



PLAN NAUCZANIA

Państwowa Szkoła Programowania Maszyn Cyfrowych  
 Specjalność programowania elektronicznych maszyn cyfrowych  
 Podbudowa : świadectwo dojrzałości szkoły ogólnokształcącej .

L p.	Przedmiot nauczania	Liczba godzin w klasie tygodniowo		Razem godzin
		I	II	
1	Programowanie maszyn w języku symbolicznym	10	8	18
2.	Autekoły	-	8	8
3.	Elementy matematyki wyższej i metod numerycznych	5	5	10
4.	Ekonomia i organizacja przedsiębiorstw	4	4	8 ✓
5.	Typowe zastosowania maszyn cyfrowych	2	-	2
6.	Elementy projektowania systemów elektronicznego przetwarzania danych	-	2	2
7.	Organizacja maszyn cyfrowych	2	3	5
8.	Urządzenia wejścia , wyjścia i pomocnicze	2	-	2
9.	Logika matematyczna	2	-	2
10.	Rysunek techniczny	3	-	3 ✓
11.	Język angielski	4	4	8
Razem		34	34	68

Praktyka zawodowa po 6 tygodni w klasie I i II

Zgodnie z zarządzeniem Ministra  
 Oświaty z dn. 2.8.1965 r  
 Nr. P 2-3120/65- plan nauczania  
 obowiązuje od 1.IX.1965 r.



1. Kształcenie ogólne

- przygotowanie do studiów wyższych i zawodowych
- kształcenie w zakresie matematyki i fizyki
- przygotowanie do studiów wyższych

2. Kształcenie specjalne

- **MATERIAŁY PROGRAMOWE**
- **do nauczania przedmiotu**

**PROGRAMOWANIE MASZYN CYFROWYCH  
W JĘZYKU SYMBOLICZNYM**

- **WYKŁADY**

**Państwowa Szkoła Programowania  
Maszyn Cyfrowych**

**Specjalność: Programowanie elektronicznych  
maszyn cyfrowych**

**klasa I i II**

**WARSZAWA 1965**

**Warszawa 1965**



## Wzrost przedmiotu

### 1. Nauczanie uczniów

- wykonywanie sieci działań ogólnych i szczegółowych,
- zasady korzystania z pamięci operacyjnej i pomocniczych oraz umiejętność rozplanowania tych pamięci.

### 2. Opanowanie przez uczniów

- programowania sekwencji jednej maszyny cyfrowej,
- zasad korzystania do zliczonego przecinka,
- różnych technik uruchamiania programów /post mortem, ślad itp./
- zasad uporządkowania dokumentacji.

## MATERIAŁ NAUCZANIA

### Klasa I

#### Ogólne informacje o maszynach cyfrowych / 3 godziny /

Podstawowe pojęcia dotyczące maszyn cyfrowych. Podstawowe zasady korzystania z maszyn cyfrowych.

#### Analiza problemu /8 godzin/

Metody analizy. Problemy z powtórzeniami. Sieci działań. Zasady rysowania. Rozgałęzienia i pętle na sieciach działań.

#### Ogólny opis maszyny cyfrowej /4 godziny/

Organizacja maszyny cyfrowej. Działanie. Języki maszyny. Analiza problemu z punktu widzenia maszyny.

#### Arytmetyka maszyny /8 godzin/

System binarny i ósemkowy. Działania arytmetyczne. Zamiana podstawy liczb. Stały i zmienny przecinek. Problemy skali i dokładności.



Opis konkretnych maszyn cyfrowej /3 godzin/

Przedstawienie informacji w maszynie. Budowa maszyny /arytmometr, rejestry, pamięć operacyjna/. Budowa słowa, budowa rozkazu. Podstawowe rozkazy /arytmetyczne, przesłania i odejmowania decyzji/.

Podstawy kodowania programów /10 godzin/

Język maszyny. Kodowanie w języku maszyny. Zapis rozkazów i liczb. Adresowanie bezwzględne. Język symboliczny. Symboliczny zapis operacji. Adresowanie względne. Adresowanie symboliczne.

Pętli w programach /10 godzin/

Kodowanie prostych pętli. Indeksowanie i adresowanie podrzędnie /adres adresu/. Rejestry modyfikacji, działania na rejestr modyfikacji. Kodowanie pętli z modyfikacją rozkazów. Pętli zagmatwane.

Struktury logiczne programów /6 godzin/

Rozgałęzienia stałe i zmienne. Wskazniki i swrotnice.

Podprogramy /14 godzin/

Rodzaje podprogramów. Podprogramy otwarte. Makrorozkazy. Podprogramy zamknięte. Biblioteka podprogramów. Konstrukcja i korzystanie z podprogramów.

Organizacja wejścia i wyjścia /16 godzin/

Taśma papierowa, karty, drukarka wielkoszczona. Sposoby przedstawiania informacji, kody. Operacje wejścia i wyjścia. Opracowywanie danych wejściowych. Sprzedawanie wyników, organizacja adresu wydawniczego. Typowe podprogramy wejścia i wyjścia.



Pojęcie pomocnicze /3 godzin/

Ręben i taśm magnetyczne. Współpraca z pomocąimi pomocniczymi.

Struktura danych programów /14 godzin/

Norma oszacowania programów i danych pomocniczych. Segmentacja programu. Organizacja współpracy z urzędnikami zawodowymi i pomocąimi pomocniczymi. Systemy programów.

Uruchamianie programów /6 godzin/

Przygotowanie danych modelowych. Technika uruchamiania /metoda obrazów pomocniczych, metoda śladu/. Analiza wyników programu. Wstępna eksploatacja programów.

Oprowadzenie dokumentacji programu /6 godzin/

Założenia. Analiza problemu /siećdziesiątka/. Tabulogramy programu. Instrukcja eksploatacji.

Zastosowanie programowania w języku symbolicznym

/15 godzin/

Wybrane problemy numeryczne. Wybrane problemy przetwarzania danych. Wybrane problemy zastosowań w czasie realnym.

Klasa I

NAJLEPIA PRAKTYCZNE

Analiza problemów /10 godzin/

Analiza prostych problemów. Rozwiązanie problemów i numerycznych sieci danych.

140



Arytmetyka maszyn /8 godzin/

Zmiana podstawy liczb. Działania arytmetyczne w stałym i zmiennym przecinku.

Proste programy liniowe w języku maszyn

/ 14 godzin/

Analiza i kodowanie prostych programów liniowych w języku maszyny /adresy bezwzględne/. Zapoznanie uczniów z obsługą dalekopisu lub perforowania kart. Przygotowanie wybranego programu do uruchamiania na maszynie cyfrowej. Perforowanie programu. Uruchomienie programu na maszynie cyfrowej.

Programy z pętlami, modyfikacją rozkazów i rozgałęzieniami

język umiarkowany /16 godzin/

Kodowanie w adresach względnych. Kodowanie w adresach symbolicznych. Program z pętlą. Program z modyfikacją rozkazów. Program z rozgałęzieniami. Przygotowanie i uruchomienie na maszynie cyfrowej prostego programu z pętlami, modyfikacją rozkazów i rozgałęzieniami.

Podprogramy /18 godzin/

Napisanie prostego podprogramu. Przygotowanie i uruchomienie na maszynie cyfrowej prostego programu z wykorzystaniem makrorozkazów i podprogramów

Programowanie urządzeń wejścia i wyjścia /20 godzin/

Napisanie i uruchomienie na maszynie cyfrowej prostego programu numerycznego /z wykorzystaniem zmiennego przecinka/ z wprowadzeniem i opracowaniem danych oraz wyprowadzeniem wyników.



Programowanie pamięci pomocniczej /24 godziny/

Napisanie i uruchomienie na maszynie cyfrowej prostego programu z przetwarzania danych z wykorzystaniem urządzeń wejścia i wyjścia oraz pamięci pomocniczej.

Duże programy. Sporządzenie dokumentacji /30 godzin/

Samodzielne napisanie i uruchomienie na maszynie cyfrowej średnio złożonego programu /numerycznego lub z przetwarzania danych/ z zastosowaniem segmentacji. Sporządzenie dokumentacji programu.

140

**Klasa II**

Samodzielne napisanie i uruchomienie na maszynie cyfrowej użytkowego programu numerycznego /56 godzin/.

Samodzielne napisanie i uruchomienie na maszynie cyfrowej użytkowego programu z przetwarzania danych /56 godzin/.

112

Samodzielne opracowanie, napisanie i uruchomienie na maszynie cyfrowej użytkowego programu z wybranej dziedziny, mające charakter pracy dyplomowej.

UWAGI O REALIZACJI MATERIAŁÓW PROGRAMOWYCH

Należy zapewnić możliwie najwcześniejszy kontakt ucznia z konkretną maszyną cyfrową. W trakcie nauki uczeń powinien własnoręcznie opracowywać i uruchamiać programy o rosnącym stopniu skomplikowania. Zadanie to ułatwia prowadzenie nauki przedmiotu w klasie I dwutorowo - z jednej strony zajęcia teoretyczne /lekcje/, z drugiej - zajęcia praktyczne. Ze względu na niemożliwość precyzyjnego określenia czasu trwania poszczególnych zajęć pra-



których - program tych zajęć opracowano niezależnie od programu zajęć teoretycznych, zachowując tę samą kolejność tematów.

Lekcje teoretyczne i zajęcia praktyczne należy prowadzić równoległe od początku roku szkolnego.

Zarówno na lekcje teoretyczne jak i na zajęcia praktyczne w klasie I poświęca się 140 godzin /5 godzin tygodniowo/.

W klasie II uczniowie pracują samodzielnie. Zadaniem nauczyciela jest kierowanie opracowaniem poszczególnych zadań i udzielanie konsultacji.

W wytycznych programowych nie określono dokładnie maszyny cyfrowej i języka symbolicznego, który uczniowie mają opanować.

Szkoła powinna umożliwić uczniom korzystanie z maszyny cyfrowej, która pozwala zrealizować tematy podane w wytycznych programowych. Może to być maszyna z rodziny maszyn ZAM /ZAM-21 lub ZAM-41/. Ponadto szkoła powinna umożliwić uczniom korzystanie z niezbędnych do przygotowania programów urządzeń pomocniczych /dalekopis, perforator, kart itp./.

Wymiary godzin podane na realizację poszczególnych tematów mają charakter orientacyjny.





1. Wprowadzenie do nauki matematyki
2. Liczby naturalne
3. Liczby całkowite
4. Liczby wymierne
5. Liczby rzeczywiste
6. Liczby zespolone
7. Ciągi liczbowe
8. Funkcje
9. Geometria
10. Rachunek różniczkowy i całkowy
11. Rachunek macierzy
12. Rachunek wektorowy
13. Rachunek tenzora
14. Rachunek różniczkowy i całkowy wielomianów
15. Rachunek różniczkowy i całkowy wielomianów
16. Rachunek różniczkowy i całkowy wielomianów
17. Rachunek różniczkowy i całkowy wielomianów
18. Rachunek różniczkowy i całkowy wielomianów
19. Rachunek różniczkowy i całkowy wielomianów
20. Rachunek różniczkowy i całkowy wielomianów

### MATERIAŁY PROGRAMOWE

### do nauczania przedmiotu

### ELEMENTY MATEMATYKI WYŻSZEJ I METOD NUMERYCZNYCH

### Państwowa Szkoła Programowania Maszyn Cyfrowych

Specjalność: Programowanie elektronicznych  
maszyn cyfrowych

Klasa I i II

Warszawa 1965



### Zadanie przedmiotu

1. Opanowanie przez uczniów różnych systemów liczenia.
2. Zaznajomienie uczniów z metodami szacowania dokładności wyników.
3. Poananie przez uczniów:
  - niektórych podstawowych pojęć matematycznych /wektor, macierz, macierz odwrotna/, pochodna, równanie różniczkowe itp./,
  - niektórych podstawowych metod numerycznych /szukanie miejsc zerowych wielomianów, rozwiązywanie układów równań liniowych itp./.

### Materiał nauczania

#### klasa I

Elementy matematyki wyższej . . . . . 14 godzin

#### Wstęp.

Rodzaje liczb. Działanie na liczbach rzeczywistych. Wartość bezwzględna i jej własności. Oś liczbowa, przedział liczbowy. Nierówności słabe i mocne, nierówności z wartością bezwzględną, geometryczna interpretacja nierówności. Działania Newtona.

#### Układ dwójkowy i ósemkowy

/10 godzin/

Układy systematyczne. Układ dwójkowy /binarny/. Wyznaczenie rozwinięć liczb całkowitych i wymiernych w układzie dwójkowym. Arytmetyka w układzie binarnym. Układ ósemkowy, przejście od układu dwójkowego do układu ósemkowego i odwrotnie. Inne układy, układy niesystematyczne.



### Wektory /10 godzin/

Określenie wektora działają na wektorach. Układ współrzędnych na płaszczyźnie. Wektory ośi. Współrzędne wektora, długość wektora, wektory jednostkowe. Iloczyn skalarny wektorów. Kąt między wektorami. Warunki równoległości i prostopadłości wektorów. Odległość dwóch punktów. Współrzędne środka odcinka.

### Linia prosta na płaszczyźnie /12 godzin/

Równanie prostej prostopadłej do danego wektora /niezerowego/. Sens geometryczny równania liniowego. Równanie kierunkowe linii prostej. Prosta wyznaczona przez dwa punkty. Pęk prostych. Kąt między prostymi, proste równoległe, proste prostopadłe. Odległość punktu od prostej.

### Koło / 4 godziny/

Równanie linii. Ogólne równanie koła. Koło i linia prosta.

### Pojęcie funkcji /10 godzin/

Definicja funkcji. Obszar geometryczny funkcji. Sposoby przedstawiania funkcji. Obszar określoności funkcji, monotoniczność i okresowość funkcji. Przegląd ważnych funkcji elementarnych /funkcja liniowa, kwadratowa, wielomian, funkcja wykładnicza, funkcja logarytmiczna, funkcja trygonometryczna/. Funkcje złożone i odwrotne.

### Granice funkcji /10 godzin/

Definicja granicy funkcji. Wyznaczenie granicy  $x \rightarrow \infty$   $\frac{1}{x}$ . Twierdzenie podstawowe o granicy funkcji. Granice niewłaściwe. Granice jednostronne, ciągłość funkcji.



Pochodna funkcji /18 godzin/

Definicja pochodnej funkcji. Interpretacja geometryczna i mechanizacja pochodnej. Reguły różniczkowania. Różniczka i jej interpretacja geometryczna. Ciągłość a pochodna. Pochodne wyższych rzędów. Interpretacja geometryczna i mechaniczna drugiej pochodnej.

Zastosowania pochodnej /18 godzin/

Równanie stycznej do krzywej. Twierdzenie o wartości średniej. Warunki monotoniczności funkcji. Ekstrema lokalne funkcji, warunki istnienia ekstremum. Punkt przegięcia krzywej. Badanie prostych funkcji. Zadania tekstowe.

Zasady rachunku całkowego /16 godzin/.

Definicja całki nie oznaczonej, własności całki nieoznaczonej. Odwócenie wzorów z rachunku różniczkowego. Całkowanie przez część i przez podstawienie. Elementarne metody całkowania. Definicja całki oznaczonej. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej. Niektóre zastosowania całek oznaczonych geometrii i fizyce.

Funkcja wielu zmiennych /10 godzin/

Układ współrzędnych przestrzeni. Definicja<sup>1</sup> geometryczna interpretacja funkcji dwuzmiennych. Równanie kuli. Przestrzeń wielowymiarowa. Wektory w przestrzeni wielowymiarowej. Liniowa zależność wektorów. Funkcje wielu zmiennych.

Równania różniczkowe zwyczajne /18 godzin/

Określenie równania różniczkowego I rzędu. Rozwiązanie ogólne i szczególne. Równania o zmiennych rozdzielonych, jednorodne i liniowe. Równania różniczkowe wyższych rzędów. Przykłady zadań z fizyki.



## Klasa II

### Elementy matematyki wyższej /18 godzin/

#### Algebra liniowa

Definicja macierzy. Macierz jednostkowa, diagonalna, transponowana. Równość, suma i różnice macierzy. Iloczyn macierzy przez liczbę. Mnożenie macierzy. Określenie wartości liczbowej wyznacznika według rozwinięcia Laplace'a. Własności wyznaczników. Dopełnienie algebraiczne, macierz dołączona, wyznaczanie macierzy odwrotnej. Układy równań liniowych. Wzory Cramera. Równanie charakterystyczne macierzy i wartości własne. Macierze podobne.

#### Elementy metod numerycznych /8 godzin/

##### Podstawowe wiadomości z teorii błędów

Definicja metody numerycznej. Błąd bezwzględny i błąd względny. Podstawowe źródła błędów; błąd początkowy, błąd propagowany, stabilność metody. Błąd okrągłości, cyfry znaczące. Błędy podstawowych działań arytmetycznych, ilość cyfr dokładnych iloczynu i ilorazu. Obliczenia zwiększonej precyzji i w zmiennym przebiegu. Błąd funkcji jednej zmiennej.

##### Metody numeryczne algebry liniowej /34 godziny/

Metody numeryczne rozwiązywania układów równań liniowych. Metody proste; metoda Gaussa. Metody iteracyjne, metoda iteracyjna prosta i metoda Seidle'a, warunki zbieżności iteracji. Porównanie metod. Wyznaczanie wartości wyznacznika oraz elementów macierzy odwrotnej przy pomocy metody Gaussa. Wyliczenie wartości własnych macierzy, wyznaczenie pierwszej własnej. Rozwiązanie przykładowych zadań na maszynie elektronicznej.

##### Metody stycznej i siecznej /12 godzin/



Miejsca zerowe funkcji. Rozdzielenie pierwiastków. Oszacowanie błędów. Metoda Newtona - warunki zbieżności, przykład. Metoda siecznych, warunki zbieżności, przykład.

Interpolacja /10 godzin/

Różnice skończone. Sformułowanie zagadnienia interpolacji. Wielomiany interpolacyjne Newtona i Lagrange'a. Oszacowanie błędów.

Numeryczne rozwiązywanie równań różniczkowych

/ 30 godzin /

Sformułowanie problemu; zagadnienia początkowe i brzegowe. Metoda Eulera, interpretacje geometryczne, dokładność, zmodyfikowana metoda Eulera. Metoda Runge-Kutty trzeciego rzędu; interpretacja geometryczna, dokładność. Metody różnicowe. Metoda ekstrakcyjna Adamsa, błąd obcięcia. Zagadnienie początkowe dla układów równań różniczkowych oraz dla równań wyższych rzędów. Rozwiązywanie zadań brzegowych przez sprowadzenie do zadania początkowego. Rozwiązanie przykładowych zadań na maszynie elektronicznej.

Programowanie liniowe /28 godzin/

Sformułowanie problemu, przykłady zagadnień programowania liniowego. Zbiory wypukłe; definicja, przykłady. Własności rozwiązania zagadnienia programowania liniowego. Metoda simpleksów. Metoda sztucznej bazy. Interpretacja geometryczna metody simpleksów. Główne zastosowania programowania liniowego; zagadnienie transportowe i inne. Rozwiązanie przykładowych zadań na maszynie elektronicznej.

140



UWAGI DO MATERIAŁÓW PROGRAMOWYCH

Z uwagi na to, że program wyżej przedstawiony będzie realizowany poraz pierwszy oraz ze względu na brak jakichkolwiek doświadczeń w zakresie szkolenia kadr tego typu, zakres poszczególnych partii materiału nauczania nie należy uważać za ściśle obowiązujący. W zależności od przygotowania uczniów wykładowca może niektóre fragmenty programu rozszerzyć bądź skrócić. Ponadto przydział godzin na poszczególne działy ma charakter orientacyjny, mający na celu ułatwienie planowania w ciągu roku szkolnego.



Wydawnictwo Państwowe

Wydawnictwo Państwowe

Wydawnictwo Państwowe

**MATERIAŁY PROGRAMOWE**

**/ projekt /**

**DO NAUCZANIA PRZEDMIOTU**

**ORGANIZACJA PRZEDSIĘWZIĘCZYSTW I INSTYTUCJI ADMINISTRACYJNYCH**

**PAŃSTWOWA SZKOŁA PROGRAMOWANIA MASZYN CYFROWYCH**

**Klasa I i II**

Wydawnictwo Państwowe

Wydawnictwo Państwowe

- wydawnictwo państwowe
- wydawnictwo państwowe
- wydawnictwo państwowe
- wydawnictwo państwowe
- wydawnictwo państwowe

Wydawnictwo Państwowe Warszawa 1965





## I. WYAGI WSTĘPNE.

Zadaniem przedmiotu jest:

### 1/ zapoznanie uczniów z:

- zasadami funkcjonowania i organizacją przedsiębiorstw oraz instytucji administracyjnych /budżetowych/, ze szczególnym uwzględnieniem organizacji powstawania, rejestrowania, obrotu i wykorzystywania informacji technicznych, ekonomicznych i administracyjnych, wymogami nowoczesnego zarządzania w wielkich jednostkach organizacyjnych, sposobem organizacyjnego przygotowania przedsiębiorstw do zastosowania elektronicznej techniki obliczeniowej,

### 2/ zrozumienie przez uczniów znaczenia i wpływu zastosowania elektronicznego przetwarzania danych na usprawnienie zarządzania gospodarką narodową i państwem.

## II. OGÓLNOŚC TREŚCI MATERIAŁU NAUCZANIA

### klasa I

#### 1. Temata i ogólne zasady funkcjonowania przedsiębiorstw i instytucji administracyjnych /6 godzin/.

##### 1.1. Przedsiębiorstwa

- definicja przedsiębiorstwa
- zadania przedsiębiorstwa
- zasady organizacyjne
- środki działania
- klasyfikacja przedsiębiorstw

##### 1.2. Instytucje administracyjne

- definicja instytucji administracyjnej



- zadania instytucji administracyjnej
- zasady organizacyjne
- środki działania
- klasyfikacja instytucji administracyjnych

2. Schematy organizacyjne i charakterystyki najczęściej spotykanych przedsiębiorstw i instytucji administracyjnych

/12 godz./

2.1. Przykłady schematów organizacyjnych i charakterystyki przedsiębiorstw

- przemysłowych
- handlowych
- usługowych

2.2. Przykłady schematów organizacyjnych i charakterystyki stowarzyszeń

2.3. Przykłady schematów organizacyjnych i charakterystyki urzędów centralnych /ministerstw/

2.4. Przykłady schematów organizacyjnych i charakterystyki rad narodowych

3. Zadania i funkcje podstawowych komórek organizacyjnych

/30 godz./

- 3.1. Komórki dyrekcyjne
- 3.2. Komórki planowania
- 3.3. Komórki przygotowania produkcji
- 3.4. Komórki produkcyjne
- 3.5. Komórki kadr i zatrudnienia
- 3.6. Komórki finansowo-księgowe
- 3.7. Komórki zaopatrzenia



- 3.8. Komórki sbytu /sprzedaż/
- 3.9. Komórki magazynowe
- 3.10. Komórki transportowe
- 3.11. Komórki administracyjno-gospodarskie
- 3.12. Komórki inwestycyjne
- 3.13. Komórki reagentowe
- 3.14. Komórki kontroli technicznej i finansowej
4. Dokumenty / 36 godz. /
  - 4.1. Funkcje dokumentów
  - 4.2. Formy dokumentów
  - 4.3. Klasyfikacja dokumentów
    - 4.3.1. - źródłowe /pierwotne/
    - 4.3.2. - ewidencyjne
    - 4.3.3. - wynikowe
  - 4.4. Technika sporządzenia dokumentów
  - 4.5. Technika i organizacja przechowywania dokumentów
  - 4.6. Przykłady typowych dokumentów /treść, forma, schematy obiegu/
    - 4.6.1. - dokumenty planowania i sprawozdawczości planistycznej
    - 4.6.2. - dokumenty zatrudnienia i płac
    - 4.6.3. - dokumenty obrotu materialowego
    - 4.6.4. - dokumenty przygotowania produkcji
    - 4.6.5. - dokumenty kontroli produkcji
    - 4.6.6. - dokumenty zaopatrzenia
    - 4.6.7. - dokumenty sprzedaży /sbytu/
    - 4.6.8. - dokumenty transportowe /spedycyjne/
    - 4.6.9. - dokumenty operacji pieniężnych
    - 4.6.10. - dokumenty ewidencyjne
    - 4.6.11. - dokumenty statystyczne



5. Charakterystyka czasu obiegu informacji w wielkich jednostkach organizacyjnych /4 godz./

- 5.1. Masowy charakter powstawania i przetwarzania informacji
- 5.2. Zagadnienie zniknięcia informacji /błędy/
- 5.3. Powtarzalność i standaryzacja informacji
- 5.4. Szybkość otrzymywania przez kierownictwo informacji syntetycznych
- 5.5. Operatywność zarządzania przy tradycyjnym systemie przetwarzania informacji

6. Przystosowanie dokumentów do systemu elektronicznego przetwarzania danych /24 godz./

- 6.1. Analiza treści i formy dokumentów istniejących
- 6.2. Analiza istniejącego obiegu dokumentów
- 6.3. Przykłady projektowania różnych dokumentów dla systemu elektronicznego przetwarzania danych
- 6.4. Metody weryfikacji zaprojektowania dokumentów

k l a s a II

1. Realizacja funkcji zarządzania w przedsiębiorstwach i instytucjach administracyjnych / 4 godz. /

- 1.1. Czynności układające się na realizację funkcji zarządzania
- 1.2. Trudności techniczne zarządzania w wielkich jednostkach organizacyjnych
- 1.3. Rola automatów w procesie usprawnienia funkcji zarządzania

2. Przykłady typowych specjalistycznych czynności zarządzania / 70 godz. /

- 2.1. Planowanie i sprawozdawczość planistyczna
- 2.2. Przygotowanie i kontrola produkcji



2.3. Ewidencja i sprawozdawczość księgową

2.4. Ewidencja gospodarcza /administracyjna/

2.5. Statystyka i analiza ekonomiczna

2.6. Kierowanie procesami technologicznymi

3. Przebudowa organizacji do systemu elektronicznego przetwarzania danych / 30 rozdz. /

3.1. Zmiany w schemacie organizacyjnym

3.2. Zmiany w zakresach czynności komórek organizacyjnych i poszczególnych stanowisk pracy

3.3. Zmiany w systemie obiegu dokumentów

3.4. Chronologia przeprowadzenia zmian

3.5. Akcja informacyjna i szkoleniowa

3.6. Problemy psychologiczne związane z realizacją nowego systemu

3.7. Problemy prawne związane z elektronicznym przetwarzaniem danych

3.8. Koszty reorganizacji

4. Wpływ systemu elektronicznego przetwarzania danych na sprawność i efektywność organizacyjną oraz efektywność zarządzania / 8 rozdz. /

4.1. Bezpośrednie i pośrednie skutki wprowadzenia systemu elektronicznego przetwarzania danych

4.2. Zagraniczne przekłady efektów wprowadzenia systemów elektronicznego przetwarzania danych w przedsiębiorstwach i instytucjach administracyjnych

4.3. Efekty spodziewane w Polsce w zakresie usprawnienia zarządzania gospodarką narodową i administracją państwową dzięki elektronicznej technice obliczeniowej

112



Wydawnictwo

- 1. Wykazanie możliwości
- a) w dziedzinie teorii, praktycznej i ogólnej
- b) w dziedzinie konstrukcyjnej
- c) w dziedzinie eksploatacyjnej
- d) w dziedzinie teoretycznej
- e) w dziedzinie praktycznej
- f) w dziedzinie ogólnej

2. Wykazanie sposobów

**MATERIAŁY PROGRAMOWE**  
**do nauczania przedmiotu**  
**TYPOWE ZASTOSOWANIA MASZYN CYFROWYCH**

**Państwowa Szkoła Programowania**  
**Maszyn Cyfrowych**

**Specjalność: Programowanie elektronicznych**  
**maszyn cyfrowych**

**Klasa I**

**Warszawa 1965**



## Wymagania uczelniowe:

### 1. Zapoznanie uczniów:

- z urządzeniami małej, średniej i dużej mechanizacji,
- z urządzeniami automatyzacji,
- z rysunkiem historycznym rozwoju i stosowania maszyn cyfrowych
- z różnymi typowymi przykładami zastosowań maszyn cyfrowych
- w porównaniu z zastosowaniem maszyn dużej mechanizacji.

### 2. Zrozumienie przez uczniów znaczenia stosowania maszyn cyfrowych w gospodarce narodowej.

## Historia nauczania

### Klasa I

#### Urządzenia małej, średniej i dużej mechanizacji

/10 godzin/

Wprowadzenie do tematu. Historyczno-ekonomiczny zarys rozwoju urządzeń do mechanizacji prac biurowych. Konstrukcja pierwszych maszyn do liczenia i pisania oraz dalsze udogodnienia.

Klasyfikacja maszyn i ich ogólna charakterystyka. Mechanizacja mała - biurowe maszyny do liczenia /proste środki liczenia/, maszyny do dodawania, maszyn kalkulatoryjne. Maszyny małej mechanizacji z urządzeniami do perforowania taśmy. Zastosowanie maszyn małej mechanizacji - wszelkie wyliczenia w planowaniu, księgowości, sprawozdawczości, a także wyliczenia techniczne i technologiczne.

Mechanizacja średnia - maszyny do księgowania, maszyn do fakturowania, maszyny fakturująco-księgujące, maszyny statystyczne, kasy rejestracyjne. Maszyny średniej mechanizacji z urządzeniami mnożącymi i urządzeniami do magnetycznego zapisu /TB-36/. Maszyny średniej mechanizacji z urządzeniami do perforowania taśmy i kart.



Podstawowe dziedziny zastosowania maszyn średniej mechanizacji - przeprowadzenie ewidencji materiałowej, sporządzanie rozdziałników kosztów, sporządzanie list płacy, rozliczenie robocizny, rozliczenie finansowe, sporządzanie kosztorysów, sporządzanie faktur, rejestracja obrotów sklepowych i inne.

Mechanizacja duża - maszyny liczące-analityczne systemu kart dziurkowanych. Omówienie zestawu maszyn licząco-analitycznych systemu kart dziurkowanych /dziurkarka, sprawdzarka, sorter, tabulator, reproducer, kolator, kalkulator, opisymas/. Karta dziurkowana jako maszynowy nośnik informacji. Charakterystyka dz dziurkarki i sprawdzarki oraz zasady dziurkowania i sprawdzania kart maszynowych. Charakterystyka sortera oraz zasady sortowania kart maszynowych. Charakterystyka maszyn uzupełniających i ich zastosowanie w stacji maszyn licząco-analitycznych. Charakterystyka podstawowej maszyny licząco-analitycznej - tabulatora. Sposób opracowywania na tabulatorze zestawień wynikowych /tabulogramów/ w oparciu o przygotowane karty maszynowe.

Ogólne zasady technologii przetwarzania danych w stacji maszyn licząco-analitycznych systemu kart dziurkowanych. Podstawowe dziedziny zastosowania maszyn licząco-analitycznych systemu kart dziurkowanych - prowadzenie ewidencji materiałowej, rozliczenie robocizny i sporządzanie list płacy, sporządzanie rozdziałnika kosztów, rozliczenie surowca materiałowego, rozliczenia finansowe, sporządzanie zestawień statystycznych do celów analiz ekonomicznych.

Efekty ekonomiczne mechanizacji prac obrotowych.





Ryś historyczny rozwój maszyn cyfrowych i ich  
zastosowanie /10 godzin/

Rozwój maszyn cyfrowych na świecie.

Początek rozwoju myśli naukowej w dziedzinie automatycznych urządzeń cyfrowych - lata dwudzieste 1800 roku. Przystąpienie do poważniejszych prac nad maszynami automatycznie sterowanymi - lata trzydzieste obecnego stulecia. Skonstruowanie pierwszych maszyn opartych na technice elektronicznej: „ENIAC” w Ameryce i „Sześć” w ZSRR. Charakterystyka dalszego rozwoju maszyn cyfrowych na świecie: w Stanach Zjednoczonych, w Europie Zachodniej /m.in. ilość zainstalowanych i zamówionych maszyn cyfrowych w Europie Zachodniej w latach 1962, 1963, 1964/, w ZSRR i w Polsce. Przyczyny szybkości rozwoju maszyn. Ogólne cechy maszyn elektrycznych. Największe firmy produkujące maszyny cyfrowe w Stanach Zjednoczonych, Anglii, Francji, NRF i Włoszech. Kształtowanie się udziału firm produkujących maszyny cyfrowe w stosunku do zainstalowanych maszyn w Europie Zachodniej. Omówienie poszczególnych typów maszyn produkowanych przez te firmy. Maszyny małe. Maszyny średnie. Maszyny duże. Maszyny przeznaczone do: obliczeń naukowo-technicznych, do sterowania procesami produkcyjnymi, do przetwarzania danych. Krótka charakterystyka maszyn rodziny ZAL.

Rozwój zastosowań maszyn cyfrowych na świecie.

Rozwój zastosowań wyżej wymienionych maszyn w: Stanach Zjednoczonych, Europie Zachodniej /Anglia, Francja, NRF, Włochy, kraje Beneluks/, w ZSRR i w Polsce. /Przegląd obecnych ośrodków elektronicznej techniki obliczeniowej w Polsce/. Omówienie naj-



bardziej charakterystycznych przykładów zastosowań maszyn cyfrowych w wymienionych krajach z dziedziny: obliczeń naukowo-technicznych, przetwarzania danych, sterowania procesami produkcji.

Stosowanie maszyn cyfrowych do przetwarzania danych  
w przedsiębiorstwach działających samodzielnie narodowo

/18 godzin/

Podaje zagadnień. /Ogólne ostrzeżenia/.

Planowanie /produkcji, zaopatrzenia, obrotu towarowego, planowanie finansowe, planowanie zatrudnienia, transportu, remontów itp./.

Widomości /materiałowa - łącznie z kontrolą zapasów, dysponowanie i sporządzanie zamówień, towarowe, obroty bankowych, kosztów, widomości ładności, widomości przewozów, widomości pojazdów itp./.

Płace /sporządzanie listy płac dla pracowników umysłowych, sporządzanie listy płac dla pracowników fizycznych/.

Obliczenia /kalkulacje np. kosztów produkcyjnych, dewizowe, obliczenia dotyczące badań popytu konsumpcyjnego, składek ubezpieczeniowych, opłat za telefony, prąd, gaz, czynsze, sporządzanie faktur itp./.

Sprawozdawczość /sprawozdania jednorazowe i okresowe/.

Określenie potrzebnych informacji.

Przygotowanie informacji wejściowych dla systemu autonomicznego przetwarzania danych.

Dokumenty źródłowe. Rodzaje nośników informacji: karty datukowane, taśmy perforowane, taśmy magnetyczne. Perforowanie i sporządzanie informacji. Zagadnienie powstawania, wykrywania i usuwania błędów.



Automatyczne odczytywanie dokumentów. Rodzaje czytników.  
Rodzaje kodów /pismo optyczne i magnetyczne/.

Ogólna technologia przetwarzania na maszynie cyfrowej  
/schemat/.

Wydawstwo wyników. Kontrola wyników.

Opiszenie opracowanych przykładów zastosowań: ewidencja ma-  
teriałowa dla typowego magazynu /średniej wielkości. Ewidencja ob-  
rotów handlu zagranicznego na XXXII Międzynarodowych Targach  
Poznańskich. Realizacja opłat za rozmowy telefoniczne abonam-  
tów jednej z central warszawskich. Sporządzenie listy płac dla  
pracowników uszłowych. Kalkulacja dewizowa dla jednej z central  
nadłu zagranicznego. Ankieta radiowa dotycząca zainteresowań  
słuchaczy. Ankieta komunikacyjna dotycząca natężenia ruchu ko-  
lejowego między stacjami wsiadania i wysiadania. Ankieta samo-  
chodowa. Zestawienie analityczne dochodów i wydatków ubezpie-  
czeniowych. Operatywne planowanie dla Urzędu Warszawa /dla Wydzia-  
łu Walcowi Drewniej/, dla Wydziału Produkcyjnego Szrotowni i Pro-  
sowni, dla Wydziału Produkcyjnego Stalowni/. Sporządzenie spro-  
wodzeń z przebiegu egzaminów wstępnych w GSPiS w roku 1964.  
Inne przykłady.

Podany: Przykłady z gospodarki magazynowej. Pokaz na ma-  
szynie IOT i na ZMS-2. Kalkulacja dewizowa. Przeliczenia do  
sporządzenia planów. Pokaz na ZMS-2.

Stosowanie maszyny cyfrowej do obliczeń naukowo-tech-  
nicznych /6 godzin/

Ogólne przedstawienie następujących zagadnień: obliczenia  
dla potrzeb projektowych i konstrukcyjnych. Obliczenia dotyczące



aerodynamiki, wytrzymałości. Obliczenia z zakresu technologii i organizacji produkcji. Obliczenia szacunka kosztów budowy /a.in. dla miasta Skopje w Jugosławii/. Ustalenie prognoz pogody. Metoda Part. programowanie liniowe /zagadnienie optymalności transportu i inne/.

**Pokazy:**

Przykłady z wybranych zagadnień dotyczących obliczeń naukowo-technicznych. Pokaz na maszynie Elliott 803.

Stosowanie maszyn cyfrowych do sterowania  
procesami /1 godzin/

Charakterystyka procesów produkcyjnych. Sprzężenie informacyjno-zasileniowe zachodzące przy sterowaniu procesami produkcyjnymi.

Modele. Podstawy przetwarzania parametrów analogowo-cyfrowych i cyfrowych. Omówienie przykładu z automatyzacji sterowania procesami technologicznymi.

Kompleksowość <sup>05/</sup>sterowania maszyn cyfrowych  
/ 4 godziny /

Wielorakie pojęcie kompleksowości. Kompleksowość stosowania elektronicznej techniki obliczeniowej na przykładzie przedsiębiorstw przemysłowych, handlowych i komunikacyjnych. Efektywność stosowania maszyn cyfrowych.



Archiwum Akt Państwowych

Wydawnictwo

Wydawnictwo Państwowej Szkoły Programowania Maszyn Cyfrowych  
ul. ...  
00-000 Warszawa

**MATERIAŁY PROGRAMOWE**  
**do nauczania przedmiotu**  
**ELEMENTY PROJEKTOWANIA SYSTEMU ELEKTRONICZNEGO**  
**PRZETWARZANIA DANYCH**

Państwowa Szkoła Programowania Maszyn Cyfrowych

Specjalność: Programowanie elektronicznych  
maszyn cyfrowych

Klasa II

Wydawnictwo Państwowej Szkoły Programowania Maszyn Cyfrowych  
ul. ...  
00-000 Warszawa

Warszawa 1965



### Zadanie przedmiotu:

1. Zapoznanie uczniów:  
z całokształtem prac projektowych mających na celu przygotowanie dokumentacji organizacyjno-technicznej SESP, z formami organizacyjnymi prac projektowych,  
z typowymi elementami prac projektowych wykonywanych przez programistów lub wiążących się z ich pracami.
2. Zrozumie przez uczniów znaczenia procesu projektowania dla przygotowania dowolnego problemu do rozwiązania na maszynach cyfrowych.

### Materiał nauczania

1. Wiedomości wstępne . . . . . 2 godziny  
Cel i zadania projektowania. Rodzaje i tematyka dokumentacji projektowej.
2. Proces projektowania . . . . . 2 godziny  
Organizacja prac projektowych oraz obsada osobowa zespołów projektujących.  
Podział procesu projektowania na etapy i ogólna charakterystyka poszczególnych faz i stadii projektowania.
3. Prace przygotowawcze - I faza procesu projektowania 4 godziny  
Studia wstępne.  
Opis i analiza dotychczasowego systemu przetwarzania danych, Założenia do systemu elektronicznego przetwarzania danych.
4. Projekt wstępny . . . . . 10 godzin  
Zakres prac objętych systemem elektronicznego przetwarzania danych.



- Struktura organizacyjna systemu.
- Obieg informacji i dokumenty występujące w SESP.
- Schematy blokowe przetwarzania.
- Przebieżność prac w SESP oraz harmonogram ich realizacji.
- Organizacja prac objętych systemem, w tym organizacja ośrodka elektronicznego przy przetwarzaniu danych.
- Harmonogram dyrektywy uruchomienia systemu.
- Koszty realizacji systemu oraz kalkulacja kosztów przetwarzania i efektywność automatyzacji.
5. Projekt techniczny . . . . . 16 godzin
- Ogólne schematy systemu programów dla poszczególnych prac.
- Szczegółowe schematy czynnościowe działań maszyny.
- Napisywanie programów - kodowanie.
- Uruchomienie programów na maszynie cyfrowej przy użyciu danych modelowych.
- Korygowanie dokumentacji programowej i organizacyjnej systemu.
- Dokumentacja operatorska programów.
- Instrukcje wykonawcze systemu elektronicznego przetwarzania danych.
6. Uruchamianie systemu . . . . . 8 godzin
- Weryfikacja poprawności opracowania programów w oparciu o dane rzeczywiste.
- Korygowanie dokumentacji programowej i organizacyjnej systemu.
- Próbné uruchomienie zespołów programów dla poszczególnych prac objętych systemem w oparciu o dane rzeczywiste bieżące.
- Próbné uruchomienie całego systemu elektronicznego przetwarzania danych i praca równoległa z systemem dotychczasowym.
- Szkolenie personelu wykonawczego systemu.
- Likwidacja systemu dotychczasowego.



7. Symbolika dla potrzeb projektowania SNEPD . . . . . 8 godzin  
Znaczenie symbolizacji w projektowaniu.  
Najczęściej stosowane metody symbolizacji.  
Standaryzacja symboli i przyjęte metody symbolizacji w Polsce.  
Symbolizacja w projektowaniu SNEPD, w tym symbolizacja urządzeń  
i czynności.
8. Przykłady projektowania SNEPD . . . . . 6 godzin  
Zapoznanie się z typowymi projektami systemu elektronicznego  
przetwarzania danych z uwzględnieniem przykładów stosowania  
symbolizacji.

56





**MATERIAŁY PROGRAMOWE DO NAUCZANIA PRZEDMIOTU**

**ORGANIZACJA MASZYN CYFROWYCH**

**Państwowa Szkoła Programowania Maszyn Cyfrowych**

**Specjalność: Programowanie elektronicznych maszyn cyfrowych**

**Klasa I i II**

Warszawa 1965



## Zadanie przedmiotu

### 1. Zapoznanie uczniów z:

- zastosowania arytmetyki binarnej w maszynach cyfrowych i konwersję rozwinięć systemów liczbowych o różnych podstawach rozwinięć, w szczególności rozwinięć dwójkowych, ósemkowych i dziesiętnych,
- zastosowania algebry Boole'a a opisu układów cyfrowych w maszynach,
- podstawowymi układami cyfrowymi występującymi w maszynach,
- strukturą i działaniem składowych zespołów funkcjonalnych maszyn cyfrowych,
- zasadą wieloprogramowości maszyn i podziałem czasu w maszynach cyfrowych,
- organizacją maszyn cyfrowych przeznaczonych do obliczeń numerycznych, zastosowań administracyjnych i sterowania procesami /np. technologicznymi/.

### 2. Zrozumienie przez uczniów działania ważniejszych układów cyfrowych i zasad pracy elektronicznych maszyn cyfrowych.

### 3. Nabycie przez uczniów umiejętności operowania liczbami binarnymi i oktalenymi, a w szczególności umiejętności przeliczania liczb binarnych i oktalnych na dziesiętne i odwrotnie.

## Materiał nauczania

klasa I

## Wiedomości własne /3 godziny/

Ogólna organizacja maszyny. Zespoły funkcjonalne maszyny.  
Arytmetyka. Sterowanie centralne. Pojęcie operacyjna. Urządzenia



sewnątrano w tym pamięci sewnątrano.

elementy standardowe w układach cyfrowych oraz układy nie-standardowe i ich zastosowanie /udział/ w konstrukcji różnych zespołów funkcjonalnych.

### Arytmetyka binarna /22 godziny/

Rozwinięcia systematyczne liczb przy różnych podstawach. Rozwinięcia binarne i ósemkowe. Działania arytmetyczne na wartościach bezwzględnych /modułach/ liczb w systemie dwójkowym w tym: dodawanie i odejmowanie, mnożenie i dzielenie.

- Konwersja liczb między systemami liczbowymi o różnych podstawach w tym:

    Konwersja systemu dziesiętnego na dwójkowy

        Przeliczenie liczb całkowitych

        Przeliczenie liczb ułamkowych

    Konwersja systemu dwójkowego na dziesiętny

        Przeliczenie liczb całkowitych

        Przeliczenie liczb ułamkowych

        Przykłady przeliczania między systemami dziesiętnym, ósemkowym i dwójkowym

- Liczby binarne względne:

    Sposoby przedstawiania liczb względnych

        Znak i wartość bezwzględna

        Kod odwrótny

        Kod uzupełnieniowy

    Działania arytmetyczne na liczbach w postaci znaku modułu:

        Dodawanie i odejmowanie

        mnożenie i dzielenie.



Działania arytmetyczne w kodzie uzupełnieniowym. Dodawanie i odejmowanie, mnożenie i dzielenie.

Dziesiątka kodowana dwójkowo. Kody 4-bitowe. Kody 5-cio i więcej bitowe. Kontrola w kodach wielobitowych.

Wzianka o kodach Hozzinga /nadmiar informacji użyty do kontroli poprawności i korelacji/.

Kody Gray'a - ich wady i zalety. Zastosowanie w konwertacjach.

### Liczby i wykazy w maszynach cyfrowych

/15 godzin/

Liczby stałoprzecinkowe w maszynie. Różne reprezentacje liczb w maszynie. Znak i wartość bezwzględna. Kod uzupełnieniowy. Nadmiar i sygnalizacja nadmiaru /ograniczona ilość cyfr liczby w maszynie/.

Dokładność wyników działań arytmetycznych. Zaokrąglenie liczb. Liczby zmiennoprzecinkowe w maszynie. Przedstawienie zmiennoprzecinkowe liczby dziesiętnej. Cecha /wykładnik/ i mantysa.

Przedstawienie zmiennoprzecinkowe liczb binarnych.

Liczby binarne skromalizowane /w zmiennym przecinku/. Normalizacja liczb. Zakres liczb zmiennoprzecinkowych w maszynie.

Reprezentacja liczb w maszynie: znak moduł. Dodawanie i odejmowanie. Mnożenie i dzielenie.

Reprezentacja liczb w kodzie uzupełnieniowym. Dodawanie i odejmowanie. Mnożenie i dzielenie.

Reprezentacja liczb: cecha w kodzie uzupełnieniowym mantysa w kodzie znak moduł. Dodawanie i odejmowanie. Mnożenie i dzielenie.



Budowa rozkazu. Część operacyjna i adresowa. B-modyfikacja i adres adresu. Rozkazy wieloadresowe.

Grupy rozkazów. Rozkazy arytmetyczne. Rozkazy logiczne. Rozkazy skokowe. Inne rozkazy.

Znaki alfanumeryczne. Podział słowa na znaki alfanumeryczne. Operacje na znakach alfanumerycznych.

### Algebra Boole'a i jej zastosowanie w maszynach cyfrowych

/17 godzin/

Podstawowe prawa algebry Boole'a. Sformułowanie podstawowych wzorów. Zastosowanie podstawowych wzorów.

Funkcje boolowskie. Forma kanoniczna funkcji. Tablice zerojedynkowe. Wzory na upraszczanie i przekształcanie funkcji.

Funktory. Funktory sumy logicznej, iloczynu logicznego i negacji.

Realizacja funktorów w technice cyfrowej. Funktory sumy i iloczynu przy użyciu przełączników na diodach. Układy regeneracji impulsów. Realizacja negacji. Sumoiloczynny. Funktory NOR i NAND.

Realizacja sumoiloczynny na bramkach NOR i NAND /zastosowanie prawa de Morgana/.

Logika dwuwarstwowa /funktory o dwu warstwach/ dioda na wejściu.

Sieci przełączające. Przykłady sieci przyłączających. Upraszczanie sieci przełączających.

Klasa II

Ważniejsze układy w maszynie /30 godzin/

Ogólne uwagi o technice statystycznej i dynamicznej. Impul-

58  
+2



cy i pozimy napięć. Zegar. Maszyny synchroniczne, asynchroniczne i quasi-synchroniczne.

Uwagi ogólne o maszynach szeregowych i równoległych.

Elementy pamiętające. Przerzutnik. Zasady działania przerzutnika. Przerzutnika lampowe i tranzystorowe. Przerzutniki na brakach NOR lub NAND. Linie obniżające.

Rejestry. Schematy blokowe i logiczne rejestrów. Rejestry równoległe. Rejestry szeregowo. Dekodery /schematy blokowe i logiczne/. Matryce diodowe. Dekodery na iloczynach logicznych. Dekodery na brakach NOR.

Liczniki. Schematy blokowe i logiczne. Liczniki szeregowo binarne. Liczniki równoległe binarne. Liczniki dziesiętne.

Sumatory. Tablice szeregowe sumatorów. Bólsumator. Pełny sumator jednopozycyjowy.

Sumatory szeregowo. Sumatory równoległe. Zagadnienie propagacji przesunięć. Sumatory z pamięcią przesunięć.

Rozwiązanie „cyfrowe” i „techniczne” sumatorów równoległych /logiczne - na funkcyjach standardowych, techniczne - na specjalnych opracowanych dla sumatora elementach niestandardowych/.

Maksymalny czas działania sumatora. Układy przyspieszające przesłoki przesunięć.

Średni statystyczny czas działania sumatora. Wykrywanie końca propagacji przesunięć.

Rozwiązania „techniczne” szybkiego przesunięcia w sumatorach.

Dodawanie i odejmowanie w sumatorze.



### Struktura maszyn cyfrowych /3 godzin/

Podstawowe zespoły funkcjonalne maszyny. Arytmometr. Sterowanie centralne. Pomoc operacyjny. Urządzenia pomocnicze /złączenie z pamięcią zewnętrzną/.

Schemat blokowy maszyny. Schematy logiczne.

### Arytmometr /13 godzin/

Podstawowe układy arytmometru. Rejestry arytmometru. Rejestr akumulatora. Rejestr mnożnika. Rejestr modyfikacji /rejestr 3/. Inne rejestry i wzmocniki jednobitowe.

Liczniki. Realizacja mnożenia w maszynie szeregowej. Najprostsze rozwiązanie mnożenia. Różne metody przyśpieszenia mnożenia.

Realizacja dzielenia w maszynie szeregowej. Realizacja rozkazów przesunięć w maszynie szeregowej. Realizacja mnożenia w maszynie równoległej. Najprostsze rozwiązanie mnożenia. Różne metody przyśpieszenia mnożenia.

Realizacja dzielenia w maszynie równoległej.

Realizacja rozkazów przesunięć w maszynie równoległej.

Operacje logiczne w maszynach cyfrowych. Inne operacje wykonywane w arytmometrze.

### Sterowanie centralne /6 godzin/

Sterowanie maszyn cyfrowych /ogólnie/. Cykl rozkazowy. Sterowanie w maszynach asynchronicznych. Sterowanie w maszynach synchronicznych. Sterowanie w maszynach szeregowych. Sterowanie w maszynach równoległych. Sztatetowy system sterowania.

Podstawowe układy sterowania centralnego. Rejestr rozkazów,



licznik znaków. Inne rejestry i liczniki. Beholdery operacji i adresu. Operacje znaków bezwarunkowych i warunkowych.

Pamięć maszyn cyfrowych /9 rozdział/

Pamięć rębiczna i magnetostrykcyjna. Charakterystyka ogólna. Czas dostępu. Szybkość. Pojemność pamięci. Organizacja pamięci. Beholder linii i licznik czasu /licznik słów/. Czytanie i pisanie.

Pamięć bębnowa. Charakterystyka ogólna. Szybkość. Czas dostępu. Pojemność pamięci. Organizacja pamięci. Układy wybierające. Czytanie i pisanie pamięć bębnowa jako pamięć operacyjna. Pamięć bębnowa jako pamięć pomocnicza.

Pamięć dyskowa. Charakterystyka ogólna. Szybkość. Czas dostępu. Pojemność pamięci. Organizacja pamięci. Układy wybierające. Czytanie i pisanie.

Pamięć ferrytowa. Zasada działania. Charakterystyka ogólna. Szybkość. Czas dostępu. Organizacja pamięci. Układy wybierające. Zapis i odczyt.

Pamięć taśmowa. Zasada działania. Charakterystyka ogólna. Organizacja pamięci. Zapis. Odczyt. Przewijanie. Kontrola napięcia odczytu.

Wzajemność pomocnicza /A rozdział/

Ogólne zasady współpracy maszyn z urządzeniami pomocniczymi /szczegółowe omówienie jest przedmiotem oddzielnego wykładu/.

Maszyń wieloprogramowa /7 rozdział/

Podział czasu w maszynach /time sharing/. Równoczesna praca jednostki centralnej z wieloma urządzeniami pomocniczymi.

Wieloprogramowość. Uwagi o syntaksem przerywanym. Uwagi





o zmianach priorytetu.

Przesylnie blokowe informacji. Kanaly przeszytania blokowego. Praca szybkich urzadzzen zewnqtrznych /pamięci tańmowych, bębnowych i dyskowych/.

Porównanie blokowego przesylnia informacji i przesylnia pojedynczymi słowami.

Uwagi ogólne o maszynach wieloprogramowych.

Kontrola i lokalizacja błędów w maszynach

/8 godzin/

Kontrola parzystości /parity check/. Kontrola parzystości w pamięciach. Kontrola parzystości działań arytmetycznych. Kontrola parzystości w urządzeniach zewnqtrznych.

Kontrola tańny magnetycznej /suma kontrolna/. Uwagi o programach kontrolnych. Uwagi o programach lokalizujących.

Klasyfikacja maszyn arytmetycznych /3 godziny/

Maszyny do obliczeń maszynowych /naukowych i technicznych/.  
Maszyny do zastosowań administracyjnych /przetwarzanie danych/.  
Maszyny do sterowania procesami /np. procesami technologicznymi/.

Porównanie różnego typu maszyn np. maszyn rodziny EAM.

Powtórzenie materiału /10 godzin/.

84  
74

UWAGI DO MATERIAŁÓW PROGRAMOWYCH

Zagadnienie należy omówić encyklopedycznie.

Program nie przewiduje omówienia zagadnień technicznych i z tego względu nie może służyć za podstawę szkolenia obsługi



technicznej, a wyłącznie programistów.

Nie przewiduje się pokazów, gdyż inne przedmioty muszą  
zawierać dużą ilość ćwiczeń praktycznych, a poznanie strony  
technicznej omawianych zagadnień jest dla programistów sbyteczne.



**MATERIAŁY PROGRAMOWE**  
**do nauczania przedmiotu**

**URZĄDZENIA WEJŚCIA-WYJŚCIA I POMOCNICZE HMC**

**Państwowa Szkoła Programowania**  
**Maszyn Cyfrowych**

**Specjalność: Programowanie elektronicznych**  
**maszyn cyfrowych**

**Klasa I**

**Warszawa 1965**



## Zadania przedmiotu

Zapoznanie uczniów ze:

- różnymi urządzeniami wejścia-wyjścia oraz urządzeniami pomocniczymi,
- zasadami eksploatacji w/w urządzeń.

## MATERIAŁ NAUCZANIA

### Klasa I

Wstępne wiadomości o urządzeniach we-wy i pomocniczych.

Klasyfikacja urządzeń. Spotykane typy urządzeń /2 godziny/.

Nośniki informacji: karty i taśmy. Kody kartowe. Kody taśmowe. Organizacja przygotowania danych na taśmach i kartach. Metody kontroli danych wejściowych /3 godzin/.

Urządzenia wejściowe. Zasady odczytu kart i taśm /2 godziny/.

Czytnik taśmy firmy Ferranti TR-5, czytnik taśmy firmy Facit Etr-500. Budowa i działanie /2 godziny/.

Reproducer firmy Bull jako urządzenie we-wy na karty. Budowa, działania /2 godziny/.

Urządzenia wyjściowe: perforator firmy Ceed 25 Mk IV, perforator firmy Facit PE 1500 /2 godziny/.

Drukarki wierszowe jako urządzenia wyjściowe. Przegląd konstrukcji /4 godziny/.

Dalekopisy jako urządzenia wydawnicze. Dalekopis firmy Ceed i Lorent. Budowa, działania /6 godzin/.

Ćwiczenie w przygotowaniu danych na kartach. Dziurkowanie, sprawdzanie kart /10 godzin/.



Ćwiczenia w przygotowaniu danych na taśmie. Dziurkowanie,  
sprawdzenie /10 godzin/.

Maszyny fakturujące i piszące z przystawką do taśmy.  
Przegląd konstrukcji /4 godziny/.

Czytniki dokumentów. Przegląd konstrukcji /4 godziny/.

Metody odbioru i przechowywanie kart i taśm /2 godziny/.

Łącznie - 58 godzin.

+ 2



1. Wykazanie w sposób jasny i logiczny rozumienia wzorów  
i przewidywanie wyników.

2. Rozpoznanie wzorów np.:

- potęgowa, logarytmiczna i funkcje odwrotne,
- składowe części wyrażenia,
- zbiory, wyrażenia/operacje i umiarkowane zastosowanie zasad

**MATERIAŁY PROGRAMOWE**  
**do nauczania przedmiotu**

**LOGIKA MATEMATYCZNA**

**Państwowa Szkoła Programowania**

**Maszyn Cyfrowych**

**Specjalność: Programowanie elektronicznych**  
**maszyn cyfrowych**

**Klasa I**

**WARSZAWA 1965**



## Zadanie wszechstronne

1. Wyrobianie u uczniów myślny ścisłego formułowania sądów i precyzyjnego rozumowania.
2. Zapoznanie uczniów z:
  - podstawowymi pojęciami logiki matematycznej,
  - elementami rachunku zerojedynkowego,
  - metodą naturalnej dedukcji i praktyczne opracowanie przez uczniów zasad stosowania tej metody w prostych przypadkach.

### WARTOŚĆ WARTOŚCI

#### Rachunek zdań /32 godziny/

Zdanie. Prawda i fałsz. Wartość logiczna zdania. Spójniki logiczne: koniunkcja, alternatywa, alternatywa wykluczająca, dysjunkcja, jednoczesne zaprzeczenie, implikacja, równoważność. Tabelki zerojedynkowe. Zdania złożone. Wyznaczenie upójników i zdań składowych w zdaniach języka potocznego.

Znaczenie zdaniowe. Wprowadzenie rachunku zdań. Tautologia. Wyrażenia równoważne. Wniosekowanie. Schemat wnioskowania. Wyrażenie odpowiadające schematowi wnioskowania. Poprawność schematu wnioskowania. Dobieranie schematu wnioskowania do znanego wnioskowania.

Sprawdzanie tautologii i poprawności schematów wnioskowania metoda zerojedynkowymi.

#### Metoda dedukcyjna w rachunku zdań /16 godzin/

Reguły wnioskowania. Podstawowe równoważności wyrażań rachunku zdań. Istota metody dedukcyjnej, ogólny opis postępowania. Dowód bezpośredni. Pokazy i ćwiczenia w stosowaniu metody dowodu bezpośredniego, poczynając od przykładów łatwych do trudniejszych.



Dowód niewprost. Opis metody. Pokaz stosowania dowodu niewprost, na przykładach. Zastosowanie dowodu niewprost przy sprawdzeniu tautologii.

Dowód warunkowy. Opis metody i pokaz postępowania na prostych przykładach.

### rachunek predykatów /3 godzin/

Funkcja zdaniowa. Zmienna nazwa. Pojęcie własności i relacji i opisywanie ich przy pomocy funkcji zdaniowych.

Kwantyfikatory: ogólny i szczegółowy. Zdanie i funkcje zdaniowe z kwantyfikatorami. Zaimki wolne i związane. Zasięg kwantyfikatora. Analiza złożonych zdań języka potocznego, zawierających zwroty „każdy” i „istnieje”.

Wyrażenie rachunku predykatu. Tautologia. Wyrażenia równoważne. Schemat wnioskowania /w rachunku predykatu/. Wyrażenie odpowiadające schematowi wnioskowania. Poprawność schematu wnioskowania. Przykładu schematu wnioskowania.

### Metoda dedukcyjna w rachunku predykatów

/2a godzin/

Reguły wnioskowania dla kwantyfikatorów. Szczegółowy opis zasad stosowania tych reguł. Podstawowe równoważności dla kwantyfikatorów.

Dowód bezpośredni, niewprost i warunkowy bez stosowania reguł opuszczenia kwantyfikatora szczegółowego i wprowadzenia kwantyfikatora ogólnego; pokazy i ćwiczenia ze wzrastającą trudnością przykładów.

Dowody zastosowania reguły opuszczenia kwantyfikatora szczegółowego; przykłady.

/56





Dowody z wprowadzeniem kwantyfikatora ogólnego. Proste przykłady.

Wnioskowanie niepełne /bez wysilenienia wszystkich przesłanek/. Postępowanie w przypadku dowodzenia poprawności niepełnych schematów wnioskowania. Przykłady.

Pojęcie twierdzenia i teorii matematycznej. Aksjomaty. Nieprzecznosc teorii. Definicja i ich rola w logice.

### UWAGI O REALIZACJI MATERIAŁÓW PROGRAMOWYCH

#### Rachunek zdań

W rozważaniach matematycznych, przy formułowaniu i dowodzeniu twierdzeń bardzo ważną rolę odgrywają zdania orzekające, o których wiadomo, że mogą być tylko prawdziwe lub fałszywe.

Przykładami takich zdań są:

"Warszawa leży nad Wisłą"

" $2 + 2 = 4$ "

" $\sin \pi = 0$ "

"7 jest podzielne przez 6"

"napięcie elektryczne mierzy się w km/szek/.

Zdaniem prawdziwym przy-porządkowuje się wartość logiczną 1 /„prawda"/, zdaniem fałszywym wartość logiczną 0 /„fałsz"/.

Z podanych wyżej zdań trzy pierwsze mają wartość logiczną 1, pozostałe 0.

Nie jest przy tym istotne, czy wypowiedziane zdanie wie, czy ono jest prawdziwe, czy fałszywe. Na przykład można nie wiedzieć, czy zdania:

" $2^{57} - 1$  jest liczbą pierwszą"

"W rozwinięciu dziesiętnym liczby  $\pi$  na 305 miejscu po przecinku jest cyfra 3"

są prawdziwe, ale nie ulega wątpliwości, że one mogą być tylko



prawdziwe albo fałszywe, a zatem należą do oznaczonej kategorii zdań.

Przykładami zdań, które nie są ani prawdziwe, ani fałszywe, są

„Dobry wieczór”

„Więcej światła”

„Czy liczba  $x$  jest parzysta?”

Ze zdań, które mogą być prawdziwe albo fałszywe, można przy pomocy spójników logicznych, takich jak

nieprawda, że ...

... i ...

jeżeli ..., to ...

tworzyć nowe zdania, które również mogą być prawdziwe lub fałszywe. Ich prawdziwość zależy od prawdziwości zdań, z których one zostały utworzone.

Tablica 1 podaje najczęściej używane w logice rodzaje zdań złożonych, ich nazwy oraz symbole spójników. Tablica 2 podaje związki pomiędzy wartościami logicznymi zdań / oznaczonych w tablicy p i q / oraz zdań złożonych, utworzonych ze zdań p i q przy pomocy spójników logicznych.

Z tablicy 2 widać, że koniunkcja dwu zdań jest prawdziwa wtedy i tylko wtedy, gdy oba zdania są prawdziwe. Analogicznie określa się koniunkcję trzech i więcej zdań. Jest ona prawdziwa wtedy i tylko wtedy, gdy wszystkie występujące w niej zdania są prawdziwe.

Alternatywa dwu zdań jest, jak wynika z tablicy 2, prawdziwa wtedy i tylko wtedy, gdy co najmniej jedno ze zdań jest prawdziwe. Tak samo alternatywa trzech i więcej zdań jest prawdziwa wtedy, i tylko wtedy, gdy co najmniej jedno z występujących w niej zdań



jest prawdziwe, a fałszywa jest wtedy, i tylko wtedy, gdy wszystkie występujące w niej zdania są fałszywe.

Alternatywę należy odróżnić od alternatywy wyłączającej, zwanej inaczej różnicą symetryczną. Alternatywa wyłączająca dwu zdań jest prawdziwa wtedy i tylko wtedy, gdy dokładnie jedno z nich jest prawdziwe.

W implikacji ... .. zdanie występujące na pierwszym miejscu nazywa się poprzednikiem, zdanie na drugim miejscu następnikiem. Jak widać z tablicy 2 implikacja jest fałszywa wtedy i tylko wtedy, gdy jej poprzednik jest prawdziwy, a następnik fałszywy. Wobec tego prawdziwe jest zarówno zdanie

„jeśli  $2 \cdot 2 = 4$ , to 4 jest liczbą parzystą”

jak zdanie:

„jeśli  $2 \cdot 2 = 5$ , to 4 jest liczbą parzystą”

ponimo tego, że w jednym ze zdań poprzednik jest fałszywy.

Zdania:

„jeśli  $2^{257} - 1$  jest liczbą pierwszą, to 4 jest liczbą parzystą”

„jeśli  $2 \cdot 2 = 5$ , to  $2^{257} - 1$  jest liczbą pierwszą”

są prawdziwe, bo w pierwszym z nich jest prawdziwy następnik, w drugim fałszywy poprzednik. Aby stwierdzić ich prawdziwość nie musimy wiedzieć czy rzeczywiście  $2^{257} - 1$  jest liczbą pierwszą, czy nie.

W języku potocznym zdania złożone, utworzone przy pomocy spójników logicznych, często skraca się lub przekształca zgodnie z wymaganiami składni języka, jednak wyodrębnienie zdań wchodzących w skład zdania złożonego naogół nie jest trudne.

Na przykład zdanie:

„róse i fiołki są kwiatami”

jest koniunkcją dwu zdań: „róże są kwiatami” i „fiołki są kwiatami”. Z drugiej strony, nie każdy spójnik, występujący w zdaniu, jest spójnikiem logicznym; zdanie

„Adam i Józef są braćmi”

nie jest koniunkcją dwu zdań, a tylko opisuje pewien związek między Adamem i Józefem.

Zmienną zdaniową nazywamy każdą zmienną, której wartościami mogą być dowolne zdania, prawdziwe lub fałszywe.

Wyrażenie rachunku zdań jest to dowolny napis utworzony ze zmiennych zdaniowych i symboli spójników logicznych, który po każdym podstawieniu zdań na miejsce wszystkich zmiennych zdaniowych zamienia się w zdanie /prawdziwe lub fałszywe/. Zakładamy przy tym, że w każdym podstawieniu jednakowo zmiennie zastępowane są tym samym zdaniem, prawdziwym lub fałszywym.

Każde zmienna zdaniowa jest wyrażeniem rachunku zdań. Negacja wyrażenia rachunku zdań jest wyrażeniem rachunku zdań. Ujmując dwa wyrażenia rachunku zdań w nawiasy i łącząc je symbolami dwuarargumentowego spójnika logicznego otrzymujemy nowe wyrażenia rachunku zdań. W ten sposób, przez negowanie lub łączenie spójnikami dwuarargumentowymi wyraża, prostych można otrzymać każde wyrażenie rachunku zdań nie będące zmienną zdaniową.

Aby uprościć zapis i uniknąć pisania nadmiernej ilości nawiasów przyjmujemy następujące zasady: można opuszczać nawiasy obejmujące pojedyncze zmiennie, negacja wiąże mocniej niż każdy inny spójnik logiczny, a wiąże mocniej niż każdy inny spójnik dwuarargumentowy, w alternatywach i koniunkcjach wieloargumentowych można opuszczać nawiasy, nie obejmujące całej koniunkcji lub alternatywy.

Jedeli oznaczymy zmiennie zdaniowe przez p, q, r, s, to wyro-



śleniami zdań będą na przykład zapisy:

- $p$  /zmienna zdaniowa/
- $p \vee q \vee r$  /alternatywa 3 zmiennych zdaniowych/
- $p \wedge q \wedge r \wedge s$  /alternatywa 3 koniunkcji/
- $\neg(p \wedge q)$  /negacja koniunkcji 2 alternatyw/
- $p \supset q$  /kwyzjunktja 2 wyrażeń/.

Nie są wyrażeniami rachunku zdań napisy takie, jak:

- $p \vee q \wedge r$  /brak nawiasu zamykającego/
- $p \vee q \wedge r$  /brak nawiasów, wyrażenie nie może być odczytane jednoznacznie/
- $p \vee q$  /niewłaściwe rozmieszczenie spójników/

Tautologia jest to wyrażenie rachunku zdań, które przy każdym podstawieniu zdań zamiast wszystkich zmiennych zdaniowych zasienia się na zdanie prawdziwe.

Dwa wyrażenia rachunku zdań A, B nazywamy równoważnymi wtedy i tylko wtedy, gdy wyrażenie  $A = B$  jest tautologią.

Schematem wnioskowania nazywamy każdy ciąg postaci

$$A, B \dots, D \quad X$$

gdzie A, B ... D, X są wyrażeniami rachunku zdań. Wyrażenie A, B ... D nazywamy przesłankami, wyrażenie X konkluzją lub wnioskiem tego schematu. Wyrażeniem odpowiadającym temu schematowi nazywamy wyrażenie rachunku zdań

$$A \wedge B \wedge \dots \wedge D \supset X$$

Schemat wnioskowania nazywamy poprawnym wtedy i tylko wtedy, gdy odpowiadające mu wyrażenie jest tautologią.

Podstawiając w dowolnym schemacie wnioskowania zdania zamiast zmiennych zdaniowych otrzymujemy wnioskowanie, które można zapisać w postaci

$$a, b, \dots, d \quad x$$



/głazie  $a, b, \dots, d, x$  są zdaniai, otrzymanyi przez pod-  
stawienie zdań zamiast zmiennych zdaniowych odpowiednio w prze-  
słankach i konkluzji wnioskowania/. Zapis ten można odczytywać  
w następujący sposób:

Jeżeli prawdziwe są zdania  $a, b, \dots, d$ , to prawdziwe jest  
również zdanie  $x$

lub inaczej:

$a, b, \dots, d$  wynika  $x$ .

W języku potocznym możliwe są również inne sformułowania  
- istotnie jest w tym przypadku to, że o prawdziwości pewnego  
zdania wnioskuje się z prawdziwości pewnej ilości innych zdań,  
przy czym wszystkie te zdania są w sformułowaniu wnioskowania  
wycienione.

Dla dowolnego wnioskowania można często łatwo znaleźć schemat  
wnioskowania, z którego to wnioskowanie można otrzymać przez od-  
powiednie podstawienie. W tym celu trzeba wyznaczyć w wnioskowaniu  
wszystkie przesłanki i konkluzję, po czym wszystkie zdania ele-  
mentarne, tj. takie, które nie powstały z innych zdań przez na-  
stosowanie spójników logicznych, zastąpić zmiennymi zdaniowymi.

Przykłady:

„Jeżeli naciśnie się wyłącznik i instalacja nie jest sepsuta,  
to zapali się światło. Wyłącznik jest naciśnięty. Świat-  
ła się nie pali. Zatem instalacja jest sepsuta”.

Przesłankami są trzy pierwsze zdania wnioskowania. Konclu-  
zja: „instalacja jest sepsuta”. Występujące we wnioskowaniu zda-  
nia elementarne: „wyłącznik jest naciśnięty”, „światło się pali”  
„instalacja jest sepsuta”, zastępujemy odpowiednio zmiennymi zda-  
niowymi  $w, s, z$ . Otrzymujemy w ten sposób schemat wnioskowania:

$w, s, z \Rightarrow z$



Wyrażenie rachunku zdań odpowiadające temu schematowi:

$$W \supset Z = S \quad W \supset S = Z$$

Podstawiając<sup>W</sup> poprawnym schemacie wnioskowania dowolne zdania zamiast zmiennych zdaniowych, nie możemy otrzymać wnioskowania w którym byłyby prawdziwe wszystkie przesłanki i fałszywa konkluzja. Możliwy jest jednak przypadek, że przy takich podstawieniach otrzymamy wnioskowanie, w którym co najmniej jedna przesłanka jest fałszywa, a konkluzja jest prawdziwa albo fałszywa. Inaczej mówiąc, w dowolnym wnioskowaniu otrzymanym z poprawnego schematu wnioskowanie przez podstawienie zdań zamiast zmiennych zdaniowych konkluzja na ogół nie musi być prawdziwa; ale napewno będzie prawdziwa, o ile prawdziwe będą wszystkie przesłanki.

Stąd wynika, że jeżeli wszystkie przesłanki wnioskowania są prawdziwe, to aby uprawdliwić prawdziwość konkluzji, wystarczy stwierdzić poprawność odpowiedniego schematu wnioskowania, lub co jest równoważne, sprawdzić czy odpowiadające temu schematowi wyrażenie jest tautologią.

Do sprawdzenia poprawności schematów wnioskowania można stosować: a/ metody zerojedynkowe

b/ metody dedukcyjne.

Metody zerojedynkowe pozwalają stwierdzić, czy dowolne zdane wyrażenie rachunku zdań jest tautologią. Wykonuje się to przez odpowiednie podstawienie zer i jedynek zamiast zmiennych zdaniowych, występujących w wyrażeniu. Metoda dedukcyjna polega na sprawdzeniu poprawności schematów wnioskowań przez kolejne stosowanie tzw. reguł wnioskowania; są to odpowiednio dobrane proste schematy wnioskowania, o których wiadomo, że są napewno poprawne.



Metody wyliczeniowe

1. Obliczenie wartości logicznej wyrażenia dla wszystkich możliwych podstawień w nim 0 i 1 zamiast zmiennych zdaniowych. Jeżeli wyrażenie zawiera n różnych zmiennych zdaniowych, to metoda ta wymaga wykonania  $2^n$  różnych podstawień, a więc być może stosowana tylko dla wyrażeń o małej ilości zmiennych zdaniowych.

2. Podstawienie do wyrażenia zamiast dowolnej zmiennej kolejno 0 i 1 i uproszczenie każdego z otrzymanych wyrażeń. Korzystamy przy tym z następujących równości /wynikających bezpośrednio z tablicy 2/:

$$\begin{array}{l}
 p \quad 0 = 0 \quad p = p \quad 1 = 1 \quad p = p \quad - \quad p = 0 \\
 p \quad p = p \quad 1 = 1 \quad p = p \quad p = p \quad 0 = 0 \quad p = p = p \\
 1 = p = 1 \quad p = p \quad 1 = p \quad 0 = 0 \quad p = p \\
 p = 0 = p \quad 0 = 0 \quad p = p \quad p = p \quad 1 = 1 \quad p = p \\
 p \quad p = p \quad 0 = 0 \quad p = p \quad 1 = 1 \quad p = p \\
 p \quad 1 = 1 \quad p = p \quad p = 0 \quad p = p \quad 1 = p \quad p = p \quad 0 = \\
 \quad \quad \quad = 0 \quad p = 1
 \end{array}$$

Następnie do tak uproszczonych wzorów podstawiamy zamiast drugiej zmiennej 0 i 1 i otrzymamy wzory ponownie uproszczone. Postępowanie to powtarza się dopóty, dopóki wszystkie wzory nie zostaną uprowadzone do stałych /0 lub 1/. Jeśli wszystkie wzory uprowadzą się do 1, to wzór wyjściowy jest tautologią.

Przykład:

$$p \quad q \quad r \quad s = p \quad q = r \quad s$$

podstawienie:

$$p = 1:$$

$$1 \quad q \quad r \quad s = 1 \quad q = r \quad s$$

$$p = 0:$$

$$0 \quad q = r \quad s = 0 \quad q = r \quad s$$





uproszczenia:

$$\begin{aligned} 1 &= r \wedge s = q = r \wedge s & q &= r \wedge s = 0 \wedge r \wedge s \\ r \wedge s &= q = r \wedge s & q &= r \wedge s = 1 \end{aligned}$$

podstawienie:

$$r = 1;$$

$$r = 0;$$

$$1 \wedge s = q = 1 \wedge s$$

$$0 \wedge s = q = 0 \wedge s$$

uproszczenie:

$$s = q = 1$$

$$0 = q = s$$

wyrażenie jest tautologią.

3. Poszukiwanie tylko takich podstawień zmiennych, dla których badane wyrażenie może przyjmować wartość 0. Np. jeżeli wyrażenie jest alternatywą, to szukamy takich podstawień zmiennych, żeby wszystkie wyrażenia wchodzące w skład alternatywy były równe 0, a jeżeli badane wyrażenie jest implikacją, szukamy takich podstawień, żeby poprzednik był równy 1, a następnik 0.

W ten sposób warunek, żeby badane wyrażenie było równe 0, pociąga za sobą odpowiednie warunki na wchodzące w jego skład wyrażenia, z kolei te warunki pociągają za sobą warunki na inne wyrażenia itd. Postępowanie to powtarza się dopóty, dopóki nie znajdzie się takiego podstawienia, że badane wyrażenie jest równe 0 lub dopóki tak wyprowadzone warunki nie okażą się sprzeczne - w takim przypadku wyrażenie jest tautologią.

Przykłady:

- $p \wedge q \wedge r = q \wedge r = 0$  wtedy, gdy  
 $p \wedge q \wedge r = 1, q \wedge r = 0$   
 $p \wedge q = 1, r = 1, q = 0, q \wedge r = 0$



Przedstawiając otrzymane wartości  $q, r$  do wyrażenia  $q = r$  otrzymujemy:

$$0 = 1 = 1$$

wbrew warunkowi otrzymanemu poprzednio, a więc wyjściowe wyrażenie jest tautologią.

2.  $p = q \quad r = r \quad q = 0$  wtedy i tylko wtedy, gdy

$$p = q \quad r = 1, r = q = 0$$

$$p = q = 1, r = 1, r = 1, q = 0$$

i stąd dla  $p = 0, r = 1, q = 0$  wyrażenie badane jest równe 0, a więc nie jest tautologią.

3.  $p = p \quad q = p \quad p = p \quad q = 0$  wtedy i tylko wtedy, gdy

$$p = p \quad q = 0 \text{ lub } p = p \quad q = 0. \text{ Badamy kolejno oba wyrażenia.}$$

$$p = p \quad q = 0 \text{ wtedy i tylko wtedy, gdy}$$

$$p = 1, p = 1, q = 0, \text{ ale te równości są sprzeczne, a więc}$$

$$p = p \quad q = 0 \text{ jest tautologią.}$$

$$p = p \quad q = 0 \text{ wtedy i tylko wtedy, gdy}$$

$$p = 1, p = 1, q = 0$$

$$p = 0$$

a więc całe wyrażenie tautologią nie jest, bo jest równe 0 dla  $p = 0$ .

#### Metoda dedukcyjna

/Stosując podane niżej reguły wnioskowania lub równoważności można zastępować symbole  $P, Q, R, S$  dowolnymi wyrażeniami rachunku zdań/.



Reguły wnioskowania

$P = Q$	$P$	$Q$	Reguła odrywania /modus ponens/	/RO/
$P = Q$	$Q$	$P$	modus tollens	/MT/
$P = Q, Q = R$	$P = R$		sylogizm hipotetyczny	/SH/
$P, Q, P$	$Q$		sylogizm alternatywny	/SA/
$P = Q, P = Q$	$Q$		dylemat konstrukcyjny	/DK/
$P = Q, P, Q$	$P$		dylemat destruktoryjny	/DD/
$P = Q, R = S$	$PR = Q$	$S$	prawo kompozycji dla koniunkcji	/AK/
$P = Q, R = S$	$PR = Q$	$S$	prawo kompozycji dla alternatywy	/AA/
$P, P$	$Q$		prawo prawa Sakota	/PD/
$P, Q$	$P, Q$		wprowadzenie koniunkcji	/WK/
$P$	$P, Q$		wprowadzenie alternatywy	/WA/
$P, Q, P$			opuszczenie koniunkcji	/OK/

Każde wyrażenie rachunku zdań, niezależnie od tego, gdzie ono występuje, można zastąpić dowolnym wyrażeniem temu równoważnym. Tak samo można zastępować wyrażenia równoważnym dowolną część jakiegokolwiek wyrażenia, będącą również wyrażeniem rachunku zdań. Będziemy od tego rodzaju podstawień wykorzystywać następujące tautologie:

$P$	$P = P$	idempotentność	/idemp/
$P$	$P = P$	idempotentność	/idemp/
$P$	$Q = Q, P$	przemienność	/przem/
$P$	$Q = Q, P$	przemienność	/przem/
$P, Q, R, P, Q, R$		łączność	/łącza/
$P, Q, R, P, Q, R$		łączność	/łączn/
$P, Q, R = P, Q, P, R$		rozdzielność	/rozdz/
$P, Q, R = P, Q, P, R$		rozdzielność	/rozdz/
$P = P$		prawo podójnej negacji	/neg/



P	Q	=	P	Q	prawo de Morgana	/de M/	
P	Q	P	Q		prawo de Morgana	/de M/	
P	Q	P	Q		definicja implikacji	/impl/	
P	Q	Q	P		prawo tranapozycji	/tranap/	
P	Q	R	P	Q	R	prawo eksportacji	/eksp/
P	Q	P	Q	Q	P	równoważność	/równ/
P	Q	P	Q			dysjunkcja	/dyzj/
P	Q	P	Q			jednoczesne zaprzeczenie	/saprz/
P	Q	P	Q	P	Q	różnica symetryczna	/ravn/

Przy dowodzeniu poprawności schematów wnioskowania metodą dedukcyjną wygodnie jest stosować następującą formę zapisu:

przesłanki badanego schematu wypisujemy w oddzielnych wierszach, jedna pod drugą. Konkluzję piszemy z prawej strony ostatniej przesłanki, oddzielając ją znakiem /... W następnych wierszach wpisujemy wyrażenie rachunku zdań, wprowadzane w trakcie dowodu<sup>3</sup> przesłanek lub uprzednio wyprowadzonych wyrażań przy pomocy reguł wnioskowania lub podanych równoważności... Stosując regułę wnioskowania, możemy użyć jako jej przesłankę dowolne wyrażenie rachunku zdań, stosując w napisanym już wierszu dowodu /z wyjątkiem konkluzji badanego schematu/; otrzymaną konkluzję reguły wpisujemy jako nowy wiersz dowodu. Przy pomocy równoważności można przekształcić zarówno całe wyrażenie, zapisane w dowolnym wierszu dowodu, jak każdą jego część, będącą wyrażeniem rachunku zdań. Wynik, otrzymany po podstawieniu równoważnego wyrażenia wpisujemy jako nowy wiersz dowodu.

Wszystkie wiersze dowodu są numerowane. Z prawej strony każdego wyrażenia, nie będącego przesłanką ani konkluzją badanego schematu, pisze się skrót nazw reguły wnioskowania lub równoważności, przy pomocy której to wyrażenie zostało wyprowadzone,



poprzedzony numerami wyrażać, które zostały użyte jako przesłanki reguły wnioskowania lub które były przekształcone przy pomocy równoważności. Kolejność numerów powinna być taka sama, jak kolejność przesłanek w regule wnioskowania. Aby zachować przejrzystość zapisu zakładamy, że w jednym kroku dowodu można wykorzystać tylko jedną regułę wnioskowania lub tautologię.

Istnieją następujące metody dowodzenia: dowód bezpośredni, dowód niewprost i dowód warunkowy.

Dowód bezpośredni polega na wyprowadzeniu konkluzji badanego schematu z jego przesłanek drogą kolejnego stosowania reguł wnioskowania i tautologii. Dowód jest zakończony w momencie wyprowadzenia konkluzji i wpisania jej jako wiersza dowodowego.

Przykłady:

1. /porównaj przykład ze strony /

1. w s = s

2. x

3. s / z

4. w s 1,3 MT

5. w s 4 sz II

6. s 5,2 BA

7. s 6 Neg

2. Gdyby robotnik stał przy maszynie, to wyłączyłby ją, gdyby zauważył, że ile działa. On stał przy maszynie, ale jej nie wyłączył; zatem nie zauważył, że ile działa.

Podstawiamy zmienne zdaniowe p, w, z odpowiednio zamiast zdań: „robotnik stał przy maszynie”, „wyłączył ją”, „zauważył, że ile działa”. Sprawdzamy poprawność schematu wnioskowania:



1.  $r = z = w$

2.  $r = w = z$

3.  $r = z = w$  20 K

4.  $z = w$  1,5 SO

5.  $w = r$  2 przem

6.  $w = r$  5 Ok

7.  $z = w$  4,6 MT

8.  $r = z = w$

1.  $p = q = z$

2.  $r = z = t$

3.  $q = z = t$

4.  $t = p = r$

5.  $p = r = z$  1,2 KK

6.  $p = r = t$  5,3 SH

7.  $p = r = t$  6,4 MT

8.  $p = r = t$  7 de M

Dowód nie wprost polega na przyjęciu negacji konkluzji badanego schematu jako dodatkowej przesłanki i następnie na wprowadzeniu przy pomocy reguł wnioskowani i tautologii dwu zdań sprzecznych. Aby odróżnić tę dodatkową przesłankę od pozostałych wierszy dowodu oznaczamy ją skrótem ZDN /założenia dowodu nieprost/. O ile badany schemat jest poprawny, otrzymujemy jako wiersze dowodu jakies wyrażenie P i jego negację P. Takie doprowadzenie do sprzeczności w zasadzie kończy dowód; jeżeli ani P ani P nie jest konkluzją badanego schematu, do tej konkluzji można otrzymać jako następny i ostatni wiersz dowodu, stosując regułę PD.



Przykłady:

1. Tama jest zerwana lub rzeka wystąpiła z brzegów i zaląka pola. Jeśli tama jest zerwana, to pola są zalane. Zatem pola są zalane.

1. t r p

2. t p / p

3. p ZDN

4. t 2,3 MF

5. r p 1,4 SA

6. p r 5 przem

7. p 6 OK /wyrażenia 3 i 7 są sprzeczne,  
7 jest konkluzją/

2.

1. p q r / p r

2. p e ZDN

3. p r 2 de M

4. p 3 OK

5. p q 4 WA

6. p q 5 impl

7. r p 3 przem

8. r 7 OK

9. p q 1,8 MF

10. p r 6,9 PD

Podobną metodę, jak w dowodzie niewprost, można zastosować do sprawdzenia, czy wyrażenie rachunku zdań jest tautologią.

Tworzymy w tym celu schemat wnioskowania, w którym jedyną przesłanką jest negacja badanego wyrażenia, a konkluzją to wyrażenie.

Otrzymując w dowodzie dwa wierzaje sprzeczne możemy przez zastosowanie reguły PD wyprowadzić konkluzję, albo jeżeli jeden z tych



wierzy sprzeczny jest badany wyrażenie, na jego wyprowadzeniu zakończy dowód.

Przykład:

1. P P / P P
2. P P 1 de H
3. P 2 OK
4. P P 3 HA
5. P P 4 przez /1 i 5 są sprzeczne, 5 jest konkluzją/.

Dowód warunkowy można stosować wtedy, gdy konkluzja badanego sformuły ma postać implikacji lub jeżeli chcemy utworzyć wiersz dowodu, w którym występuje implikacja dwóch wyrażeń. Poprzednik tej implikacji wpisujemy jako nowy wiersz dowodu /założenie dowodu warunkowego/, po czym staramy się wyprowadzić następnik. Jeżeli to się uda, jako następny wiersz wpisuje się całą implikację.

Założenie dowodu warunkowego ma tu charakter tymczasowy - ono obowiązuje i może być wykorzystywane tylko do momentu wpisania następnika implikacji jako wiersza dowodu. Dlatego wygodnie jest zaznaczyć w dowodzie zakres działania założenia, rysując po prawej stronie strzałkę w kształcie klauzury, obejmującą wszystkie wiersze od założenia dowodu warunkowego /przy którym uziwno się grot strzałki/ aż do wiersza zawierającego następnik dowodzonej implikacji. Sama implikacja leży poza tak zaznaczonym zakresem działania założenia. Niezależnie od tego, jakie wyrażenie przybiera się jako założenie warunkowe, otrzymana tą drogą implikacja nie wynika z tego założenia, a tylko ze wszystkich poprzedzających to założenie wierszy dowodu /z wyjątkiem tych wierszy, które leżą w zakresie założenia innego, wykonanego poprzednio i zakończonemu już dowodu warunkowego/.





Po zakończeniu dowodu warunkowego nie można już wierszy, leżących w zakresie działania założenia tego dowodu, używać do wyprowadzenia wierszy, leżących poza tym zakresem.

Czasem wygodnie jest zapisywać następnik dowodzonej implikacji z prawej strony, odpowiedniego założenia warunkowego, oddzielając go znakiem/.

Przykłady:

1.

- 1. p q
- 2. r
- 3. q r z / p z
- 4. p / /założenie dowodu warunkowego/
- 5. q 1,4 RO
- 6. q r 5,2 WK
- 7. z 3,6 RO
- 8. p z 4,7 DW *Implikacja wprowadzona przy pomocy dowodu warunkowego/*

2.

- 1. p q r
- 2. p q / p r
- 3. p / r /założenia dowodu warunkowego/
- 4. q r 1,3 RO
- 5. p r 2,4 SH
- 6. r 5,3 RO
- 7. p r 3,5 DW

nie możemy tu wykorzystać wiersza 5 jako ostatecznego wyniku, bo w zakresie dowodu warunkowego dążymy do wyprowadzenia r, a nie  $p = r$ . Dopiero po wyprowadzeniu r można uznać  $p = r$  za udowodnione. Przerywając dowód warunkowy na wierszu



5 otrzymalibyśmy jako następny wiersz:

6. p p q 3,5 DW

co tylko niepotrzebnie przedłużyłoby dowód.

3.

1. p q / r p q s r s

2. r p / q s r s

3. q s / r s

4. r / s

5. p 2,4 RO

6. q 1,5 RO

7. s 3,6 RO

8. r s 4,7 DW

9. q s r s 3,8 DW

10. r p q s r s 2,9 DW

### Rachunek predykatów

W rozważaniach, w których mamy do czynienia z pewnymi zbiorami obiektów /np. zbiorze liczb rzeczywistych, zbiorze funkcji zmiennej zespolonej itp./, możemy używać nie tylko zdań, które mogą być fałszywe lub prawdziwe, ale także tzw. funkcji zdaniowych. Funkcja zdaniowa /zwana inaczej predykatem/ jest to pewnego rodzaju schemat, z którego możemy otrzymać zdanie, prawdziwe lub fałszywe, podstawiając w odpowiednie miejsca nazwy obiektów, należących do pewnego zbioru. Przykładem takiego schematu jest napis liczba ... jest całkowita. Podstawiając w nim zamiast kropek nazwy różnych liczb rzeczywistych otrzymamy różne zdania. W praktyce wygodniej jest także miejsca, w których można podstawiać nazwy, oznaczać symbolami zmiennych, np.:



liczba  $x$  jest całkowita

$x$  jest Polakiem

Zienną, których wartościami są nazwy elementów pewnego zbioru, nazywamy zmiennymi nazwowymi lub zmiennymi indywidualnymi. Wprowadzając zmienną nazwową trzeba zawsze dokładnie określić jej zakres, tzn. zbiór elementów, których nazwy można zamiast tej zmienną podstawiać. Będziemy niżej zawsze dokładać, że zakresy wszystkich zmiennych indywidualnych są nie puste.

Funkcją zdaniową /predykat/ można więc określić jako dowolne wyrażenie, zawierające pewną ilość zmiennych, które po podstawieniu wyrazu na miejsce wszystkich tych zmiennych dowolnych nazw, należących do ich zakresu, zmienia się na zdanie, prawdziwe lub fałszywe. Zakładamy przy tym, że zawsze na miejsce jednakowych zmiennych podstawia się nazwy tych samych przedmiotów.

Funkcja zdaniowa 0 argumentów jest zdaniem.

Funkcje zdaniowe jednej zmiennej opisują własności obiektów. Np. podane wyżej funkcje zdaniowe opisują własności „być liczbą całkowitą”, „być Polakiem”. Funkcje zdaniowe dwu i więcej zmiennych opisują pewne realizacje /związki/ pomiędzy obiektami. Np. funkcja zdaniowa  $x$  jest bratem  $y$  opisują pewną realizację pokrewieństwa między dwoma ludźmi, a funkcja  $x = x + y$  opisuje pewną relację między tymiż liczbami, określoną przy pomocy dodawania i mnożenia.

Jeżeli zmienna nazwowa  $x$  przebiega zbiór liczb rzeczywistych, to takie sformułowania, jak „Dla każdego  $x$  jest  $x > 0$  lub  $x^2 = 0$ ”. „Istnieje takie  $x$ , że  $x$  jest liczbą naturalną” nie są funkcjami zdaniowymi, lecz zdaniem, które mówiąc nie o liczbach jako pojedynczych obiektach, lecz o całym zbiorze liczb rzeczywistych.

czywistych. Zerot „dla każdego  $x \dots$ ” nazywamy kwantyfikatorem ogólnym lub uniwersalnym. /  $x$  oznacza tu dowolną zmienną nazwową/. Kwantyfikator ten oznacza się symbolem  $\forall$ . Inne oznaczenie spotykane w literaturze:

Zerot „istnieje takie  $x$ , że  $\dots$ ” /gdzie  $x$  jest dowolną zmienną nazwową/ nazywamy kwantyfikatorem szczególnym lub egzystencjalnym i oznacza się symbolem  $\exists$ . Inne oznaczenia spotykane w literaturze:

W rozważaniach ogólnych funkcje zdaniowe będziemy oznaczać symbolami postaci:

$$P, Q, X, F, X, Y, S, X, Y, S, \dots$$

Pierwszy z tych symboli jest zmienną zdaniową /funkcją 0 zmiennych, następnie kolejno oznaczają funkcje jrdnej, dwu i trzech zmiennych.

Analogicznie jak w rachunku zdań, możemy określić pojęcie wyrażenia /rachunku predykatów.

Każdy symbol funkcji zdaniowej jest wyrażeniem rachunku predykatów /w szczególności wyrażeniem takim jest każda zmienna zdaniowa/. Negacja wyrażenia rachunku predykatów jest wyrażeniem rachunku predykatów. Ujmując dwa wyrażenia rachunku predykatów w nawiasy i łącząc je symbolem spójnika logicznego otrzymujemy nowe wyrażenia rachunku predykatów. Ujmując wyrażenie rachunku predykatów w nawiasy i poprzedzając je symbolem kwantyfikatora lub  $\exists$  z następującą bezpośrednio po nim zmienną nazwową otrzymamy również wyrażenie rachunku predykatów.

Podane reguły pozwalają otrzymać dowolne wyrażenie rachunku predykatów. Nie ma wyrażenia rachunku predykatów, którego by nie można było zbudować przez kolejne stosowanie podanych wyżej reguł.



Zmienną stojącą w wyrażeniu rachunku predykatów bezpośrednio za znakiem kwantyfikatora nazywamy zmienną objętą tym kwantyfikatorem. Zasięg kwantyfikatora nazywamy wyrażenie rachunku predykatów, zawarte w parze nawiasów, z których lewy występuje bezpośrednio po zmiennej objętej tym kwantyfikatorem.

x      zasięg kwantyfikatora  
zmienna objęta kwantyfikatorem

Mówimy, że kwantyfikator wiąże zmienną nazwą x, jeżeli ona występuje pod tym kwantyfikatorem i w jego zakresie. Zmienne nazwowe, występujące w wyrażeniu rachunku predykatów, które nie są związane żadnym kwantyfikatorem, nazywamy zmiennymi wolnymi.

Podstawiając w dowolnym wyrażeniu rachunku predykatów zamiast symboli funkcji zdaniowych konkretne funkcje zamiast wszystkich zmiennych wolnych nazwy i obiektów, otrzymamy zdanie prawdziwe lub fałszywe.

W wyrażeniach rachunku predykatów będziemy stosować wszystkie reguły opuszczenia nawiasów, podane dla wyrażeń rachunku zdań, a poza tym będziemy opuszczali nawiasy, wyznaczające zasięgi kwantyfikatorów w przypadkach, gdy to będzie prowadziło do nieporozumień.

Tautologia /rachunku predykatów/ jest to wyrażenie rachunku predykatów, nie zawierające zmiennych wolnych, które przy każdym podstawieniu funkcji zdaniowych zamiast ich symboli zamienia się na zdanie prawdziwe, niezależnie od tego, jakie niepuste zbiory obiektów przebiegają zmienne nazwowe.

Wyrażenia rachunku predykatów będziemy oznaczać w równaniach ogólnych dużymi literami łacińskimi. Aby zaznaczyć, że zmienna występuje w wyrażeniu A jako zmienna wolna, będziemy



to wyrażenie zapisywać również jako  $A/x$  - zapis ten nie musi jednak oznaczać, że  $x$  jest jedyną zmienną wolną, występującą w tym wyrażeniu.

Schemat wnioskowania określa się, analogicznie jak dla rachunku zdań jako ciąg  $A, B, \dots D, X$

gdzie  $A, B, \dots D, X$  są wyrażeniami rachunku predykatów.

Również analogicznie określa się wyrażenie odpowiadające temu schematowi:

$A \ B \ \dots \ D \ X$

Schemat wnioskowania jest poprawny wtedy i tylko wtedy, gdy odpowiadające mu wyrażenie rachunku predykatów jest tautologią. Stąd bezpośrednio wynika, że w każdym poprawnym schemacie wnioskowania ani w żadnej z przesłanek, ani w konkluzji nie mogą występować zmienne wolne.

Do sprawdzenia poprawności schematów wnioskowania w rachunku predykatów używa się metody dedukcyjnej, będącej rozszerzeniem metody, opisanej dla rachunku zdań. Jako reguły wnioskowania przyjmujemy wszystkie reguły rachunku zdań /str. / gdzie zamiast  $P, Q, R, S$  można podstawiać dowolne wyrażenia predykatów oraz reguły wnioskowania dla kwantyfikatorów

- $x P x \quad P y$  opuszczanie kwantyfikatora ogólnego /O /
- $P x y \quad P y$  wprowadzenie kwantyfikatora szczególnego /W /
- $x P x \quad P t$  opuszczanie szczególnego kwantyfikatora /O /
- $P x y \quad P y$  wprowadzanie kwantyfikatora ogólnego /W /

W regułach O i W  $x$  oznacza dowolną zmienną nazwową występującą w wyrażeniu  $P x$  jako zmienna wolna, zaś  $y$  oznacza dowolną zmienną nazwową, która występuje jako zmienna wolna w wyrażeniu  $P y$  wszędzie na tych miejscach, na których w  $P x$  stała zmienna wolna  $x$ .



Zbienna nazwowa wprowadzana przez regułę  $O$  /oznacza w niej jako  $t$  / nie może występować w żadnym z poprzednio napisanych wierszy dowodu. Zbienna  $t$  występuje jako zbienna wolna w wyrażeniu  $P t$  wszędzie na tych miejscach /i tylko na tych/, na których w  $P x$  występuje wolna zbienna  $x$ .

Zbienna nazwowa, oznaczona w regule  $W$  jako  $x$ , nie może występować w wierszach dowodu, wprowadzonych przy pomocy reguły

$O$  ani w żadnym założeniu dowodu warunkowego, w którego zakresie leży przesłanka reguły  $W$ . Zbienna  $y$  występuje jako zbienna wolna w  $P y$  na tych i tylko na tych miejscach, na których w wyrażeniu  $P y$  występuje zbienna wolna  $x$ .

Wynagólnione wyżej reguły wnioskowania, interpretowane w podany sposób, nie są poprawnymi schematami wnioskowania, bo w ich przesłankach i konkluzjach mogą występować zmienna wolna. Nie ogranicza to jednak możliwości ich zastosowania, bo istotne jest w tym przypadku to, że podstawiając w każdej regule wnioskowania zamiast wszystkich zmiennych wolnych dowolne nazwy obiektów, należących do zakresów tych zmiennych zawsze otrzymujemy poprawny schemat wnioskowania. Jeżeli więc za przesłanki dowolnej reguły wnioskowania przyjmiesz wyrażenia, które przy dowolnym podstawieniu nazw obiektów zamiast zmiennej wolnej zamieniają się na tautologię, to konkluzja reguły również będzie miała tę własność. Wyjątek stanowi tylko reguła  $O$ ; wprowadzając jako jej konkluzję wyrażenie  $P t$  nie zakładamy, że to wyrażenie zamienia się na tautologię przy każdym podstawieniu nazw obiektów zamiast zmiennych zdaniowych, a tylko że co najmniej jedno takie podstawienie istnieje. Zarówno reguła  $O$ , jak  $O$  wprowadzają zmienną wolną do wyrażenia, które było poprzednio w zasięgu opuszczonego kwantyfikatora, ale zmienna ta w obu przy-

padkach mają inny charakter, tak jak inny charakter mają zmienne liczbowe w każdej z równości:

$$x + 1^2 = x^2 + 2x + 1$$

$$t^2 + 1 = 2t$$



Pierwsza równość jest tożsamością; jest prawdziwa dla każdego  $x$ , druga jest równaniem, o którym wiemy, że ma co najwyżej jedno rozwiązanie.

Korzystając z reguł  $O$ ,  $W$ ,  $W$ , można wszędzie tam, inne względy, przeciwnie temu nie przemawiają, przyjąć jako  $x$  i  $y$  tę samą zmienną nazwą. Wtedy zastosowanie reguły polega wyłącznie na opuszczeniu lub dopisaniu znaku odpowiedniego kwantyfikatora.

Dwa wyrażenia rachunku predykatów,  $P$  i  $Q$ , nazywamy równoważnymi wtedy i tylko wtedy, gdy wyrażenie  $P \leftrightarrow Q$  zamienia się na tautologię przy każdym podstawieniu w nią nazw obiektów zamiast wszystkich zmiennych wolnych. Każdy wieś dowodu lub części wiarsza, będąca wyrażeniem rachunku predykatów można zastąpić wyrażeniem równoważnym.

W dowodach będziemy korzystać ze wszystkich równoważności ze str. 25 oraz następujących równoważności dla kwantyfikatorów /rozumiąc w obu przypadkach  $P$ ,  $Q$ ,  $R$  jako dowolne wyrażenia rachunku predykatów/:

- $\neg \neg P \quad \neg \neg P$  Kwantyfikatorowe prawo de Morgana /de M/
- $\neg \neg P \quad \neg \neg P$  kwantyfikatorowe prawo de Morgana /de M/
- $\neg \neg P \quad \neg \neg P$  zmiana kolejności kwantyfikatorów /kol/
- $\neg \neg P \quad \neg \neg P$  zmiana kolejności kwantyfikatorów /kol/
- $\neg \neg P \quad \neg \neg P$  rozdzielanie względem koniunkcji /roz /
- $\neg \neg P \quad \neg \neg P$  rozdzielanie względem alternatywy /roz/





Jeżeli wyrażenie  $S$  nie zawiera zmiennej wolnej  $x$ , to

$x \text{ } \forall Q \text{ } Sx$      $Sx$      $x \text{ } Q$     zmienna zasięgu kwantyfikatora /zasięg/

$x \text{ } S \text{ } Q \text{ } S$      $x \text{ } Q$     zmienna zasięgu kwantyfikatora /zasięg/

W dowodach można stosować wszystkie opisane poprzednio sposoby dowodzenia /dowód bezpośredni, dowód nieuprzedzony, dowód warunkowy/ z zastrzeżeniami, obowiązującymi przy stosowaniu reguły  $\forall$  : jako zmiennej  $x$  w przesłance tej reguły nie można użyć żadnej zmiennej, występującej jako zmienna wolna w sformułowaniu, wprowadzonym przy pomocy reguły  $\forall$  /nawet gdyby  $x$  nie była bezpośrednio wprowadzona przez  $\forall$  / ani też zmiennej, występującej jako zmienna wolna w założeniu dowodu nieuprzedzonego lub w założeniu dowodu warunkowego, w zakresie którego leży przesłanka reguły  $\forall$  .

Opisana metoda dedukcyjna pozwala przeprowadzać dowody poprawności schematów wnioskowania, których przesłanki i konkluzja nie zawierają zmiennych wolnych i których kwantyfikatorem będzie zmienna nazwowa.

Przykłady:

1. Każdy ptak ma upierzenie. Istnieje zwierzę latające, które nie ma upierzenia. Zatem istnieje zwierzę latające, które nie jest ptakiem.

Aby ukławić sens tych zdań na wyrażenia rachunku predykatów, można je napisać w następujący sposób:

Dla każdego  $x$ , jeżeli  $x$  jest ptakiem, to  $x$  ma upierzenie. Istnieje  $y$  taki, że  $y$  jest zwierzęciem latającym i  $y$  nie ma upierzenia. Zatem istnieje  $z$  taki, że  $z$  jest zwierzęciem latającym i  $z$  nie jest ptakiem.



Podstawiając zamiast funkcji zdaniowych „x jest ptakiem”, „x ma upierzenie”, „x jest zwierzęciem latającym” odpowiednio symbole funkcji zdaniowych  $p/x$ ,  $u/x$ ,  $l/x$ , możemy utworzyć odpowiedni schemat wnioskowania i sprawdzić jego poprawność:

1.  $x \ p \ x \ u \ x$
2.  $y \ l \ y \ u \ y \ / \ z \ l \ z \ p \ z$
3.  $l \ t \ u \ t \ 2 \ 0$
4.  $l \ t \ 3 \ 0K$
5.  $u \ t \ l \ t \ 3 \text{ przem}$
6.  $u \ t \ 5 \ 0K$
7.  $p \ t \ u \ t \ 1 \ 0$
8.  $p \ t \ 7,6 \ 0K$
9.  $l \ t \ p \ t \ 4,8 \ 0K$
10.  $z \ l \ z \ p \ z \ 9 \ W$

2. Każdy samochód, który ma dobre światła może jeździć w nocy. Zatem, jeżeli prawdą jest, że każdy nowy samochód ma dobre światła, to każdy nowy samochód może jeździć w nocy.

Zastępujemy funkcję zdaniową „x jest samochodem” przez  $s/x$ , „x ma dobre światła” przez  $d/x$ , „x może jeździć w nocy” przez  $j/x$ , „x jest nowy” przez  $n/x$ .

1.  $x \ s/x \ d/x \ j/x \ / \ y \ s/y \ n/y \ d/y \ s \ s/x \ n/z \ j/z$
2.  $s/u \ n/u \ j/u \ 4 \ 0K$
3.  $z \ s/z \ n/z \ j/z \ 10 \ W$
3.  $y \ s/y \ n/y \ d/y$
4.  $s/u \ n/u \ d/u \ 20$
5.  $j/u \ 8,7 \ 0K$
6.  $s/u \ n/u$
7.  $s/u \ 4 \ 0K$



- 8. d/u/ 3,4 BO
- 9. s/u/ d/u/ 5,6 WK
- 10. s/u/ d/u/ j/u/ 1 0
- 11. s/u/ n/u/ j/u/ 4,9 DW
- 12. y s/y/ n/y d/y/ z s/s/ n/z/ j/z/ 2,11 DW

Každy, który wchodzi do budynku, musi przechodzić przez jedno s wejść. Každy, kto przechodzi przez które kolwiek s wejść, jest przy tym wejściu przez kogoś widziany. Przy każdym s wejść nikt nie był przez nikogo widziany. Zatem nikt do budynku nie wchodził.

Można to wnioskowanie zapisać inaczej:

Dla każdego x, jeżeli x wszedł do budynku, to istnieje y taki, że y jest wejściem i x przeszedł przez y. Dla każdego x i dla każdego y, jeżeli y jest wejściem i x przechodzi przez y, to istnieje taki z, że widzi x przy wejściu y. Dla każdego y i dla każdego x nie istnieje taki z, że z widział x przy wejściu y. Zatem nie istnieje x taki, że x wchodził do budynku.

Zastępujemy funkcje zdaniową „x wchodził do budynku” przez b/x/, „y jest wejściem i x przechodził przez y” przez p/x, y/, „z widział x przy wejściu y” przez w/z, x, y/.

- 1. x b/x/ y p/x, y/
- 2. x y p/x, y/ z w/z, x, y/
- 3. y x z w/z, x, y/ / x b/x/
- 4. x z w/z, x, y/ 3 0
- 5. z w/z, x, y/ 4 0
- 6. y p/x, y/ s w/z, x, y/ 2 0
- 7. p/x, y/ z w/z, x, y/ 6 0



8.	$p/x, y/$	7,5 MT
9.	$y p/x, y/$	8 W
10.	$y p/x, y/$	9 de H
11.	$b/x/ y p/x, y/$	10
12.	$b/x/$	11, 10 MT
13.	$x b/x/$	12 W
14.	$x b/x/$	13 de H

W języku potocznym, stosowanym w większości prac naukowych, dowodów nie przeprowadza się w formie tak dalece sformalizowanej, jak to opisano powyżej. Jednakże każdy poprawnie przeprowadzony dowód można przedstawić w postaci całkowicie sformalizowanej, porządkując go, uzupełniając skróty i wskazując dla każdego kroku dowodowego regułę wnioskowania, z jakiej się przy tym korzysta.

W języku potocznym również dość często nie formułuje się wyraźnie wszystkich przesłanek wnioskowania i opuszcza się niektóre z nich, o których uważa się, że są oczywiste lub że są prawdą dostatecznie znaną, a które później wykorzystuje się przy dowodzeniu konkluzji na równi z przesłankami, które zostały wyraźnie wymienione. Takie niepełne wnioskowanie jest, ściśle rzecz biorąc, niepoprawne, bo jego konkluzja nie wynika bezpośrednio z jego przesłanek. Z drugiej strony jednak taki sposób wypowiedziania wnioskowań jest wygodny, gdyż nie wymaga wielokrotnego formułowania tych samych znanych prawd i dlatego jest bardzo często stosowany w praktyce. Aby jednak uniknąć błędów przy formułowaniu takich niepełnych wnioskowań, trzeba sobie zawsze zdawać dokładnie sprawę, jakie zdania się w nich opuszcza, uważając je za oczywiste. Przy dowodzie poprawności wnioskowania wszystkie



wszystkie te opuszczone przesłanki trzeba wyraźnie wyliczyć.

Przykładem takiego niepełnego wnioskowania może być następujący: Piotr jest synem Roberta. Robert jest synem Stefana, a zatem Piotr jest wnukiem Stefana. Opuszczono tu przesłankę: dla każdego  $x$ , dla każdego  $y$  i dla każdego  $z$ , jeżeli  $x$  jest synem  $y$  i  $y$  jest synem  $z$ , to  $x$  jest wnukiem  $z$ . Bez tej przesłanki nie można udowodnić prawdziwości konkluzji.

W powyższych przypadkach odtworzenie opuszczonych przesłanek nie jest takie łatwe, jak w podanym przykładzie, gdyż wypowiadający wnioskowanie może milcząco zakładać dużą ilość własności obiektów, o których mówi i relacji między nimi. Można oczywiście jako przesłanki wyliczyć wszystkie znane zdania prawdziwe, mówiąc o tych obiektach, ale nie wszystkie z nich będą w istotny sposób wykorzystane w dowodzie. W takim przypadku wygodnie jest po napisaniu wszystkich przesłanek i konkluzji schematu utworzonego z niepełnego wnioskowania zostawić pewną ilość wierszy wolnych na dodatkowe przesłanki, które będą wprowadzone w miarę potrzeby. Nie należy oczywiście mylić przy tym tak wprowadzonych przesłanek z założeniami dowodu niewprost lub z założeniami dowodu warunkowego. Przesłanki wprowadzone ~~lub z założeniami dowodu warunkowego~~ w celu uzupełnienia niepełnego wnioskowania, muszą być zdaniami prawdziwymi i mogą być wykorzystane w ciągu całego dowodu, ale stanowią istotną część wnioskowania, a nie dowodu. Założenie dowodu niewprost jest celowo wprowadzany wierszem dowodu, gdy dowodzący chce doprowadzić do sprzeczności. Założenie warunkowe może być dowolny wyrażeniem i obowiązuje tylko w pewnym zakresie, dopóki nie zostanie wyprowadzona implikacja, w której to założenie jest poprzednikiem.



### Teoria matematyczna

Przedmiotem każdej teorii matematycznej są pewne obiekty, ich własności i relacje zachodzące między nimi. Dla każdej teorii przyjmuje się pewien zbiór aksjomatów tej teorii; są to zdania z góry uznane za prawdziwe, które podają pewne podstawowe własności obiektów, którymi zajmuje się teoria i podstawowe związki między nimi. Jako przykład mogą służyć zbiory aksjomatów teorii grup, arytmetyki itp. Aksjomaty teorii stanowią zbiór informacji podstawowych, z których wprowadza się wszystkie pozostałe wiadomości o obiektach, o których teoria mówi. Każde zdanie, które można przy pomocy dedukcyjnej wyprowadzić z aksjomatów teorii, nazywamy twierdzeniem tej teorii. Dokładniej, twierdzeniem nazywamy każde zdanie takie, że wnioskowanie, w którym to zdaniu jest konkluzją a przesłankami są wszystkie aksjomaty teorii, jest poprawne.

Z definicji twierdzenia bezpośrednio wynika metoda sprawdzania, czy jakieś zdanie jest twierdzeniem teorii, czy nie. Polega ona na sprawdzeniu poprawności odpowiedniego wnioskowania. Metodę tę można uprościć, jeśli zauważymy, że w każdym poprawnym wnioskowaniu, którego przesłankami są twierdzenia teorii, konkluzja jest również twierdzeniem teorii. Wynika to stąd, że jeżeli potrafimy napisać dowód poprawności jakiegoś wnioskowania, którego przesłankami są twierdzenia teorii, to podstawiając na miejsce tych twierdzeń wszystkie aksjomaty teorii i odpowiednio wypełniając dowód poprawności wnioskowania dowodami tych twierdzeń, możemy wykazać, że tak utworzone wnioskowanie jest również poprawne, tzn. jego konkluzja wynika z aksjomatów. Można



więc wyprowadzać twierdzenia teorii z innych twierdzeń i właśnie ta metoda jest powszechnie stosowana.

Teoria matematyczna musi być niezaprzeczana, tzn. układ aksjomatów musi być tak dobrany, żeby żadne zdanie jego negacja nie były jednocześnie twierdzeniami teorii. Gdyby tak było, to przy pomocy reguły PD można by udowodnić, że każde zdanie jest twierdzeniem tej teorii, a więc również zaprzeczenie każdego twierdzenia byłoby twierdzeniem - taka teoria jest praktycznie bezużyteczna.

W każdej teorii występuje pewna ilość pojęć pierwotnych, nazw obiektów i relacji. Pojęcia te są opisane przez aksjomaty teorii: obiekt podpada pod pojęcie, jeżeli spełnia warunki podane w aksjomatach. W oparciu o twierdzenia teorii i pojęcia podstawowe definiuje się inne pojęcia, używane w teorii. Definiowanie nowych pojęć nie jest absolutnie niezbędne a logicznego punktu widzenia, ale pozwala na zwiększenie przejrzystości wyśłowienia i skrócenia dowodów. Na przykład pochodna nie jest w analizie pojęciem pierwotnym, gdyż jest definiowana przy pomocy pojęć granicy różnicowego /które też zresztą nie są pojęciami pierwotnymi/ i można by sobie wyobrazić poprawny logicznie wykład analizy, w którym nie wprowadzono by jeszcze pojęcia pochodnej, ale wykład ten przypuszczalnie byłby tak zagmatwany, że praktycznie trudno by było z niego skorzystać.



Edania słowna

Nazwa	Sformułowania w języku potocznym	Symbol
Negacja	nieprawda, że p	$\bar{p}$
Konjunkcja	p i q	$p \wedge q$
Alternatywa	p lub q	$p \vee q$
Implikacja	jeśli p, to q	$p \supset q$
	p implikuje q	
	p jest warunkiem wystarczającym na to, by q	
	q jest warunkiem koniecznym na to, by p	
Równoważność	p wtedy i tylko wtedy, gdy q	$p \equiv q$
	p jest równoważne q	
	p jest warunkiem koniecznym i wystarczającym na to, by q	
Wyłączność	nie p lub nie q	$\bar{p} \vee \bar{q}$
Łącznik	ani p ani q	$\bar{p} \wedge \bar{q}$
Łącznik	albo p, albo q	$p \vee q$
Alternatywa		
Wystarczająca		

Tablica 2

Tablica zerojedynkowa spójników logicznych

p	q	$\bar{p}$	$\bar{q}$	$p \wedge q$	$p \vee q$	$p \supset q$	$\bar{p} \supset q$	$p \supset \bar{q}$	$\bar{p} \supset \bar{q}$	$p \equiv q$	$\bar{p} \equiv \bar{q}$
0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1
1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1
1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0





L i t e r a t u r a

1. Copi I.M.: Symbolic Logic. New York 1959. Macmillan
2. Grzegorzczak A.: Logika popularna. Warszawa 1960. PWN
3. Grzegorzczak A.: Zarys logiki matematycznej. Warszawa 1961 PWN
4. Słupecki J. i Borkowski L.: Elementy logiki matematycznej i teorii mnogości. Warszawa, 1963. PWN
5. Poradnik Inżyniera „Matematyka”, rozdział „Logika”. Warszawa WNT /w druku/.



WYKŁADY

- wykład wprowadzący do nauki programowania
- wykład z zakresu i znaczenia nauki programowania
- wykład z zakresu i znaczenia nauki programowania

WYKŁADY

- wykład z zakresu i znaczenia nauki programowania
- wykład z zakresu i znaczenia nauki programowania
- wykład z zakresu i znaczenia nauki programowania

**MATERIAŁY PROGRAMOWE**  
**do nauczania przedmiotu**

**RYSUNEK TECHNICZNY**

WYKŁADY

**Państwowa Szkoła Programowania**  
**Maszyn Cyfrowych**

**Specjalność: Programowanie elektronicznych**  
**maszyn cyfrowych**

**Klasa I**

**Warszawa 1965**



## Zadanie przedmiotu

Celem nauczania rysunku technicznego w Szkole programowania maszyn cyfrowych jest:

### 1. Zapoznanie uczniów z:

- zasadami rysunku technicznego i czytania rysunków,
- zasadami rysowania i czytania schematów elektrycznych i przekaźnikowych.

### 2. Nauczanie uczniów zasad:

- czytanie i rysowanie schematów blokowych,
- rysowanie i czytanie schematów logicznych maszyn matematycznych,
- kreślenie sieci działań programów.

### 3. Nauczanie uczniów kreślenia i czytania prostych wykresów.

## Materiał nauczania

### Organizacja klasy i pracy na ćwiczeniach - wiadomości wstępne /2 godziny/

Co to jest rysunek techniczny? Historia rysunku technicznego /od Leonarda da Vinci/. Cele i zadania rysunku technicznego i organizacja stanowiska roboczego ucznia w pracowni rysunkowej.

### Materiały i przybory rysunkowe /3 godziny/

Papier, szkiełko, kalka techniczna, kalka milimetrowa, ołówki, gumy, tusze, pinezki, cyrkle, linijka, kątomierze, krzywki, rysownice, przykładowe, przybory kreślarskie, sprawdzanie, konserwacja i właściwe posługiwanie się nimi. Higiena pracy kreślarskiej.



Formy rysunkowe / 2 godziny /

Rozmiary rysunków, rodzaje linii rysunkowych, tabliczki rysunkowe, podziałki rysunkowe.

Pismo rysunkowe / 3 godziny /

Alfabet duży i mały, liczby, pisanie tekstów.

Rysunek geometryczny / 5 godzin /

Punkt, prosta, płaszczyzna, wyliczanie odcinków i kątów. Posługiwanie się przyrządami kreślarskimi. Proste równoległe, proste prostokątne, podział odcinka, rysowanie kątów i podział kątów, rysowanie trójkątów i czworokątów.

Wielokąty foremne / 2 godziny /

Kwadrat, trójkąt, sześciokąt, ósmokąt, pięciokąt, siedmiokąt. Podział okręgu na 11 równych części, styczne prostych do okręgu, zaokrąglenie.

Zasady wymiarowania form płaskich / 3 godziny /

Porządkowe zasady wymiarowania /na przykładzie płaskiego przedmiotu asymetrycznego/. Wymiarowanie rozstawianie otworów. Wymiarowanie form płaskich o symetrii osiowej i krzyżowej z otworami i zaokrągleniami wymiarowanie kątów i średnic.

Rysunek perspektywiczny i izometryczny

/ 3 godziny /

Perspektywa zbieżna i równoległa. System osi w rzucie ukłonym równoległym i izometrycznym. Zniekształcenie figur płaskich



na ścianie /rzutni/ przedniej, bocznej i poziomej w rzucie ukośnym równoległym i izometrycznym. Szcikowanie brył geometrycznych, brył złożonych oraz prostych części maszyn wg zasad perspektywy zbieżnej i równoległej.

### Rzuty prostokątne /3 godziny/

Zasady powstawania rzutu. Rzutnie przestrzenne a rzutnie rozwinięte. Odzwierciedlenie rysunkowe punktu w rzutach prostokątnych. Rzutowanie odcinka. Rzuty prostokątne elementarnych brył geometrycznych, Rzuty brył złożonych i prostych części maszyn.

### Przekroje rysunkowe /3 godziny/

Widok a przekrój. Cel i zasady rysowania przekroju. Rodzaje przekrojów: podłużne, poprzeczne, całkowite i częściowe. Przekroje w przypadku żeber, śrub, kołków, nitów. Półwidok-półprzekrój.

### Wymiarowanie widoków i przekrojów prostych elementów

#### maszynowych /3 godziny/

Zasady podawania wymiarów na odpowiednich rzutach. Zasada wymiarów koniecznych. Ustalanie podstaw wymiarowych. Zasada niepowtarzania wymiarów. Wymiarowanie otworów cylindrycznych, stożkowych, kwadratowych leżących w płaszczyźnie przekroju. Wymiarowanie ściąg, krawędzi, nawierceń.

### Tolerowanie wymiarów oraz znaczenie stanu powierzchni

#### /2 godziny/

Ćwiczenia w czytaniu i zapisywaniu tolerancji. Symbole oznaczeń chropowatości powierzchni. Ćwiczenia w rozmieszczeniu znaków



chropowatości na powierzchniach płaskich i obrotowych.

Rysunki połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych  
i innych /3 godziny/

Rysunki nitów i ich oznaczenia. Rysunki połączeń nitowych w I, II i III stopniu uproszczenia. Wymiarowanie. Rodzaje spoin. Obrazkowe i oznaczeniowe przedstawienia spoin oraz ich wymiarowanie.

Rysunki połączeń gwintowych /1 godzina/

Linia śrubowa i gwint. Gwinty zewnętrzne i wewnętrzne w widoku i przekroju w I i II stopniu uproszczenia. Oznaczanie rodzajów gwintów wg PN. Wymiarowanie elementów nagwintowanych.

Rysunki sprężyn /1 godzina/

Rysunek szczegółowy sprężyny w przekroju w I stopniu uproszczenia. Uproszczone i schematyczne rysunki sprężyn. Wymiarowanie.

Osi, wały i ich łożyskowanie /1 godzina/

Czytanie rysunków osi i wałów. Rozpoznawanie łożysk w widoku i przekroju. Uproszczenia umowne i rysunki schematyczne wałów, osi i łożysk.

Rysunki kół zębatach i przekładni zębatach /2 godziny/

Koła zębata walcowe. Analiza elementów wieńca. Rysunkowe przedstawienie koła zębatego w zależności od konstrukcji piasty, tarczy lub ramion. Szkice kół zębatach walcowych, zasady wymiarowania. Przekładnia ślimakowa. Czytanie rysunków kół zębatach.



Rodzaje rysunków technicznych /3 godziny/

Rysunki złożeniowe, wykonawcze, operacyjne, montażowe i schematyczne.

Zasady rysowania schematów blokowych /5 godzin/

Zasady łączenia elementów w bloki. Zasady łączenia bloków. Oznaczenia działania bloku. Odczytywanie schematów blokowych.

Oznaczenie elementów układów elektronicznych /2 godziny/

Dioda, trioda, teroda, inne lampy elektroniczne, oporniki pojemności, indukcyjności, półprzewodniki.

Zasady rysowania schematów elektronicznych /3 godziny/

Łączenie elementów, przejrzystość schematów, zasady rysowania w bezpośredniej odległości elementów jednego bloku.

Układy przekaźnikowe /3 godziny/

Oznaczenia przekaźników, zasady rysowania schematu przekaźnikowego /schemat ideowy i rozwinięty/.

Schematy logiczne /5 godzin/

Schematy logiczne <sup>do</sup> dodawania, negacji, mnożenia i łączenia tych elementów w całość.

Czytanie schematów logicznych /4 godziny/

Sieć działań programów /10 godzin/

Operatory i predykatory z naniesieniem algorytmu. Rysowanie sieci z rozwidleniem. Programy pętlowe /pętlo iteracyjne i indukcyjne/. Podprogramy biblioteczne.

Zasady rysowania i czytania prostych wykresów /5 godzin/

Wzrostanie przerobionego materiału /4 godziny/

Łącznie 84 godziny.