

Rafał Zbiegieni, Lech Bażyński, Andrzej Bogucki,
Wojciech Tucholski, Wiesław Artecki, Sławomir Grzechnik,
Lesław Koliakowski, Andrzej Sutkowski

MERA-PIAP, Warszawa

KOMPUTEROWY SYSTEM ZARZĄDZANIA I STEROWANIA NADRZĘDNEGO
MAGAZYNEM WYSOKIEGO SKŁADOWANIA

Streszczenie.

Opisano system zarządzania i sterowania nadrzędnego magazynem wysokiego składowania w zakładach przemysłu maszynowego. System oparty na zestawie mini-komputera SM-4 komunikuje się z obsługą magazynu za pomocą własnego języka dyrektyw systemowych oraz współpracuje w trybie on-line z podsystemem sterowania bezpośredniego. Omówiono współpracę systemu z symulatorem obiektu.

Opisany poniżej system będzie zastosowany w magazynie realizowanym przez PPI-DTTIS TECHMATRANS dla zakładów przemysłu ciągnikowego. Magazyn składa się z 5 korytarzy z układarkami obsługującymi łącznie kilka tysięcy gniazd do składowania palet oraz jednego korytarza do składowania kilku tysięcy pojemników. Dostarczanie palet na stoły odkładcze układarek oraz wyprowadzanie ich na stanowisko wydań odbywa się za pomocą zautomatyzowanych ciągów podajników nazywanych czółami wejścia i wyjścia.

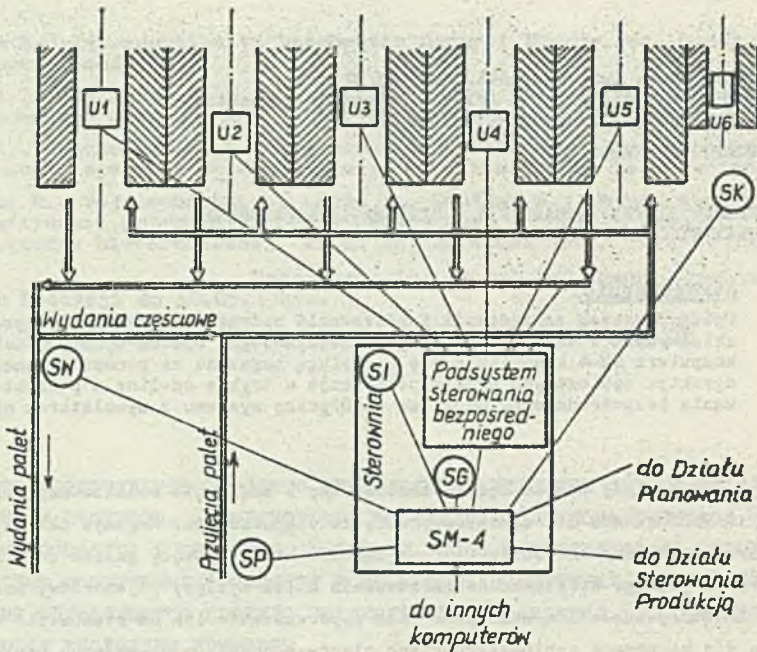
Do zarządzania i sterowania nadrzędnego tym magazynem został opracowany w MERA-PIAP system komputerowy o nazwie SEZAM. System ten współpracuje z podsystemem sterowania bezpośredniego urządzeniami wykonawczymi czół wejścia i wyjścia oraz układarek opracowanym przez OBR Systemów Automatyki w Poznaniu, przy zastosowaniu sterowników MIKRO-80 opartych na mikroprocesorach INTEL 8080 lub ich radzieckich odpowiednikach.

Współpraca systemu SEZAM z tym podsystemem może odbywać się w trybie sterowania automatycznego lub półautomatycznego.

W 1. przypadku wzajemne przekazywanie informacji między systemem SEZAM a podsystemem sterowania bezpośredniego następuje za pośrednictwem łącza teletransmisji, a w drugim - za pośrednictwem operatora odpowiedniego stanowiska magazynowego.

Podstawowym trybem pracy czół magazynowych i układarek obsługujących korytarze z paletami jest tryb sterowania automatycznego, natomiast układarka kompletacyjna obsługująca korytarz z pojemnikami pracuje w trybie sterowania półautomatycznego.

Na rysunku 1 pokazano schemat rozmieszczenia stanowisk operatorskich systemu w magazynie.



Rys.1. Schemat rozmieszczenia stanowisk operatorских systemu w magazynie

- SG - Stanowisko Główne - uruchamianie systemu, wprowadzanie zamówień, wydruk komunikatów alarmowych;
- SP - Stanowisko Przygotowawcze - wprowadzanie danych o jednostkach ładunkowych, wydruk kart identyfikacyjnych;
- SI - Stanowisko Identyfikacji - odczyt numeru identyfikacyjnego palety, nadanie adresu składowania;
- SW - Stanowisko Wydań - informowanie o przeznaczeniu palet wydawanych z magazynu i o wydaniach częściowych;
- SK - Stanowisko obsługi układarki kompletacyjnej;
- DP - Stanowisko w Dziale Planowania;
- DS - Stanowisko w Dziale Sterowania Produkcją;
- U1 + U6 - Układarki.

Funkcje systemu

Poniżej przedstawiono funkcje realizowane przez system komputerowy. Większość funkcji realizowana jest na życzenie operatorów za pomocą języka dyrektyw. Inne funkcje wykonują się automatycznie w czasie działania systemu lub realizowane są po uruchomieniu specjalnych programów ze stanowiska głównego. Część funkcji związana jest z pracą określonych stanowisk magazynowych.

SP stanowisko przygotowawcze

- wprowadzanie do systemu danych o przyjmowanych paletach oraz tworzenie kart identyfikacyjnych (tzw. przywieszek).

SK stanowisko kompletacyjne

- wprowadzanie do systemu danych o przyjmowanych pojemnikach oraz tworzenie kart identyfikacyjnych,
- drukowanie przewodników jazdy przyjęć dla operatorów układarki kompletacyjnej,
- potwierdzenie umieszczenia w regale pojemników określonych w danym przewodniku jazdy przyjęć, podanie adresów ich składowania,
- drukowanie przewodników jazdy wydań dla operatorów układarki kompletacyjnej,
- potwierdzanie dokonania wydań pojemników.

SI stanowisko identyfikacji

- wybór przez system adresu dla palety na czole wejściowym, identyfikowanej przez numer karty identyfikacyjnej,
- definiowanie stanu operatywności urządzeń.

SG stanowisko główne

- wprowadzanie planowych zamówień na wydanie asortymentów,
- wprowadzenie zamówień priorytetowych oraz zwalnianie do realizacji zamówień planowych,
- zmiany statusów jednostek ładunkowych.

SW stanowisko wyjścia palet

- meldunek o przeznaczeniu palety znajdującej się na stanowisku wyjścia.

DP dział planowania

- wprowadzanie planowych zamówień na wydanie asortymentów.

Podczas bieżącej obsługi magazynu system spełnia funkcje informacyjne dostępne z różnych stanowisk na życzenie operatorów:

- informacja o zawartości jednostki ładunkowej składowanej pod wskazanym adresem,
- informacja o atrybutach, stanie ilościowym i rozmieszczeniu danego asortymentu,
- informacja o operatywności urządzeń magazynowych,
- informacja o jednostkach ładunkowych przygotowanych do wprowadzenia do magazynu,
- informacja o paletach wyprowadzonych do komisjonowania,

- informacja o paletach znajdujących się na czole wejścia,
- informacja o paletach wyspecyfikowanych do wydania,
- informacja o pojemnikach wyspecyfikowanych do wydania,
- informacja o zamówieniach planowych na wydania asortymentów,
- informacja o asortymentach potrzebnych do produkcji podanej części.

Funkcje związane ze sterowaniem nadrzędnym obejmują:

- obsługę wymiany informacji ze sterownikiem komunikacyjnym podsystemu sterowania bezpośredniego czołem i układarkami,
- sterowanie nadrzędne pracą układarek i czoła przez wysyłanie do sterownika komunikacyjnego adresów palet przyjmowanych i wydawanych,
- odbiór ze sterownika komunikacyjnego sygnałów o paletach zdejmowanych z półek i umieszczanych na półkach w celu aktualizacji zbiorów bazy danych,
- sygnalizowanie zmian stanów operatywności i zaistniałych awarii urządzeń magazynu,
- przedadresowywanie palet przyjmowanych w sytuacjach awaryjnych.

Poza bieżącą obsługą magazynu system realizuje następujące funkcje:

- wprowadzanie nowych asortymentów, zmiany atrybutów asortymentów, usuwanie asortymentów, informacja o założonych asortymentach,
- zakładanie tzw. tablicy materiałowej zawierającej informacje o asortymentach potrzebnych do produkcji części,
- wydruk dłuższych raportów:
 - . wydruk zajętości gniazd w regalach,
 - . raport o asortymentach składowanych w magazynie,
 - . lista asortymentów przekraczających zadane normatywy ilości,
 - . raport dziennych przyjęć i wydań magazynu,
- testowanie zbiorów bazy danych, wydruk informacji o błędach, automatyczne usuwanie niezgodności,
- kopiowanie bazy danych na rezerwowe kasyety dyskowe,
- odtwarzanie zbiorów bazy danych po awarii na podstawie ostatniej kopii bazy danych i zbioru zdarzeń systemowych,
- aktualizacja bazy danych o przyjęcia i wydania asortymentów wykonane w okresie pracy magazynu prowadzonej bez komputera (w okresie awarii systemu).

System został dodatkowo rozbudowany o podsystem ewidencji przepływu towarów przez magazyn na podstawie dokumentów dostaw i wydań dla potrzeb komputera centralnego. Podsystem ten korzysta ze zbiorów bazy danych systemu zarządzania magazynem.

Sprzęt systemu

Sprzęt systemu stanowi zestaw MERA-125/SM-4, o pamięci operacyjnej 128 k słów, wyposażony w pamięć dyskową SM-5405 2x29 MB i pamięć taśmową SM-TM 11 (obie produkcji bułgarskiej), drukarki mozaikowe DZM-180 oraz drukarkę wierszową DW-3.

Stanowiska operatorskie systemu wyposażone będą w monitory ekranowe typu VGD 7953 z drukarkami kopii trwałe DZM-180 lub D-100.

Ze względu na dużą liczbę terminali część z nich będzie przyłączona do wspólnej szyny za pośrednictwem multipleksora DH 11.

Połączenie ze sterownikiem komunikacyjnym podsystemu sterowania bezpośredniego zrealizowano w oparciu o interfejs VP4.

System zasilany będzie z przetwornicy wirującej.

Oprogramowanie systemu

SEZAM jest systemem o działaniu bezpośrednim pracującym na bieżąco (w czasie rzeczywistym). Na oprogramowanie systemu składa się oprogramowanie podstawowe i użytkowe. Oprogramowanie podstawowe stanowi wielozadaniowy, dyskowy system operacyjny czasu rzeczywistego DOS-RW.

Oprogramowanie użytkowe stanowią zbiory bazy danych i programy realizujące funkcje systemu. Są to przede wszystkim programy obsługi dyrektyw operatorskich, programy obsługi bazy danych, programy związane ze sterowaniem nadrzędnym i programy uruchamiane w celu realizacji okresowych funkcji systemu, jak również programy używane w sytuacjach awaryjnych. Programy te składają się na moduły oprogramowania systemu SEZAM.

Podstawowe zbiory bazy danych:

- Zbiór asortymentów magazynowych - obejmuje wszystkie asortymenty występujące w magazynie. Rekord zbioru zawiera opis jednego asortymentu (atrybuty) i aktualny stan ilościowy;
- Zbiór adresów magazynowych - obejmuje wszystkie gniazda znajdujące się w regałach magazynu. Rekord zbioru zawiera opis zawartości jednostki ładunkowej umieszczonej w gnieździe;
- Zbiór zdarzeń magazynowych - zawiera chronologiczną informację o zdarzeniach, które wystąpiły od początku pracy dobowej systemu. Jest używany do odtwarzania zbiorów w przypadku ich zniszczenia;
- Zbiór zamówień planowych na wydania asortymentów;
- Kolejki palet na czole wejściowym do bloku regałowego;
- Kolejki palet wybranych (wyspecyfikowanych) do wydania z bloku regałowego;
- Bufory palet i pojemników uformowanych na wejściu do magazynu;
- Bufor palet na czole wyjścia i palet komisjonowanych;
- Bufor pojemników wyspecyfikowanych do wydania.

Moduły oprogramowania:

- Moduł obsługi bazy danych - używany jest poza pracą bieżącą magazynu i służy do zakładania nowych rekordów lub usuwania rekordów ze zbioru asortymentów oraz do zmian atrybutów asortymentów;
- Moduł bieżącego zarządzania magazynem - jest podstawowym modułem systemu, działającym w czasie pracy magazynu. Umożliwia komunikację - za pomocą języka dyrektyw systemowych - operatorów stanowisk magazynowych z systemem i obsługuje ich zlecenia;
- Moduł sterowania nadrzędnego - zapewnia współpracę on-line z podsystemem sterowania bezpośredniego. Działa równoległe z modułem bieżącego zarządzania magazynem, komunikując się z nim poprzez wspólne zbiory danych w pamięci operacyjnej;
- Moduł testowania bazy danych - używany jest w celu sprawdzenia poprawności zbiorów bazy danych. Niektóre niezgodności między powiązаныmi ze sobą zbiorami są usuwane automatycznie, a pozostałe, wymagające dodatkowego sprawdzenia, są listowane;
- Moduł aktualizacji bazy danych - jest używany po okresie pracy ręcznej. Jeżeli z powodu awarii magazyn pracował przez pewien czas bez komputera, moduł umożliwia uaktualnienie bazy danych o informacje dotyczące wszystkich przyjętych i wydanych w tym czasie jednostek ładunkowych;
- Moduł odtworzenia zbiorów bazy danych na podstawie ostatniej kopii bazy danych i zbioru zdarzeń systemowych - używany w przypadku uszkodzenia pamięci zewnętrznej lub operacyjnej zestawu komputerowego;
- Moduł ewidencji przepływu towarów przez magazyn na podstawie dokumentów dostaw i wydań dla potrzeb komputera centralnego - używany sukcesywnie do uzupełnienia zbioru dokumentów.

Symulacja współpracy systemu z obiektem

Symulacja polegała na odwzorowaniu sygnałów i zależności czasowych (w skali 1 : 1) występujących w rzeczywistym obiekcie. Uzyskano to za pomocą specjalnie w tym celu wykonanego oprogramowania ^{x)} sterownika MIKRO-80, w którym zamodelowano poszczególne elementy układu transportowego przyporządkowując im charakterystyczne dla nich opóźnienia czasowe. Dzięki temu czas transportu jednostek ładunkowych mógł być wyrażony jako suma opóźnień czasowych elementów szlaku transportowego, indywidualnie dla każdej jednostki ładunkowej, w zależności od adresu gniazda, do którego jest ona dostarczana lub z którego jest pobierana.

^{x)} autorami symulatora są: mgr inż. M. Delimata, mgr inż. W. Grzybowski i
 mgr inż. W. Szymański z Poznania

Symulacja obejmowała wszystkie sygnały przesyłane między komputerem a podsystemem sterowania bezpośredniego w warunkach:

- normalnej eksploatacji;
- zakłóceń pracy systemu spowodowanych rozbieżnością między informacją zawartą w bazie danych a stanem faktycznym;
- awarii różnych elementów układu transportowego, zwłaszcza następujących w trakcie przebywania zaadresowanych palet na szlaku transportowym.

W 1. przypadku symulowane były sytuacje, w których kolejne palety były adresowane na jedną układarkę lub na różne układarki, przy równoczesnym realizowaniu przez układarki wydań palet na stanowisko wydań oraz na stanowisko komisjonowania (wydania częściowe).

W 2. przypadku symulowane były m.in. sytuacje, gdy wskutek błędnych danych o położeniu palet w bloku regałowym paleta została zaadresowana do gniazda, które było zajęte, lub gdy w gnieździe nie było palety przeznaczonej do wydania.

W 3. przypadku badane były m.in. sytuacje automatycznego przeadresowywania przez system palet będących w ruchu w momencie wystąpienia awarii elementu położonego na ich szlaku transportowym.

W czasie prób symulowano również przypadki pracy magazynu w warunkach maksymalnego przepływu palet. W sytuacji tej nie stwierdzono gubienia sygnałów, ani blokowania się systemu ze względu na stosunkowo dużą liczbę sygnałów obsługiwanych w jednostce czasu.

LITERATURA

- [1] E. Yourdon: Projektowanie systemów o udziałaniu bezpośrednim, WNT, Warszawa, 1976.

Recenzent: Prof.dr inż.Henryk Kowalowski

Wpłynęło do Redakcji do 30.03.1984r.

КОМПЮТЕРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЫСОКОСТЕЛЛАЖНЫМ СКЛАДСКИМ МАГАЗИНОМ

Резюме

В статье представлена система управления высокостеллажным складом на предприятиях машинной промышленности. Система построена на основе комплекса мини-ЭВМ СМ-4. Она сообщается с обслуживающим персоналом склада посредством специального языка системных директив и взаимодействует в режиме "On-line" с подсистемой непосредственного управления конвейерами и кранами штабелерами. Описано взаимодействие системы с симулятором объекта.

COMPUTER SYSTEM OF MANAGEMENT AND SUPERVISED CONTROL FOR HIGH BAY STORAGE

S u m m a r y

Control system for high bay storage based on SM-4 computer has been related. The operator-system communication is achieved by means of an own directive language. The system cooperates with direct control subsystem in on-line mode. System cooperation with plant simulator has been described.