

## **Tematické okruhy Bakalářské státní závěrečné zkoušky z Matematické biologie a biomedicíny**

Specializace: Epidemiologie a modelování, Biomedicínská bioinformatika

Tematické okruhy z matematiky a statistiky

Společná část státní závěrečné zkoušky z matematiky a statistiky se skládá z pěti příkladů z lineární algebry a geometrie, matematické analýzy, pravděpodobnosti a statistiky, vícerozměrných metod a regresního modelování.

Specializační část státní závěrečné zkoušky z matematiky a statistiky obsahuje jeden specifický příklad pro každou specializaci: Epidemiologie a modelování – příklad z časových řad a lineárních systémů, Biomedicínská bioinformatika – příklad z Markovských řetězců.

### **Společná část pro obě specializace**

#### **1. Lineární algebra a geometrie**

Vektorové prostory a lineární zobrazení

- určit bázi podprostoru
- určit bázi průniku a součtu vektorových podprostorů
- určit jádro a obraz lineárního zobrazení

Matice a determinanty, soustavy lineárních rovnic

- výpočet determinantu a inverzní matice
- řešit soustavu lineárních rovnic s parametrem

Prostory se skalárním součinem

- výpočet kolmé projekce
- nalézt ortonormální bázi podprostoru

Vlastní čísla a vlastní vektory

- výpočet pro danou lineární transformaci

Bilineární a kvadratické formy

- diagonalizace kvadratické formy, nalezení polární báze
- nalezení ortonormální polární báze

#### **2. Matematická analýza**

Diferenciální počet funkce jedné reálné proměnné a jejich význam

- průběh funkce jedné reálné proměnné
- lokální a globální extrémy funkce jedné reálné proměnné
- aproximace funkce Taylorovým polynomem

**Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta**

Kotlářská 267/2, 611 37 Brno, Česká republika

T: +420 549 49 1410, E: [info@sci.muni.cz](mailto:info@sci.muni.cz), [www.sci.muni.cz](http://www.sci.muni.cz)

Neurčitý integrál (základní integrační metody, typické substituce)

- výpočet primitivní funkce

Riemannův integrál v  $R^1$  a jeho aplikace

- geometrická aplikace určitého integrálu

Diferenciální počet funkcí více proměnných

- hledání lokálních a globálních extrémů funkcí více proměnných

Užití diferenciálního a integrálního počtu v základních modelech biologických procesů

### 3. Pravděpodobnost, statistika a modelování

Pravděpodobnost a podmíněná pravděpodobnost, Bayesův vzorec

- výpočet klasické a geometrické pravděpodobnosti
- výpočet aposteriorní pravděpodobnosti
- centrální limitní věta

Diskrétní a spojité náhodné veličiny, jejich charakteristiky a transformace

- výpočet pravděpodobnostní funkce, hustoty, číselných charakteristik (kvantilů, střední hodnoty, rozptylu, kovariance, koeficientu korelace)

Základy statistiky

- konstrukce intervalových odhadů
- testy o parametrech normálního rozdělení

### 4. Vícerozměrné metody

Vzdálenosti a podobnosti ve vícerozměrném prostoru

- Euklidova, Hammingova (Manhattanská) a Mahalanobisova metrika – výpočet a interpretace
- Sokalův-Michenerův, Jaccardův a Gowerův koeficient – výpočet a interpretace

Shluková analýza

- algoritmus nejbližšího souseda – výpočet, vizualizace a interpretace výsledků
- algoritmus nejvzdálenějšího souseda – výpočet, vizualizace a interpretace výsledků
- Wardova metoda, centroidová metoda, metoda průměrné vazby – princip a interpretace výsledků
- metoda k-průměrů – princip a interpretace výsledků
- metoda siluety, Mantelův test – princip

Ordinační analýza

- analýza hlavních komponent – princip a interpretace výsledků
- korespondenční analýza – princip a interpretace výsledků
- nemetrické vícerozměrné škálování – princip a interpretace výsledků

## 5. Regresní modelování

### Lineární regresní model

- definice mnohonásobného lineárního regresního modelu, znalost principů jeho užití a jeho předpokladů
- odhady parametrů a testování hypotéz v lineárním regresním modelu
- návrh modelu, práce s maticí plánu a různými typy prediktorů, interakce prediktorů
- interpretace výsledků a posouzení kvality a splnění předpokladů modelu, identifikace zavádějících efektů, výpočet koeficientu determinace

### Logistický a Poissonův regresní model

- definice logistického a Poissonova regresního modelu, znalost jejich principů a předpokladů
- návrh logistického a Poissonova regresního modelu, interakce prediktorů
- interpretace výsledků, výpočet poměru šancí a poměru rizik, predikce rizika
- posouzení kvality a splnění předpokladů modelu

## Specializační část – Epidemiologie a modelování

### 6. Časové řady a lineární systémy

#### Časová řada – definice, veličiny ve spojitém a diskrétním čase

- vzorkovací teorém

#### Operace s časovými řadami – konvoluce a korelační funkce

#### Spektrální analýza časových řad – periodická, jednorázová řada

- určení či výpočet spektra základních typů časových řad
- výpočet frekvenčního spektra pomocí Fourierovy řady a diskrétní Fourierovy transformace

#### Systém – základní atributy spojitého diskrétního systému

- určení linearitu a stability lineárního systému

#### Popis vlastností lineárního systému

- diferenční rovnice, obrazová přenosová funkce, nulové body a póly přenosové funkce, frekvenční charakteristiky, impulzní a přechodová charakteristika
- vzájemné převody mezi uvedenými způsoby popisu
- výpočet výstupní posloupnosti lineárního systému s diskrétním časem

#### Vazby mezi systémy

- sériové, paralelní a zpětnovazební zapojení

#### Vlastnosti základních typů lineárních systémů s diskrétním časem

## Specializační část – Biomedicínská bioinformatika

### 6. Markovské řetězce

Homogenní markovské řetězce s diskretním časem

- Definice a základní vlastnosti HMR s diskretním časem (Chapmanovy – Kolmogorovovy rovnice, zákon evoluce)
- Stacionární rozložení HMR a jeho význam
- Klasifikace stavů HMR, rozložitelné a nerozložitelné řetězce, absorpční řetězce
- Využití HMR v genetice

Homogenní markovské řetězce se spojitým časem

- Definice a základní vlastnosti HMR se spojitým časem (Chapmanovy – Kolmogorovovy rovnice, zákon evoluce)
- Matice intenzit přechodu a její význam pro výpočet stacionárního rozložení a klasifikaci stavů řetězce
- Poissonův proces a jeho vlastnosti