

MASARYKOVA UNIVERZITA
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA



ŽÁDOST O AKREDITACI

Magisterského studijního programu

M a t e m a t i k a

O b o r

S t a t i s t i k a a a n a l ý z a d a t

B r n o , b ř e z e n 2 0 1 6

A – Žádost o akreditaci / rozšíření nebo prodloužení doby platnosti akreditace bakalářského / magisterského stud. programu				
Vysoká škola	Masarykova univerzita			
Součást vysoké školy	Přírodovědecká fakulta	STUDPR OG	st. doba	titul
Název studijního programu	Matematika		2 roky	Mgr.
Původní název SP		platnost předchozí akreditace	31. 8. 2016	
Typ žádosti		prodloužení akreditace	druh rozšíření	
Typ studijního programu	magisterský		rigorózní řízení	KKOV
Forma studia	prezenční		ano	1101T031
Názvy studijních oborů	Statistika a analýza dat			
Adresa www stránky	http://www.sci.muni.cz/akreditace2016/M	jméno a heslo k přístupu na www	Jméno: komise, heslo: 2016	
Schváleno VR /UR /AR	VR	podpis rektora		datum
Dne	30.3.2016			
Kontaktní osoba	doc. RNDr. Jan Paseka, CSc.	e-mail	paseka@math.muni.cz	
Garant studijního programu	doc. RNDr. Jan Paseka, CSc.		paseka@math.muni.cz	

Obor: Statistika a analýza dat

Ba – Charakteristika studijního programu a jeho oborů, pokud se na obory člení	
Vysoká škola	Masarykova univerzita
Součást vysoké školy	Přírodovědecká fakulta
Název studijního programu	Matematika (magisterský)
Název studijního oboru	Statistika a analýza dat
Údaje o garantovi studijního oboru	doc. PaedDr. RNDr. Stanislav Katina, Ph.D.
Zaměření na přípravu k výkonu regulovaného povolání	Ne
Charakteristika studijního oboru (studijního programu)	
<p>Studijní obor Statistika a analýza dat magisterská je zaměřen na studium matematicko-statistických metod pro analýzu hromadných dat, jejich softwarovou implementaci a aplikace na reálná data. Podle zaměření diplomové práce si student vybírá volitelné kurzy a tím určuje své speciální zaměření v rámci studijního oboru.</p> <p>Studenti jsou vedeni ke schopnosti komunikovat se specialisty v různých oborech, a přitom si zachovat syntetizující matematicko-statistický pohled. Jádrem studijního oboru představuje osvojení znalosti teoretických přístupů a metod. Současně je však studium významně propojeno s praxí, a to prostřednictvím přednášek specialistů z praxe, odborných stáží studentů, nabídky spolupráce odborníků z praxe pro vedení diplomových prací.</p> <p>Předpokládá se i možnost návaznosti studia v doktorském programu Matematika – ve studijním oboru Pravděpodobnost, statistika a matematické modelování.</p>	
Profil absolventa studijního oboru (studijního programu) & cíle studia	
<p>Absolvent získá dobrý přehled moderních metod používaných při analýze hromadných dat, zejména parametrických i neparametrických statistických technik a spektrálních technik, bude schopen vybrat vhodné statistické a analytické nástroje při řešení zkoumaných problémů. Tyto metody bude schopen tvůrčím způsobem modifikovat a rozvíjet, vytvářet příslušný software a bude umět analyzovat informaci obsaženou v datových souborech různých typů.</p> <p>Předpokládá se uplatnění absolventů ve vědecko-pedagogických zařízeních, finančních, bankovních, pojišťovacích institucích, institucích státní správy a samosprávy, ve výrobní a obchodní sféře, ve službách a v orgánech spolupracujících s Evropskou unií při řešení interdisciplinárních úloh zejména v oblasti ekonomie, bankovníctví, pojišťovnictví, biometrie, životního prostředí a dalších přírodovědných i technických oborech.</p> <p>Absolvent bude způsobilý učit statistické předměty na vysokých školách. Předpokládá se, že část absolventů bude pokračovat na třetím stupni studia (doktorské studium, titul Ph.D.) v statistických nebo příbuzných studijních oborech. Získané vzdělání v studijním oboru Statistika a analýza dat je natolik univerzální, že absolvent bude dobře připraven na pružnou adaptaci v širokém spektru vyžadovaných činností.</p>	
Charakteristika změn od předchozí akreditace (v případě prodloužení platnosti akreditace)	
<p>Za posledních pět let se předměty studijního oboru Statistika a analýza dat neustále vyvíjely, některé z nich byly inovovány, případně vznikly a vznikají předměty nové. Inovace obsahu předmětů probíhaly postupně sledováním aktuálních trendů matematické statistiky, numerické a aplikované matematiky. Vznik nových předmětů souvisel převážně s personálním posílením studijního oboru v matematické statistice.</p> <p>Plánované změny souvisejí převážně s komplexnějším řešením skladby předmětů s orientací na statistické modelování v návaznosti na bakalářský studijní program Statistika a analýza dat a s modernizací</p>	

stávajících předmětů. V rámci modernizace bude do výuky paralelně s českou statistickou terminologií zavedena také anglická terminologie. Budou také inovovány sylaby stávajících předmětů, kde se může změnit jejich název, pokud bude lépe korespondovat obsahu předmětu. Semináře, které cyklují každé dva roky, budou změněny na přednášky a cvičení a cyklování se zruší. Zároveň se obsah některých seminářů stane obsahem jiných stávajících nebo nových předmětů. Některé předměty změni kategorii povinných na povinně volitelné nebo naopak, případně se z povinných nebo povinně volitelných předmětů stane dobrovolně volitelný předmět. Některé předměty zaniknou. Tyto změny jsou podrobně rozepsány v následujících odstavcích.

Sylaby předmětů Lineární statistické modely I a II na bakalářském stupni budou inovovány. Sylaby prvního z předmětů budou navrženy tak, aby studentům nabídly ucelený pohled na lineární modely jako stěžejní metody statistické analýzy, čítající teorii, softwarovou implementaci, aplikaci a interpretaci. Za tímto účelem budou starší důkazové techniky nahrazeny kompaktnějšími a geometricky názornějšími metodami převažujícími v současné anglické literatuře. Do kurzu tímto bude možné přesunout také všechna relevantní témata z navazujícího kurzu. Navazující předmět na bakalářském stupni bude podávat přehled regresních metod pro situace, které nelze řešit pomocí základního lineárního modelu a metody nejmenších čtverců. Důraz bude kladen na získání nadhledu nad širokým spektrem regresních technik a porozumění jejich významu a souvislostem mezi nimi. Student se naučí řešit praktické problémy pomocí těchto metod a jejich kombinací. Bude připraven na podrobné studium jednotlivých regresních technik ve specializovaných nových povinných předmětech magisterského studia, tj. Pokročilé regresní modely I (s tematickými okruhy nelineární regresní modely, navrhování optimálních experimentů v lineárních regresních modelech, regresní modely s chybějícími pozorováními apod.), Pokročilé regresní modely II (s tematickými okruhy regresní modely pro závislá data, např. smíšené lineární a nelineární regresní modely, regresní modely pro longitudinální data apod.), Robustní a neparametrické metody (s tematickými okruhy robustní a neparametrické regresní modely, kvantilová regrese apod.). Regresní techniky se používají i v předmětu Zobecněné lineární modely. Sylaby tohoto předmětu budou inovovány.

Moderní přístupy v matematické a výpočetní statistice vyžadují znalost specifických témat z numerických a optimalizačních metod, mnohorozměrných statistických metod, plánování experimentů, bayesovských metod a teorie pravděpodobnosti. Z tohoto důvodu bude mezi povinně volitelné předměty zařazena přednáška Maticové a optimalizační numerické metody (s tematickými okruhy blokové operace s maticemi, metoda nejmenších čtverců, maticové rozklady, výpočet vlastních hodnot a vlastních vektorů, odmocnina z pozitivně semidefinitní matice apod.). Do tohoto předmětu jsou zařazeny numerické metody potřebné v několika dalších statistických předmětech, převážně v předmětech zabývajících se regresními modely různého druhu a v Mnohorozměrných statistických metodách 1 a 2.

Sylaby povinně volitelných předmětů Mnohorozměrné statistické metody 1 a 2 budou modifikovány, inovovány a logicky rozděleny do sylabů třech předmětů – Maticové a optimalizační numerické metody (převážně aplikace rozkladů kovarianční a korelační matice, jako analýza hlavních komponent), Teorie a praxe splajnového vyhlazování (převážně zobecnění metod používajících rozklad kovarianční matice pomocí splajnů) a nového doporučeného volitelného předmětu Statistická inference pro mnohorozměrná data (bude obsahovat tematické okruhy jako testování mnohorozměrných hypotéz o vektorech středních hodnot a kovariančních maticích, mnohorozměrná analýza rozptylu, profilová analýza, mnohorozměrné lineárních regresní modely a statistická inference pro metody používající rozklad kovarianční a korelační matice). Sylaby povinně volitelného předmětu Seminář z plánování experimentu budou zakomponovány do předmětu Pokročilé regresní modely II. Předměty, které budou obsahovat sylaby Mnohorozměrných statistických metod 1 a 2 nebudou mít charakter semináře a nebudou cyklovat každé dva roky jako tyto předměty, ale budou to přednášky a cvičení.

Podobně povinně volitelný předmět Bayesovské metody změni charakter ze semináře na přednášku s cvičeními a jeho sylaby budou inovovány. Dosavadní náplň kurzu bude nově doplněna o cvičení, v rámci nichž budou bayesovským přístupem řešeny praktické úlohy, mj. s pomocí statistického softwaru R podobně jako v mnohých jiných stávajících kurzech.

Jelikož se matematická statistika neobejde bez znalostí pokročilejších partií z teorie pravděpodobnosti, bude mezi volitelné předměty přidán i nový předmět Teorie pravděpodobnosti, který v magisterském studiu dodnes chyběl. Cílem kurzu je prohloubit znalosti Kolmogorovy teorie pravděpodobnosti a

propojit je s prostředky matematické analýzy. Výpočetní principy známé ze základních kurzů pravděpodobnosti a matematické statistiky budou zobecněny, doplněny o vybrané pasáže z teorie míry a integrálu a dokumentovány na teoretických i praktických příkladech.

Některé předměty budou v rámci ujednování názvosloví předmětů změněny tak, aby byla zabezpečena návaznost a aby názvy předmětů lépe vystihovaly jejich obsah. Z tohoto důvodu budou názvy povinných předmětů Náhodné procesy I a II změněny na Časové řady I a II, Stochastické modely na Stochastické modely markovského typu, název volitelných předmětů Praktická analýza dat na Aplikovaná analýza ekonomických dat a Zpracování reálných dat na Aplikovaná analýza biomedicínských a geografických dat.

Jelikož základy spektrální analýzy časových řad budou vyloženy v předmětech Časové řady I a II, povinné předměty Spektrální analýza I a II budou přesunuty mezi doporučené volitelné předměty.

Počet přijímaných uchazečů ke studiu v akademickém roce

Obor má za posledních pět let stálý počet studentů v průměru 17.

Bb - Prostorové zabezpečení studijního programu

Budova ve vlastnictví VŠ ANO Budova v nájmu – doba platnosti nájmu

Informační zabezpečení studijního programu

Informační zdroje jsou zabezpečeny dvěma samostatnými knihovnami:

1. Ústřední knihovna Přírodovědecké fakulty umístěna v areálu na Kotlářské ulici.
2. Knihovna univerzitního kampusu, nově vzniklá v roce 2007 transformací Ústřední knihovny Lékařské fakulty MU, Knihovny Fakulty sportovních studií a integrací části Ústřední knihovny PřF MU. Knihovna je umístěna v areálu univerzitního kampusu v Bohunicích a slouží zejména studijním programům chemie a biochemie.

Přístrojové vybavení je zabezpečeno především samostatnou Ústřední knihovnou se 77 počítači a dvěma ústavními počítačovými učebnami (MP1 a MP2). Studentům jsou tak volně k dispozici PC s připojením k internetu, přístupem do vybraných elektronických databází a s potřebným softwarovým vybavením.

Ústřední knihovna úzce spolupracuje s ostatními přírodovědně zaměřenými knihovnami v ČR a spolupodílí se na získávání EIZ (elektronických informačních zdrojích). Všechny prostory fakulty (vnitřní i venkovní) jsou pokryty signálem bezdrátové počítačové sítě WiFi. Knihovní služby a vybrané softwarové vybavení počítačů dostupné studentům jsou uvedeny v tabulkách níže.

	Ústřední knihovna PřF MU	Knihovna univerzitního kampusu MU
Celkový počet svazků	277 837	31 741
Roční přírůstek knižních jednotek	3 350	798
Počet odebíraných titulů časopisů	259	79
Jsou součástí fondu kompaktní disky?	ano	ano
Jsou součástí fondů videokazety?	ano	ano
Otevírací hodiny knihovny/studovny v týdnu	42 hod týdně	47 hod týdně
Provozuje knihovna počítačové inform. služby?	ano	ano
Zajišťuje knihovna rešerše z databází?	ne, uživatelé samoobslužně	ano
Je zapojena na CESNET/INTERNET?	ano	ano
Počet stanic na CESNETu/INTERNETu	88	110

Počet počítačů v knihovně/studovně	77	91
Z toho počítačů zapojených v síti	77	91

Citační databáze:

Zentralblatt Math Database

MathSciNet

Web of Science, Web of Knowledge

Journal Citation Report

Scopus

Seznam recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR

Elektronické časopisy:

Archivum Mathematicum

Časopisy z databáze SUWECO CZ

Electronic Journals Library

JSTOR

ScienceDirect

Zpravodaj Ústavu výpočetní techniky MU

Knihovní služby:

Knihovna matematických dokumentů

C – Pravidla pro vytváření studijních plánů SP (oboru) a návrh témat prací					
Vysoká škola	Masarykova univerzita				
Součást vysoké školy	Přírodovědecká fakulta				
Název studijního programu	Matematika (magisterský)				
Název studijního oboru	Statistika a analýza dat				
Název předmětu	rozsah	způsob zák.	druh před.	přednášející	dop. roč.
Seznam předmětů je uveden v doporučeném studijním plánu, viz část C1.					
<p>Studijní plány programů a oborů Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity se řídí Opatřením děkana č.4/2015 „Výuka a tvorba studijních programů“. Studijní předměty se dělí na povinné, povinně volitelné, doporučené volitelné, volitelné z širšího vědního oboru a ostatní volitelné předměty. Nad rámec těchto kategorií si mohou studenti volit předměty dle svého zájmu a např. potřeb z hlediska diplomové práce.</p> <p>Mezi další povinné předměty patří diplomová práce (Diplomová práce 1 – 4) a zkouška z pokročilé odborné angličtiny.</p> <p>Fakultní rozvrh je zpracován podle doporučených studijních plánů. Studentům, kteří se jím řídí, zaručuje správnou návaznost předmětů a splnění povinností nutných k ukončení vysokoškolského studia během standardní doby studia.</p>					
Obsah a rozsah SZZk					
Státní závěrečná zkouška sestává z obhajoby diplomové práce a z ústní zkoušky.					
Charakteristika závěrečné práce a její obhajoba					
Zpracováním diplomové práce student prokazuje orientaci v problematice dané tématem práce a schopnost odborné práce pod vedením vedoucího. U obhajoby diplomové práce se hodnotí porozumění tématu a úroveň prezentace.					
Charakteristika ústní zkoušky					
Státní závěrečná zkouška je ústní. Účelem zkoušky je prověřit, že absolvent je schopen vést debatu na jisté odborné úrovni. Cílem ústní zkoušky není opakovat zkoušky z jednotlivých předmětů a zkoušet detailní znalost teorie a důkazů. Smyslem je prokázat všeobecný přehled o základních pojmech a výsledcích z jednotlivých oborů a širších souvislostech mezi nimi. U ústní zkoušky student obdrží tři otázky, po jedné z každého z tematických okruhů základy matematiky, statistická inferenze, regresní modely a numerické metody a náhodné procesy a neparametrické metody. Obsah státní závěrečné zkoušky odpovídá požadavkům a struktuře povinných předmětů.					
Vymezení rozsahu otázek k ústní zkoušce					
1. Základy matematiky					
Lineární funkcionální analýza: Metrické prostory. Lineární prostory (normované a unitární prostory, Rieszova-Fischerova věta, Hilbertovy prostory). Funkcionály, Hahnova-Banachova věta a její aplikace.					
Diferenciální rovnice: Obyčejné diferenciální rovnice: počáteční a okrajové úlohy.					
Numerické metody: Numerické metody řešení nelineárních rovnic. Numerické metody řešení systémů lineárních rovnic.					
Základy pravděpodobnosti: Náhodná veličina a rozdělení pravděpodobnosti. Transformace náhodných veličin. Normální rozdělení a rozdělení z normálního rozdělení odvozená. Centrální limitní věta a zákony velkých čísel.					
2. Statistická inferenze, regresní modely a numerické metody					
Statistická inferenze: Funkce věrohodnosti: relativní, logaritmovaná, profilová a odhadnutá, aproximace funkce věrohodnosti Taylorovým rozvojem. Bodové (maximálně věrohodné) a intervalové odhady parametrů a parametrických funkcí, invariance odhadu, delta metoda. Testování hypotéz:					

statistický test, Waldův test, test poměrem věrohodností a skóre princip. Příklady testů o středních hodnotách, rozptylech a pravděpodobnostech.

Regresní modely: Lineární model: formulace a předpoklady modelu, inference bez a za předpokladu normality, výběr a diagnostika modelu, analýza rozptylu a metody vícenásobného porovnávání. Zobecněný lineární model: formulace a předpoklady modelu, inference, výběr a diagnostika modelu, speciální případy.

Pokročilé regresní modely: Lineární a zobecněný lineární model se smíšenými efekty, zobecněný aditivní model, regresní modely pro cenzorovaná data. Koncepty optimality v navrhování experimentů.

Maticové a optimalizační numerické metody: Maticové metody: rozklady matic a jejich použití, výpočet vlastních hodnot a vlastních vektorů, blokové operace s maticemi. Optimalizační metody - Newtonova-Raphsonova metoda, Fisherova skóringová metoda, metoda zlatého řezu, Nelderova-Meadova metoda. Metoda nejmenších čtverců. Metoda zobecněných nejmenších čtverců, metoda nelineárních nejmenších čtverců.

3. Náhodné procesy a neparametrické metody

Časové řady: Základní regresní, vyhlazovací a dekompoziční techniky. Modely pro jednorozměrné stacionární časové řady (ARMA) a jejich rozšíření pro nestacionární, heteroskedastické a vícerozměrné časové řady: pravděpodobnostní vlastnosti, odhad, predikce, budování modelu. Spektrální analýza časových řad.

Jádrové a splajnové vyhlazování: Jádrové odhady hustoty náhodné veličiny. Jádrové a splajnové odhady regresní funkce.

Stochastické modely markovského typu: Homogenní markovský řetězec se spojitým časem. Proces vzniku a zániku a jeho speciální případy. Základní pojmy teorie hromadné obsluhy - struktura systému hromadné obsluhy, Kendalova klasifikace, odvození charakteristik jednolinkového stabilizovaného systému.

Analýza přežití: Neparametrické bodové a intervalové odhady funkce přežití, rizika a kumulativního rizika, střední hodnota času přežití a střední hodnota zůstatkového života. Neparametrické testy pro necenzorovaná a cenzorovaná data.

Požadavky na přijímací řízení

Předpokladem pro přijetí je složení přijímací zkoušky v rozsahu bakalářské státní závěrečné zkoušky v programu Matematika.

Další povinnosti / odborná praxe

Návrh témat prací a obhájené práce

Vypracování a obhajoba diplomové práce je povinnou součástí všech studijních oborů v magisterských studijních programech Matematika. Standardní doba zadání diplomové práce je v 1. semestru magisterského studia. Zadáním magisterské práce se učitel, který téma vypsál, stává pro studenta, který si ho vybral, vedoucím magisterské práce. Ústav matematiky a statistiky písemně zadání magisterských prací registruje a archivuje. Student může kterémukoliv učiteli Ústavu matematiky a statistiky navrhnout téma své magisterské práce nebo se na tomto tématu dohodnout. V tomto případě navrhuje učitel téma magisterské práce pro konkrétního studenta.

Příklady obhájených závěrečných prací:

- Veronika Bendová: Markovské řetězce v analýze přežití (http://is.muni.cz/th/375612/prif_m/)
- Vavřinec Havlíček: ARFIMA modely – procesy s dlouhou pamětí (http://is.muni.cz/th/323536/prif_m/)
- Ekaterina Pushkareva: R/S analýza kursů, finančních aktiv (http://is.muni.cz/th/416686/prif_m/)
- Michaela Nemešová: Metody křížového ověřování pro jádrové odhady hustoty a její derivace (http://is.muni.cz/th/417003/prif_m/)
- Jakub Buček: Analýza přežití v credit scoringu (http://is.muni.cz/th/379777/prif_m/)

Další obhájená témata lze nalézt v Informačním systému Masarykovy univerzity - viz

<http://is.muni.cz/thesis>, (položky Fakulta studia="Přírodovědecká fakulta", Pracoviště="14311010 ÚMS Ústavy PřF").

Návaznost na další stud. program

Magisterský studijní obor Statistika a analýza dat navazuje na bakalářské studijní obory Finanční a pojistná matematika, Modelování a výpočty, Obecná matematika nebo Statistika a analýza dat. Na magisterský studijní program Matematika navazuje doktorské studium v oborech Algebra, teorie čísel a matematická logika, Matematická analýza, Geometrie, topologie a globální analýza, Obecné otázky matematiky a Pravděpodobnost, statistika a matematické modelování.

C1–Doporučený studijní plán

1. ročník

kód	název předmětu	kredit	rozsah	ukončení	vyučující
Podzimní semestr					
Povinné předměty					
M7DPN	Diplomová práce 1 (M - neučitelské obory)	5	0/0	z	vedoucí práce
M7222_AKR	Zobecněné lineární modely	4+2	2/2	zk	Kraus
M7986	Statistická inference I	4+2	2/2	zk	Katina
M9121_AKR	Časové řady I	4+2	2/2	zk	Kraus
Povinně volitelné předměty					
M5170	Matematické programování	3+2	2/1	zk	Zemánek
M7750_AKR	Maticové a optimalizační numerické metody	3+2	2/1	zk	Zelinka
Doporučené volitelné předměty					
MA750_AKR	Teorie pravděpodobnosti	3+2	2/1	zk	Pokora
M7120	Spektrální analýza I	2+2	2/0	zk	Šimon Hilscher
M7180	Funkcionální analýza II	3+2	2/1	zk	Došlý
M7987	Statistické modely životního pojištění	2+2	2/0	zk	Katina
M9DM2	Data mining II	4+2	2/2	zk	Navrátil
Jarní semestr					
Povinné předměty					
M6444_AKR	Stochastické modely markovského typu	3+2	2/1	zk	Budíková
M8DPN	Diplomová práce 2 (M - neučitelské obory)	5	0/0	z	vedoucí práce
M8751_AKR	Pokročilé regresní modely I	4+2	2/2	zk	Kraus
M8986	Statistická inference II	4+2	2/2	zk	Katina
Povinně volitelné předměty					
MF002	Stochastická analýza	4+2	2/2	zk	Pokora
M0122_AKR	Časové řady II	2+2	2/0	zk	Kraus
M7985	Analýza přežití	4+2	2/2	zk	Katina
Doporučené volitelné předměty					
MAZRD_AKR	Aplikovaná analýza biomedicínských a geografických dat	2	0/2	k	Budíková
M7116	Maticové populační modely	2+1	2/0	k	Pospíšil
M8120	Spektrální analýza II	3+2	2/1	zk	Kolář

2. ročník

kód	název předmětu	kredit	rozsah	ukončení	Vyučující
Podzimní semestr					
Povinné předměty					
M9DPN	Diplomová práce 3 (M - neučitelské obory)	10	0/0	z	vedoucí práce
M9901	Teorie a praxe splajnového vyhlazování	4+2	2/2	zk	Katina
Povinně volitelné předměty					
M8752_AKR	Pokročilé regresní modely II	4+2	2/2	zk	Kraus
M9750_AKR	Robustní a neparametrické statistické metody	4+2	2/2	zk	Navrátil
Doporučené volitelné předměty					
M7988	Modely ztrát v neživotním pojištění	2+2	2/0	zk	Navrátil
M9PAD_AKR	Aplikovaná analýza ekonomických dat	2	0/1	z	Katina
M9100	Numerické metody řešení obyčejných diferenciálních rovnic	3+2	2/1	zk	Zelinka
Jarní semestr					
Povinné předměty					
MADPN	Diplomová práce 4 (M - neučitelské obory)	10	0/0	z	vedoucí práce
M8113	Teorie a praxe jádrového vyhlazování	3+2	2/1	zk	Horová (přednášející), Koláček (čvicící)
Povinně volitelné předměty					
M0160	Teorie optimalizace	2+2	2/1	zk	Zemánek
M9201_AKR	Bayesovské metody	4+2	2/2	zk	Pokora
Doporučené volitelné předměty					
MA850_AKR	Statistická inferenze pro mnohorozměrná data	4+2	2/2	zk	Katina

D–Charakteristika studijních předmětů

MAZRD_AKR Aplikovaná analýza biomedicínských a geografických dat

Vyučující: [RNDr. Marie Budíková Dr.](#)

Rozsah: 0/2. 2 kr. (příř plus uk plus > 4). Ukončení: k.

Cíle předmětu: Studenti získají přehled o vybraných statistických metodách a jejich implementaci ve statistickém software. Naučí se interpretovat výsledky statistických analýz. Prostřednictvím několika přednášek odborníků z praxe se seznámí s problémy při zpracování biomedicínských a geografických dat.

Osnova:

- Typy statistických proměnných.
- Příprava datového souboru.
- Popis datového souboru.
- Grafické znázornění dat.
- Ověřování předpokladů o modelu.
- Parametrické a neparametrické testy.
- Analýza kontingenčních tabulek.
- Korelační analýza.
- Regresní modely.
- Zobecněné lineární modely.
- Základy analýzy přežití.

Výukové metody: Cvičení: 2 hod. týdně.

Metody hodnocení: Aktivní účast na cvičeních, závěrečná prezentace samostatného zpracování reálného datového souboru.

Literatura:

doporučená literatura

- HEBÁK, Petr. *Statistické myšlení a nástroje analýzy dat*. 2. vydání. 877 stran. ISBN 9788073331184.
- MELOUN, Milan a Jiří MILITKÝ. *Kompendium statistického zpracování dat*. Vyd. 3., V nakl. Karolinum 1. Praha: Karolinum, 2012. 982 s. ISBN 9788024621968.
- COLLETT, D. *Modelling survival data in medical research*. 2nd ed. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2003. 391 s. ISBN 1584883251.

MA750_AKR Teorie pravděpodobnosti

Vyučující: [Mgr. Ondřej Pokora Ph.D.](#)

Rozsah: 2/1. 3 kr. (příř plus uk plus > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Po absolvování tohoto kurzu budou studenti schopni: (1) vysvětlit Kolmogorovovu teorii pravděpodobnosti, (2) porozumět abstraktnímu a Lebesgueovu-Stieltjesovu integrálu, (3) porozumět volbě pravděpodobnostní míry, (4) použít teoretické znalosti abstraktní teorie při výpočtech s náhodnými veličinami v praktických úlohách.

Osnova:

- Kolmogorovova teorie pravděpodobnosti, náhodná veličina.
- Střední hodnota, nezávislost, podmíněná pravděpodobnost.
- Pravděpodobnost a míra, měřitelná funkce, náhodná veličina.
- Střední hodnota, podmíněná střední hodnota.
- Distribuční funkce, charakteristická funkce.
- Lebesgueova-Stieltjesova míra, Lebesgueův-Stieltjesův integrál.
- Centrální limitní věta, zákon velkých čísel.
- Radonova-Nikodymova věta.
- Využití abstraktní teorie pro výpočty v praktických úlohách.

Výukové metody: Přednáška: 2 h týdně. Cvičení: 1 h týdně.

Metody hodnocení: Cvičení: povinná účast. Závěrečná zkouška: skládá se z písemné a ústní části, pro úspěšné absolvování je potřeba dosáhnout alespoň 50 % max. dosažitelného počtu bodů v každé části.

Literatura:

- RIEČAN, Beloslav. *Miniteória pravdepodobnosti*. Banská Bystrica: Vydavateľstvo Belianum, Univerzita Mateja Bela, 2015. 52 s.
- ROSENTHAL, Jeffrey S. *A first look at rigorous probability theory*. 2nd ed. Hackensack, N.J.:World Scientific, 2006. xvi, 219. ISBN 9789812703705.
- RIEČAN, Beloslav. *O pravdepodobnosti a miere*. 1. vyd. Bratislava: ALFA - vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, 1972. 157 s.
- LACHOUT, Petr. *Teorie pravděpodobnosti*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2004. 146 s. ISBN 8024608723.

MA850_AKR Statistická inference pro mnohorozměrná data

Vyučující: [doc. PaedDr. RNDr. Stanislav Katina Ph.D.](#)

Rozsah: 2/2. 4 kr. (příř plus uk plus > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Předmět se zabývá testováním statistických hypotéz Waldovým principem, věrohodnostním poměrem a skóre principem na základě přepojení teorie s MC simulacemi, implementaci v jazyce R, geometrii a statistickou grafikou v spojitosti s plánováním vědeckých studií pro mnohorozměrná data. Na konci tohoto kurzu bude student schopen (1) porozumět a vysvětlit metody parametrické statistické inference pro mnohorozměrná data; (2) implementovat tyto metody v jazyce R; (3) aplikovat je na konkrétních datech.

Osnova:

- Vybraná diskrétní a spojitá rozdělení pravděpodobnosti (mnohorozměrné normální rozdělení, Wishartovo rozdělení, Hotellingovo rozdělení, multinomické a součinné multinomické rozdělení), maximálně věrohodné odhady jejich parametrů.
- Testování hypotéz o vektorech parametrů (vektory středních hodnot, kovarianční matice) pro jedno-, dvou- a vícevýběrový případ, Waldovy a skóre testovací statistiky, testovací statistiky poměru věrohodnosti, Mahalanobisova vzdálenost, mnohorozměrný Behrens-Fisherův problém, simultánní konfidenční intervaly, konfidenční množiny.
- Mnohorozměrný lineární regresní model a mnohorozměrná analýza rozptylu, profilová analýza, modely pro opakovaná měření a růstové křivky: funkci věrohodnosti, maximálně věrohodné odhady, zobecněná Cochranova věta, Hotellingova testovací statistika, zobecněná lineární hypotéza, opakovaná měření, test poměrem věrohodnosti, Wilksova lambda, Hotelling-Lawleyho stopa, Pillaiho stopa, Royova testovací statistika a jiné testovací statistiky, simultánní konfidenční intervaly, konfidenční množiny.
- Testování hypotéz v analýze hlavních komponent, analýze kanonických korelací, parciální metodě nejmenších čtverců, diskriminační analýze.
- Vizualizace v mnohorozměrné analýze.
- Příklady v jazyce R, aplikace na reálná data z biologie, medicíny a jiných oborů.

Výukové metody: Přednáška: 2 hod. týdně. Cvičení: 2 hod. týdně.

Metody hodnocení: Domácí úkoly, ústní zkouška.

Literatura:

- KATINA, Stanislav, Miroslav KRÁLÍK a Adéla HUPKOVÁ. *Aplikovaná statistická inferencia I. Biologická antropologie očami matematické statistiky*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2015. 320 s. ISBN 978-80-210-7752-2.
- JOHNSON, Richard A. a Dean W WICHERN. *Applied multivariate statistical analysis*. 3.ed. London, 1992. 642 s. Prentice Hall International Editions. ISBN 0 13 041807 2.

MF002 Stochastická analýza

Vyučující: [Mgr. Ondřej Pokora Ph.D.](#)

Rozsah: 2/2. 4 kr. (příř plus uk k 1 zk 2 plus 1 > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Po absolvování tohoto kurzu budou studenti schopni: (1) definovat Itoův a Stratonovičův stochastický integrál, (2) řešit základní typy stochastických diferenciálních rovnic, (3) využít Itoovo lemma a dalších vlastností stochastického integrálu pro výpočty s Itoovými procesy, (4) využít změnu pravděpodobnostní míry k transformaci stochastického procesu, (5) použít stochastický kalkulus pro řešení praktických úloh (nejen z oblasti finanční matematiky).

Osnova:

- Náhodné procesy a jejich vlastnosti, L2 prostor, Hilbertův prostor.
- Wienerův proces (Brownův pohyb) a jeho konstrukce.
- Lineární a kvadratická variace.
- Itoův a Stratonovičův stochastický integrál.
- Itoovo lemma, Itoův proces, stochastická diferenciální rovnice.
- Martingaly, věta o martingalové reprezentaci.
- Radonova-Nikodymova derivace, Cameronova-Martinova věta, Girsanovova věta.
- Blackův-Scholesův model, opce, geometrický Brownův pohyb.
- Markovské procesy se spojitým časem, difúze, Ornsteinův-Uhlenbeckův proces.
- Stochastická interpretace rovnice difúze a Laplaceovy rovnice, Feynmanova-Kacova věta.

Výukové metody: Přednáška: 2 hod. týdně. Cvičení: 2 hod. týdně. Na cvičeních se mj. využívá prostředí R, studenti řeší i domácí úlohy a projekt.

Metody hodnocení: Cvičení: povinná účast, domácí úlohy a projekt. Závěrečná zkouška: skládá se z písemné a ústní části, pro úspěšné absolvování je potřeba dosáhnout alespoň 25 % bodů v každé části a alespoň 50 % bodů v součtu (písemná:ústní část váhy cca 2:1).

Literatura:

- KARATZAS, Ioannis a Steven E. SHREVE. *Brownian motion and stochastic calculus*. New York: Springer, 1988. 23, 470. ISBN 0387976558.
- ØKSENDAL, Bernt. *Stochastic differential equations :an introduction with applications*. 6th ed. Berlin: Springer, 2005. xxvii, 365. ISBN 3540047581.
- KLOEDEN, Peter E., Eckhard PLATEN a Henri SCHURZ. *Numerical solution of SDE through computer experiments*. Berlin: Springer, 1994. xiv, 292. ISBN 3540570748.
- KARATZAS, Ioannis a Steven E. SHREVE. *Methods of mathematical finance*. New York: Springer-Verlag, 1998. xv, 415 s. ISBN 0-387-94839-2.
- HULL, John. *Options, futures & other derivatives*. 5th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2003. xxi, 744. ISBN 0130090565.
- MELICHERČÍK, Igor, Ladislava OLŠAROVÁ a Vladimír ÚRADNÍČEK. *Kapitoly z finančnej matematiky*. [Bratislava: Miroslav Mračko, 2005. 242 s. ISBN 8080576513.

M0122_AKR Časové řady II

Vyučující: [Mgr. David Kraus Ph.D.](#)

Rozsah: 2/2/0. 2 kr. (příř plus uk k 1 zk 2 plus 1 > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Předmět se věnuje podrobnému výkladu pokročilých metod a modelů pro analýzu časových řad. Kurs pokrývá teorii, softwarovou implementaci, aplikaci a interpretaci. Po absolvování kursu studenti rozeznají situace, které lze řešit s pomocí diskutovaných modelů, jsou schopni vybrat vhodný model z této třídy, implementovat jej a interpretovat jeho výsledky.

Osnova:

- Spektrální analýza.
- Modely pro heteroskedastické řady (GARCH).
- Metody pro vícerozměrné řady (vektorová autoregrese, kointegrace).
- Stavově-prostorové metody, Kálmánův filtr.

Výukové metody: Přednášky: 2 hod. týdně. Cvičení: 2 hod. týdně.

Metody hodnocení: Závěrečná písemná zkouška, bonusová písemná zkouška uprostřed semestru, projekt.

Literatura:

- SHUMWAY, Robert H. a David S. STOFFER. *Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples*. Third Edition. New York: Springer-Verlag, 2011. doi:10.1007/978-1-4419-7865-3.
- BROCKWELL, Peter J. a Richard A. DAVIS. *Time series :theory and methods*. 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 1991. xvi, 577 s. ISBN 0-387-97429-6.
- COWPERTWAIT, Paul S. P. a Andrew V. METCALFE. *Introductory time series with R*. New York, N.Y.: Springer, 2009. xv, 254. ISBN 9780387886978.
- HAMILTON, James Douglas. *Time series analysis*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1994. xiv, 799 s. ISBN 0-691-04289-6.
- ENDERS, Walter. *Applied Econometric Time Series*. 4th Edition. New York: Wiley, 2014. info
- FORBELSKÁ, Marie. *Stochastické modelování jednorozměrných časových řad*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2009. 251 s. 4761/Př-3/09-17/31. ISBN 978-80-210-4812-6.

M0160 Teorie optimalizace

Vyučující: [Mgr. Petr Zemánek Ph.D.](#)

Rozsah: 2/1. 2 kr. (příř plus uk k 1 zk 2 plus 1 > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Kurz je volným pokračováním předmětu M5170 Matematické programování a jsou zde podrobněji probírány některé optimalizační úlohy. Po jeho absolvování budou studenti schopni řešit úlohy lineárního, kvadratického a dynamického programování a také základní úlohy variačního počtu.

Osnova:

- I. Lineární programování.
- II. Kvadratické programování.
- III. Dynamické programování: Bellmanův princip optimality, konečnokrokové deterministické a pravděpodobnostní rozhodovací procesy, nekonečnokrokové rozhodovací procesy.
- IV. Základy variačního počtu a diskrétní optimalizace: historická motivace, Eulerova-Lagrangeova rovnice a první variace, druhá variace, elementární diferenční rovnice a rekurentní relace, diskrétní variační počet.

Výukové metody: Teoretická přednáška (2 hodiny) a cvičení (1 hodina).

Metody hodnocení: Předmět je zakončen zkouškou s písemnou a ústní částí. V písemné části se řeší konkrétní příklady. V ústní části je položena otázka ohledně jednoho z témat I-IV (viz osnovu výše) a je vyžadována znalost základních pojmů.

Literatura:

- DOŠLÝ, Ondřej. *Základy konvexní analýzy a optimalizace v R^n* . 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2005. 194 s. ISBN 80-210-3905-1.

- DANTZIG, George Bernard a Mukund Narain THAPA. *Linear programming*. New York: Springer, 2003. xxv, 448 s. ISBN 0-387-98613-8.
- BAZARAA, Mokhtar S., John J. JARVIS a Hanif D. SHERALI. *Linear programming and network flows*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1990. xiv+684 pp. ISBN 0-471-63681-9.
- NEMHAUSER, George, L. *Introduction to Dynamic Programming*. New York: John Wiley, 1966. 350 s. ISBN 0-8247-8245-3.
- KAUMAN, A. a R CRUON. *Dynamické programovanie*. Bratislava, 1969. 312 s. Matematické metódy v ekonomike, Alfa. ISBN 302 - 063 - 69
- ŠKRÁŠEK, Josef a Zdeněk TICHÝ. *Základy aplikované matematiky*. Vyd. 1. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1990. 853 s. ISBN 80-03-00111-0.

M5170 Matematické programování

Vyučující: [Mgr. Petr Zemánek Ph.D.](#)

Rozsah: 2/1/0. 3 kr. (příf plus uk k 1 zk 2 plus 1 > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Po úspěšném absolvování tohoto kurzu bude student schopen: (1) definovat a interpretovat základní pojmy užívané v základních partiích konvexní analýzy a vysvětlit souvislosti mezi nimi, (2) formulovat příslušné matematické věty a tvrzení a vysvětlit metody jejich důkazů, (3) ovládat efektivní techniky používané v základních oblastech konvexní analýzy, (4) aplikovat získané poznatky při řešení konkrétních úloh konvexního programování a také numerické metody minimalizace včetně příkladů aplikačního charakteru.

Osnova:

- I. Základy konvexní analýzy: Konvexní množiny (základní pojmy, konvexní obaly, oddělování a opěrné nadroviny); Konvexní funkce (základní pojmy, kriteria konvexnosti pro diferencovatelné funkce); Subgradient a subdiferenciál; Fenchelova transformace; Řešení systémů lineárních a konvexních nerovností
- II. Matematické programování, nutné a dostatečné podmínky optimality, dualita: Langrangeův princip (Kuhnovy-Tuckerovy podmínky, základy konvexního programování); Základy teorie duality (Kuhnovy-Tuckerovy vektor, vztah duality, sedlové body); Dualita ve speciálních úlohách a aplikace (kvadratické a lineární programování)
- III. Numerické metody minimalizace: Jednorozměrná minimalizace (Fibonacciova metoda, metoda zlatého řezu); Metody hledání volných extrémů (metoda nejrychlejšího spádu, metoda sdružených gradientů, Newtonova metoda)

Výukové metody: Přednáška: 2 hod. týdně. Cvičení: 1 hod. týdně.

Metody hodnocení: Zkouška má písemnou i ústní část.

Literatura:

- DOŠLÝ, Ondřej. *Základy konvexní analýzy a optimalizace v R^n* . 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2005. viii, 185. ISBN 8021039051.
- HAMALA, Milan. *Nelineárne programovanie*. 2. dopl. vyd. Bratislava: Alfa, 1976. 240 s.
- BERTSEKAS, Dimitri P. *Convex Optimization Theory*. : Athena Scientific, 2009. 256 s. ISBN 978-1-886529-31-1.
- *Convex analysis*. Edited by R. Tyrrell Rockafellar. Princeton: Princeton University Press, 1970. xviii, 451. ISBN 0691080690.
- BORWEIN, Jonathan M. a Adrian S. LEWIS. *Convex analysis and nonlinear optimization :theory and examples*. New York: Springer-Verlag, 2000. x, 273 s. ISBN 0-387-98940-4.
- SUCHAREV, Aleksej Grigor'jevič, Aleksandr Vasil'jevič TIMOCHOV a Vjačeslav Vasil'jevič FEDOROV. *Kurs metodov optimizacii*. Moskva: Nauka, 1986. 328 s.

M6444_AKR Stochastické modely markovského typu

Vyučující: [RNDr. Marie Budíková Dr.](#)

Rozsah: 2/1/0. 3 kr. (příf plus uk k 1 zk 2 plus 1 > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Po absolvování tohoto kurzu studenti budou schopni: - využít statistický toolbox systému MATLAB pro generování pseudonáhodných čísel z různých pravděpodobnostních rozložení; - ověřit shodu empirického rozložení s teoretickým rozložením; - vypočítat důležité charakteristiky systémů hromadné obsluhy; - analyzovat chování Galtonova - Watsonova procesu.

Osnova:

- Problematika modelování, využití simulací, generátory náhodných čísel.
- Důležitá pravděpodobnostní rozložení, jejich vlastnosti, metody ověřování.
- Základní pojmy teorie hromadné obsluhy, systémy hromadné obsluhy s neomezenou a omezenou kapacitou, optimalizační úlohy v systémech hromadné obsluhy.
- Pravděpodobnostní vytvořující funkce a její aplikace při analýze Galtonova - Watsonova procesu větvení.

Výukové metody: Přednáška: 2 hod. týdně. Cvičení: 1 hod. týdně.

Metody hodnocení: Závěrečná zkouška je písemná, je tvořena třemi až čtyřmi příklady. Příklady jsou hodnoceny na škále 0 až 100. Je nutno získat aspoň 51 %. Je možno používat studijní materiály.

Literatura:

- SKALSKÁ, Hana. *Stochastické modelování*. Vyd. 2., rozšíř. a uprav. Hradec Králové: Gaudeamus, 2006. 162 s. ISBN 807041488X.
- KOŘENÁŘ, Václav. *Stochastické procesy*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2002. 227 s. ISBN 80-245-0311-5.
- MANDL, Petr. *Pravděpodobnostní dynamické modely*. 1. vyd. Praha: Academia, 1985. 181 s.

M7116 Maticové populační modely

Vyučující: [doc. RNDr. Zdeněk Pospíšil Dr.](#)

Rozsah: 2/0. 2 kr. (příř plus uk k 1 zk 2 plus 1 > 4). Ukončení: k.

Cíle předmětu: Maticové populační modely (diskrétní konečněrozměrné dynamické modely) jsou jedním ze základních teoretických nástrojů populační ekologie a demografie. Po absolvování předmětu bude student schopen: Ve spolupráci s ekologem nebo demografem konstruovat modely uvedeného typu; matematicky je analyzovat; interpretovat dosažené výsledky.

Osnova:

- Populace strukturované podle věku a podle stadií.
- Leslieho a projekční matice.
- Stacionární struktura, její existence a stabilita. Perronova-Frobeniova věta.
- Identifikace parametrů modelu z pozorovaných dat.
- Modely závislé na hustotě populace.
- Modely dvoupohlavní populace.
- Modely s externí variabilitou.

Výukové metody: Klasická přednáška.

Metody hodnocení: V kolokviu je potřeba prokázat orientaci v problematice.

Literatura:

- CASWELL, Hal. *Matrix population models :construction, analysis, and interpretation*. 2nd ed. Sunderland, Mass.: Sinauer Associates, 2001. xvi, 722 s. ISBN 0-87893-096-5.

M7120 Spektrální analýza I

Vyučující: [prof. RNDr. Roman Šimon Hilscher DSc.](#)

Rozsah: 2/0/0. 2 kr. (příř plus uk k 1 zk 2 plus 1 > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Předmět je úvodem do spektrální Fourierovy analýzy periodických a neperiodických funkcí. Po absolvování předmětu budou studenti rozumět základním principům Fourierovy analýzy, budou schopni je aplikovat na konkrétní problémy, např. v teorii diferenciálních rovnic. Studenti budou rozumět souvislostem mezi operátory Fourierovy transformace a její inverze, budou rozumět konvolucím a jejich využití.

Osnova:

1. Fourierovy řady - ekvivalentní tvary Fourierových řad, Dirichletovo jádro a bodová konvergence, Fejérové jádro a konvergence v průměru, konvergence v normě, L1 a L2 prostory, konvoluce a korelace, Parsevalovy identity.
2. Fourierova transformace - existence a inverze, Fourierova věta, Plancherelova věta, konvoluce, korelace, Parsevalovy identity, příklady.
3. Zobecnění Fourierovy řady a Fourierovy transformace - více rozměrů, distribuce.

Výukové metody: Přednáška: 2 hod. týdně. Výuka probíhá formou přednášek s ilustrujícími příklady.

Metody hodnocení: Zkouška je ústní s hodinovou písemnou přípravou.

Literatura:

doporučená literatura

- HOWELL, Kenneth B. *Principles of Fourier Analysis*. Boca Raton-London-New York-Washington: Chapman & Hall, 2001. 776 s. Studies in Advanced Mathematics. ISBN 0-8493-8275-0.
 - BRACEWELL, Ronald N. *The Fourier transform and its applications*. 3rd ed. Boston: McGraw Hill, 2000. xx, 616. ISBN 0073039381.
 - BRACEWELL, Ronald Newbold. *Fourier transform and its applications*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1986. xx, 474 s. ISBN 0-07-007015-6.
- neurčeno*
- BRIGHAM, E. Oran. *Fast Fourier transform*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1974. 252 s. ISBN 0-13-307496-X.
 - KUFNER, Alois a Jan KADLEC. *Fourierovy řady*. Praha: Academia, 1969.
 - LASSER, Rupert. *Introduction to fourier series*. New York: Marcel Dekker, 1996. vii, 285 s. ISBN 0-8247-9610-1.

- HARDY, G. H. a W. W. ROGOSINSKI. *Fourierovy řady: Fourier series (Orig.)*. Vyd. 1. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1971. 155 s.
- BOYCE, William E. a Richard C. DIPRIMA. *Elementary differential equations and boundary value problems*. 6th ed. New York: John Wiley & Sons, 1996. xvi, 749 s. ISBN 0-471-08955-9.

M7180 Funkcionální analýza II

Vyučující: [prof. RNDr. Ondřej Došlý DrSc.](#)

Rozsah: 2/1/0. 3 kr. (příř plus uk k 1 zk 2 plus 1 > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Funkcionální analýza patří mezi základní univerzitní kurzy matematiky. Je využívána v řadě dalších předmětů i v mnoha aplikacích. Hlavním cílem předmětu je seznámit posluchače se spektrální teorií lineárních operátorů a derivováním v Banachových prostorech. Po úspěšném absolvování tohoto kurzu bude student schopen: (1) definovat a interpretovat základní pojmy užívané ve výše uvedených oblastech, (2) formulovat příslušné matematické věty a tvrzení a vysvětlit metody jejich důkazů, (3) ovládat efektivní techniky používané v této oblasti, (4) analyzovat vybrané úlohy související s probíranou tematikou.

Osnova:

- 1. Spektrum lineárního operátoru (opakování z FA I).
- 2. Spektrální teorie samoadjungovaných a symetrických operátorů.
- 3. Symetrické a samoadjungované operátory v Hilbertových prostorech: Deficitní indexy, samoadjungované rozšíření symetrického operátoru.
- 4. Diferenciální počet v Banachových prostorech.
- 5. Striktně a uniformně konvexní prostory.
- 6. Integrace funkcí s hodnotami v Banachových prostorech.
- 7. Stupeň zobrazení pro nelineární operátory na Banachových prostorech a jeho aplikace. Věty o pevném bodu.

Výukové metody: Přednáška: 2 hod. týdně. Cvičení: 1 hod. týdně.

Metody hodnocení: Zkouška je ústní. Požadavky ke zkoušce: zvládnutí problematiky v rozsahu odučeném na přednášce a cvičeních.

Literatura:

doporučená literatura

- DRÁBEK, Pavel a Jaroslav MILOTA. *Lectures on nonlinear analysis*. 1. vyd. Plzeň: Vydavatelský servis, 2004. xi, 353. ISBN 8086843009.
- STARÁ, Jana a Oldřich JOHN. *Funkcionální analýza: nelineární úlohy*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1986. 215 s.

M7222_AKR Zobecněné lineární modely

Vyučující: [Mgr. Andrea Kraus M.Sc., Ph.D.](#)

Rozsah: 2/2. 4 kr. (příř plus uk k 1 zk 2 plus 1 > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Předmět studentům předkládá zobecněné lineární modely jako rozšíření lineárních modelů pro situace, kdy je zásadnějším způsobem narušen předpoklad normality odezvy, lineárního vztahu mezi střední hodnotou a parametry nebo homoskedasticity. Kurz pokrývá teorii, softwarovou implementaci, aplikaci a interpretaci. Po absolvování kurzu studenti rozeznají situace, které lze řešit s pomocí zobecněných lineárních modelů, jsou schopni vybrat vhodný model z této třídy, formulovat jej, implementovat a interpretovat jeho výsledky. Za tímto účelem si výrazně prohloubí teoretické pochopení konceptu modelu, odhadování a testování. Jsou si rovněž vědomi limitací diskutovaných technik a mají základní přehled o pokročilejších modelech a metodách.

Osnova:

- Elementy zobecněného lineárního modelu.
- Exponenciální rodiny rozdělení.
- Odhadování v zobecněných lineárních modelech.
- Testování hypotéz v zobecněných lineárních modelech.
- Deviance.
- Diagnostika modelu.
- Podmodel.
- Logistická regrese.
- Loglineární modely.
- Další zobecněné lineární modely pro diskrétní odezvu.
- Zobecněné lineární modely pro spojitou odezvu.
- Základní přehled pokročilejších regresních technik.

Výukové metody: Přednáška: 2 hod. týdně. Teoretická výuka s ilustracemi na příkladech. Cvičení: 2 hod. týdně. Cvičení zaměřena na hlubší pochopení probírané teorie a na aplikaci metod na analýzu dat v softwaru R.

Metody hodnocení: Zkouška s písemnou a ústní částí, bonusová písemka v polovině semestru, samostatně řešený projekt.

Literatura:

doporučená literatura

- MCCULLAGH, Peter a John Ashworth NELDER. *Generalized Linear Models*. : Chapman and Hall, 1989. ISBN 978-1-4899-3242-6.
- AGRESTI, Alan. *An introduction to categorical data analysis*. New York: John Wiley & Sons, 1996. xi, 290 s. ISBN 0-471-11338-7.
- WOOD, Simon N. *Generalized additive models :an introduction with R*. Boca Raton, Fla.: Chapman & Hall/CRC, 2006. xvii, 392. ISBN 1584884746.
- *An introduction to generalized linear models*. Edited by Annette J. Dobson. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2002. vii, 225 s. ISBN 1-58488-165-8.
- FAHRMEIR, Ludwig a Gerhard TUTZ. *Multivariate statistical modelling based on generalized linear models*. New York: Springer-Verlag, 1994. 425 s. ISBN 0-387-94233-5.

M7750_AKR Maticové a optimalizační numerické metody

Vyučující: [Mgr. Jiří Zelinka Dr.](#)

Rozsah: 2/1. 3 kr. (příf plus uk plus > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Tento předmět doplňuje základní numerické metody, které jsou přednášeny v kurzech Numerické metody I a II. Jeho cílem je seznámit posluchače s hlavními optimalizačními numerickými metodami a numerickými metodami lineární algebry. Důraz je kladen na metody, které jsou využívány v dalších předmětech, zejména statistických. Po absolvování kurzu by studenti měli být schopni nejen efektivně používat stávající metody v rámci existujícího software, ale i vytvářet vlastní implementace příslušných algoritmů.

Osnova:

- Úvod (blokové operace s maticemi - inverze a determinant, permutační matice, Kroneckerův součin).
- Metoda nejmenších čtverců (klasický přístup a přístup s pomocí Mooreovy-Penrosovy pseudoinverzní matice).
- Maticové rozklady a jejich použití (LU rozklad, Choleského rozklad, singulární rozklad, QR rozklad).
- Další metody (výpočet vlastních hodnot a vlastních vektorů, odmocnina z pozitivně semidefinitní matice apod.).
- Optimalizační metody (metoda zlatého řezu, Nelderova-Meadova metoda).

Výukové metody: Přednáška: 2 hod. týdně. Cvičení: 1 hod. týdně.

Metody hodnocení: Ústní zkouška

Literatura:

doporučená literatura

- MATHEWS, John H. a Kurtis D. FINK. *Numerical methods using MATLAB*. 4th ed. Upper Saddle River, N.J.: Pearson, 2004. ix, 680. ISBN 0130652482.
- GOLUB, Gene H. a Charles F. VAN LOAN. *Matrix computations*. 3rd ed. Baltimore, Md.: Johns Hopkins University Press, 1996. xxvii, 694. ISBN 0801854148.
- RALSTON, Anthony. *Základy numerické matematiky [Ralston, 1978]*. 2. české vyd. Praha: Academia, 1978. 635 s.

M7985 Analýza přežití

Vyučující: [doc. PaedDr. RNDr. Stanislav Katina Ph.D.](#)

Rozsah: 2/2/0. 4 kr. (příf plus uk k 1 zk 2 plus 1 > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Předmět se zabývá statistickými metodami zkoumání výskytu událostí v čase. Na konci tohoto kurzu bude student schopen (1) porozumět a vysvětlit metody neparametrické statistické inference a statistického modelování pro (ne)cenzurovaná data; (2) implementovat tyto metody v jazyce R; (3) aplikovat je na konkrétních datech.

Osnova:

- Cenzorování a jeho typy.
- Věrohodnostní funkce.
- Funkce přežití a její rozptyl, riziko, kumulativní riziko, střední hodnota a medián přežití, střední hodnota a medián zůstatkového života, bodové odhady, intervaly a pásy spolehlivosti.
- Testování hypotéz – porovnání dvou a více křivek přežitím relativní riziko, neparametrický přístup pro necenzorovaná a cenzorovaná data.
- Zobecnění neparametrických koleračních koeficientů pro případy testování hypotéz o křivkách přežití.
- Implementace v R.
- Příklady v jazyce R. Aplikace na reálná data z biologie, medicíny a jiných oborů.

Výukové metody: Přednáška: 2 hod. týdně. Cvičení: 2 hod. týdně.

Metody hodnocení: Domácí úkoly, ústní zkouška.

Literatura:

- KLEIN, John P. a Melvin L. MOESCHBERGER. *Survival analysis :techniques for censored and truncated data*. 2nd ed. New York: Springer, 2003. xv, 536. ISBN 9781441929853.

M7986 Statistická inference I

Vyučující: [doc. PaedDr. RNDr. Stanislav Katina Ph.D.](#)

Rozsah: 2/2. 4 kr. (příř plus uk plus > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Předmět se zabývá testováním statistických hypotéz Waldovým principem, věrohodnostním poměrem a skóre principem na základě propojení teorie s MC simulacemi, implementaci v jazyce R, geometrii a statistickou grafikou v spojitosti s plánováním vědeckých studií pro spojitá data. Na konci tohoto kurzu bude student schopen: (1) porozumět a vysvětlit metody parametrické statistické inference pro spojitá data, (2) implementovat tyto metody v jazyce R, (3) aplikovat je na konkrétních datech.

Osnova:

- Model rozdělení pravděpodobnosti a statistický model.
- Funkce věrohodnosti a její maximalizace.
- Základy testování statistických hypotéz.
- Typy testovacích statistik.
- Principy MC simulačních experimentů pro testování statistických hypotéz.
- Plánování experimentů pro jedno-, dvou- a vícevýběrový případ.
- Plánování experimentů pro lineární regresní model pro spojitá data.
- Příklady v jazyce R. Aplikace na reálná data z biologie, medicíny a jiných oborů.

Výukové metody: Přednáška: 2 hod. týdně. Cvičení: 2 hod. týdně.

Metody hodnocení: Domácí úkoly, ústní zkouška.

Literatura:

doporučená literatura

- COX, D. R. *Principles of statistical inference*. 1st ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. xv, 219. ISBN 0521685672.
- CASELLA, George a Roger L. BERGER. *Statistical inference*. 2nd ed. Pacific Grove, Calif.: Duxbury, 2002. xxviii, 66. ISBN 0534243126.

M7987 Statistické modely životního pojištění

Vyučující: [doc. PaedDr. RNDr. Stanislav Katina Ph.D.](#)

Rozsah: 2/0/0. 2 kr. (příř plus uk plus > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Předmět se zabývá základními pravděpodobnostními a statistickými modely v životním pojištění pro jeden a více životů, vícestavovými modely a modely pro zdravotní a důchodové pojištění. Poukazuje na souvislosti s analýzou přežití. Diskutované metody jsou implementovány do jazyka R a aplikované na reálná data.

Osnova:

- Aktuárská notace charakteristik přežívání - distribuční funkce, funkce přežití, hustota, funkce rizika, střední hodnota a rozptyl času přežití, průměrný zůstatkový život.
- Úmrtnostní tabulky, zákony úmrtnosti, Gompertzův a Makehamův zákon, exponenciální, Weibullovo, log-normální, gama a log-logistické rozdělení, bodové a intervalové odhady parametrů rozdělení, necenzorovaná a cenzorovaná data.
- Životné pojištění pro jeden a více životů, současná hodnota, střední hodnota, druhý moment a rozptyl současné hodnoty jednotlivých pojištění.
- Vícestavové modely v životním pojištění, dekrementní modely, Markovovy vícestavové modely.
- Modely důchodového pojištění - nezávislé od platu, založené na průměrném platu, založené na konečném platě, invalidní důchod, transfery, vdovské důchody.
- Zobecněné lineární modely pro necenzorovaná data, semi-parametrické a parametrické modely pro cenzorovaná data.

Výukové metody: Přednáška: 2 hod. týdně.

Metody hodnocení: Domácí úkoly, ústní zkouška.

Literatura:

- DICKSON, D. C. M., Mary HARDY a H. R. WATERS. *Actuarial mathematics for life contingent risks*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. xxi, 597. ISBN 9781107044074.
- BOWERS, Newton L. *Actuarial mathematics*. 2nd ed. Schaumburg, Ill.: Society of Actuaries, 1997. xxvi, 753. ISBN 0938959468.
- GERBER, Hans U. *Life insurance mathematics*. Edited by Samuel H. Cox. 3rd ed. Zurich: Springer, 1997. xvii, 217. ISBN 354062242X.

M7988 Modely ztrát v neživotním pojištění

Vyučující: [RNDr. Radim Navrátil Ph.D.](#)

Rozsah: 2/0/0. 2 kr. (příř plus uk plus > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Na konci tohoto kurzu bude student ovládat pokročilejší metody matematické statistiky využívané v neživotním pojištění: (1) odhadování parametrů modelů používaných v neživotním pojištění; (2) modelování závislosti vícerozměrných veličin pomocí kopulí; (3) modelování extrémních a řídkých událostí; (4) základy Bayesovského modelování.

Osnova:

- Opakování pojmů z matematické statistiky - bodové odhady, intervalové odhady, testování hypotéz.
- Metody odhadu pro úplná data - odhady distribuční funkce.
- Odhady parametrů - metoda maximální věrohodnosti, metoda momentů, Bayesovské odhady.
- Posuzování vhodnosti modelu, výběr modelu - grafické metody, testy hypotéz.
- Teorie extrémálních hodnot - definice a aplikace zobecněného Paretova rozdělení, metody odhadů jeho parametrů.
- Kopule - definice, Sklarova věta, aplikace, empirické odhady.

Výukové metody: Přednášky: 2 hod. týdně.

Metody hodnocení: Závěrečná ústní zkouška s písemnou přípravou.

Literatura:

doporučená literatura

- KLUGMAN, Stuart A., Harry H. PANJER a Gordon E. WILLMOT. *Loss models :from data to decisions*. 3rd ed. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, 2008. xix, 726. ISBN 9780470187814.

M8113 Teorie a praxe jádrového vyhlazování

Vyučující: [prof. RNDr. Ivanka Horová CSc.](#) (přednášející), [doc. Mgr. Jan Koláček Ph.D.](#) (cvičící)

Rozsah: 2/1. 3 kr. (příř plus uk k 1 zk 2 plus 1 > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Teorie a metody vyhlazování se rozvíjí hlavně v posledních letech. Možnost rychlých a ne příliš drahých výpočtů umožnila dívat se na data způsobem, který dříve nebyl možný. Moderní počítače nyní dovolují značnou volnost v rozhodování, jak by se měla provést analýza dat. Jednou z oblastí, která v tomto směru hodně získala, jsou neparametrické odhady hustoty a regresní funkce, nebo-li to, co obecně nazýváme vyhlazováním. Cílem tohoto předmětu je poskytnout přehled moderních neparametrických metod odhadů hustoty, distribuční funkce, regresní funkce a dvourozměrných hustot. Po absolvování tohoto kurzu bude student schopen aplikovat tyto metody při statistickém zpracování reálných dat.

Osnova:

- Základní myšlenka vyhlazování.
- Obecný princip jádrových odhadů.
- Jádrové odhady hustoty, kriteria pro posouzení kvality odhadu, problém volby šířky vyhlazovacího okna, kanonická jádra a teorie optimálních jader, jádra vyšších řádů.
- Odhady distribuční funkce, problém volby šířky vyhlazovacího okna.
- Různé typy jádrových odhadů regresní funkce, porovnání těchto odhadů, problém hraničních efektů, kriteria pro posouzení kvality odhadů.
- Teoretický výklad je vhodně doplněn praktickými úlohami. Všechny uvedené metody jsou implementovány v Matlabu. Příslušný toolbox je dostupný na adrese <https://www.math.muni.cz/veda-a-vyzkum/vyvijeny-software/274-matlab-toolbox.html>

Výukové metody: Přednáška: 2 hod. týdně. Cvičení: 1 hod. týdně. Cvičení je zaměřeno na aplikaci metod uvedených na přednášce a je doplněno použitím vytvořeného toolboxu v počítačové učebně.

Metody hodnocení: Přednáška. Účast na cvičení je povinná. Zkouška je ústní.

Literatura:

doporučená literatura

- WAND, M. P. a M. C. JONES. *Kernel smoothing*. 1st ed. London: Chapman & Hall, 1995. 212 s. ISBN 0-412-55270-1.
- SILVERMAN, Bernard W. *Density estimation for statistics and data analysis*. 1st ed. Boca Raton: Chapman & Hall, 1986. ix, 175 s. ISBN 0-412-24620-1.
- *Smoothing and regression :approaches, computation, and application*. Edited by Michael G. Schimek. New York: John Wiley & Sons, 2000. xix, 607. ISBN 0471179469.
- SIMONOFF, Jeffrey S. *Smoothing methods in statistics*. New York: Springer-Verlag, 1996. xii, 338 s. ISBN 0-387-94716-7.
- *Statistical theory and computational aspects of smoothing :proceedings of the COMPSTAT '94 satellite meeting held in Semmering, Austria 27-28 August 1994*. Edited by Wolfgang Härdle - Michael G. Schimek. Heidelberg: Physica-Verlag, 1996. viii, 265. ISBN 3-7908-0930-6.

M8120 Spektrální analýza II

Vyučující: [doc. RNDr. Martin Kolář Ph.D.](#)

Rozsah: 2/1/0. 3 kr. (příř plus uk k 1 zk 2 plus 1 > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Na konci tohoto kurzu bude student schopen: porozumět a vysvětlit diskrétní analogie příslušných pojmů a operací z předmětu Spektrální analýza I, zejména diskrétní Fourierovu transformaci (DFT) a diskrétní lineární (DLK) a cyklickou konvoluci (DCK). Důraz je položen zejména na popis chyb vznikajících při diskretizaci příslušných operátorů a na konstrukci efektivních algoritmů zejména pro výpočet DFT (tzv. FFT=Fast Fourier Transform) a konvolučních operátorů vystupujících v operacích číslicové filtrace. Jedna kapitola je věnována úvodu do teorie zobecněných funkcí (distribucí), která poskytuje jednotící teoretický rámec celé Fourierovy analýzy, pro příslušné spojité operátory i jejich diskrétní verze jak v periodickém tak i neperiodickém případě.

Osnova:

- **Diskrétní Fourierova transformace (DFT):** DFT jako diskretizace FT v jedné i více dimenzích, vlastnosti, zkruslení vznikající při přechodu od FT k DFT, věta o interpolaci.
- **Diskrétní konvoluce a korelace (DK):** lineární a cyklická DK jako výsledek diskretizace, vlastnosti, souvislost s násobením polynomů, věta o diskrétní konvoluci a korelaci, diskrétní Parsevalovy identity, periodogram, číslicová filtrace, algoritmy realizace číslicového filtru pro dlouhou vstupní posloupnost.
- **Fourierova analýza zobecněných funkcí:** informativní přehled teorie zobecněných funkcí (distribucí), zobecněné funkce jako funkcionály, Diracova funkce, přenesení klasických pojmů a operací na distribuce, základní prostory distribucí a jejich vlastnosti, jednotné pojetí Fourierovy analýzy (FR, FT a diskrétní Fourierova transformace) v rámci teorie distribucí.
- **Algoritmy pro výpočet DFT:** Souběžný výpočet dvou reálných DFT téže délky, výpočet DFT reálné posloupnosti délky 2N pomocí jedné komplexní DFT délky N, algoritmy rychlé Fourierovy transformace (Cooley-Tukey FFT) a konvoluce. Některé další transformace Fourierova typu: Hartleyho, kosinová aj., a jejich aplikace.

Výukové metody: Přednášky

Metody hodnocení: 2 písemné testy během semestru, každý po 5 příkladech. K úspěšnému zvládnutí je potřeba dosáhnout alespoň 50% bodů. Ústní zkouška.

Literatura:

- BRIGHAM, E. Oran. *Fast Fourier transform*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1974. 252 s. ISBN 0-13-307496-X.
- ČÍŽEK, Václav. *Diskretní Fourierova transformace a její použití*. 1. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1981. 160 s.
- HOWELL, Kenneth B. *Principles of Fourier Analysis*. Boca Raton-London-New York-Washington: Chapman & Hall, 2001. 776 s. Studies in Advanced Mathematics. ISBN 0-8493-8275-0.
- VAN LOAN, Charles. *Computational frameworks for the fast fourier transform*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 1992. 273 s. ISBN 0-89871-285-8.
- SCHWARTZ, Laurent. *Matematické metody ve fyzice*. 1. vyd. Praha, 1972. 357 s.

M8751_AKR Pokročilé regresní modely I

Vyučující: [Mgr. David Kraus Ph.D.](#)

Rozsah: 2/2. 4 kr. (příř plus uk plus > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Předmět se věnuje nelineární regresi, kvantilové regresi, metodám pro chybějící data, a dále tématům z navrhování experimentů a plánování statistické analýzy. Kurs pokrývá teorii, softwarovou implementaci, aplikaci a interpretaci. Po absolvování kursu studenti rozeznají situace, které lze řešit s pomocí diskutovaných metod, jsou schopni vybrat vhodnou metodu, implementovat ji a interpretovat výsledky.

Osnova:

- Nelineární regrese.
- Kvantilová regrese.
- Různé koncepty chybějících dat, mnohonásobná imputace, věrohodnostní inference s chybějícími daty, EM algoritmus.
- Koncepty optimality v navrhování experimentů.
- Plánování statistické analýzy, síla a rozsah výběru.

Výukové metody: Přednášky: 2 hod. týdně. Cvičení: 2 hod. týdně.

Metody hodnocení: Závěrečná ústní zkouška, projekt.

Literatura:

- PÁZMAN, Andrej. *Nonlinear statistical models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993. ix, 259. ISBN 8088683009.

- KOENKER, Roger. *Quantile Regression*. 1. vyd. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2005. 349 s. ISBN 13 978-0-521-84573-1. URL
- MOLENBERGHS, Geert a Michael G. KENWARD. *Missing Data in Clinical Studies*. New York: Wiley, 2007
- PÁZMAN, Andrej. *Základy optimalizácie experimentu*. Bratislava: Veda, 1980. 180 s.

M8752_AKR Pokročilé regresní modely II

Vyučující: [Mgr. David Kraus Ph.D.](#)

Rozsah: 2/2. 4 kr. (příř plus uk plus > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Předmět se věnuje podrobnému výkladu regresních modelů pro heterogenní a závislá data a flexibilních semiparametrických regresních metod. Kurs pokrývá teorii, softwarovou implementaci, aplikaci a interpretaci. Po absolvování kurzu studenti rozeznají situace, které lze řešit s pomocí diskutovaných modelů, jsou schopni vybrat vhodný model z této třídy, implementovat jej a interpretovat jeho výsledky.

Osnova:

- Zobecněné odhadovací rovnice.
- Lineární modely s náhodnými efekty.
- Zobecněné lineární modely s náhodnými efekty.
- Nelineární modely s náhodnými efekty
- Zobecněné aditivní modely.

Výukové metody: Přednášky: 2 hod. týdně. Cvičení: 2 hod. týdně.

Metody hodnocení: Závěrečná ústní zkouška, projekt.

Literatura:

- PINHEIRO, José C. a Douglas M. BATES. *Mixed-effects models in S and S-PLUS*. New York: Springer, 2000. xvi, 528. ISBN 0387989579.
- VERBEKE, Geert a Geert MOLENBERGHS. *Linear mixed models for longitudinal data*. New York: Springer-Verlag, 2000. xxii, 568. ISBN 0387950273.
- MOLENBERGHS, Geert a Geert VERBEKE. *Models for discrete longitudinal data*. New York: Springer-Verlag, 2005. ISBN 978-0-387-28980-9.
- WOOD, Simon N. *Generalized additive models: an introduction with R*. Boca Raton, Fla.: Chapman & Hall/CRC, 2006. xvii, 392. ISBN 1584884746.

M8986 Statistická inference II

Vyučující: [doc. PaedDr. RNDr. Stanislav Katina Ph.D.](#)

Rozsah: 2/2. 4 kr. (příř plus uk plus > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Předmět se zabývá testováním statistických hypotéz Waldovým principem, věrohodnostním poměrem a skóre principem na základě přepojení teorie s MC simulacemi, implementaci v jazyce R, geometrii a statistickou grafikou v spojitosti s plánováním vědeckých studií pro kategorická data. Na konci tohoto kurzu bude student schopen (1) porozumět a vysvětlit metody parametrické statistické inference pro diskrétní data; (2) implementovat tyto metody v jazyce R; (3) aplikovat je na konkrétních datech.

Osnova:

- Vybraná diskrétní rozdělení pravděpodobnosti, maximálně věrohodné odhady jejich parametrů.
- Principy MC simulačních experimentů pro testování statistických hypotéz.
- Plánování experimentů pro jedno-, dvou- a vícevýběrový případ.
- Plánování experimentů pro kontingenční tabulky.
- Plánování experimentů pro regresní modely pro kategorická data.
- Příklady v jazyce R. Aplikace na reálná data z biologie, medicíny a jiných oborů.

Výukové metody: Přednáška: 2 hod. týdně. Cvičení: 2 hod. týdně.

Metody hodnocení: Domácí úkoly, ústní zkouška.

Literatura:

doporučená literatura

- COX, D. R. *Principles of statistical inference*. 1st ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. xv, 219. ISBN 0521685672.
- CASELLA, George a Roger L. BERGER. *Statistical inference*. 2nd ed. Pacific Grove, Calif.: Duxbury, 2002. xxviii, 66. ISBN 0534243126.

M9DM2 Data mining II

Vyučující: [RNDr. Radim Navrátil Ph.D.](#)

Rozsah: 2/2/0. 4 kr. (příř plus uk plus > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Předmět navazuje na kurz Data mining I a jeho cílem je prohloubení již získaných znalostí v této oblasti. Na konci tohoto kurzu bude student schopen: (1) popsat základní metody data miningu

(exploratorní analýza, logistická regrese); (2) popsat pokročilé metody (shluková analýza, diskriminační analýza, neuronové sítě); (3) aplikovat tyto metody na konkrétní data; (4) interpretovat výstupy těchto metod.

Osnova:

- Příprava dat – pokročilé techniky.
- SQL a práce s databázemi.
- Credit scoring - základní pojmy.
- Metodologie vývoje skóringových funkcí.
- Neuronové sítě.
- Diskriminační analýza.
- Moderní metody data miningu.

Výukové metody: Přednášky: 2 hod. týdně. Cvičení u počítačů: 2 hod. týdně.

Metody hodnocení: Ústní zkouška - k úspěšnému zvládnutí je třeba získat alespoň 50 procent možných bodů a správně vypracovat semestrální projekt.

Literatura:

- HAN, Jiawei, Micheline KAMBER a Jian PEI. *Data mining :concepts and techniques*. 3rd ed. Boston: Elsevier, 2012. xxxv, 703. ISBN 9780123814791.
- *Data mining and statistics for decision making*. Edited by Stéphane Tuffery. Hoboken, NJ.: Wiley, 2011. xxiv, 689. ISBN 9780470979167.
- MCCUE, Colleen. *Data mining and predictive analysis :intelligence gathering and crime analysis*. Boston: Butterworth-Heinemann, 2007. xxxi, 332. ISBN 9780750677967.
- THOMAS, L. C., David B. EDELMAN a Jonathan N. CROOK. *Credit scoring and its applications*. Philadelphia, Pa.: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2002. xiv, 248. ISBN 0898714834.

M9PAD_AKR Aplikovaná analýza ekonomických dat

Vyučující: [doc. PaedDr. RNDr. Stanislav Katina Ph.D.](#)

Rozsah: 0/1. 2 kr. Ukončení: z.

Cíle předmětu: Student se seznámí s prací analytika a vypracuje analýzu reálných dat směřující k doporučení postupu. Seznámí se s používanými postupy pro konkrétní oblast (call centrum, finanční stránka bussines case, what-if analýzy). Naučí se prezentovat výsledky optimálně v závislosti na cílovém publiku.

Osnova:

- První blok. Student se setká s praktickým zadáním a kontextem příkladu, obdrží data a zadání. Formou diskuse si ujasní, kudy se v průběhu zpracování dat bude ubírat. Lektor se studenty probere požadavky na formu prezentace a doporučení, jak a co prezentovat. Následuje práce v týmech nebo samostatná, podpora na vyžádání formou konzultace.
- Druhý blok. Prezentace závěrů po měsíci práce, dosažené výsledky, připravené výstupy. Diskuse. Výstupem jsou doporučení, jak práci dokončit: úpravy, změny, či požadavek na studenta, aby navrhl praktické ověření svých návrhů v pilotním provozu.
- Třetí blok. Finální prezentace, důraz na jasnost závěrů, srozumitelnost doporučení a výsledků. Zpětná vazba od lektora a ostatních studentů. Diskuse, zhodnocení.

Výukové metody: Cvičení: 2 hod. týdně.

Metody hodnocení: Účast na cvičeních, domácí úkoly.

Literatura:

- KATINA, Stanislav, Miroslav KRÁLÍK a Adéla HUPKOVÁ. *Aplikovaná štatistická inferencia I. Biologická antropológia očami matematickej štatistiky*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2015. 320 s. 1. ISBN 978-80-210-7752-2.
- DUFEK, Jaroslav. *Ekonometrie*. Vyd. 1. V Brně: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. 134 s. ISBN 80-7157-654-9.

M9100 Numerické metody řešení obyčejných diferenciálních rovnic

Vyučující: [Mgr. Jiří Zelinka Dr.](#)

Rozsah: 2/1/0. 3 kr. (příf plus uk k 1 zk 2 plus 1 > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Řešení rozsáhlých technických a přírodovědných problémů lze často matematicky modelovat pomocí diferenciálních rovnic. Cílem tohoto předmětu je podat přehled metod pro numerické řešení diferenciálních rovnic. Student zvládnutím předmětu: (1) ovládne teorii nejdůležitějších numerických metod pro řešení počátečních a okrajových úloh pro obyčejné diferenciální rovnice, (2) naučí se posuzovat metody z hlediska jejich stability, účinnosti apod., (3) dovede vhodné numerické metody aplikovat.

Osnova:

- Úvod: řešitelnost diferenciální rovnice, přibližné řešení, chyba, stabilita.
- Jednokrokové metody: Eulerova metoda, metoda Taylorova rozvoje, metody Runge-Kutta
- Vícekrokové metody: Adamsovy metody, metody prediktor-korektor

- Okrajové úlohy: metoda střelby, diferenční metody
- Variační metody: Ritzova metoda, Galerkinova metoda.

Výukové metody: Přednáška: 2 hod. týdně. Cvičení: 1 hod. týdně.

Metody hodnocení: Zkouška: ústní s přípravou.

Literatura:

- VITÁSEK, Emil. *Základy teorie numerických metod pro řešení diferenciálních rovnic*. 1. vyd. Praha: Academia, 1994. 409 s. ISBN 80-200-0281-2.
- BABUŠKA, Ivo a Milan PRÁGER. *Numerické řešení diferenciálních rovnic*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1964. 238 s.
- RALSTON, Anthony. *Základy numerické matematiky*. Translated by Milan Práger - Emil Vitásek. 2. čes. vyd. Praha: Academia, 1978. 635 s.

M9121_AKR Časové řady I

Vyučující: [Mgr. David Kraus Ph.D.](#)

Rozsah: 2/2/0. 4 kr. (příř plus uk k 1 zk 2 plus 1 > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Předmět se věnuje podrobnému výkladu základních metod a modelů pro analýzu časových řad. Kurs pokrývá teorii, softwarovou implementaci, aplikaci a interpretaci. Po absolvování kursu studenti rozeznají situace, které lze řešit s pomocí diskutovaných modelů, jsou schopni vybrat vhodný model z této třídy, implementovat jej a interpretovat jeho výsledky.

Osnova:

- Základní pojmy teorie náhodných procesů.
- Regresní, vyhlazovací a dekompoziční techniky.
- ARMA modely.
- Rozšíření ARMA modelů (ARIMA, SARIMA).

Výukové metody: Přednášky: 2 hod. týdně. Cvičení: 2 hod. týdně.

Metody hodnocení: Závěrečná písemná zkouška, bonusová písemná zkouška uprostřed semestru, projekt.

Literatura:

- SHUMWAY, Robert H. a David S. STOFFER. *Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples*. Third Edition. New York: Springer-Verlag, 2011. doi:10.1007/978-1-4419-7865-3.
- BROCKWELL, Peter J. a Richard A. DAVIS. *Time series :theory and methods*. 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 1991. xvi, 577 s. ISBN 0-387-97429-6.
- COWPERTWAIT, Paul S. P. a Andrew V. METCALFE. *Introductory time series with R*. New York, N.Y.: Springer, 2009. xv, 254. ISBN 9780387886978
- HAMILTON, James Douglas. *Time series analysis*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1994. xiv, 799 s. ISBN 0-691-04289-6.
- ENDERS, Walter. *Applied Econometric Time Series*. 4th Edition. New York: Wiley, 2014.
- FORBELSKÁ, Marie. *Stochastické modelování jednorozměrných časových řad*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2009. 251 s. 4761/Př-3/09-17/31. ISBN 978-80-210-4812-6.

M9201_AKR Bayesovské metody

Vyučující: [Mgr. Ondřej Pokora Ph.D.](#)

Rozsah: 0/2. 2 kr. (příř plus uk plus > 4). Ukončení: z.

Cíle předmětu: Po absolvování tohoto kurzu budou studenti schopni: (1) vysvětlit a interpretovat metody bayesovské statistiky, využít bayesovské odhady a inferenci, (2) porovnat bayesovské a frekventistické postupy, (3) aplikovat metody výpočtu aposteriorní hustoty (aproximace integrálů, simulační metody, Monte-Carlo integrování), (4) počítat I-divergenci a informací získanou z experimentu.

Osnova:

- Bayesova veta o aposteriorní pravděpodobnosti.
- Bayesův vzorec pro diskrétní a spojité náhodné veličiny.
- Pravidlo řetězení.
- I-divergence a informace získaná z experimentu.
- Entropie a vzájemná informace.
- Neinformativně apriorní rozdělení pravděpodobnosti.
- Metody výpočtu aposteriorní hustoty.
- Konjugované systémy apriorních hustot.
- Simulační metody, Monte-Carlo integrování.
- Markov-chain-Monte-Carlo metody.
- Výpočty bayesovských odhadů (bodové, intervalové), inference, predikce.

Výukové metody: Přednáška: 2 h týdně. Cvičení: 2 h týdně, na cvičeních se využívá prostředí R.

Metody hodnocení: Cvičení: povinná účast, řešení domácích úloh. Závěrečná zkouška: skládá se z písemné a ústní části, pro úspěšné absolvování je potřeba dosáhnout alespoň 50 % max. dosažitelného počtu bodů v každé části.

Literatura:

- DAVISON, Anthony C. *Statistical Models*. : Cambridge University Press, 2003.
- GELMAN, Andrew. *Bayesian data analysis*. 2nd ed. Boca Raton, Fla.: Chapman & Hall/CRC, 2004. xxv, 668. ISBN 158488388X.
- PÁZMAN, Andrej. *Bayesovská štatistika*. Bratislava: Univerzita Komenského Bratislava, 2003. 100 s. ISBN 80-223-1821-3.
- HUŠKOVÁ, Marie. *Bayesovské metody*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 1985. 93 s.

M9750_AKR Robustní a neparametrické statistické metody

Vyučující: [RNDr. Radim Navrátil Ph.D.](#)

Rozsah: 2/2. 4 kr. (příf plus uk plus > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Na konci tohoto kurzu bude student schopen: (1) používat robustními odhady jakožto alternativu klasických odhadů, a to v modelech polohy, i v lineárním regresním modelu; (2) používat pořadové testy v situacích, kdy klasické testy selhávají; (3) uvedené postupy aplikovat při praktickém zpracování dat.

Osnova:

- Motivace pro použití robustních a neparametrických metod.
- Základní charakteristiky robustnosti (influenční funkce, bod selhání, apod.).
- Robustní odhady v modelech polohy (M-, L- a R-odhady).
- Robustní odhdy v regresi.
- Idea pořadových testů, základní vlastnosti.
- Pořadové testy pro jedno- a dvouvýběrový problém, ANOVA.
- Pořadové testy nezávislosti.
- Pořadové testy v regresi.

Výukové metody: Přednáška: 2 hod. týdně. Cvičení u počítačů: 2 hod. týdně.

Metody hodnocení: 2 průběžné testy na cvičeních, ústní zkouška s písemnou přípravou.

Literatura:

- *Robustní statistické metody*. Edited by Jana Jurečková. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2001. 132 s. ISBN 80-246-0259-8.
- JUREČKOVÁ, Jana. *Pořadové testy*. 1981.

M9901 Teorie a praxe splajnového vyhlazování

Vyučující: [doc. PaedDr. RNDr. Stanislav Katina Ph.D.](#)

Rozsah: 2/2. 4 kr. (příf plus uk plus > 4). Ukončení: zk.

Cíle předmětu: Předmět se zabývá interpolací a vyhlazováním křivek a ploch pomocí jednorozměrných a mnohorozměrných splajnů, identifikací odlehlých pozorování s aplikacemi v elektrokardiologii, elektroencefalografii a analýze tvaru (geometrické morfometrií) na biologických objektech, statistickým zpracováním mnohorozměrných dat, testováním hypotéz pro mnohorozměrná data, mnohorozměrnými SVD metodami (zovšeobecněná PCA), 2D/3D statistickými zobrazovacími technikami a implementací v jazyce R.

Osnova:

- Geometrické transformace v 2D a 3D.
- Mnohorozměrné splajny, funkcionální modely.
- Identifikace a analýza význačných bodů, křivek a ploch.
- Testování mnohorozměrných statistických hypotéz.
- Statistická analýza mnohorozměrných EEG dat, ECG dat a morfometrických dat.
- 2D/3D statistické zobrazovací techniky.
- Příklady v jazyce R. Aplikace na reálná data z biologie, medicíny a jiných oborů.

Výukové metody: Přednáška: 2 hod. týdně. Cvičení: 2 hod. týdně.

Metody hodnocení: Domácí úkoly, ústní zkouška.

Literatura:

doporučená literatura

- JOHNSON, Richard A. a Dean W. WICHERN. *Applied multivariate statistical analysis*. 3rd ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1992. xiv, 642 s. ISBN 0-13-041807-2.

neurčeno

CASELLA, George a Roger L. BERGER. *Statistical inference*. 2nd ed. Pacific Grove, Calif.: Duxbury, 2002. xxviii, 66. ISBN 0534243126.

E – Personální zabezpečení studijního programu (studijního oboru) – souhrnné údaje											
Vysoká škola	Masarykova univerzita										
Součást vysoké školy	Přírodovědecká fakulta										
Název studijního programu	Matematika (bakalářský)										
Název studijního oboru	Statistika a analýza dat										
Název pracoviště:	celkem	prof. celkem	přepoč. počet p.	doc. celkem	přepoč. počet d.	odb. as. celkem	z toho s věd. hod.	lektoři	asistenti	vědečtí pracov.	THP
Ústav matematiky a statistiky	62	8	7,500	14	11,55	11	11	6	0	1	22

F – Související vědecká, výzkumná, vývojová, umělecká a další tvůrčí činnost	
Vysoká škola	Masarykova univerzita
Součást vysoké školy	Přírodovědecká fakulta
Název studijního programu	Matematika (bakalářský)
Název studijního oboru	Statistika a analýza dat
Informace o tvůrčí činnosti vysoké školy související se studijním oborem (studijním program)	
<p>Výzkum na Ústavu matematiky a statistiky (dále jen UMS) zahrnuje několik hlavních odvětví teoretické a aplikované matematiky, zejména algebru, geometrii, matematickou analýzu, historii matematiky a matematické vzdělávání, statistiku a matematické modelování.</p> <p>Náš ústav dále zajišťuje výuku teoretické matematiky, finanční matematiky a matematiky pro učitele středních škol. UMS také nabízí matematické předměty pro ostatní vědní obory Přírodovědecké fakulty jako jsou fyzika, chemie, biologie, geografie. Učitelé našeho ústavu také vedou výuku všech hlavních matematických předmětů na Fakultě informatiky a některých předmětů na Ekonomicko-správní fakultě.</p> <p>UMS má akreditaci doktorského studijního programu v následujících směrech algebra, teorie čísel a matematická logika, geometrie, topologie a globální analýza, matematická analýza, obecné otázky matematiky (historie matematiky a matematické vzdělávání), pravděpodobnost, statistika a matematické modelování.</p> <p>Ve spolupráci s Masarykovou univerzitou UMS vydává odborný časopis Archivum Mathematicum (http://emis.muni.cz/journals/AM/). Na našem ústavu také sídlí redakce odborného časopisu Differential Geometry and its Applications (http://dga.math.muni.cz/), který je publikován vydavatelstvím Elsevier. Oba časopisy jsou indexovány v mezinárodních databázích Mathematical Reviews, Zentralblatt für Mathematik a Scopus.</p> <p>UMS v současné době řeší 1 projekt na podporu excelence v základním výzkumu – Ústav Eduarda Čecha pro algebru, geometrii a matematickou fyziku.</p> <p>Mimo výše uvedené se v období let 2012 až 2016 řešilo 7 projektů MŠMT (1 Kontakt, 1 FRVŠ, 5 OPVK). UMS byl také zapojen do 1 projektu 7.RP EU a 2 projektů Jihomoravského kraje (OPVK, SoMoPro). V současnosti se na UMS řeší 8 projektů GAČR a 1 projekt podpory studentů ve vědecké činnosti na MU. Na výzkumu UMS se podílí akademičtí pracovníci včetně školitelů, studentů doktorského i magisterského studia. UMS úzce spolupracuje s odbornými pracovišti ostatních vysokých škol i ústavů akademie věd. Výzkum není strukturován podle pracovišť. Aktuální přehled nejvýznamnějších grantů řešených v období let 2012 až 2016 je uveden ve spodní části tohoto formuláře.</p> <p>Evidence aktuálních projektů a projektů z předchozích období je přístupná na adrese http://www.muni.cz/sci/311010/projects</p>	

Přehled řešených grantů a projektů (závazné jen pro magisterské programy) - VZHLEDEM K VELKÉMU POČTU JSOU UVEDENY POUZE PŘÍKLADY			
Pracoviště	Názvy grantů a projektů získaných pro vědeckou, výzkumnou, uměleckou a další tvůrčí činnost v oboru	Zdroj	Období
Ústav matematiky a statistiky	Ústav Eduarda Čecha pro algebru, geometrii a matematickou fyziku (GBP201/12/G028)	GAČR	1/2012 - 12/2018
Ústav matematiky a statistiky	Kvalitativní vlastnosti řešení diferenciálních rovnic a jejich aplikace	GAČR	1/2011 - 12/2015
Ústav matematiky a statistiky	Matematické struktury 5 (MUNI/A/1154/2015)	MU	1/2016 - 12/2016
Ústav matematiky a statistiky	Variace, geometrie a fyzika (GA14-02476S)	GAČR	1/2014 - 12/2017
Ústav matematiky a statistiky	Analýza funkcionálních dat a související témata (GA15-06991S)	GAČR	1/2015 - 12/2017
Ústav matematiky a statistiky	Matematická statistika a modelování (MUNI/A/1001/2009)	MU	1/2010 - 12/2012
Ústav matematiky a statistiky	Hamiltonovské a symplektické systémy: oscilační a spektrální teorie (GA16-00611S)	GAČR	1/2016 - 12/2018
Ústav matematiky a statistiky	Algebraické metody v geometrii s potenciálem k aplikacím (CZ.1.07/2.3.00/20.0003)	MŠMT	5/2011 - 4/2014
Ústav matematiky a statistiky	Algebraické metody v kvantové logice (CZ.1.07/2.3.00/20.0051)	MŠMT	7/2011 - 6/2014
Ústav matematiky a statistiky	Aplikace algebry a kombinatoriky v teorii formálních jazyků (GA15-02862S)	GAČR	1/2015 - 12/2017
Ústav matematiky a statistiky	Grupy tříd ideálů algebraických číselných těles (GA15-15785S)	GAČR	1/2015 - 12/2017

I – Uskutečňování akreditovaného stud. programu mimo sídlo vysoké školy	
Vysoká škola	Masarykova univerzita
Součást vysoké školy	Přírodovědecká fakulta
Název studijního programu	Matematika
Název instituce nebo pobočky VŠ, kde probíhá výuka SP mimo sídlo VŠ nebo fakulty	
Výuka veškerých programů je uskutečňována výhradně v sídle fakulty.	