

Magisterská zkouška z matematické biologie - matematika

Povinná témata:

Deterministické metody a modely

- Obyčejné diferenciální rovnice, obecné a partikulární řešení, existence a jednoznačnost řešení počátečního problému. Interpretace počátečního problému jako modelu reálného procesu.
- Elementární metody řešení obyčejných diferenciálních rovnic (lineární, separované a exaktní rovnice, rovnice na ně transformovatelné).
- Struktura řešení systémů lineárních diferenciálních rovnic a lineárních diferenciálních rovnic vyššího řádu; fundamentální systém řešení.
- Autonomní systémy obyčejných diferenciálních rovnic, fázový prostor, trajektorie, singulární body, stabilita řešení autonomních systémů, druhy stability, vyšetřování stability.
- Spojité dynamické modely (růst populací, vztahy populací, šíření epidemií).
- Časové řady – klasifikace a vlastnosti. Vzorkování, kvantování, aliasing.
- Systémy – konvoluce, popis systému v časové a frekvenční doméně. Přenosová funkce, nuly a póly, stabilita.
- Lineární filtrace – FIR, IIR.
- Odhad signálu v šumu – zprůměrování, SNR.
- Adaptivní filtrace a identifikace – RLS, LMS, lineární predikce.
- Základní pojmy a principy klasifikace. Klasifikátor, jeho základní typy, rozhodovací pravidlo. Učení klasifikátoru. Klasifikace podle diskriminačních funkcí. Klasifikace podle minimální vzdálenosti. Podobnost a vzdálenost objektů (obrazů, shluků). Metriky, semimetriky, míry podobnosti – pravděpodobnostní, nepravděpodobnostní metriky, asociační matice, Q mód, R mód, binární asociační koeficienty, Mantelův test.
- Příznaková klasifikace. Příznakový popis. Vymezení klasifikačních tříd. Volba a výběr příznaků. Princip, zásady pro volbu příznaků. Výběr příznaků – selekce, extrakce. Selekce příznaků, míry pro selekci. Algoritmy selekce příznaků.
- Ordinační analýza: analýza hlavních komponent – princip, geometrická interpretace, vlastnosti; analýza nezávislých komponent – princip, model dat, omezení, míry optimality; faktorová analýza, korespondenční analýza, předpoklady ordinačních analýz, detekce optimálního počtu faktorových os, Shepardův diagram, interpretace variability vyčerpané faktorovými osami.

Stochastické metody a modely

- Pravděpodobnostní prostor, vlastnosti pravděpodobnosti, podmíněná pravděpodobnost, Bayesův vzorec, stochastická nezávislost jevů.
- Náhodné veličiny, náhodné vektory a jejich funkcionální charakteristiky. Příklady rozdělení diskrétních a spojitých náhodných veličin. Simultánní a marginální rozložení. Stochasticky nezávislé náhodné veličiny.
- Číselné charakteristiky náhodných veličin a náhodných vektorů s odpovídajícími vlastnostmi a výpočetními pravidly. Zákon velkých čísel a centrální limitní věta.
- Základní pojmy matematické statistiky, náhodný výběr, statistika, parametrická funkce. Bodové a intervalové odhady. Nestranné a konzistentní odhady. Testování

hypotéz, síla testu, hladina významnosti. Testy o parametrech normálního rozdělení a jejich užití při vyhodnocování biometrických experimentů.

- Testy dobré shody při známých i neznámých parametrech. Kontingenční tabulky.
- Lineární regresní model a jeho užití při modelování v biometrice. Analýza rozptylu jednoduchého a dvojnásobného třídění.
- Bayesovské příznakové klasifikátory.
- Sekvenční klasifikace – princip. Rozhodovací stromy, rozdíl mezi regresním a klasifikačním stromem, přesnost a stabilita stromů, prořezávání, validace.
- Shluková analýza, divizivní a aglomerativní shlukování, hierarchické a nehierarchické shlukování, shlukovací algoritmy, určení optimálního počtu shluků
- Validace prediktivních modelů, křížová validace, Jack-knife, bootstrap, výběr optimální sady prediktorů.

Povinně volitelná témata:

Student si ke státní zkoušce musí vybrat jednu z níže uvedených oblastí – Deterministické metody a modely, nebo Stochastické metody a modely.

Deterministické metody a modely

- Diferenční rovnice a jejich systémy, deterministický chaos. Diskrétní modely populačního růstu.
- Maticové populační modely, Leslieho matice.
- Parciální diferenciální rovnice, klasifikace, základní metody řešení. Spojité modely strukturované populace (věkově, prostorově), modely morfogeneze.
- Umělé neuronové sítě - definice, struktura. Model neuronu – aktivace, převodní charakteristiky. Základní typy neuronových sítí – perceptron, Hopfieldova síť, Kohonenova síť – vlastnosti, struktura, učení, vybavování.

Stochastické metody a modely

- Charakteristická funkce náhodné veličiny, vytvořující funkce a její použití při analýze homogenních markovských procesů.
- Homogenní markovské řetězce, klasifikace stavů, příklady biologických aplikací, homogenní markovské řetězce s oceněním přechodů.
- Definice zobecněného lineárního modelu, probit, logit, log-lineární modely. Odhad parametrů v zobecněném lineárním modelu.
- Testování hypotéz v zobecněném lineárním modelu, testování submodelů, příklady biologických aplikací.
- Doba přežití, křivka úmrtnosti, příklady rozdělení užívaných v analýze přežití, odhady charakteristik přežití. Modely s monotónní křivkou úmrtnosti. Spolehlivost odhadů.
- Cenzorování typu I a II, náhodné cenzorování, parametrické a neparametrické odhady, Kaplan-Meierův odhad, Greenwoodova formule.

Magisterská zkouška z matematické biologie - biologie

Obecná biologie

- Charakteristiky živých organismů. Chemické složení organismů. Biogenní prvky, anorganické látky, organické látky, jejich význam pro stavbu a funkci organismů.
- Pojem druhu – binomické názvosloví. Hierarchie taxonů.
- Teorie evoluce živých organismů.
- Genetická informace, genetický kód, gen a jeho formy, struktura a organizace prokaryotického a eukaryotického genomu, charakteristika replikace, transkripce a translace, změny genetické informace (mutace a rekombinace DNA). Mendelovy principy. Vazba genů. Genetická determinace pohlaví. Dědičné založení kvantitativních znaků.
- Základní charakteristika a struktura prokaryotické buňky. Stavba buněčné stěny u prokaryot. Bakterie a archea, nejvýznamnější zástupci, jejich význam, výskyt a základy klasifikace. Množení, výživa a metabolismus bakterií. Kvasinky – životní cyklus, výskyt, význam. Mikromycety.
- Viry jako nebuněčné formy života, struktura virové částice, živočišné, rostlinné a mikrobiální viry.
- Základní principy a typy energetického metabolismu. Autotrofie, heterotrofie. Chemolitotrofní organizmy. Hlavní metabolické dráhy.
- Buňka rostlin a živočichů, struktura a funkce. Cytoplazma, jádro, cytoplazmatická membrána, endomembránový systém (endoplazmatické retikulum, Golgiho aparát, lysozomy, glyoxizomy, peroxizomy), vakuola. Semiautonómni orgány: mitochondrie, chloroplasty. Ribozomy. Cytoskelet (mikrotubuly, mikrofilamenta, intermediární filamenta). Buněčná stěna, apoplastický volný prostor. Interceluláry. Plazmodezmy a symplast. Kontakty živočišných buněk. Buněčný pohyb.
- Buněčný cyklus: amitóza, mitóza, fáze mitózy, dělicí vřeténko, meióza, srovnání mitózy a meiózy. Kontrola buněčného cyklu. Apoptóza. Růst a diferenciace buněk rostlin i živočichů. Typy rostlinných buněk a pletiv. Jednoduchá a složená pletiva. Systémy pletiv: meristémy, krycí, vodivá a základní pletiva, jejich struktura a funkce. Živočišné tkáně. Třídění, ontogenetický původ a mikroskopická anatomie tkání: epitel (krycí, výstelkové, žlázné, resorbční, smyslové, zárodečné), pojiva (embryonální, vláknitá, oporná), tělní tekutiny, svalové tkáně, nervové tkáně, pohlavní buňky.
- Orgány rostlin: kořen, stonk, list. Primární a sekundární pletiva a růst kořene a stonku, růstový vrchol. Transformace vodivého systému v hypokotylu. Lokalizace primárního a sekundárního xylému.
- Hlavní orgánové soustavy živočichů - krycí, oporná, pohybová, trávicí, dýchací, vylučovací, oběhu tělních tekutin, smyslová, nervová, žlázy s vnitřní sekrecí, rozmnožovací. Srovnání v rámci hlavních živočišných taxonů.
- Základní typy rozmnožování živočichů. Životní cyklus.
- Transport vody a iontů minerálních živin organických látek v rostlinách, regulace výměny plynů. Příjem a konverze radiační energie v rostlinách, fixace uhlíku. Metabolismus uhlíku, využití asimilátů v růstových procesech. Minerální výživa rostlin, příjem a využití makro- i mikroživin. Fyziologie růstu a vývoje - hlavní skupiny fytohormonů a jejich funkce, úloha záření a teploty při regulaci růstu a vývoje. Interakce rostlin s jinými organizmy (symbiózy, patogeneze).

- Evoluce fyziologických funkcí živočichů. Tělní tekutiny a jejich funkce, oběh tělních tekutin. Homeostatické mechanismy, exkrece a osmoregulace. Výměna plynů, dýchání. Výživa.
- Příjem potravy a její zpracování. Celkový metabolismus, termoregulace. Základní principy fyziologických regulací. Funkční anatomie nervového systému. Fyziologie pohybu. Fyziologie smyslových orgánů. Funkce vyššího nervového systému.

Ekologie

- Pojem ekologie: Obsah pojmu, její hraniční obory a členění, ekologické faktory, organismy a jejich prostředí, biosféra a její členění.
- Sluneční záření: Změny slunečního záření v atmosféře, využití záření v procesu fotosyntézy, adaptace organismů na sezónní a diurnální variabilitu záření, teplotní gradienty v přírodě, ektotermní a endotermní organismy, adaptace k nízkým a vysokým teplotám, teplota a zeměpisné rozšíření druhů.
- Půda: Složení půdy, diferenciální pedogenetické procesy, humus, edafon, diagnostické půdní horizonty, hlavní typy půd ČR.
- Voda: Význam vody, chemismus vody, její druhy a zdroje, základní ekologické faktory vodního prostředí, moře a brakické vody, adaptace organismů na vodní prostředí a vlhkost.
- Organismus jako prostředí: Parazit a hostitel, typy cizopasníků a jejich význam, buňky, tkáně a orgány jako ekologické niky, základní parazito-hostitelské systémy, koncepce prostředí parazitů.
- populace: Definice populací a jejich základní atributy, růst populací, vnitrodruhové vztahy, dynamika populací, životní strategie.
- Společenstvo: Definice společenstva, prostorové vztahy společenstva ke gradientům prostředí, sukcese, význam r- a K- strategie v sukcesi, koncepce C-S-R a r- a K- strategií, klimax, pojem niky, diferenciace nik ve společenstvu, vliv kompetice na strukturu společenstva, diverzita a druhová bohatost.
- Ekosystémy: Biomasa, primární produktivita a její ovlivnění faktory prostředí, sekundární produktivita, toky energie v potravních řetězcích, tok látek, bilance živin v terestrických a akvatických ekosystémech, globální biochemické cykly a jejich ovlivnění činností člověka (fosfor, dusík, síra, uhlík).
- Základní biomy Země: Definice pojmu biomy, tropický deštný les, savana, polopoušť, poušť, step, vřzdyzelené lesy a křoviny mediteránního typu, opadavý listnatý les, boreální jehličnatý les, tundra.
- Přehled ekosystémů Evropy: opadavé listnaté lesy, horské jehličnaté lesy, kosodřevina, křoviny, ekosystémy sladkých vod a jejich litorálu, skalní ekosystémy, ekosystémy písčných dun, mořského pobřeží, rašeliniště, louky, primární alpské bezlesí, kulturní step, synantropní (ruderální a sagetální) ekosystémy.
- Aplikovaná ekologie: Destrukce životního prostředí, populační exploze lidstva, ekotoxikologie a chemie životního prostředí, znečištění biosféry, biomonitoring a bioindikace, ochrana životního prostředí.

Povinná literatura:

Begon M., Harper J.L. & Townsend C.R. 1997. Ekologie. Jedinci, populace a společenstva. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc.

Štorch, D., Mihulka S. 2000. Úvod do současné ekologie. Portál, Praha.