

# UNIWERYSTET JAGIELLOŃSKI

---

## PYTANIA DO EGZAMINU LICENCJACKIEGO NA KIERUNKU INFORMATYKA

---

Małgorzata DYMEK



Rok akademicki 2019/2020

# Spis treści

1	Zasada indukcji matematycznej.	8
2	Porządki częściowe i liniowe. Elementy największe, najmniejsze, maksymalne i minimalne.	9
3	Relacja równoważności i zbiór ilorazowy.	10
4	Metody dowodzenia twierdzeń: wprost, nie wprost, przez kontrapozycję.	11
5	Metody numeryczne rozwiązywania równań nieliniowych: bisekcji, siecznych, Newtona.	12
6	Rozwiązywanie układów równań liniowych: metoda eliminacji Gaussa, metody iteracyjne Jacobiego i Gaussa-Seidla.	13
6.1	Metoda eliminacji Gaussa . . . . .	13
6.2	Metoda iteracyjna Jacobiego . . . . .	14
6.2.1	Algebraicznie . . . . .	14
6.2.2	Macierzowo . . . . .	14
6.3	Metoda iteracyjna Gaussa-Seidla . . . . .	14
6.3.1	Algebraicznie . . . . .	14
6.3.2	Macierzowo . . . . .	14
7	Wartości i wektory własne macierzy: numeryczne algorytmy ich wyznaczania.	15
8	Interpolacja wielomianowa: metody Lagrange’a i Hermite’a. Efekt Rungego.	16
9	Zmienne losowe dyskretne. Definicje i najważniejsze rozkłady.	17
10	Zmienne losowe ciągłe. Definicje i najważniejsze rozkłady.	18
10.1	Rozkład jednostajny . . . . .	18
10.2	Rozkład wykładniczy . . . . .	18
10.3	Rozkład normalny . . . . .	19
10.4	Rozkład Gamma, Wzór Gamma-Poisona . . . . .	20
11	Łącuchy Markowa. Rozkład stacjonarny.	21

12 Testy statystyczne: test z, test t-Studenta, test chi-kwadrat.	23
13 Wzór Bayesa i jego interpretacja.	24
14 Istnienie elementów odwrotnych względem mnożenia w strukturze $(Zm, +, *)$ w zależności od liczby naturalnej m. Rozszerzony algorytm Euklidesa.	25
15 Ortogonalność wektorów w przestrzeni $R_n$ ; związki z liniową niezależnością. Metoda ortonormalizacji Grama-Schmidta.	25
16 Liczby Stirlinga I i II rodzaju i ich interpretacja.	26
17 Twierdzenia Eulera i Fermata; funkcja Eulera.	27
18 Konfiguracje i t-konfiguracje kombinatoryczne.	28
19 Cykl Hamiltona, obwód Eulera, liczba chromatyczna - definicje i twierdzenia.	29
20 Algorytm Forda-Fulkersona wyznaczania maksymalnego przepływu.	30
21 Rozwiązywanie równan rekurencyjnych przy użyciu funkcji tworzących (generujących) oraz przy użyciu równania charakterystycznego.	30
22 Ciąg i granica ciągu liczbowego, granica funkcji.	31
23 Ciągłość i pochodna funkcji. Definicja i podstawowe twierdzenia.	32
24 Ekstrema funkcji jednej zmiennej. Definicje i twierdzenia.	33
25 Całka Riemanna funkcji jednej zmiennej.	34
26 Pochodne cząstkowe funkcji wielu zmiennych; różniczkowalność i różniczka funkcji.	35
27 Ekstrema funkcji wielu zmiennych. Definicje i twierdzenia.	36

28 Twierdzenie o zmianie zmiennych w rachunku całkowym; współrzędne walcowe i sferyczne.	37
29 Metody dowodzenia poprawności pętli.	38
30 Odwrotna Notacja Polska: definicja, własności, zalety i wady, algorytmy.	38
31 Modele obliczeń: maszyna Turinga.	38
32 Modele obliczeń: automat skończony, automat ze stosem.	38
33 Złożoność obliczeniowa - definicja notacji: $O$ , $\Omega$ , $\Theta$ .	39
34 Złożoność obliczeniowa - pesymistyczna i średnia.	40
35 Metoda "dziel i zwyciężaj"; zalety i wady.	41
36 Lista: ujęcie abstrakcyjne, możliwe implementacje i ich złożoności.	41
37 Kolejka i kolejka priorytetowa: ujęcie abstrakcyjne, możliwe implementacje i ich złożoności.	41
38 Algorytmy sortowania QuickSort i MergeSort: metody wyboru pivotu w QS; złożoności.	42
39 Algorytm sortowania bez porównań (sortowanie przez zliczanie, sortowanie kubełkowe oraz sortowanie pozycyjne).	43
40 Reprezentacja drzewa binarnego za pomocą porządków (preorder, inorder, postorder).	44
41 Algorytmy wyszukiwania następnika i poprzednika w drzewach BST; usuwanie węzła.	45
42 B-drzewa: operacje i ich złożoność.	45
43 Drzewa AVL: rotacje, operacje z wykorzystaniem rotacji i ich złożoność.	45
44 Algorytmy przeszukiwania wszerz i w głąb w grafach.	45

45 Algorytmy wyszukiwania najkrótszej ścieżki (Dijkstry oraz Bellmana-Forda).	45
46 Programowanie dynamiczne: podział na podproblemy, porównanie z metodą "dziel i zwyciężaj".	45
47 Algorytm zachłanny: przykład optymalnego i nieoptymalnego wykorzystania.	45
48 Kolorowania wierzchołkowe (grafów planarnych) i krawędziowe grafów, algorytmy i ich złożoności.	45
49 Algorytmy wyszukiwania minimalnego drzewa rozpinającego: Boruvki, Prima i Kruskala.	45
50 Najważniejsze algorytmy wyznaczania otoczki wypukłej zbioru punktów w układzie współrzędnych (Grahama, Jarvisa, algorytm przyrostowy (quickhull)).	45
51 Problemy P, NP, NP-zupełne i zależności między nimi. Hipoteza P vs. NP.	45
52 Automat minimalny, wybrany algorytm minimalizacji.	45
53 Lemat o pompowaniu dla języków regularnych.	45
54 Warunki równoważne definicji języka regularnego: automat, prawa kongruencja syntaktyczna, wyrażenia regularne.	45
55 Automaty niedeterministyczne i deterministyczne (w tym ze stosem); determinizacja.	45
56 Problemy rozstrzygalne i nierozstrzygalne w teorii języków.	45
57 Klasy języków w hierarchii Chomsky'ego oraz ich zamkniętość ze względu na operacje boolowskie, homomorfizmy, itp.	45
58 Reprezentacja liczb całkowitych; arytmetyka.	46
59 Reprezentacja liczb rzeczywistych; arytmetyka zmiennopozycyjna.	46

60 Różnice w wywołaniu funkcji statycznych, niestatycznych i wirtualnych w C++.	46
61 Sposoby przekazywania parametrów do funkcji (przez wartość, przez referencję). Zalety i wady.	46
62 Wskaźniki, arytmetyka wskaźników, różnica między wskaźnikiem a referencją w C++.	46
63 Podstawowe założenia paradygmatu obiektowego: dziedziczenie, abstrakcja, enkapsulacja, polimorfizm.	46
64 Funkcje zaprzyjaźnione i ich związek z przeładowaniem operatorów w C++.	46
65 Programowanie generyczne na podstawie szablonów w języku C++.	46
66 Podstawowe kontenery w STL z szerszym omówieniem jednego z nich.	46
67 Obsługa sytuacji wyjątkowych w C++.	46
68 Obsługa plików w języku C.	46
69 Model wodospadu a model spiralny wytwarzania oprogramowania.	46
70 Diagram sekwencji i diagram przypadków użycia w języku UML.	46
71 Klasyfikacja testów.	46
72 Model Scrum: struktura zespołu, proces wytwarzania oprogramowania, korzyści modelu.	46
73 Wymagania w projekcie informatycznym: klasyfikacja, źródła, specyfikacja, analiza.	46
74 Analiza obiektowa: modele obiektowe i dynamiczne, obiekty encjowe, brzegowe i sterujące.	46
75 Wzorce architektury systemów.	46

76 Relacyjny model danych, normalizacja relacji (w szczególności algorytm doprowadzenia relacji do postaci Boyce'a-Codda), przykłady.	47
77 Indeksowanie w bazach danych: drzewa B+, tablice o organizacji indeksowej, indeksy haszowe, mapy binarne.	47
78 Podstawowe cechy transakcji (ACID). Metody sterowania współbieżnością transakcji, poziomy izolacji transakcji, przykłady.	47
79 Złączenia, grupowanie, podzapytania w języku SQL.	47
80 Szeregowalność harmonogramów w bazach danych.	47
81 Definicja cyfrowego układu kombinacyjnego - przykłady układów kombinacyjnych i ich implementacje.	47
82 Definicja cyfrowego układu sekwencyjnego - przykłady układów sekwencyjnych i ich implementacje.	47
83 Minimalizacja funkcji logicznych.	47
84 Programowalne układy logiczne PLD (ROM, PAL, PLA).	47
85 Schemat blokowy komputera (maszyna von Neumanna).	47
86 Zarządzanie procesami: stany procesu, algorytmy szeregowania z wywłaszczaniem.	47
87 Muteks, semafor, monitor jako narzędzia synchronizacji procesów.	47
88 Pamięć wirtualna i mechanizm stronicowania.	47
89 Systemy plikowe - organizacja fizyczna i logiczna (na przykładzie wybranego systemu uniksopodobnego).	47
90 Model ISO OSI. Przykłady protokołów w poszczególnych warstwach.	47
91 Adresowanie w protokołach IPv4 i IPv6.	47
92 Najważniejsze procesy zachodzące w sieci komputerowej od momentu wpisania adresu strony WWW do wyświetlenia strony w prze-	

główny (komunikat HTTP, segment TCP, system DNS, pakiet IP, ARP, ramka).	47
93 Działanie przełączników Ethernet, sieci VLAN, protokół STP.	47
94 Rola routerów i podstawowe protokoły routingu (RIP, OSPF).	47
95 Szyfrowanie z kluczem publicznym, podpis cyfrowy, certyfikaty.	47
96 Wirtualne sieci prywatne, protokół IPsec.	47



# Matematyczne podstawy informatyki

## 1 Zasada indukcji matematycznej.

Przykład:  $2^1 + 2^2 + \dots + 2^n = 2^{n+1} - 2$ , Nierówność Bernoulliego dla  $h \geq -1$   $(1+h)^2 \geq 1 + n * h$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}^+$ ,  $1 + 2 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2} \forall n \in \mathbb{N}$

## 2 Porządki częściowe i liniowe. Elementy największe, najmniejsze, maksymalne i minimalne.

Przykłady - sprawdź czy porządek:  $xRy \Leftrightarrow x|y$

### 3 Relacja równoważności i zbiór ilorazowy.

Przykład:  $xRy \Leftrightarrow x \equiv_3 y$ .

#### 4 Metody dowodzenia twierdzeń: wprost, nie wprost, przez kontrapozycję.

## 5 Metody numeryczne rozwiązywania równań nieliniowych: bisekcji, siecznych, Newtona.

## 6 Rozwiązywanie układów równań liniowych: metoda eliminacji Gaussa, metody iteracyjne Jacobiiego i Gaussa-Seidla.

### 6.1 Metoda eliminacji Gaussa

Obliczając rząd macierzy metodą Gaussa należy za pomocą operacji elementarnych na wierszach sprowadzić macierz do macierzy schodkowej. Wtedy wszystkie niezerowe wiersze są liniowo niezależne i można łatwo odczytać rząd macierzy.

$$\begin{aligned}
 & \begin{bmatrix} 1 & -1 & 2 & 2 \\ 2 & -2 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & 1 & -2 \\ 2 & -1 & 4 & 0 \end{bmatrix} \xrightarrow{w_2-2w_1, w_3+w_1, w_4-2w_1} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & -3 & -4 \\ 0 & 1 & 3 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -4 \end{bmatrix} \xrightarrow{w_2 \leftrightarrow w_3} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & -3 & -4 \\ 0 & 1 & 0 & -4 \end{bmatrix} \sim \\
 & \xrightarrow{w_4-w_2} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & -3 & -4 \\ 0 & 0 & -3 & -4 \end{bmatrix} \xrightarrow{w_4-w_3} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & -3 & -4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

### Metody iteracyjne

Ogólna postać metody iteracyjnej:

$$Ax = b$$

$$Qx^{n+1} = (Q - A)x^n + b = \tilde{b}$$

$$x^0 = (0, 0, 0)$$

$$\begin{bmatrix} 5 & -2 & 3 \\ 2 & 4 & 2 \\ 2 & -1 & -4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{cases} 5x_1 + (-2)x_2 + 3x_3 = 10 \\ 2x_1 + 4x_2 + 2x_3 = 0 \\ 2x_1 + (-1)x_2 + (-4)x_3 = 0 \end{cases}$$

## 6.2 Metoda iteracyjna Jacobiego

### 6.2.1 Algebraicznie

$$\begin{cases} x_1^{N+1} = \frac{1}{5}(10 + 2x_2^N - 3x_3^N) \\ x_2^{N+1} = \frac{1}{4}(-2x_1^N - 2x_3^N) \\ x_3^{N+1} = -\frac{1}{4}(x_2^N - 2x_1^N) \end{cases}$$

### 6.2.2 Macierzowo

$$Q = D \quad (\text{diagonalna})$$

## 6.3 Metoda iteracyjna Gaussa-Seidla

### 6.3.1 Algebraicznie

$$\begin{cases} x_1^{N+1} = \frac{1}{5}(10 + 2x_2^N - 3x_3^N) \\ x_2^{N+1} = \frac{1}{4}(-2x_1^N - 2x_3^{N+1}) \\ x_3^{N+1} = -\frac{1}{4}(x_2^{N+1} - 2x_1^{N+1}) \end{cases}$$

### 6.3.2 Macierzowo

$$Q = L + D \quad (\text{diagonalna i dolnotrójkątna})$$

## 7 Wartości i wektory własne macierzy: numeryczne algorytmy ich wyznaczania.



## 8 Interpolacja wielomianowa: metody Lagrange'a i Hermite'a. Efekt Rungego.

## 9 Zmienne losowe dyskretne. Definicje i najważniejsze rozkłady.

## 10 Zmienne losowe ciągłe. Definicje i najważniejsze rozkłady.

### 10.1 Rozkład jednostajny

**Zadanie 10.1** Zmienna losowa  $X$  ma rozkład jednostajny na odcinku  $[2, 6]$ . Wykonaj polecenia:

1. zapisz wzór na gęstość zmiennej losowej  $X$
2. oblicz prawdopodobieństwo zdarzenia że  $X \in [3, 3.5]$
3. oblicz prawdopodobieństwo zdarzenia że  $X \in (3, 3.5)$

Rozwiązanie:

1. wzór na gęstość zmiennej losowej  $X$  to

$$\chi_{[2,6]}(x) = \begin{cases} \frac{1}{4} & \text{gdy } x \in [2, 6] \\ 0 & \text{gdy } x \notin [2, 6] \end{cases}$$

2. prawdopodobieństwo zdarzenia, że  $X \in [3, 3.5]$  to

$$P(X \in [3, 3.5]) = \int_3^{3.5} \frac{1}{4} dx = \frac{1}{4}(3.5 - 3) = \frac{1}{8}$$

3. prawdopodobieństwo zdarzenia że  $X \in (3, 3.5)$  to

$$P(X \in (3, 3.5)) = P(X \in [3, 3.5]) = \frac{1}{8}$$

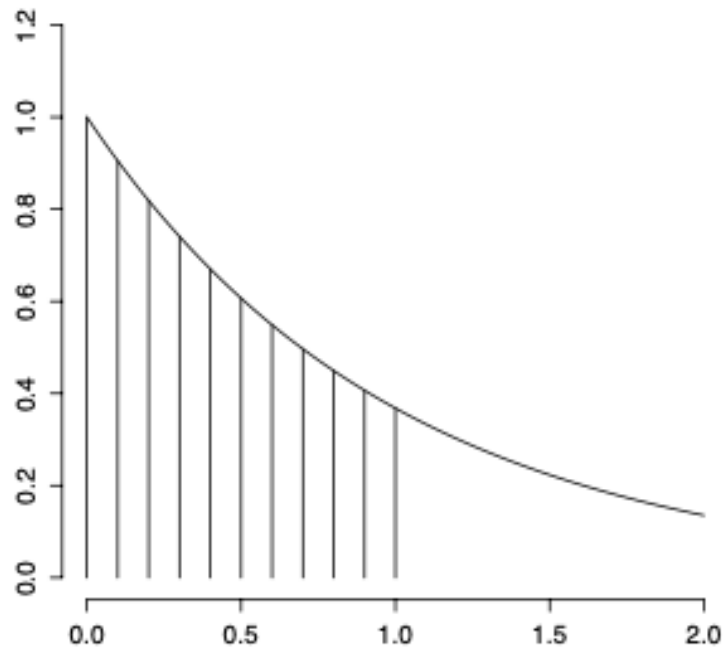
### 10.2 Rozkład wykładniczy

**Zadanie 10.2** Zmienna losowa  $X$  ma rozkład wykładniczy z parametrem  $\lambda = 1$ . Wykonaj polecenia:

1. narysuj gęstość/ zapisz wzór na gęstość zmiennej losowej  $X$
2. na powyższym rysunku przedstaw prawdopodobieństwo zdarzenia że  $X \in [0, 1]$
3. oblicz prawdopodobieństwo zdarzenia że  $X \in [0, 1]$

Rozwiązanie:

Punkty 1 i 2:



Punkt 3 - prawdopodobieństwo zdarzenia że  $X \in [0, 1]$  wynosi

$$P(X \in [0, 1]) = \int_0^1 f(x) dx = \int_0^1 e^{-x} dx = [-e^{-x}]_{x=0}^{x=1} = 1 - e^{-1}$$

### 10.3 Rozkład normalny

**Zadanie 10.3** Zmienna losowa  $X$  ma rozkład normalny o parametrach  $\mu = 0$  oraz  $\sigma = 1$ . Podaj prawdopodobieństwo, że  $X$  osiąga wartości dodatnie.

Rozwiązanie:

Wykres tej funkcji jest parzysty, a pole całego wykresu wynosi 1 więc z połowy jest  $\frac{1}{2}$ .

$$P(X > 0) = \int_0^\infty f(x)dx = \frac{1}{2}$$

## 10.4 Rozkład Gamma, Wzór Gamma-Poisona

**Zadanie 10.4** *Kompilacja programu składa się z 3 części przetwarzanych przez kompilator sekwencyjnie, jedna po drugiej. Czas przetwarzania każdej z części ma rozkład wykładniczy ze średnim czasem 5 minut, niezależnym od czasu przetwarzania pozostałych części.*

1. oblicz wartość oczekiwaną i wariancję całkowitego czasu kompilacji
2. oblicz prawdopodobieństwo, że cały proces kompilacji zostanie przeprowadzony w czasie mniejszym niż 12 minut.

Rozwiązanie:

Całkowity czas kompilacji opisuje zmienna losowa o rozkładzie  $Gamma(T \sim \Gamma(\alpha = 3, \lambda = \frac{1}{5}))$ . Wartość oczekiwana i wariancja całkowitego czasu kompilacji to

$$E(X) = \frac{\alpha}{\lambda} = \frac{3}{\frac{1}{5}} = 15$$

$$Var(x) = \frac{\alpha}{\lambda^2} = \frac{3}{\frac{1}{25}} = 75$$

Prawdopodobieństwo, że cały proces kompilacji zostanie przeprowadzony w czasie mniejszym niż 12 minut liczymy korzystając z formuły Gamma-Poisona.

$$P(T < t) = P(X \geq \alpha),$$

gdzie  $X \sim Poisson(\lambda * t = \frac{1}{5} * 12 = 2.4)$  oraz  $\alpha = 3$ ,  $t = 12$ . Mamy więc:

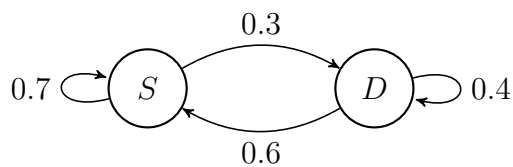
$$P(T < 12) = P(X \geq 3) = 1 - P(0) - P(1) - P(2) = 1 - F_X(2) = 1 - 0.5697 = 0.43$$

## 11 Łącuchy Markowa. Rozkład stacjonarny.

**Zadanie 11.1** W pewnym mieście każdy dzień jest słoneczny albo deszczowy. Po dniu słonecznym dzień słoneczny następuje z prawdopodobieństwem 0.7, a po dniu deszczowym z prawdopodobieństwem 0.4.

1. Narysuj łańcuch markowa oraz wyznacz macierz przejścia dla niego.
2. W poniedziałek padało. Stwórz prognozę na wtorek, środę i czwartek.
3. Meteorolodzy przewidują 80% szans na deszcz w poniedziałek. Stwórz prognozę na wtorek, środę i czwartek.
4. Znajdź rozkład stacjonarny.

1. Łańcuch Markowa:



Macierz przejść:

$$\begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.6 \end{bmatrix}$$

2.

Wtorek:

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.6 \end{bmatrix}$$

Środa:

$$\begin{bmatrix} 0.4 & 0.6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.52 & 0.48 \end{bmatrix}$$

Czwartek:

$$\begin{bmatrix} 0.52 & 0.48 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.556 & 0.444 \end{bmatrix}$$

3.

Wtorek:

$$\begin{bmatrix} 0.2 & 0.8 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.46 & 0.54 \end{bmatrix}$$

Środa:

$$\begin{bmatrix} 0.46 & 0.54 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.538 & 0.462 \end{bmatrix}$$

Czwartek:

$$\begin{bmatrix} 0.538 & 0.462 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.5614 & 0.4386 \end{bmatrix}$$

4. Macierz przejść:

$$\begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.6 \end{bmatrix}$$

Rozwiązujemy układ równań:

$$\begin{cases} \pi P = \pi \\ \pi_1 + \pi_2 = 1 \end{cases}$$

$$\pi P = \begin{bmatrix} \pi_1 & \pi_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.7\pi_1 + 0.4\pi_2 & 0.3\pi_1 + 0.6\pi_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{cases} 0.7\pi_1 + 0.4\pi_2 = \pi_1 \\ 0.3\pi_1 + 0.6\pi_2 = \pi_2 \\ \pi_1 + \pi_2 = 1 \end{cases}$$

Stąd otrzymujemy

$$\begin{bmatrix} \pi_1 & \pi_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{4}{7} & \frac{3}{7} \end{bmatrix}$$

## 12 Testy statystyczne: test z, test t-Studenta, test chi-kwadrat.



## 13 Wzór Bayesa i jego interpretacja.

- 14 Istnienie elementów odwrotnych względem mnożenia w strukturze  $(\mathbb{Z}_m, +, *)$  w zależności od liczby naturalnej  $m$ . Rozszerzony algorytm Euklidesa.
- 15 Ortogonalność wektorów w przestrzeni  $R_n$ ; związki z liniową niezależnością. Metoda ortonormalizacji Grama-Schmidta.

## 16 Liczby Stirlinga I i II rodzaju i ich interpretacja.

## 17 Twierdzenia Eulera i Fermata; funkcja Eulera.

## 18 Konfiguracje i t-konfiguracje kombinatoryczne.

## 19 Cykl Hamiltona, obwód Eulera, liczba chromatyczna - definicje i twierdzenia.

- 20 Algorytm Forda-Fulkersona wyznaczania maksymalnego przepływu.
- 21 Rozwiązywanie równań rekurencyjnych przy użyciu funkcji tworzących (generujących) oraz przy użyciu równania charakterystycznego.

## 22 Ciąg i granica ciągu liczbowego, granica funkcji.



## 23 Ciągłość i pochodna funkcji. Definicja i podstawowe twierdzenia.

## 24 Ekstrema funkcji jednej zmiennej. Definicje i twierdzenia.

## 25 Całka Riemanna funkcji jednej zmiennej.

**26 Pochodne cząstkowe funkcji wielu zmiennych;  
różniczkowalność i różniczka funkcji.**

## 27 Ekstrema funkcji wielu zmiennych. Definicje i twierdzenia.

28 Twierdzenie o zmianie zmiennych w rachunku całkowym; współrzędne walcowe i sferyczne.

## Teoretyczne podstawy informatyki

- 29** Metody dowodzenia poprawności pętli.
- 30** Odwrotna Notacja Polska: definicja, własności, zalety i wady, algorytmy.
- 31** Modele obliczeń: maszyna Turinga.
- 32** Modele obliczeń: automat skończony, automat ze stosem.

### 33 Złożoność obliczeniowa - definicja notacji: $O$ , $\Omega$ , $\Theta$ .



34    Złożoność obliczeniowa - pesymistyczna i średnia.

- 35 Metoda "dziel i zwyciężaj"; zalety i wady.
- 36 Lista: ujęcie abstrakcyjne, możliwe implementacje i ich złożoności.
- 37 Kolejka i kolejka priorytetowa: ujęcie abstrakcyjne, możliwe implementacje i ich złożoności.

**38    Algorytmy sortowania QuickSort i MergeSort:  
metody wyboru pivota w QS; złożoności.**

- 39 Algorytm sortowania bez porównań (sortowanie przez zliczanie, sortowanie kubełkowe oraz sortowanie pozycyjne).

- 40    Reprezentacja drzewa binarnego za pomocą porządków (preorder, inorder, postorder).

- 41 Algorytmy wyszukiwania następnika i poprzednika w drzewach BST; usuwanie węzła.
- 42 B-drzewa: operacje i ich złożoność.
- 43 Drzewa AVL: rotacje, operacje z wykorzystaniem rotacji i ich złożoność.
- 44 Algorytmy przeszukiwania wszerz i w głąb w grafach.
- 45 Algorytmy wyszukiwania najkrótszej ścieżki (Dijkstry oraz Bellmana-Forda).
- 46 Programowanie dynamiczne: podział na podproblemy, porównanie z metodą "dziel i zwyciężaj".
- 47 Algorytm zachłanny: przykład optymalnego i nieoptymalnego wykorzystania.
- 48 Kolorowania wierzchołkowe (grafów planarnych) i krawędziowe grafów, algorytmy i ich złożoności.
- 49 Algorytmy wyszukiwania minimalnego drzewa rozpinającego: Boruvki, Prima i Kruskala.
- 50 Najważniejsze algorytmy wyznaczania otoczki wypukłej zbioru punktów w układzie współrzędnych (Grahama<sub>45</sub> Jarvisa, algorytm przyrostowy (quickhull)).
- 51 Problemy P, NP, NP-zupełne i zależności między nimi. Hipoteza P vs. NP.
- 52 Automat minimalny, wybrany algorytm mini-

- 58 Reprezentacja liczb całkowitych; arytmetyka.
- 59 Reprezentacja liczb rzeczywistych; arytmetyka zmiennopozycyjna.
- 60 Różnice w wywołaniu funkcji statycznych, niestatycznych i wirtualnych w C++.
- 61 Sposoby przekazywania parametrów do funkcji (przez wartość, przez referencję). Zalety i wady.
- 62 Wskaźniki, arytmetyka wskaźników, różnica między wskaźnikiem a referencją w C++.
- 63 Podstawowe założenia paradygmatu obiektowego: dziedziczenie, abstrakcja, enkapsulacja, polimorfizm.
- 64 Funkcje zaprzyjaźnione i ich związek z przeładowaniem operatorów w C++.
- 65 Programowanie generyczne na podstawie szablonów w języku C++.
- 66 Podstawowe kontenery w STL z szerszym omówieniem jednego z nich.
- 67 Obsługa sytuacji wyjątkowych w C++.
- 68 Obsługa plików w języku C.
- 69 Model wodospadu a model spiralny wytwarzania oprogramowania.
- 70 Diagram sekwencji i diagram przypadków użycia w języku UML.

- 76 Relacyjny model danych, normalizacja relacji (w szczególności algorytm doprowadzenia relacji do postaci Boyce'a-Codda), przykłady.
- 77 Indeksowanie w bazach danych: drzewa B+, tablice o organizacji indeksowej, indeksy haszowe, mapy binarne.
- 78 Podstawowe cechy transakcji (ACID). Metody sterowania współbieżnością transakcji, poziomy izolacji transakcji, przykłady.
- 79 Złączenia, grupowanie, podzapytania w języku SQL.
- 80 Szeregowalność harmonogramów w bazach danych.
- 81 Definicja cyfrowego układu kombinacyjnego - przykłady układów kombinacyjnych i ich implementacje.
- 82 Definicja cyfrowego układu sekwencyjnego - przykłady układów sekwencyjnych i ich implementacje.
- 83 Minimalizacja funkcji logicznych.
- 84 Programowalne układy logiczne PLD (ROM, PAL, PLA).
- 85 Schemat blokowy komputera (maszyna von Neumanna).
- 86 Zarządzanie procesami: stany procesu, algorytmy szeregowania z wywłaszczaniem.