

Przedmioty obowiązkowe

Analiza matematyczna

1. Granica ciągu liczbowego: definicja i własności.
2. Kryteria zbieżności szeregów liczbowych.
3. Szeregi potęgowe i rozwijanie funkcji w szereg Taylora.
4. Iloraz różnicowy, pochodne i pochodne cząstkowe funkcji – wyznaczanie i własności.
5. Wyznaczanie ekstremów lokalnych funkcji jednej i wielu zmiennych.
6. Ekstrema związane, metoda mnożników Lagrange’a.
7. Techniki wyznaczania funkcji pierwotnej (całki nieoznaczone).
8. Całki oznaczone funkcji jednej zmiennej: obliczanie i własności.
9. Całki niewłaściwe.
10. Całki wielokrotne: zamiana całki wielokrotnej na całki iterowane, całkowanie przez zamianę zmiennych - wykorzystanie współrzędnych biegunowych i sferycznych.
11. Całki krzywoliniowe i powierzchniowe.
12. Istnienie i jednoznaczność rozwiązań równań różniczkowych zwyczajnych (z warunkiem początkowym).
13. Podstawowe typy równań skalarnych (o zmiennych rozdzielonych, liniowe) i układy równań liniowych.

Geometria analityczna

1. Iloczyn skalarny, wektorowy i mieszany wektorów.
2. Równania prostych i płaszczyzn (na płaszczyźnie i w przestrzeni).

Algebra liniowa

1. Liczby zespolone – interpretacja geometryczna, moduł, argument, postać trygonometryczna liczby zespolonej, pierwiastki n -tego stopnia z liczb zespolonych.
2. Mnożenie macierzy, rząd macierzy, macierz odwrotna – kryterium istnienia, metody obliczania.
3. Wyznacznik – metody obliczania.
4. Przestrzeń liniowa i pojęcia związane: podprzestrzeń, liniowa niezależność, baza, wymiar, odwzorowanie liniowe, jądro, obraz.
5. Układy równań liniowych – metody rozwiązywania.
6. Wartości własne, wektory własne, wielomian charakterystyczny macierzy.
7. Macierze dodatnio (ujemnie) określone, kryterium Sylwestera.

Obliczenia naukowe i programowanie liniowe

1. Aproksymacja i interpolacja funkcji, przykłady (aproksymacja wielomianem Taylora, interpolacja wielomianowa).
2. Numeryczne obliczanie pochodnych i całek, szacowanie błędów przybliżeń.
3. Metody numeryczne rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych (metoda Eulera, metody RK) i cząstkowych (metoda Eulera, aproksymacja dywergencji i laplasjanu).

4. Numeryczne rozwiązywanie równań nieliniowych (metoda bisekcji, metoda Newtona-Raphsona).
5. Numeryczne rozwiązywanie układów równań liniowych (metoda Jacobiego, metoda najmniejszych kwadratów i regularyzacja Tichonowa).
6. Zagadnienia programowania liniowego.
7. Punkty ekstremalne zbioru wypukłego, ekstremalne wektory kierunkowe oraz twierdzenie o reprezentacji.

Matematyka dyskretna

1. Teoria podzielności liczb całkowitych (NWD, algorytm Euklidesa, liczby pierwsze, kongruencje).
2. Podstawowe obiekty i metody kombinatoryczne (permutacje, kombinacje, metoda bijektywna, wzór włączeń i wyłączeń).
3. Rekurencje liniowe o stałych współczynnikach.

Rachunek prawdopodobieństwa

1. Przestrzeń probabilistyczna i reguły obliczania prawdopodobieństw.
2. Schemat Bernoulliego.
3. Zmienne losowe, ich charakterystyki liczbowe i rozkłady, przykłady.
4. Niezależność zmiennych losowych i zdarzeń.
5. Słabe i mocne prawa wielkich liczb.
6. Centralne twierdzenie graniczne.

Statystyka

1. Próba losowa, charakterystyki empiryczne (rozkład, dystrybuanta, momenty, kwantyle)
2. Podstawowe metody estymacji punktowej i własności estymatorów punktowych.
3. Estymacja przedziałowa nieznannej wartości oczekiwanej i nieznannej wariancji.
4. Pojęcie testu statystycznego (hipoteza zerowa i hipoteza alternatywna, błędy pierwszego i drugiego rodzaju, statystyka testowa, obszar krytyczny, moc testu).
5. Przykłady testów parametrycznych i nieparametrycznych.

Modelowanie matematyczne

1. Modelowanie liczebności populacji jednego gatunku (prawo Malthusa, równanie logistyczne) oraz wielu gatunków w zależności drapieżnik-ofiara i konkurencji – wyprowadzenie i analiza modeli.
2. Równanie transportu w ośrodku ciągłym w jednym wymiarze i wersja wielowymiarowa, zastosowanie do modelowania dyfuzji i konwekcji, równanie reakcji-dyfuzji – wyprowadzenie i analiza przykładów.

Modelowanie i symulacje stochastyczne

1. Metody Monte Carlo.
2. Łańcuchy Markowa: definicja, klasyfikacja stanów i twierdzenie ergodyczne.
3. Łańcuchy Markowa: rozkłady stacjonarne a powracalność stanów.
4. Kompletna losowość i proces Poissona.
5. Warunkowa wartość oczekiwana, prognozowanie.
6. Martynał jako gra sprawiedliwa.

Programowanie i algorytmika

1. Iteracja a rekurencja.
2. Podejście zachłanne a programowanie dynamiczne.
3. Algorytmy na tekstach.
4. Algorytmy geometryczne.
5. Złożoność obliczeniowa algorytmów.
6. Syntaktyka i semantyka języka programowania.
7. Struktury danych: listy, krotki, słowniki, zbiory.
8. Programowanie strukturalne a programowanie obiektowe.

Bazy danych

1. System zarządzania bazami danych, funkcje systemu, przykłady SZDB.
2. Modele relacyjnych baz danych, relacje, związki, klucze, wartość nieoznaczona.
3. Język SQL – podstawowe konstrukcje, selekcja, złączenia, agregacje.
4. Optymalizacja zapytań – indeksy, wyszukiwanie pełnotekstowe.
5. Perspektywy i wyrażenia tablicowe.
6. Big Data, model 4W, analiza i zastosowania.
7. Modele nierelacyjnych baz danych.

Zarządzanie projektami

1. Cykl życia projektów, elementy projektu podlegające zarządzaniu.
2. Metodyki zarządzania projektami, przykłady różnych metodyk.
3. Zarządzanie celami, zakresem i czasem w projekcie, diagramy, zasada SMART.
4. Zarządzanie komunikacją i zespołem w metodykach klasycznych i zwinnych.

Zagadnienia z zakresu przedmiotów specjalnościowych (dla specjalności Analiza danych)

Biostatystyka

1. Podstawowe modele regresji – regresja liniowa, regresja logistyczna.
2. Analiza wariancji i porównania wielokrotne.
3. Analiza przeżycia – estymator Kaplana-Meiera funkcji przeżycia, estymator Coxa funkcji hazardu.

Eksploracja danych i uczenie maszynowe

1. Algorytmy predykcji zmiennych jakościowych (klasyfikacja) – k najbliższych sąsiadów, drzewa klasyfikacyjne, lasy losowe, sieci neuronowe, maszyny wektorów podpierających.
2. Algorytmy predykcji zmiennych ilościowych (szacowanie) – k najbliższych sąsiadów, drzewa klasyfikacyjno-regresyjne, lasy losowe, sieci neuronowe.
3. M-estymatory z karą w modelach regresyjnych – regresja grzbietowa, regresja z karą „Lasso”.
4. Algorytmy grupowania – k średnich, hierarchiczna analiza skupień, dwustopniowa analiza skupień.
5. Pola losowe Markowa – omówienie, przykłady zastosowań, estymacja parametrów.
6. Reguły asocjacyjne – algorytm *A priori* i ocena jakości reguł.
7. Ocena jakości modeli – zbiory uczący i testowy, walidacja krzyżowa, miary jakości klasyfikacji, krzywa ROC, miary jakości szacowania.

Analiza hurtowni danych, algorytmy skalowalne

1. Model MapReduce i jego zastosowania.
2. Implementacje podstawowych algorytmów MapReduce w wybranym narzędziu.

Zagadnienia z zakresu przedmiotów specjalnościowych (dla specjalności Badania operacyjne)

Algorytmy optymalizacji dyskretnej

1. Strategie zachłanne; idea, zalety i wady, problem plecakowy, problem wyboru zajęć.
2. Maksymalny przepływ w sieciach; podstawowe definicje i własności; algorytm Forda-Fulkersona.
3. Skojarzenia w grafach dwudzielnych; definicja grafu dwudzielnego oraz skojarzenia w grafie, algorytm znajdowania maksymalnego skojarzenia w grafach dwudzielnych, związki z maksymalnym przepływem w sieciach.

Programowanie nieliniowe

1. Twierdzenie o oddzielaniu zbiorów wypukłych.
2. Subgraniczna funkcji wypukłej: definicja i własności.
3. Twierdzenie Kuhna-Tuckera.
4. Zagadnienie pierwotne i dualne.

Programowanie w warunkach niepewności

1. Równowaga Nasha w grze w postaci strategicznej – definicja, przykłady.
2. Dwuosobowe gry o sumie zerowej. Wartość i strategie optymalne, twierdzenie von Neumanna, związek istnienia wartości z równowagą Nasha.
3. Mieszane rozszerzenie gry skończonej, twierdzenie Nasha.
4. Doskonała równowaga (perfect equilibrium) w grach ekstensywnych.
5. Gry koalicyjne. Rdzeń gry koalicyjnej, charakteryzacja rdzenia przy pomocy nierówności liniowych.

Teoria grafów

1. Definicja grafu, digrafu. Identyczność i izomorfizm. Spójność.
2. Drzewa i ich własności.
3. Cykliczność. Cykl Eulera, cykl Hamiltona.
4. Planarność i twierdzenie Kuratowskiego.
5. Kolorowanie grafów.
6. Problem chińskiego listonosza i komiwożacza.