

**Методичні вказівки для підготовки до тестового державного іспиту
на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «спеціаліст»
за спеціальністю 7.09050202 «Автоматизоване управління технологічними
процесами»
в частині питань за програмою дисципліни «Засоби відображення інформації»
I редакція 2013 рік**

Рекомендовані матеріали для підготовки:

1. Добржанський О.О. Методичні вказівки для підготовки до державного іспиту на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «спеціаліст» за спеціальністю 7.09050202 «Автоматизоване управління технологічними процесами» в частині питань з дисципліни «Засоби відображення інформації в системах управління технологічними процесами», 2013р.
2. Яблонський Ф.М., Троицкий Ю.В. Средства отображения информации: Учеб. для вузов спец. «Промышленная электроника». – М.: Высш. шк., 1985. – 200 с., ил.
2. VIPA HMI Touch Panel | 62H-MDC0 | Manual HB160E_TP-ECO | RE_62H-MDC0 | Rev. 12/09, March 2012
3. Програма – конфігуратор панелі оператора СП200, Руководство пользователя, 2009г.
4. Панель оператора СП270. Паспорт и руководство по эксплуатации, 2009г.
5. Первые шаги в CoDeSys. Русская редакция ПК «Пролог», 2004г.
6. Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys 2.3. Русская редакция ПК «Пролог», 2006г.
7. Визуализация CoDeSys. Дополнение к руководству пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys 2.3. Русская редакция ПК «Пролог», 2006г.
8. Конфигурирование области ввода/вывода ПЛК1хх. Руководство пользователя. НП ОВЕН, 2009г.
6. Матеріали сайту www.owen.ru
7. Матеріали сайту www.vipa.de

Основні теми тестових питань для денної та заочної форми навчання

Розділ 1. Програмне забезпечення візуалізації перебігу технологічного процесу

Призначення програмного забезпечення Install Target (з програмного пакету CoDeSys), CoDeSys-Web-server (з програмного пакету CoDeSys), Конфігуратор СП-270 (розробник НП ОВЕН), CoDeSys-HMI (пакет CoDeSys), CoDeSys-V2.3 (пакет CoDeSys), Gateway-server (з пакету CoDeSys), DDE-server

Призначення програмного забезпечення <u>CoDeSys-V2.3</u> з програмного пакету <u>CoDeSys</u>
--

CoDeSys - это современный инструмент для программирования контроллеров (CoDeSys образуется от слов *Controllers Development System*).

CoDeSys предоставляет программисту удобную среду для программирования контроллеров на языках стандарта МЭК 61131-3. Используемые редакторы и отладочные средства базируются на широко известных и хорошо себя зарекомендовавших принципах, знакомых по другим популярным средам профессионального программирования (такие, как Visual C++).

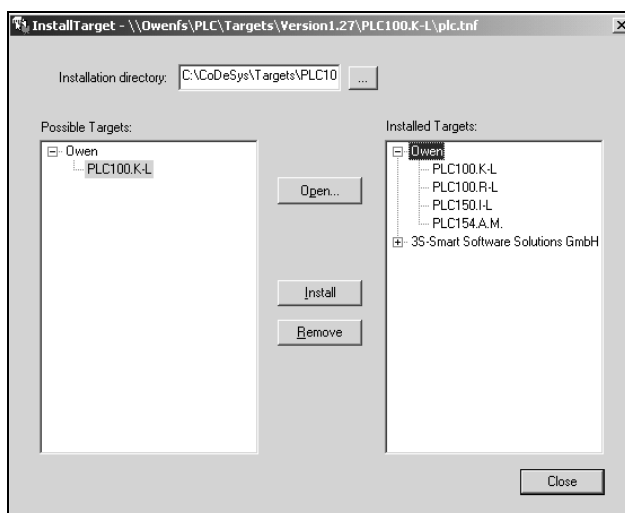
Чтобы визуализировать прикладные задачи, наблюдать и изменять данные программируемого в CoDeSys контроллера, не нужны никакие дополнительные инструменты. Система программирования

содержит встроенный редактор визуализации. Параллельно разработке приложения пользователь может создавать формы визуализации непосредственно в CoDeSys.

Призначення программного продукту Install Target з программного пакету CoDeSys

После инсталляции среды CoDeSys следует выполнить инсталляцию Target файлов. В Target файлах содержится информация о ресурсах программируемых контроллеров, с которыми работает CoDeSys. Target файл поставляется производителем контроллера.

Инсталляция Target&файлов производится при помощи утилиты **InstallTarget**, устанавливающейся вместе со средой программирования. При инсталляции используется диалоговая форма:



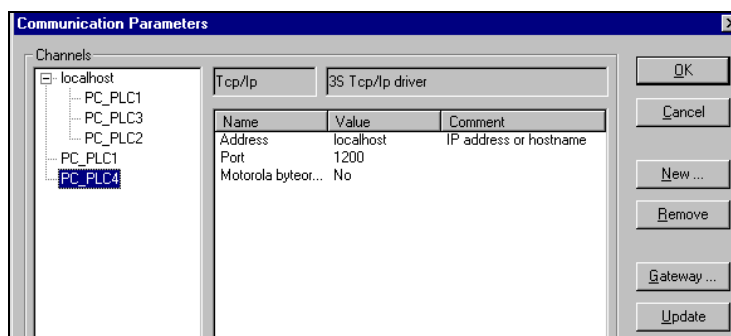
Призначення программного забезпечення Gateway-server з программного пакету CoDeSys

Взаимодействие ПЛК с системой программирования происходит посредством вспомогательного сервера связи (gateway).

Сервер связи позволяет осуществить взаимодействие с одной или несколькими системами исполнения ПЛК.

Параметры каналов связи с ПЛК и метод взаимодействия сервера связи с системой программирования необходимо настроить заранее. Возможно, что система программирования и сервер связи являются приложениями, работающими на одной машине. В этом случае сервер связи запускается автоматически при выполнении команды Login. Если сервер связи расположен на другой машине в сети, то он должен быть запущен заранее. Запущенный сервер отображает иконку CoDeSys в правой части панели задач Windows. Изображение иконки подсвечивается, когда установлена связь с ПЛК. Сервер связи продолжает работать независимо от системы программирования. Отключить его можно командой Exit.

При наличии соединения с сервером вы можете создавать новые каналы, которые будут использоваться для связи с ПЛК. Это возможно сделать непосредственно из среды программирования CoDeSys V2.3. Например:



Призначення програмного забезпечення CoDeSys-HMI з програмного пакету CoDeSys

Програма Win32 CoDeSys HMI отображает формы визуализации на ПК без установки среды программирования CoDeSys. Она обменивается сообщениями с ПЛК через тот же интерфейс, что и среда программирования. CoDeSys HMI (CoDeSysHMI.exe) запускается из командной строки.

Как минимум, в командной строке должен указываться желаемый проект CoDeSys. Если строка вызова не содержит никаких других параметров, CoDeSys HMI стартует с визуализации PLC_VISU.

Пример командной строки :

D:\PROGRAMME\CoDeSysHMI /simulation D:\PROJECTS\PROJECT.PRO /visu overview
(Проект project.pro запускается в режиме эмуляции с 'overview' визуализацией.)

Призначення програмного забезпечення CoDeSys-Web-server з пакету CoDeSys

Web-сервер обрабатывает данные контроллера и также в формате XML создает постоянно обновляемую визуализацию. Таким образом, она будет отображаться в Web-браузере на любом подключенном через Интернет компьютере независимо от платформы (например, с целью удаленного управления).

Вызов Web визуализации через Интернет

Введите в браузере следующий адрес:

http://<IP Адрес Web сервера>:<Порт Web сервера>/webvisu.htm

WebVisu - это стандартная HTML страница. Она содержит <applet>, который запускает WebVisu.

Призначення програмного забезпечення DDE-server з пакету CoDeSys

CoDeSys обеспечивает передачу значений переменных другим Windows приложениям, посредством механизма динамического обмена данными (DDE).

Если используется GatewayDDEServer, то для чтения значений из ПЛК и передачи в другие приложения, CoDeSys не нужен.

Интерфейс DDE автоматически активизируется, как только установлено соединение с ПЛК или режим эмуляции.

Призначення програмного забезпечення Конфігуратор СП-270 (розробник НІ ОБЕН)

Программа «Конфигуратор» – это прикладное программное обеспечение, предназначенное для программирования (создания конфигурации) панели оператора. Программа работает на ПК под управлением операционных систем MS Windows 98/2000/XP.

Программа-конфигуратор позволяет сформировать конфигурацию панели оператора «проект» – произвольной степени сложности, соответствующий конкретному комплексу процедур, управление которыми должна выполнять панель оператора. Созданный проект загружается в панель оператора, определяя текущие значения ее параметров. Кроме того, программа-конфигуратор обеспечивает на экране монитора ПК эмуляцию сенсорного экрана панели оператора (но без сенсорных свойств экрана панели).

Розділ 2. Типи візуалізації у системах управління на базі контролерів

Принципи реалізації Web-візуалізації, (цільової) target-візуалізації, візуалізації безпосередньо у середовищі програмування, візуалізація для виконання у CoDeSysHMI.

Принципи реалізації візуалізації безпосередньо у середовищі програмування

Если ПЛК подключен к системе программирования, то для тестирования и практического использования созданных вами форм визуализации не нужно ничего более. В диалоговом режиме вы сразу получаете реальное представление визуализации внутри системы программирования.

Принципи реалізації візуалізації візуалізація для виконання у CoDeSysHMI

Программа Win32 CoDeSys HMI отображает формы визуализации на ПК без установки среды программирования CoDeSys. Она обменивается сообщениями с ПЛК через тот же интерфейс, что и среда программирования. Применение OPC (OPC - OLE for Process Control) или DDE (DDE - Dynamic Data Exchange) механизмов не требуется.

CoDeSys HMI (CoDeSysHMI.exe) запускается из командной строки.

Как минимум, в командной строке должен указываться желаемый проект CoDeSys. Если строка вызова не содержит никаких других параметров, CoDeSys HMI стартует с визуализации PLC_VISU.

Пример командной строки :

D:\PROGRAMME\CoDeSysHMI /simulation D:\PROJECTS\PROJECT.PRO /visu overview
(Проект project.pro запускается в режиме эмуляции с 'overview' визуализацией.)

Принципи реалізації Web-візуалізації

Web визуализация - это технология, позволяющая наблюдать и управлять CoDeSys визуализацией посредством Web-браузера на любой аппаратной платформе.

CoDeSys может формировать описания объектов визуализации проекта в формате XML и загружать их в контроллер. Web-сервер обрабатывает данные контроллера и также в формате XML создает постоянно обновляемую визуализацию. Таким образом, она будет отображаться в Web-браузере на любом подключенном через Интернет компьютере независимо от платформы (например, с целью удаленного управления).

Целевая система должна поддерживать данную функциональность. В настройках целевой системы должна быть активирована опция 'Web-Visualization'. Если разрешено в целевом файле, данная опция может включаться или отключаться пользователем на вкладке опций 'General' (безпосередньо у середовищі програмування CoDeSys).

Web-сервер должен быть запущен.

Для отображения Web визуализации требуется Web-браузер на соответствующем компьютере.

Опционально CoDeSys генерирует из данных визуализации описание XML, которое загружается вместе с java-апплетом (апплет – программа, написанная на языке программирования JAVA, которая может выполняться браузерами) в контроллер и отображается по TCP/IP в браузере (программе просмотра). Таким образом, данные визуализации на самых различных компьютерных платформах будут отображаться интерактивно.

Web-сервер обрабатывает данные контроллера и также в формате XML создает постоянно обновляемую визуализацию. Таким образом, она будет отображаться в Web-браузере на любом подключенном через Интернет компьютере независимо от платформы (например, с целью удаленного управления).

Вызов Web визуализации через Интернет. введите в браузере следующий адрес:

<http://<IP Адрес Web сервера>:<Порт Web сервера>/webvisu.htm>

WebVisu - это стандартная HTML страница. Она содержит <applet>, который запускает WebVisu.

Принципи реалізації (цільової) target-візуалізації

Для контроллеров со встроенным дисплеем данные визуализации из системы программирования могут загружаться с приложением в целевую систему. Они автоматически отображаются на встроенном дисплее. Это решение может быть с незначительными затратами перенесено на любые программируемые в CoDeSys устройства.

В проекте, применяющем Web-ли Target-визуализацию, для каждого объекта визуализации можно указать, должен ли он использоваться для этих целей. Выберите объект визуализации в Организаторе объектов и откройте диалог Properties dialog (команда Project' Object' 'Properties'). На вкладке Target Settings

присутствуют соответствующие опции Use as Web-Visualization и as Target-Visualization. Используйте их для явного исключения объекта из Web- или Target-визуализации.

Розділ 3. Система інтерфейсів та протоколів зв'язку графічних панелей оператора та контролерів у мережених системах автоматизованого управління

Конструктивні відмінності стандартних інтерфейсів: Ethernet connection, RS-422, RS-232, RS-485, "Host"-USB-A. Поширені протоколи мережних систем автоматизованого управління: Modbus RTU, Modbus ASCII, MPI, TCP/IP, Profibus-DP. Відмінності конфігурації каналу зв'язку по протоколам TCP/IP та Modbus.

Конструктивні відмінності стандартних інтерфейсів: Ethernet connection, RS-422, RS-232, RS-485, "Host"-USB-A.

RS232 interface

- Interface is compatible to the COM interface of a PC
- Logical signals as voltage levels
- Point-to-point links with serial full-duplex transfer in two-wire technology up to 15m distance
- Data transfer rate up to 115.2kBaud

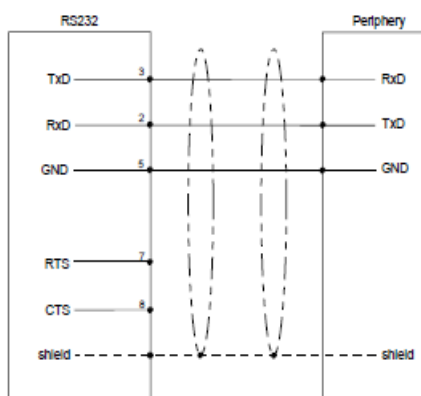
Connection RS232



9pin plug

Pin	RS232
1	CD
2	RxD
3	TxD
4	DTR
5	GND
6	DSR
7	RTS
8	CTS
9	RI

Connection RS232



"Host"-USB-A

Using the "Host"-USB-A interface mouse, keyboard, USB stick or USB hard discs can be connected. The pin assignment is as follows:

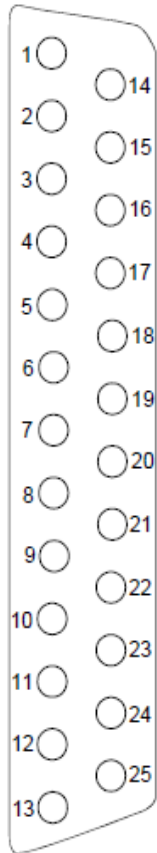


"Host"-USB-A:

Pin	Assignment
1	VCC
2	DM
3	DP
4	GND

RS232/RS422/RS485 interface

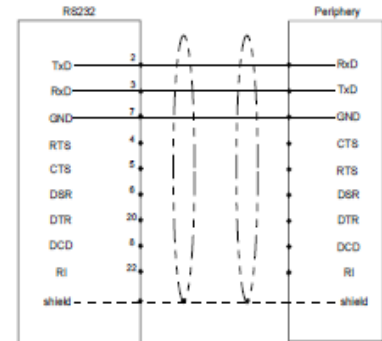
Connection



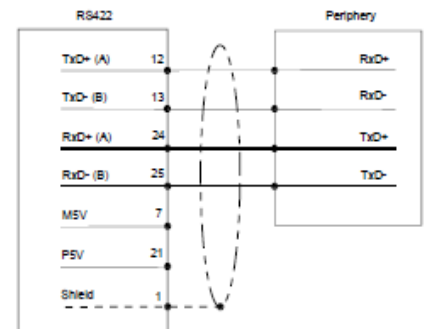
25pin jack

Pin	Signal	Type
1	Shield	-
2	TxD	RS232C
3	RxD	RS232C
4	RTS	RS232C
5	CTS	RS232C
6	DSR	RS232C
7	GND	5V-/RS232C
8	CD	RS232C
9	n.c.	-
10	n.c.	-
11	n.c.	-
12	TxD(A)	RS422/RS485
13	TxD(B)	RS422/RS485
14	RTS(A)	RS422
15	RTS(B)	RS422
16	n.c.	-
17	n.c.	-
18	CTS(A)	RS422
19	CTS(B)	RS422
20	DTR	RS232C
21	5V+	-
22	RI	RS232C
23	n.c.	-
24	RxD(A)	RS422
25	RxD(B)	RS422

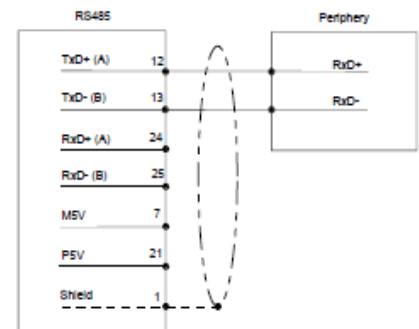
Connection RS 232



Connection RS422

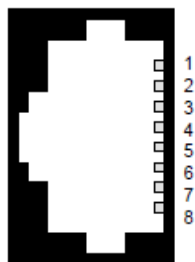


Connection RS485



Ethernet connection

An RJ45 jack provides the interface to the twisted pair cable, required for Ethernet. The pin assignment of this jack is as follows:



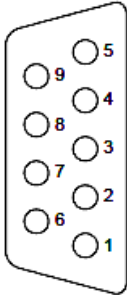
8pin RJ45 jack

Pin	Signal
1	Transmit +
2	Transmit -
3	Receive +
4	-
5	-
6	Receive -
7	-
8	-

(Profibus та MPI системи з'єднання, що визначають як протоколи так і стандарти інтерфейсів з'єднання)

**PROFIBUS DP /
MPI interface
(option)**

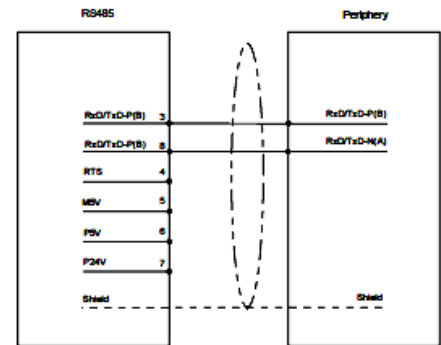
Connection RS485



9pin jack

Pin	RS485
1	n.c.
2	M24V
3	RxD/TxD-P (Line B)
4	RTS
5	M5V
6	P5V
7	P24V
8	RxD/TxD-N (Line A)
9	n.c.

Connection RS485



Конфігурація каналу зв'язку по протоколу Modbus.

На Рис. представлені рекомендуємі значення параметрів обміна по мережі Modbus, які необхідно встановити.

Base parameters		Module parameters
Index	Name	Value
1	Communication speed	115200
2	Parity	NO PARITY CHECK
3	Data bits	8 bits
4	Stop length	One stop bit
5	Interface Type	RS485
6	Frame oriented	ASCII
7	Framing time ms	0
8	Visibility	No

Поширені протоколи мережних систем автоматизованого управління

У тестових питаннях ставиться завдання лише розрізнати стандартні інтерфейси: Ethernet connection, RS-422, RS-232, RS-485, "Host"-USB-A та поширені протоколи мережних систем автоматизованого управління: Modbus RTU, Modbus ASCII, MPI, TCP/IP, Profibus-DP.

Конфігурація каналу зв'язку по протоколу TCP/IP.

Tcp/Ip		
3S Tcp/Ip driver		
Name	Value	Comment
Address	localhost	IP address or hostname
Port	1200	
Motorola byteor...	No	

Розділ 4. Внутрішні пристрої зберігання даних у панелях оператора та контролерах та правила звертання до них у мережах Modbus

Основні типи пам'яті графічних панелей оператора, що не мають операційних систем: PSB, PSW, PFW. Основні типи функцій запитів по протоколу Modbus.

Основні типи пам'яті графічних панелей оператора, що не мають операційних систем: PSB, PSW, PFW.

PSW – оперативная память панели, один адрес занимает один регистр типа word, максимальный размер зависит от свободной оперативной памяти (4 кбайт);

PFW – энергонезависимая память панели, один адрес занимает один регистр типа word, максимальный размер зависит от свободной энергонезависимой памяти (4 Мбайт);

PSB – оперативная память панели, один адрес занимает один бит, максимальный размер зависит от свободной оперативной памяти (4 кбайт).

Основні типи функцій запитів по протоколу Modbus.

Чтение статуса дискретных выходов **(0x01)** Read Coils

Чтение статуса дискретных входов **(0x02)** Read Discrete Inputs

Чтение содержания регистров **(0x03)** Read Holding Registers

Чтение содержания входных регистров **(0x04)** Read Input Registers

Установка единичного выхода **(0x05)** Write Single Coil

Запись значения единичного регистра **(0x06)** Write Single Register

Запись дискретных ячеек **15 (0x0F)** Write Multiple Coils

Запись значения регистров **16 (0x10)** Write Multiple registers

Функції реалізуються командно при створенні програми для ПЛК, який планується підключати у мережу Modbus.

Розділ 5. Основні світлотехнічні параметри пристроїв індикації

Визначення фізичних явищ: електролюмінесценція, катодолюмінісценція. Визначення світлотехнічних параметрів світловий потік, сила світла, яскравість, освітленість, зона ясного бачення людини. Одиниці вимірювання світлотехнічних параметрів.

Визначення фізичних явищ: електролюмінісценція, катодолюмінісценція.

Електролюмінісценція – це явище випромінювання світла люмінофором під дією електричного поля;

Катодолюмінісценція – це фізичне явище, яке полягає в світінні речовини, яка опромінюється швидкими електронами під час бомбардування речовини електронами

Визначення світлотехнічних параметрів світловий потік, сила світла, яскравість, освітленість, зона ясного бачення людини

Світловий потік – це потужність (середня кількість світлової енергії), яку переносить енергія випромінювання (оцінюється по дії на середнє людське око, спектральна чутливість якого стандартизована) за одиницю часу через задану поверхню;

Сила світла характеризує просторову щільність (інтенсивність) світлового потоку, який проходить всередині малого тілесного кута в розглядуваному напрямку.

Яскравість характеризує випромінювання поверхні, яка світиться площею S в даному напрямку.

Освітленість поверхні, що освітлюється характеризується величиною світлового потоку, який падає на одиницю цієї поверхні.

Зона ясного зору людини обмежено кутівими розмірами: $16-20^\circ$ по горизонталі, $12-15^\circ$ по вертикалі. У відповідності до цього у телебаченні обрані рекомендовані відстань до спостерігача = $3..6$ висоти зображення, формат інформаційних полів $4:3$.

Одиниці вимірювання світлотехнічних параметрів.

Одиниця виміру сили світла є кд (кандела).

Одиниця виміру освітленості є лк (люкс).

Одиниця виміру світлового потоку є лм (люмен = люкс * метр²).

Одиниця виміру яскравості є кд/м².

Розділ 6. Поширені типи пристроїв індикації.

Рідкокристалічний індикатор. Плазмова панель. Електролюмінісцентний індикатор. Вакуумний люмінесцентний індикатор. Вакуумний індикатор розжарювання. Вакуумний газорозрядний індикатор.

Рідкокристалічний індикатор.

Конструкция интегрированного со схемой управления ЖК-индикатора показана на рис. 4.35. В таком индикаторе использована матрица тонкопленочных транзисторов, стоки которых соединены с электродами ЭО. На истоки транзисторов подаются импульсы развертки, а на затворы — информационные импульсы. Такие индикаторы используются для воспроизведения телевизионного изображения в портативных карманных телевизорах.

Для работы ЖК-индикатора важное значение имеет способ его подсветки. В твист-индикаторах применяют три системы подсветки: отражательную, просветную и отражательно-просветную.

В *отражательной* (рис. 4.36) внешний свет в ЖК-ячейку попадает только после прохождения левого поляризатора ЛП. Если на сегменты ячейки СЯ не подано напряжение, свет после поворота вектора поляризации на 90° проходит через правый поляризатор ПП и отражается рефлектором Р (рис. 4.36,а). При обратном проходе свет снова поворачивается на 90° в слое ЖК-вещества и свободно выходит наружу. Около тех сегментов индикатора, на которые подано напряжение, ЖК-вещество не способно вращать вектор поляризации, вследствие чего лучи света задерживаются правым поляризатором (рис. 4.36,б). В таком индикаторе видны темные сегменты на светлом фоне.

В *просветной* источник света располагается позади одного из

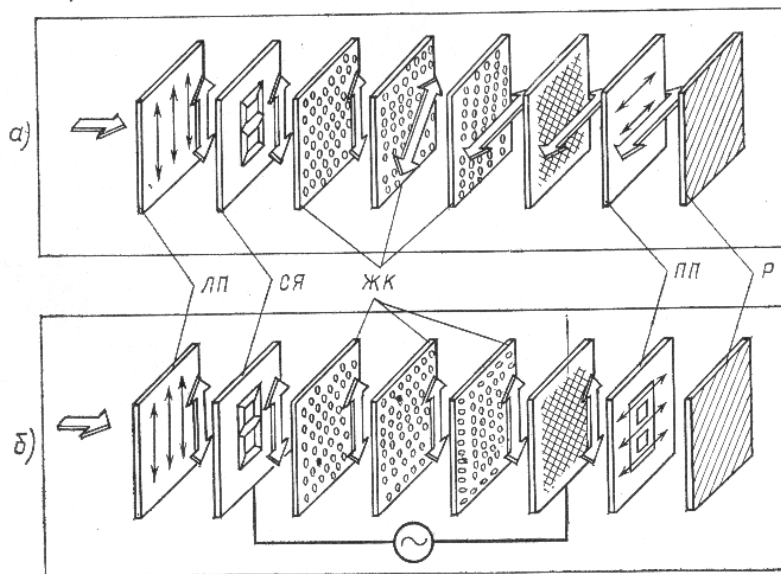


Рис. 4.36. Отражательная ЖК-ячейка на твист-эффекте:
а — без напряжения; б — под напряжением

поляризаторов. В качестве источника можно использовать миниатюрную лампу накаливания с диффузором или люминесцентный источник с радиоактивным возбуждением.

Просветно-отражательная система, в которой отражатель частично пропускает свет, идущий сзади, а частично отражает свет, падающий спереди, является наиболее универсальной.

Отражательные индикаторы применяются при достаточной, а просветные — при низкой освещенности окружающей среды.

Индикаторные панели. Газоразрядные индикаторные панели (ГИП) называют также матричными индикаторами, так как они представляют собой множество светящихся элементов, образуемых на пересечениях ортогональных электродов. ГИП делится на три основные подгруппы: постоянного тока с внешней адресацией и с самосканированием; переменного тока.

Конструкция ГИП постоянного тока с внешней адресацией изображена на рис. 4.19. Образующиеся в местах пересечения анодов и катодов светящиеся ячейки электрически и оптически изолированы друг от друга с помощью диэлектрической матрицы, отверстия в которой совмещены с местами пересечения электродов. Пространство между подложками заполнено газом.

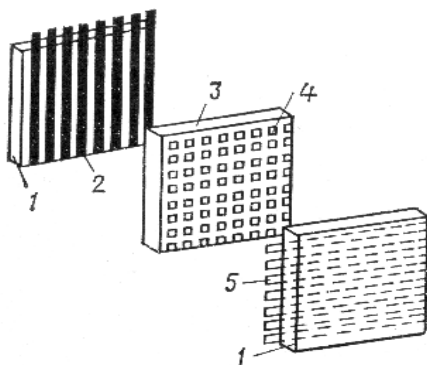


Рис. 4.19. Структура ГИП постоянного тока с внешней адресацией: 1 — подложки; 2 — катоды-столбцы; 3 — диэлектрическая матрица; 4 — отверстия; 5 — аноды-строки

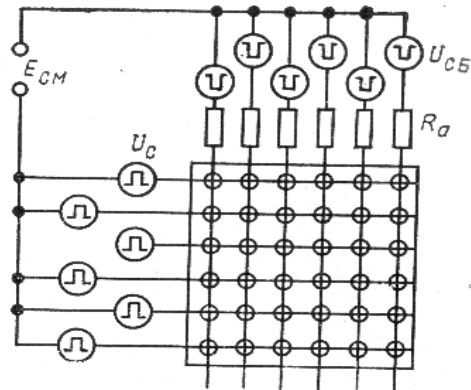
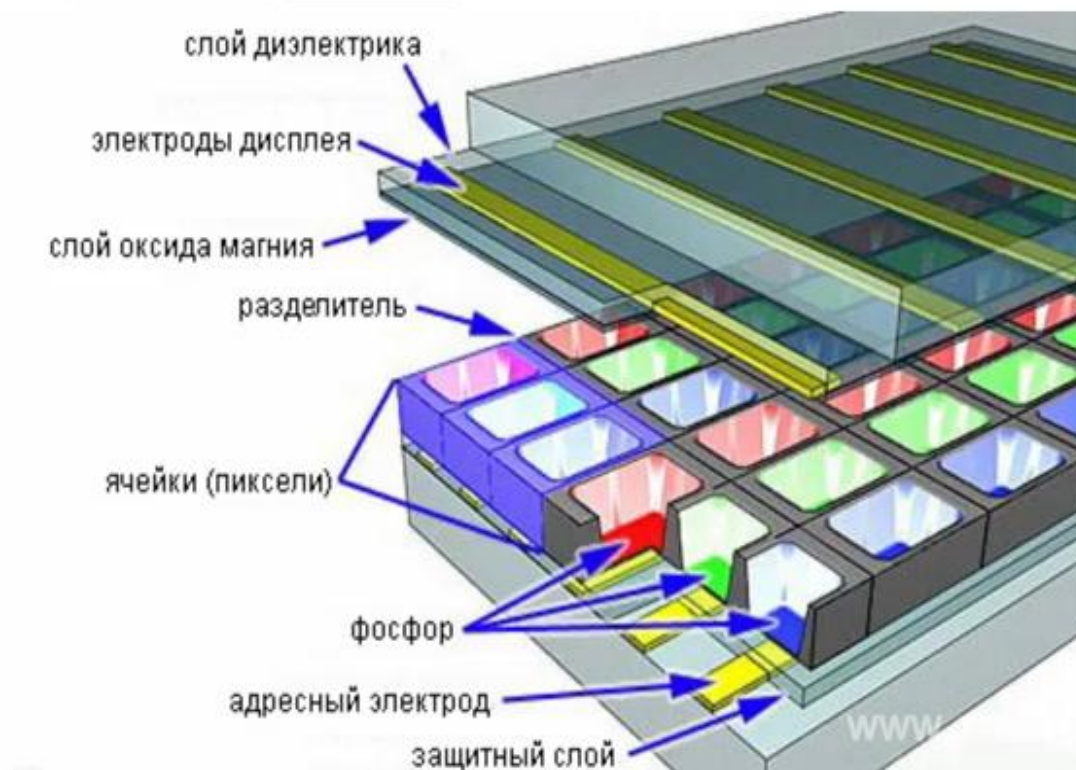


Рис. 4.20. Схема включения ГИП постоянного тока с внешней адресацией

Простейшая схема включения ГИП постоянного тока с внешними резисторами в цепях столбцов, источниками смещения $E_{см}$, возбуждения строк U_c и возбуждения столбцов $U_{сб}$ показана на рис. 4.20. Одновременное включение ячеек, у которых один из электродов (на рисунке электроды, расположенные по столбцу) подключен к общему резистору, невозможно. Действительно, после возникновения в одной из таких ячеек разряда напряжение на общем электроде падает до напряжения поддержания U_n , которое всегда меньше напряжения возникновения разряда U_v , и другие ячейки пробиться не могут. Напротив, ток в ячейках, подключенных к одной строке, ограничивается разными резисторами, и они могут включаться одновременно.

Плазмова панель.

Принцип дії плазмової панелі заснований на світінні люмінофорів екрана панелі під дією ультрафіолетових променів, що виникають при електричному розряді в розрідженому газі. Т.б., це та ж газорозрядна панель, але у кожному комірку поміщено люмінофор за R G B схемою.



Електролюмінісцентний індикатор.

§ 4.3. Электролюминесцентные индикаторы

Многослойная структура выпускаемого промышленностью порошкового индикатора, возбуждаемого переменным током, показана на рис. 4.9.

Зонная диаграмма электролюминофора (кристаллофосфора) и схемы переходов, вызывающих люминесценцию, приведены на рис. 4.10. Кристаллофосфор можно рассматривать как диэлектрик или полупроводник с широкой запрещенной зоной. Наклон линий зонной диаграммы обусловлен тем, что электролюминофор находится в сильном электрическом поле. Для усиления люминесценции в материал вводятся два вида примесных атомов: активаторы, представляющие собой центры люминесценции, захватывающие дырки, и соактиваторы, накапливающие необходимые для рекомбинации электроны (ловушки). Разделение зарядов в кристаллофосфоре под действием сильного электрического поля происходит в результате: а) ионизации кристаллофосфора электронами, приобретшими большую энергию в электрическом поле (ударная ионизация), б) туннельного эффекта (туннелирование). Появившиеся в результате ионизации дырка и электрон захватываются соответственно центром люминесценции или ловушкой. Скорость обратного процесса рекомбинации с излучением определяется темпом освобождения электронов из ловушек в результате термогенерации.

Ионизация становится вероятной только в пробойных или предпробойных условиях, т. е. при напряженности электрического поля $\sim 10^8$ В/м. Создание столь высокой напряженности поля по всей толщине люминофора потребовало бы очень высоких напряжений (1000 В для 10 мкм). Реальное напряжение гораздо меньше, так как из-за неоднородности поля происходит его концентрация на обратном смещенных *p-n*-переходах, краях кристаллов или остриях иглообразных включений меди.

Чтобы не протекал сквозной ток, слой кристаллофосфора в ин-

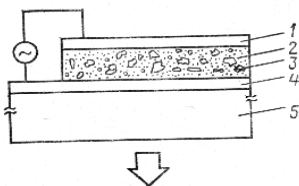


Рис. 4.9. Структура порошкового электролюминесцентного индикатора, возбуждаемого переменным током:

1 — электрод (алюминий); 2 — связка; 3 — ZnS : Cu, ZnS : Mn; 4 — прозрачный электрод (SnO_2); 5 — прозрачная подложка.

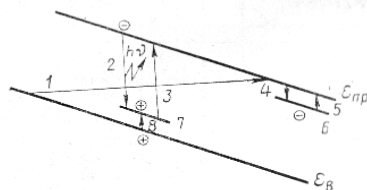


Рис. 4.10. Зонная диаграмма кристаллофосфора и схемы переходов, вызывающих люминесценцию:

1 — туннелирование; 2 — рекомбинация; 3 — ударная ионизация; 4 — захват электронов; 5 — термодинамическая генерация электронов; 6 — локальные уровни активаторов; 7 — локальные уровни активаторов; 8 — захват дырок

дикаторах переменного тока погружают в изолирующую связку. Так как ее диэлектрическая постоянная много больше, чем у кристаллофосфора, основная часть электрического поля сосредотачивается в последнем. Свечение в электролюминесцентном индикаторе, питаемом переменным током, сдвинуто на $120\text{--}180^\circ$ по отношению к возбуждающему напряжению.

Вакуумный люминесцентный индикатор

§ 4.4. Вакуумные люминесцентные индикаторы

Вакуумный люминесцентный индикатор представляет собой многоанодный диод или триод, изображение в котором формируется в результате высвечивания низковольтного люминофора, нанесенного на аноды и возбуждаемого потоком электронов. Триодная структура (рис. 4.11) позволяет управлять индикатором по двум независимым входам, что и определило ее широкое применение.

Рабочая температура оксидного катода лежит в диапазоне $900\text{--}1000$ К, при этом испускаемое им свечение достаточно мало для того, чтобы не препятствовать считыванию основного изображения. Допустимое изменение напряжения накала $U_{\text{нак}}$ не должно превышать $\pm 10\%$, при большем напряжении сокращается срок службы, при меньшем — падает яркость свечения.

Для записи индикатора на сетку и соединенный с ней экран подается небольшое отрицательное напряжение (несколько вольт) по отношению к катоду. При включении индикатора положительный потенциал прикладывают к сетке и к тем анодным сегментам, которые необходимы для формирования символа. Остальные сегменты находятся под катодным потенциалом.

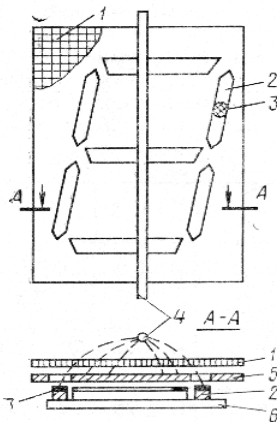


Рис. 4.11. Триодная структура вакуумного люминесцентного индикатора:

1 — управляющая сетка; 2 — анод; 3 — люминофор; 4 — катод; 5 — экран; 6 — подложка

Сетка создает почти равномерный поток электронов в плоскости анодов. Электроны, коллектируемые включенными анодами-сегментами, возбуждают люминофор, а электроны, идущие на выключенные сегменты, отражаются. Не собираемые включенными анодами электроны попадают на экран.

Важной особенностью вакуумных люминесцентных индикаторов является применение в них низковольтной люминесценции, для чего используются люминофоры на основе (Zn, Cd) S. Эффективность такой люминесценции значительно ниже, чем в ЭЛТ, и поэтому скважность облучения люминофора потоком электронов должна быть значительно ниже.

Вакуумный индикатор розжаривания.

§ 4.5. Накаливаемые вакуумные индикаторы

Накаливаемые вакуумные индикаторы (рис. 4.13) конструктивно представляют собой вакуумный баллон, внутри которого расположены элементы отображения в виде вольфрамовых спиралей. Рабочая температура нитей не превышает 1250°C , чем обеспечивается высокая долговечность. Спиральная форма нити и небольшое расстояние между опорными штырями предотвращают заметное провисание при нагреве. Для увеличения контраста подложка чернится.

Возбуждение индикаторов производится приложением постоянного, переменного или импульсного напряжения между общим

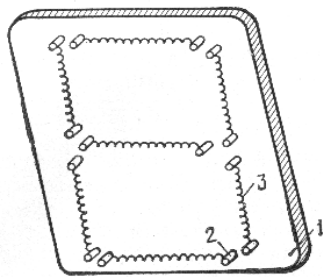


Рис. 4.13. Структура электродов накаливаемого вакуумного индикатора:

1—подложка; 2—опорные штыри; 3—спирали накала

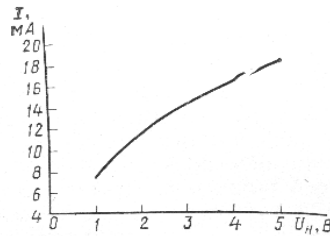


Рис. 4.14. Вольт-амперная характеристика накаливаемого вакуумного индикатора

выводом и отдельными выводами возбуждаемых сегментов. В любом случае нагрев элемента отображения запаздывает, так что время готовности (интервал времени от момента приложения электрического сигнала до достижения яркостью 80% от установившегося значения) составляет в среднем $0,2-0,25$ с.

Вакуумный газоразрядный индикатор.

Излучателем в газоразрядных индикаторах часто является отрицательное тлеющее свечение — область, непосредственно примыкающая к отрицательному электроду (катоде) прибора. В качестве газового наполнения, как правило, применяют инертный газ, слабо реагирующий с деталями внутренней структуры и мало поглощаемый, чем обеспечиваются высокий срок службы и малая скорость деградации характеристик. Достаточно высокую яркость свечения в видимой области спектра дают только неон и его смеси с другими инертными газами (до $10\,000$ кд/м² и выше). Так как основные линии излучения неона лежат в оранжево-красной части спектра, то ею и ограничивается цвет свечения многих газоразрядных индикаторов.

Знаковые индикаторы. Наиболее простые по конструкции и принципу действия знаковые (цифровые) индикаторы содержат множество катодов, окруженных общим анодом. Электродная структура знакомоделирующего цифрового индикатора, показанная на рис. 4.17, содержит набор из десяти катодов, каждый из которых имеет форму цифры, окруженной со всех сторон анодным электродом. Для вывода излучения верхняя часть анода выполнена в виде оптически прозрачной сетки. Прибор работает в режиме слабо аномального тлеющего разряда, т. е. при токах, чуть превышающих ток полного покрытия катода свечением $I_{\text{п}}$. Так как давление газа в приборе составляет несколько тысяч паскаль, то свечение тлеющего разряда образует тонкую (толщиной в десятые доли миллиметра) область, плотно окружающую катод. В связи с этим область свечения имеет форму достаточно близкую к контуру катода, т. е. отображаемой цифры.

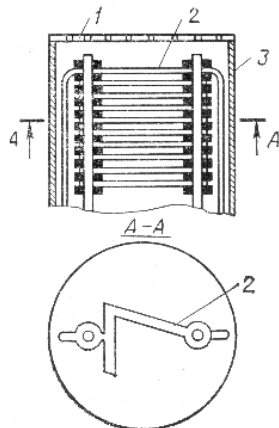


Рис. 4.17. Конструкция знакомоделирующего газоразрядного индикатора:

1 — торцовая часть анода (прозрачная); 2 — катод; 3 — боковая часть анода (сплошная)

Знакомоделирующие индикаторы были широко распространены благодаря привычности начертания символов. Но постепенно начали проявляться их недостатки, связанные с тем, что экранирование одних символов другими затрудняло наблюдение, а большая толщина катодного пакета уменьшала угол обзора и ограничивала число используемых знаков (длину алфавита).