

**РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ
СИСТЕМ ПРОГРАМУВАННЯ ПЛК
ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИКЛОГРАМ**

Розробка та дослідження систем програмування ПЛК за допомогою циклограм

Актуальність. Як відомо, безпека системи керування обумовлюється безпекою програмних і апаратних засобів, що використовуються. Причому методи забезпечення безпеки апаратних засобів на сьогоднішній день досліджені досить добре й при доказі безпеки під час проведення сертифікації систем керування викликають значно менше труднощів, ніж при доказі безпеки програмних продуктів. Багато в чому це пов'язано з складністю реалізованих алгоритмів керування, в яких, як правило, розібратися може тільки професійний технолог, що має багаторічний досвід роботи на об'єкті автоматизації. В зв'язку з тим, що вдосконалення методів проектування програмного забезпечення для систем логічного керування технологічними процесами тісно пов'язано з методами алгоритмізації й візуальних форм формалізації логіки керування, на даний час на думку багатьох фахівців необхідна розробка ефективних технологічних мов алгоритмізації та технологій їх використання.

Таким чином, актуальною є **науково-прикладна задача** дослідження та удосконалення методів розробки програмного забезпечення логічного керування для програмованих логічних контролерів за допомогою технологічних візуальних мов.

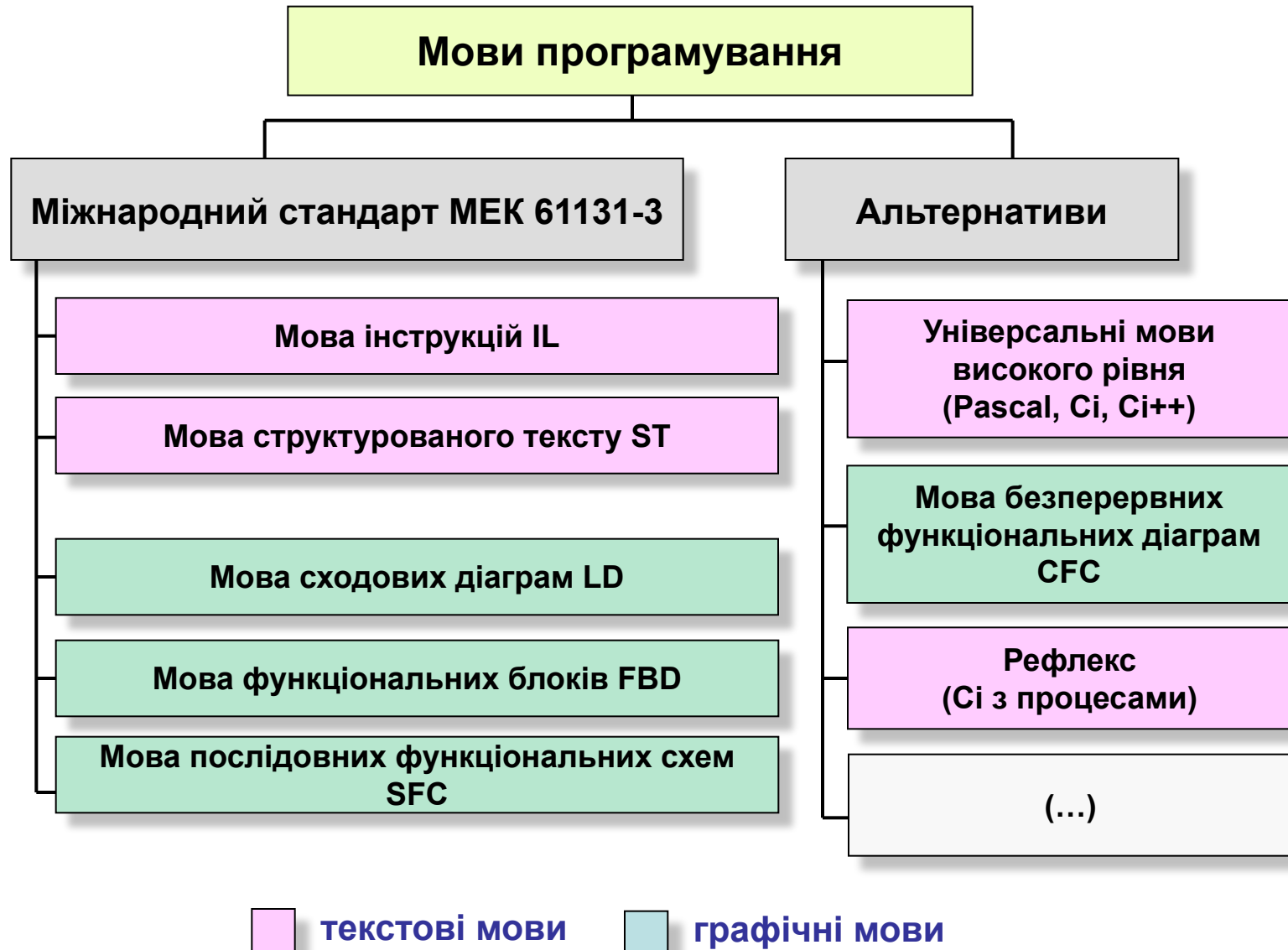
Метою дослідження є удосконалення методів розробки програмного забезпечення на основі виконавчої моделі логічного керування формалізованою табличною мовою технологічних циклограм.

Об'єкт дослідження: процес розробки програмного забезпечення логічного керування для мікропроцесорних ПЛК.

Предмет дослідження: методи розробки програмного забезпечення за допомогою табличних мов технологічних циклограм .

Розробка та дослідження систем програмування ПЛК за допомогою циклограм

Класифікація сучасних мов програмування ПЛК



Розробка та дослідження систем програмування ПЛК за допомогою циклограм

П'ять мов міжнародного стандарту МЕК 61131-3

Мова інструкцій IL (Instruction List)

```

ld true
st blinker.run
ld t#1s
st blinker.cycle
cal blinker

ld blinker.q
st trigger.clk
cal trigger

ld trigger.q
jmpnc LBmodulo
ld counter
add 1
st counter

LBmodulo:
ld counter
lt 4
jmpc LBout
ld 0
st counter
    
```

Мова структурованого тексту ST (Structured List)

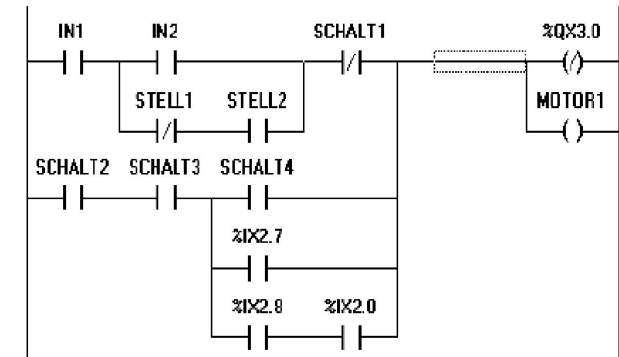
```

blinker <TRUE, t#1s>;
trigger <blinker.q>;

if trigger.q then
  counter := counter + 1;
  if counter >= 4 then
    counter := 0;
  end_if;
end_if;

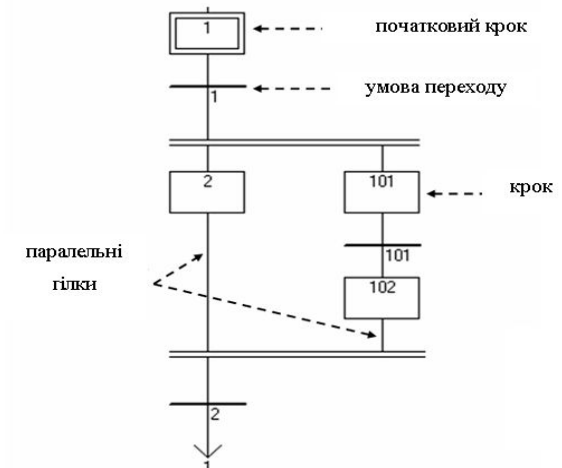
st0 := <counter = 0>;
st1 := <counter = 1>;
st2 := <counter = 2>;
st3 := <counter = 3>;
    
```

Мова сходових діаграм LD (Ladder Diagram) {мова ПК релейно- контактних схем}

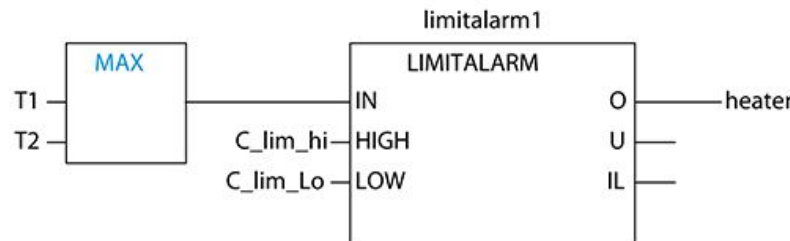


Мова послідовних функціональних схем SFC

(Sequential Function Chart)

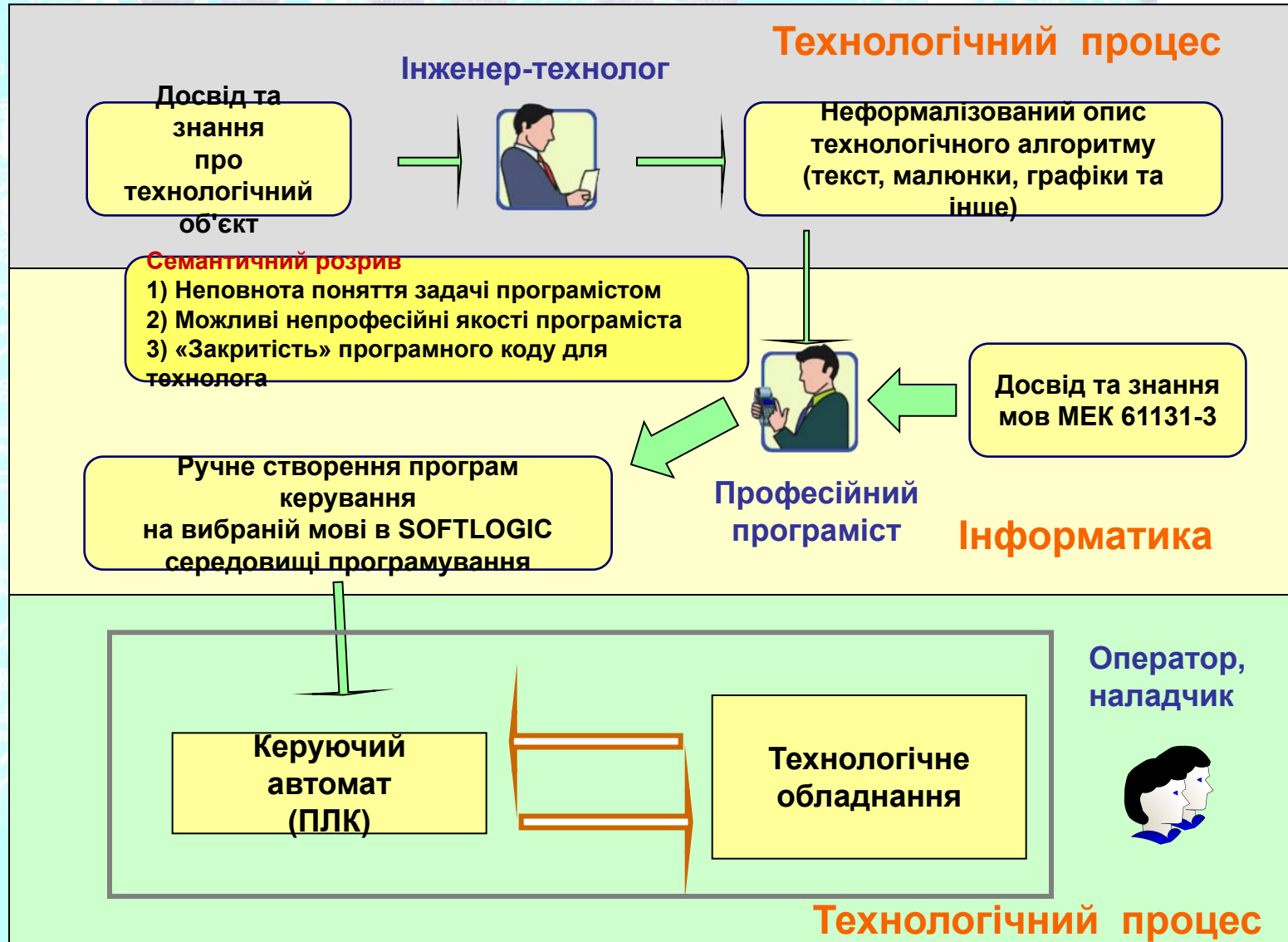


Мова функціональних блоків FBD (Functional Block Diagram)



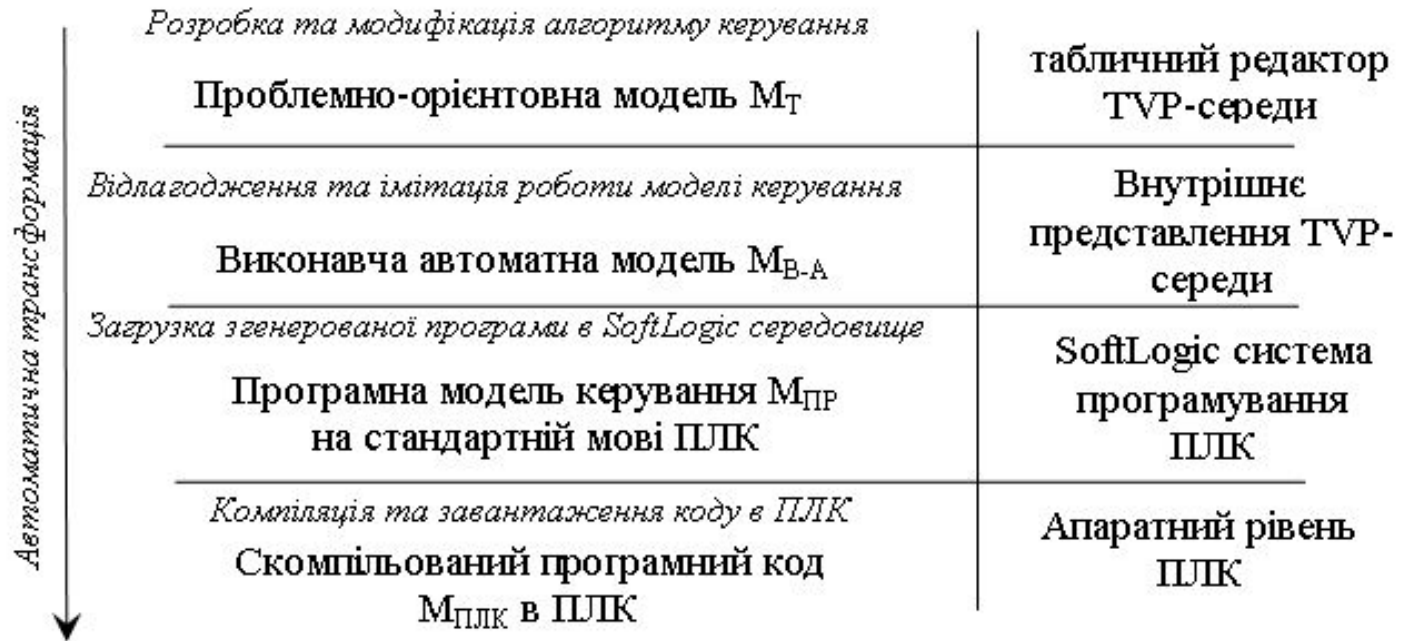
Розробка системи автоматизованого програмування на мові технологічних циклограм

Традиційна технологія розробки ПЗ для ПЛК



Розробка та дослідження систем програмування ПЛК за допомогою циклограм

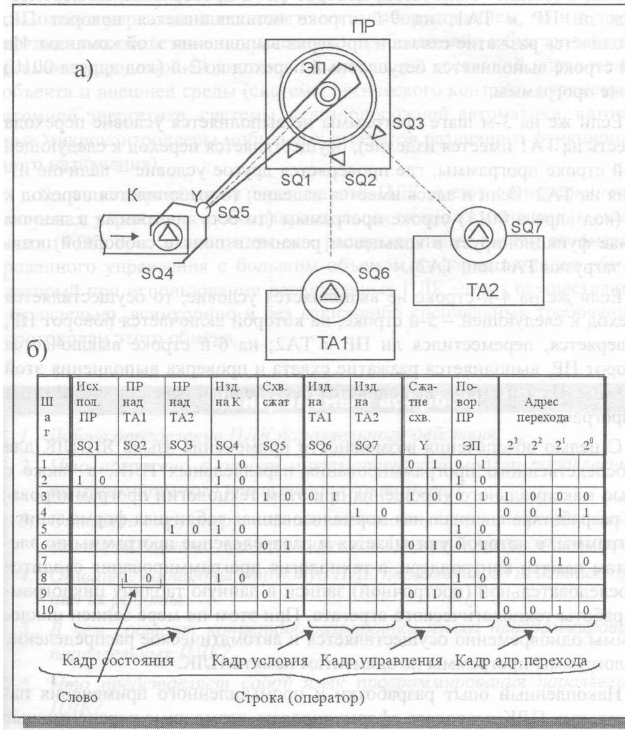
Трансформація моделі керування



$M_T \rightarrow M_{B-A} \rightarrow M_{ПР} \rightarrow M_{ПЛК}$

Дослідження та розробка інформаційної системи логічного програмування за допомогою мови технологічних циклограм

Формалізація алгоритму керування в табличній формі



Технологічна циклограма – наочна, інтуїтивно зрозуміла та поширена між інженерів форма формалізації алгоритмів керування промисловим обладнанням

Такты (шаги) цикла	Действия (операции)	Состояния								
		датчиков				механизмов				
		Наличие изделия	Схват сверху	Схват снизу	Схват сжат	Схват разжат	Подъем схвата	Опускание схвата	Сжатие схвата	Разжатие схвата
1	Разжатие схвата	X								X
2	Контроль разжатия	X			X					X
3	Опускание схвата	X			X		X			X
4	Контроль опускания	X	X		X					X
5	Сжатие схвата	X	X		X					X
6	Контроль сжатия	X	X	X						X
7	Подъем схвата	X		X		X				X
8	Контроль подъема		X		X					X

Дослідження та розробка інформаційної системи логічного програмування за допомогою мови технологічних циклограм

Таблична технологічна мова TML логічного керування

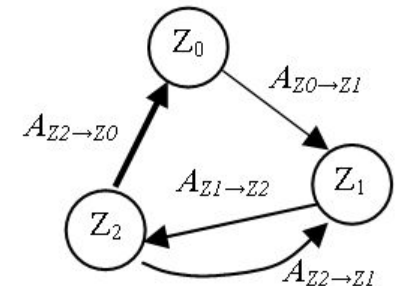
Таблиця технологічних станів

Название технологической операции и группы операций (микроциклов)		№ шага в микроцикле	Команды управления	Ожидаемое состояние входных сигналов	Сигнал окончания микроцикла
Z		W	C	B	ENDmc
Z₀	Операция 0.0.	0	C _{0,0}	B _{0,0}	
	Операция 0.1.	1	C _{0,1}	B _{0,1}	1
Z₁	Операция 1.0.	0	C _{1,0}	B _{1,0}	
	Операция 1.1.	1	C _{1,1}	B _{1,1}	
	Операция 1.2.	2	C _{1,2}	B _{1,2}	
	Операция 1.3.	3	C _{1,3}	X	1
...
Z_N	Операция n.0.	0	C _{N,0}	B _{N,0}	
	Операция n.1.	1	C _{N,1}	X	1

Формалізація алгоритму логічного керування зводиться до формування простору можливих технологічних станів об'єкта керування в процесі аналізу його роботи шляхом заповнення двох залежних таблиць, одна з яких описує послідовність дій у кожному технологічному стані, а інша містить умови переходів між станами.

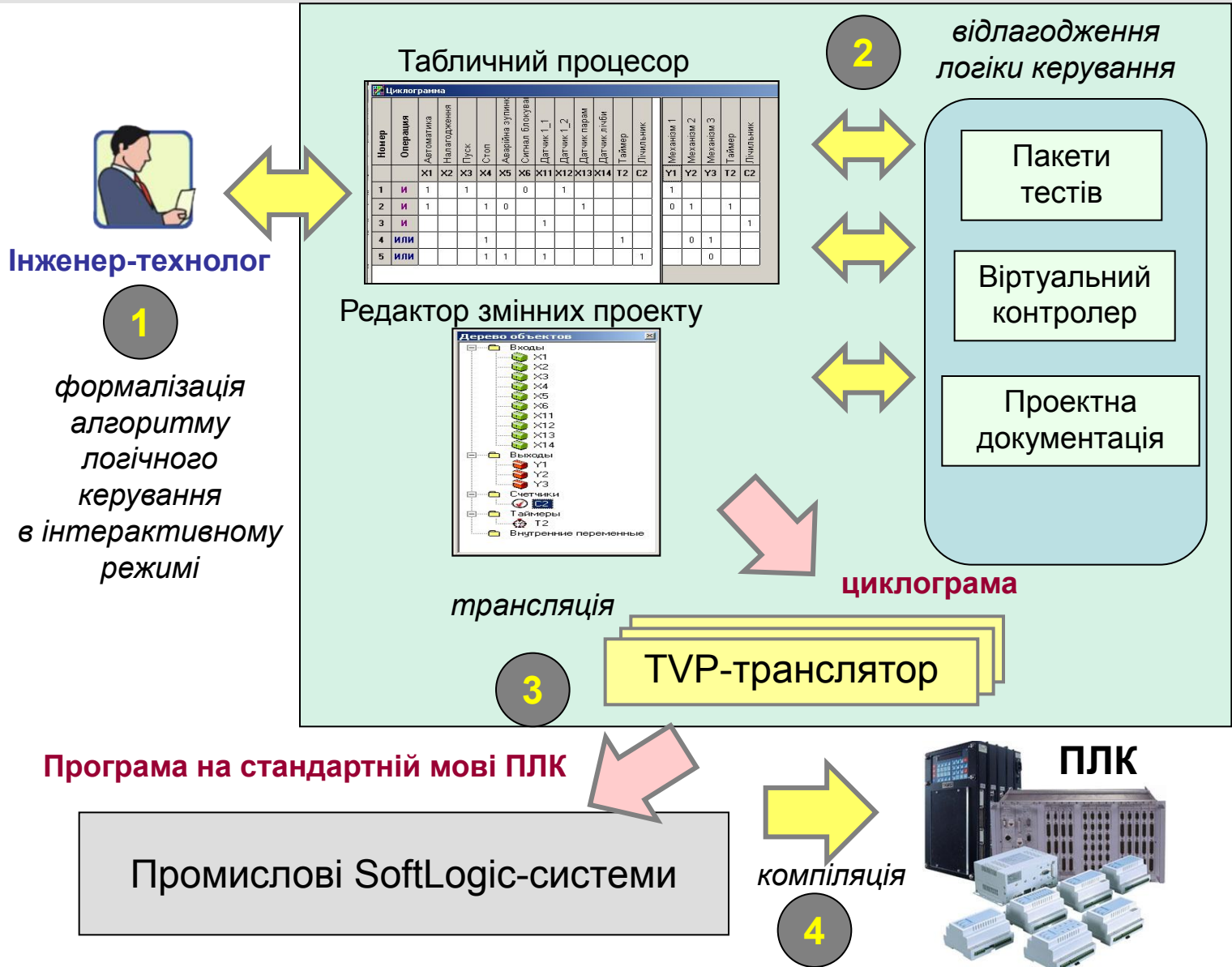
Таблиця переходів між технологічними станами

Номер текущего состояния (микроцикла)	Условие перехода	Контроль отработки микроцикла	Следующее состояние (микроцикл)
Z_p	A	ENDmc	Z_k
Z ₀	A _{Z₀→Z₁}	1	Z ₁
Z ₁	A _{Z₁→Z₂}	1	Z ₂
Z ₂	A _{Z₂→Z₁}	1	Z ₁
...
Z _p	A _{Z_p→Z_k}	X	Z _k



Розробка та дослідження систем програмування ПЛК за допомогою циклограм

TVP – технологія розробки програм керування



Розробка та дослідження систем програмування ПЛК за допомогою циклограм

Висновки

- * Проаналізовано традиційну на даний момент технологію розробки програм керування на стандартних мовах МЕК 61131-3, виявлені її недоліки та сформульовано основні напрямки досліджень, що спрямовані на вдосконалення методів розробки програмного забезпечення для ПЛК за допомогою проблемно-орієнтовних технологічних мов;
- * Удосконалена таблична мова технологічних циклограм та технологія її використання для розробки програм керування для сучасних ПЛК різних виробників, що дозволить безпосередньо інженерам-технологам, створивши технологічну циклограму, автоматично шляхом трансляції отримувати програмний код на стандартній мові програмування ПЛК різних виробників.
- * На об'єктно-орієнтовній мові високого рівня Delphi з використанням бібліотеки VCL розроблено спеціалізоване середовище програмування на мові циклограм, що містить табличний процесор, редактор змінних проекту, транслятор створеної циклограми на текстову мову ST. Розроблена інформаційна система пройшла необхідні випробування.