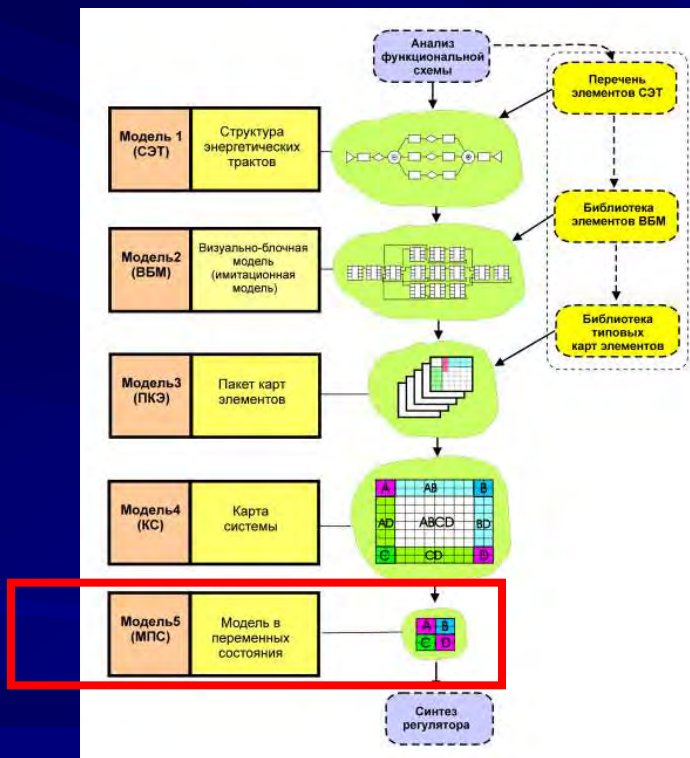
Схема енергетричних трактів та візуально-блочна модель двоканальної системи ВЕУ з аеродинамічним мультиплекуванням

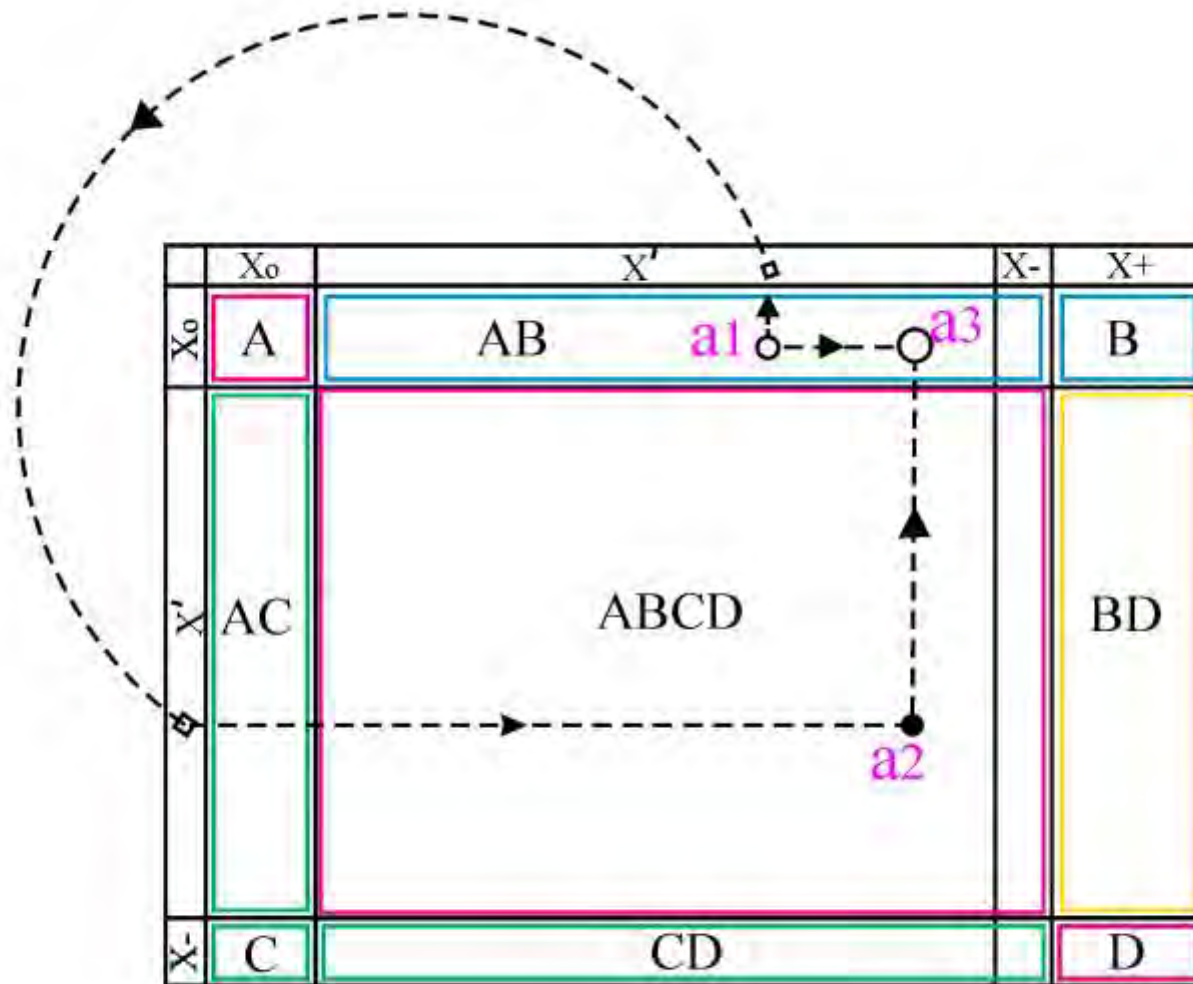




	X01	X02	X03	X04	X05	X1-	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X1-	X2-	X3-	X1+	X2+			
X01							$\frac{1}{J3}$	$\frac{-1}{J3}$																										
X02															$\frac{1}{J9}$							$\frac{-1}{J9}$												
X03															$\frac{1}{J10}$							$\frac{-1}{J10}$												
X04				$\frac{-R13}{L13}$												$\frac{1}{L13}$						$\frac{-1}{L13}$												
X05					$\frac{-R14}{L14}$											$\frac{1}{L14}$						$\frac{-1}{L14}$			$\frac{-1}{L14}$									
X1																																1		
X2						$a12$																												
X3												1	1																					
X4	$a22$																																	
X5																																		
X6	1																																	
X7	1																																	
X8									$Rz5$																									
X9										$Rz6$																								
X10		$a27$														$a17$																		
X11			$a28$														$a18$																	
X12		$Ce11$		$R11$																														
X13			$Ce12$		$R12$																													
X14		$a67$															$a57$																	
X15			$a68$															$a58$																
X16				$Cm11$																														
X17					$Cm12$																													
X18																																		
X19																																		
X20				1	1																													
X21																										$-R16$								1
X1-	1																																	
X2-		1																																
X3-			1																															

# Преобразование матрицы системы в модель переменных состояния





Описана процедура може мати шість варіантів - сценаріїв, в залежності від місця розміщення не пустого елемента карти -  $a_2$ .

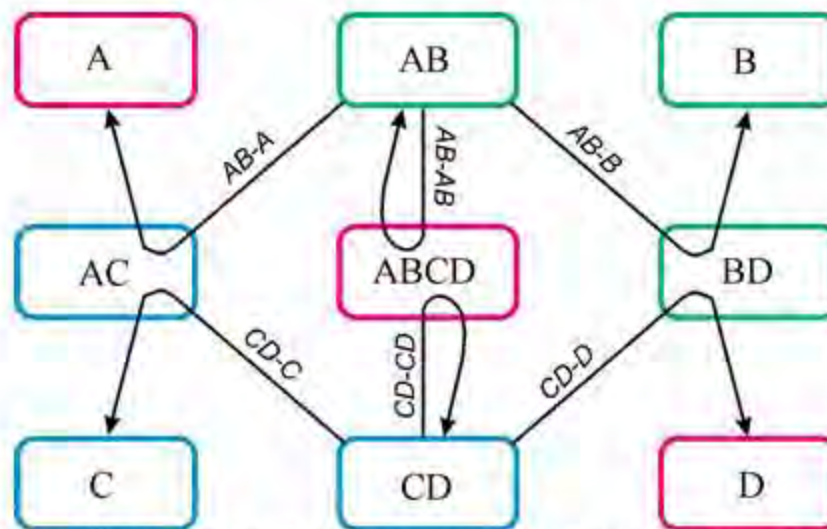
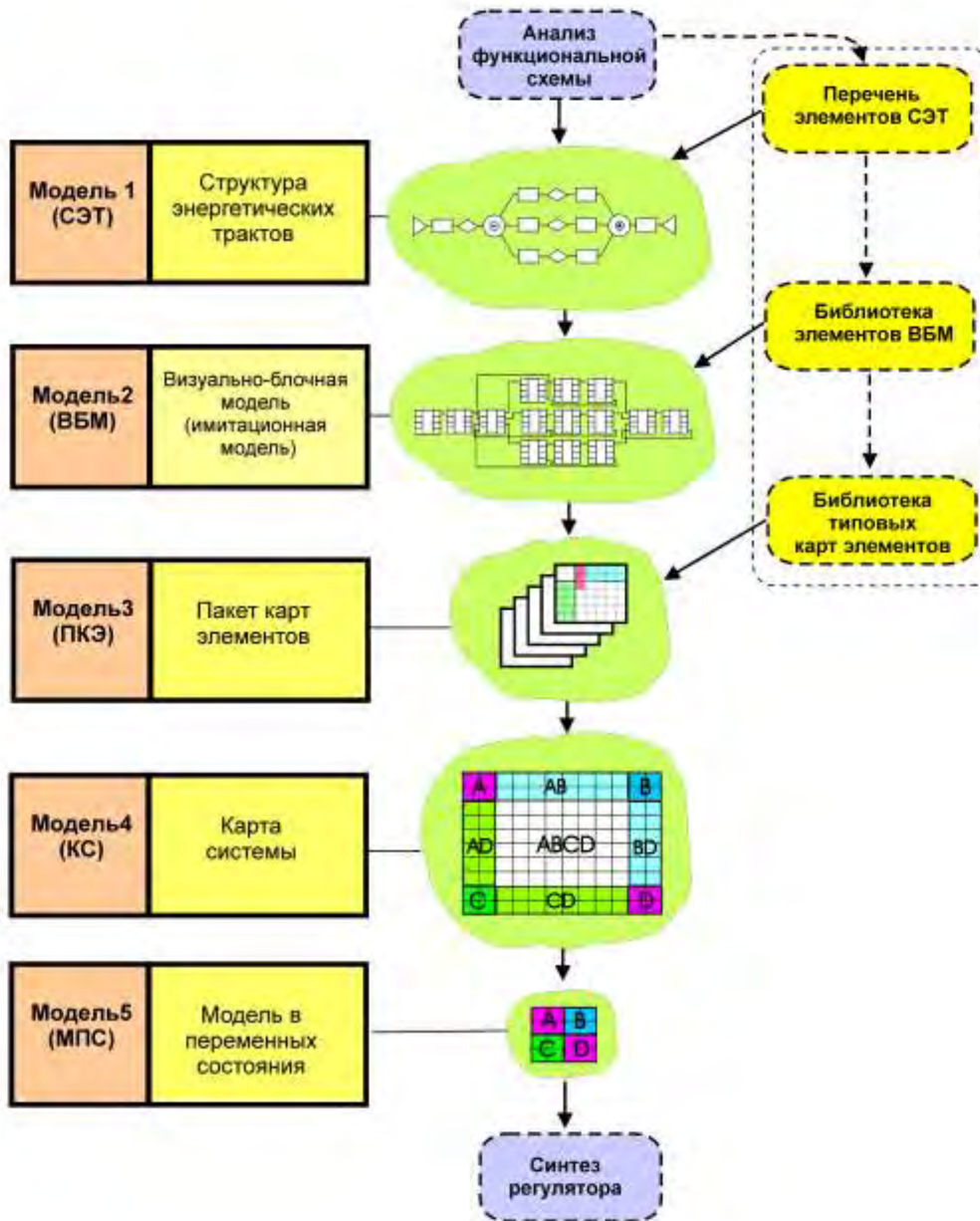


Схема здійснення варіантів процедури перетворення матриці системи



# Выводы

СЭТ

- Формализация описания структуры электромеханических систем ADM WPP
- Визуализация процессов преобразования энергии в ADM WPP
- Упрощение процедуры структурной и параметрической оптимизации
- Формирование библиотек компонентов

ВБМ

- Упрощает процедуру синтеза имитационной модели
- Визуализирует систему причинно-следственных связей
- Сокращает время на синтез модели
- Сокращает время моделирования
- Способствует организации работы над созданием библиотек компонентов

ПКЭ

- Формализует процедуру предварительного описания системы
- Позволяет применить библиотеку компонентов

КС

- Позволяет алгоритмизировать процедуру получения МПС

МПС

- Позволяет синтезировать регулятор

Синтез  
СУ ВЭУ

Спасибо за внимание