

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної  
роботи



ПАНТЕЛЕЙМОНОВ

2020 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**Програмно-технічні комплекси і промислові контролери**

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

вид дисципліни За вибором, цикл загальної підготовки, блок 2

факультет комп'ютерних наук

2020 / 2021 навчальний рік

Програму обговорено та рекомендовано до затвердження вченою радою факультету комп'ютерних наук

“ 31 ” серпня 2020 року, протокол № 12

**РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:**

старший викладач кафедри теоретичної та прикладної системотехніки

**Артюх Олексій Анатолійович.**

Програму схвалено на засіданні кафедри теоретичної та прикладної системотехніки

Протокол від “ 31 ” серпня 2020 року № 1

Завідувач кафедри теоретичної та прикладної системотехніки

  
Сергій ШМАТКОВ

Програму погоджено з гарантом освітньої програми «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика»

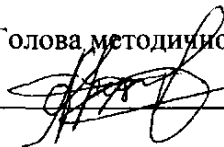
Гарант освітньої програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

  
Дмитро ЛАБЕНКО

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

Протокол від “ 31 ” серпня 2020 року № 1

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук

  
Анатолій БЕРДНІКОВ

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Програмно-технічні комплекси і промислові контролери» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого рівня вищої освіти (бакалавр) спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки студентів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є програмно-технічні комплекси і системи управління технологічними і організаційно-економічними процесами, сучасні промислові контролери та їх технічне та програмне забезпечення як складова частина багаторівневих інтегрованих автоматизованих систем управління.

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни:

Метою викладання навчальної дисципліни «Програмно-технічні комплекси і промислові контролери» є підготовка студента до самостійного розв'язання теоретичних та прикладних задач побудови програмно-технічного комплексу з використанням сучасних технічних засобів і, насамперед, індустріальних та офісних комп'ютерів і мікропроцесорних контролерів різних фірм, вивчення їх апаратних і програмних особливостей, різновидів комунікаційних пристроїв та функціями, що вони виконують.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни:

Основними завданнями вивчення дисципліни «Програмно-технічні комплекси і промислові контролери» є вивчення основ побудови програмно-технічних комплексів на базі сучасних мікропроцесорних засобів автоматизації (промислових контролерів)..

#### 1.3. Кількість кредитів – 3.

#### 1.4. Загальна кількість годин – 90.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	
Семестр	
8-й	
Лекції	
24 год.	год.
Практичні заняття	
24 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
42 год.	год.

<b>1.6. Очікувані результати навчання</b>
<b>Компетенції відповідно до освітньо-професійної програми (Soft-skills)</b>
<b>а). Загальні компетенції (ЗК)</b>
<p>ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.</p> <p>ЗК 5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ЗК 6. Навички здійснення безпечної діяльності.</p>
<b>б). Спеціальні (фахові, предметні) компетенції (ФК)</b>
<p>ФК 3. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.</p> <p>ФК 5. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.</p> <p>ФК 6. Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.</p> <p>ФК 7. Здатність обґрунтовувати вибір технічної структури та вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем керування на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів.</p> <p>ФК 8. Здатність проектування систем автоматизації з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.</p> <p>ФК 9. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації</p>

<b>с). Програмні результати навчання (ПРН)</b>	
<p>ПРН 4. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.</p> <p>ПРН 8. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.</p> <p>ПРН 9. Вміти проектувати багаторівневі системи керування і збору даних для формування бази параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу, використовуючи новітні комп'ютерно-інтегровані технології.</p> <p>ПРН 12. Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.</p>	<p style="text-align: center;">Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:</p> <p><b>знати:</b></p> <p>загальну характеристику, типи програмно-технічних комплексів; структуру та функції програмно-технічних комплексів; характеристики компонентів програмно-технічних комплексів; загальні принципи побудови програмно-технічних комплексів; особливості та відмінності сучасних промислових мікропроцесорних контролерів; особливості в технічних характеристиках і мовах програмування промислових контролерів різних типів.</p> <p><b>уміти:</b></p> <p>проектувати та вибирати структури програмно-технічних комплексів, підбирати конфігурацію промислових контролерів для різних об'єктів автоматизації; використовувати особливості мов програмування та програмних забезпечень компонентів програмно-технічних комплексів при реалізації алгоритмів управління технологічними процесами.</p> <p><b>мати навички:</b></p> <p>розробки систем управління на базі сучасних промислових контролерів для різних технологічних процесів в контексті програмно-технічних комплексів; роботи з програмним забезпеченням різних компонентів програмно-технічних комплексів</p>

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

**Тема 1.** Програмно-технічні комплекси та промислові контролери.

### **Лекція 1.1.** Програмно-технічні комплекси

Програмно-технічні комплекси. Життєвий цикл програмно-технічних комплексів. Класифікація, основні типи програмно-технічних комплексів. Основні види і характеристики компонентів в програмно-технічних комплексах. Основні функції і завдання програмно-технічних комплексів.

### **Лекція 1.2.** Промислова автоматика, промисловий ПК, промисловий контролер.

Основні характеристики і особливості використання промислових контролерів, промислових комп'ютерів і ПЛК в області автоматизації. Порівняльні характеристики і оцінки, стандартизація в області апаратних платформ і шинних інтерфейсів, сучасні апаратні платформи для вирішення завдань АТПП.

### **Лекція 1.3.** Архітектура промислових контролерів

Визначення мікроконтролерів і промислових контролерів. Призначення і сфера застосування мікроконтролерів і промислових контролерів. Узагальнена структурна схема мікроконтролера і промислового контролера. Призначення їх окремих пристроїв : центрального процесора, генератора тактових імпульсів, паралельних портів введення і виведення інформації, послідовних портів, контролера локальної обчислювальної мережі, аналого-цифрових перетворювачів, каналів з широко-імпульсною модуляцією вихідних сигналів, таймерів, шин адреси, даних і управління, внутрішньої і зовнішньої пам'яті, контролера переривань. Центральний процесор. Програмно-логічна модель центрального процесора. Призначення і загальна характеристика окремих облаштувань центрального процесора. Арифметико-логічний пристрій. Регістри спеціального призначення. Регістри загального призначення.

## **Тема 2. Мережі промислових контролерів**

### **Лекція 2.1.** Роль абстрактної моделі OSI

Абстрактна модель OSI для мережевих комунікацій і розробки мережевих протоколів. Різні рівні мережевої моделі OSI, взаємодія рівнів. Доступ до мережевих служб, представлення і кодування даних, управління сеансом зв'язку, транспортний рівень, логічна адресація, фізична адресація, бінарна передача.

### **Лекція 2.2.** . Типи, види, марки промислових контролерів

Програмовані логічні контролери компаній Siemens AG, Bernecker&Rainer, Delta Electronics, Rockwell Automation, Schneider Electric, Omron, Advantech, GE Fanuc, НПП Автоматика-С, Овен. Характеристики і особливості застосування в завданнях автоматизації промислового виробництва

### **Лекція 2.3.** Вибір засобів комунікації

Послідовний інтерфейс передачі даних RS - 485. Польові шини на основі RS - 485. Протоколи ProfiBus і ModBus. Режим послідовної передачі ModBus RTU. Промислові мережі Industrial Ethernet, HART, AS - Interface. Промислова мережа CAN, види кадрів, механізм контролю помилок, протоколи високого рівня CAN.

### **Лекція 2.4.** Топологія ліній зв'язку промислової мережі

Поняття топології мережі, кільцева топологія, шинна топологія, зіркоподібна топологія, деревовидна топологія. Їх достоїнства і недоліки. Системи адресації вузлів промислової мережі. Комутація, визначення маршрутів, метод комутації пакетів, метод комутації каналів.

### **Лекція 2.5.** Середовища передачі інформації

Кабелі на основі витих пар. Коаксіальні кабелі. Оптиковолоконні кабелі. Безкабельні канали зв'язку, радіоканал передачі інформації, інфрачервоний канал передачі інформації. Узгодження, екранування і гальванічна розв'язка ліній зв'язку в промислових мережах.

## **Тема 3. Програмування промислових контролерів**

### **Лекція 3.1.** Проектування програмного забезпечення ПЛК

Розробка програмного забезпечення ПЛК. Мови програмування IEC 1131. Конфігурація модулів введення/ виведення ПЛК. Структурна схема взаємозв'язку програмного забезпечення облаштувань польового рівня- ПЛК- SCADA.

### **Лекція 3.2.** Мови програмування стандарту IEC 1131-3

Графічні мови програмування Мова релейної (сходовою) логіки Ladder Diagram. Мова функціональних блоків FBD. Мова діаграм станів SFC. Текстові мови програмування. Мова програмування ПЛК IL (Instruction List). Мова програмування ПЛК Structured Text (ST).

### Лекція 3.3. Система програмування OpenPCS

Редактор ROU. Синтаксично-керований редактор опису. Опис в синтаксично-керованому режимі. Введення програми на мовах IL, LD, FBD, ST. Збереження програми. Перевірка синтаксису. виправлення помилок. Редагування програми. Менеджер системи Workbench.

### Лекція 3.4. Безперервна функціональна схема

Стилі і символи. Структура OPENFCFC -редактора. Створення і редагування програми. Програми відладки в режимі онлайн. Послідовність виконання. Зміна інтерфейсу блоку. Складені блоки. Мовні розширення.

## ІСПИТ.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	ла б.	інд .	с. р.		л	п	лаб .	інд .	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Тема 1. Програмно-технічні комплекси та промислові контролери</b>												
<b>Лекція 1.1.</b> Програмно-технічні комплекси		2	2			4						
<b>Лекція 1.2.</b> Промислова автоматика, промисловий ПК, промисловий контролер		2	2			4						
<b>Лекція 1.3.</b> Архітектура промислових контролерів.		2	2			2						
<b>Тема 2. Мережі промислових контролерів</b>												
<b>Лекція 2.1.</b> Роль абстрактної моделі OSI		2	2			4						
<b>Лекція 2.2.</b> Типи, види, марки промислових контролерів		2	2			4						
<b>Лекція 2.3.</b> Вибір засобів комунікації		2	2			2						
<b>Лекція 2.4.</b> Топологія ліній		2	2			4						

зв'язку промислової мережі												
<b>Лекція 2.5.</b> Середовища передачі інформації		2	2			4						
<b>Тема 3. Програмування промислових контролерів</b>												
<b>Лекція 3.1.</b> Проектування програмного забезпечення ПЛК		2	2			2						
<b>Лекція 3.2.</b> Мови програмування стандарту IEC 1131-3		2	2			4						
<b>Лекція 3.3.</b> Система програмування OpenPCS		2	2			4						
<b>Лекція 3.4.</b> Безперервна функціональна схема		2	2			4						
<b>Іспит</b>												
<i>Усього годин</i>	90	24	24			42						

#### 4 Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Структурні схеми Різних видів ПТК. Визначення вимог та вибір компонентів ПТК	2
2	Ознайомлення з особливостями налаштувань і функціонування різних апаратних платформ промислових контролерів	2
3	Фізична структура промислового контролера. Взаємодія структурних компонентів ПЛК.	2
4	Промислові мережі та CANOpen в контексті моделі ISO OSI	2
5	Налаштування базового контролера SIMATIC S7-1200	2
6	Формування запитів MODBUS RTU	2
7	Основні робочі характеристики промислових мереж	2
8	Методи доступу до середовища передачі інформації в промислових мережах, фізичне підключення ПЛК до мережі	2
9	Системи та синтаксис команд мов програмування IEC 1131	2
10	Створення програм для ПЛК на мовах стандарту IEC 6 1131-3 Structured Text и Instruction List	2
11	Вивчення інструментальних засобів Infoteam OpenPCS	2



12	Створення програм для ПЛК на мовах стандарту IEC 6 1131-3 Instruction List Function Block Diagram в середовищі Infoteam OpenPCS	2
	<b>Всього</b>	<b>24</b>

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/	Назва теми	Кількість годин
1.	Тема 1. Основні задачі і зміст дисципліни. Основні рівні та задачі систем автоматизації у виробництві. Автоматичні системи регулювання технологічних параметрів. Функціональна будова та класифікація.	4
2.	Тема 2. Загальні вимоги до функціональних схем автоматизації по ГОСТ 21.404-85. Графічні, буквені та позиційні позначення засобів автоматизації.	4
3.	Тема 3. Автоматичні системи стабілізації витрат матеріальних і енергетичних потоків. Автоматичні системи регулювання рівня. Автоматичні системи регулювання тиску. Автоматичні системи регулювання температури. Системи каскадно-зв'язаного регулювання.	4
4.	Тема 4. Державна система приладів і засобів автоматизації. Системи дистанційної передачі сигналів. Витратоміри. Рівнеміри. Засоби для вимірювання температури та тиску.	4
5.	Тема 5. Засоби збору дискретної інформації. Датчики наявності об'єкту. Датчики руху. Енкодери. Оптична розв'язка дискретних входів цифрових пристроїв. Методи та прилади для вимірювання складу речовин.	4
6.	Тема 6. Цифрові датчики. Технологія 1-wire, цифрові інтерфейси RS-485, RS-422, CANopen в системах автоматизації.	4
7.	Тема 7. Виконавчі механізми. Електромагнітні та електродвигунні виконавчі механізми. Мембранні, поршневі та заслінкові пневматичні виконавчі механізми. Гідравлічні виконавчі механізми. Виконавчі механізми з кроковими двигунами.	4
8.	Тема 8. Апаратна будова сучасних перетворювачів частоти. Конфігурація та управління регульованими електроприводами. Прикладні функції перетворювачів частоти.	4
9	Тема 9. Область застосування програмованих логічних контролерів (ПЛК). Приклади. Апаратна будова контролерів та модулів розширення.	4
10	Тема 10. Основи програмування контролерів. Налаштування прикладних функцій ПІД-регулятора, мережевого макроса, барабанного контролера.	4
11.	Підготовка до контрольної роботи.	2
	<b>Всього</b>	<b>42</b>

### 6. Індивідуальні завдання

Не передбачені

## 7. Методи навчання

Як правило лекційні та практичні заняття проводяться аудиторно. В умовах дії карантину заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (аудиторно або дистанційно за допомогою платформ Google Meet або Zoom та з використанням матеріалів дистанційного курсу, що розміщено в базі CEN).

## 8. Методи контролю

Контроль поточної успішності студентів здійснюється під час усного опитування при проведенні практичних занять.

Максимальна кількість балів за результатами контролю поточної успішності складає 60 балів за семестр.

Підсумковий контроль (екзамен) проводиться у вигляді письмового тестування та розгорнутої відповіді на поставлене питання в об'ємі матеріалу всієї дисципліни.

*Умовою допуску до підсумкового контролю є виконання та здача практичних завдань та контрольних робіт з позитивною оцінкою.*

### Критерії оцінювання

#### Критерії оцінювання знань студентів на експрес - опитування

Визначення	Кількість балів
Відповідь без помилок	3
Виконання відповіді з незначними помилками	2
Непогано, але з певною кількістю помилок, які не заважають достатньо повному висвітленню питання, відповіді	1
Неправильна відповідь, грубі помилки у відповіді, нерозуміння суті питання, що викладається	0

#### Критерії оцінювання знань студентів за виконання лабораторній роботі

Визначення	Кількість балів
Завдання по лабораторній роботі виконане самостійно в повному обсязі. Звіт оформлений акуратно відповідно до вимог методичних вказівок. При захисті звіту показано розуміння суті і змісту проведених досліджень	5
Завдання по лабораторній роботі виконане самостійно в повному обсязі. Звіт оформлений достатньо акуратно відповідно до вимог методичних вказівок. При захисті звіту були виявлені незначні помилки у знанні теоретичного матеріалу	4
Завдання по лабораторній роботі виконане в повному обсязі. Звіт оформлений достатньо акуратно, в оформленні звіту є незначні недоліки. При захисті звіту були виявлені незначні помилки у знанні теоретичного матеріалу	3

Завдання по лабораторній роботі виконане. Звіт оформлений з помилками і недоліками. При захисті звіту були виявлені помилки у знанні теоретичного матеріалу	2
Завдання по лабораторній роботі виконане. Звіт оформлений з помилками і недоліками. При захисті звіту були виявлені суттєві помилки у знанні теоретичного матеріалу	1

#### Критерії оцінювання знань студентів за виконання контрольних робіт

Визначення	Кількість балів
Дані повні відповіді на поставлені питання показано тверде знання навчального матеріалу, розуміння суті поставлених питань і системного підходу до їх рішення	5
У відповідях на поставлені питання показано знання навчального матеріалу, розуміння суті поставлених питань за наявності незначних помилок	4
У відповідях на поставлені питання показано достатньо знання навчального матеріалу при за наявності суттєвих помилок	3
У відповідях показано розуміння суті поставлених питань за наявності принципових помилок у теоретичних або практичних питаннях	2
У відповідях на поставлені питання показано слабкі знання навчального матеріалу при за наявності принципових помилок у теоретичних и практичних питаннях	1

#### Критерії оцінювання екзаменаційних робіт студентів

Визначення	Кількість балів
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені повністю, завдання вирішене правильно, зроблені висновки	40
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання достатньо освітлені, завдання вирішене правильно з незначними помилками, зроблені висновки	35-39
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені з помилками, завдання вирішене правильно з незначними помилками. Зроблені неповні висновки	25-34
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені з суттєвими помилками, завдання вирішене з помилками. Зроблені неповні висновки	15-24
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені з суттєвими помилками, завдання вирішене частково або не повністю. Зроблені неповні висновки	1-14

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою
	для чотирирівневої шкали оцінювання (Іспит)
90 – 100	відмінно
80-89	добре
70-79	
60-69	задовільно
50-59	
1-49	незадовільно

## 9. Рекомендована література

### Базова:

1. Елизаров И.А. Технические средства автоматизации. Программно-технические комплексы и контролеры [Текст]: Учебное пособие / И.А. Елизаров, Ю.Ф. Мартемьянов, А.Г. Схиртладзе, С.В. Фролов. – М. : «Издательство машиностроение-1», 2004. – 180 с.
2. Трегуб В.Г. Основы комп'ютерно-інтегрованого керування [Текст]: Навчальний посібник / В.Г. Трегуб. – К. : НУХТ, 2005. – 191 с
3. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: Навчальний посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К. : «Ліра-К», 2011. – 552 с.
4. Місюра М.Д. Мікропроцесорна техніка. Мікропроцесорні системи управління: Метод. вказівки до вивч. мікропроцесорних контролерів фірми MITSUBISHI ELECTRIC α-серії для студ. спец. напряму 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" та всіх енергетичних, механічних і технологічних спеціальностей всіх форм навчання. [Текст] / М.Д. Місюра, В.М. Сідлецький, В.Т. Марченко, Б.М. Гончаренко. – К. : НУХТ, 2004. – 31 с.(Бібліотечний номер 6353).
5. Программирование промышленных контроллеров : учеб.-метод. пособие / К. Е. Нестеров, А. М. Зюзев. – Екатеринбург: Изд-во Урал, ун-та, 2019.— 96 с . ISBN 978-5-7996-2693-8

### Допоміжна:

1. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: Навчальний посібник – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.
2. Оборудование для АСУТП 2012 [Електронний ресурс] : КСК-автоматизація, MELSOFT iQ Works, Программное обеспечение. Панели оператора. Программируемые логические контролеры. Частотные преобразователи и сервоприводы. 2 електрон. опт. диска (DVD-ROM). – Заголовок з етикеток дисків
3. «Промышленная автоматизация» и «Технологии приводов» [Електронний ресурс] / ООО Сименс 1997-2013, Москва. – Режим доступу : <http://old.automation-drives.ru/as/>.
4. Mitsubishi Electric [Електронний ресурс] / 2013 Mitsubishi Electric Europe B.V.. – Режим доступу : <http://www.mitsubishi-automation.ru/>.