

Seznam specializovaných předmětů pro doktorské studium na FM.

Numerické metody v mechanice tekutin

V předmětu budou probrány základy numerických metod pro řešení parciálních diferenciálních rovnic popisujících proudění nestlačitelných tekutin: Metoda konečných objemů, resp. metoda konečných prvků pro soustavu Eulerových, resp. Navierových-Stokesových rovnic, prostorová a časová diskretizace, linearizace, stabilizace, řešení vzniklých soustav algebraických rovnic. (Ing. Jan Stebel, Ph.D.)

Modelování nelineárních a sdružených procesů

Předmět seznamuje s příklady sdružených jevů a nelinearit v modelech a se způsobem numerického řešení, možnými obtížemi, realizací výpočtů ve vybraných softwarech. Přehled a srovnání terminologie sdružených modelů z různých literárních zdrojů.

(dále konkrétní příklady budou přizpůsobeny zaměření doktoranda)

Příklady sdružených jevů (rovnice, data, reálné situace, řešení): proudění s variabilní hustotou, poroelastická, přenos tepla advekcí a vedením. Příklady nelineárních jevů: proudění v částečně saturovaném prostředí, transport látky s adsorpcí. (doc. Ing. Milan Hokr, Ph.D.)

Numerické metody pro konvekčně-difuzní rovnice

Rovnice konvekčně-difuzního typu (transport v porézním prostředí, proudění kapaliny) vyžadují speciální postupy numerického řešení. Předmět seznamuje s technikami jako Petrov-Galerkinovy metody, streamline upwind schéma, rozklad(štěpení) operátoru, kombinace Eulerovských a Lagrangeovských metod, TVD metody. (doc. Ing. Milan Hokr, Ph.D.)

Matematické modelování vybraných problémů mechaniky kontinua

Cílem předmětu je získat znalosti z vybraných pasáží mechaniky kontinua, zejména z oblasti mechaniky pružných a pružně-plastických těles. Druhá část předmětu je věnována matematickým metodám používaným pro řešení výše definovaných problémů. Důraz je kladen především na metodu konečných prvků a základní aspekty její počítačové implementace. (Ing. Josef Novák, Ph.D.)

Sdružené úlohy a jejich řešení metodou konečných prvků

V rámci předmětu je podán základní přehled sdružených úloh řešených ve vědecko-technické praxi. Pozornost je věnována fyzikální podstatě uvedených jevů a jejich matematickému popisu. Na vybraných úlohách je demonstrováno řešení metodou konečných prvků. (Ing. Josef Novák, Ph.D.)

Hydrogeologie a geochemie

Minerály, horniny, geologické procesy. Typy propustnosti. Hydraulika podzemní vody, transport rozpuštěných látek, transport tepla, vícefázové proudění. Konceptualizace hydrogeologických problémů, kvantifikace a simulace v různých měřítkách. Regionální hydrogeologie zkoumaného území. Základy environmentální geochemie. Termodynamika a kinetika. Kurz se zaměří na oblasti, které se týkají studentovy disertační práce. (Mgr. Kamil Nešetřil, Ph.D.)

Aplikovaná a numerická lineární algebra

Hlavním cílem je prohloubit znalosti v oboru lineární algebry, implementací numerických metod pro praktické výpočty, seznámení se s moderními přístupy a praktickými aplikacemi. Důraz je přitom kladen na porozumění principům jednotlivých metod, jejich vzájemné souvislosti a omezení. (Ing. Martin Plešinger, Ph.D.)

Modelování transportně reakčních procesů

Geochemické modely přírodních systémů, modelování rovnovážných dějů v přírodních vodách, termodynamická rovnováha, oxidačně redukční děje. Modelování rovnovážného i kinetického rozpouštění minerálů. Transportně reakční modelování a simulace kolonových experimentů zahrnujících proudění, rovnovážné i kinetické rovnice. (Ing. Vratislav Žabka, Ph.D.)

Řízení výkonových členů

Cílem předmětu je poskytnout doktorandům specializované vzdělání v oboru řízení elektrických servopohonů určených pro dynamicky náročné aplikace. Předmět je zaměřen na servopohony určené pro polohové řízení víceosých mechatronických soustav, jakými jsou například numericky řízené výrobní stroje, roboty a manipulátory. Požadována je dobrá znalost z teorie řízení lineárních i nelineárních systémů.

V úvodní části se doktorandi seznámí s postupy sestavení matematických simulačních modelů jednotlivých typů elektrických motorů, s klasickým skalárním a vektorovým řízením a s metodami analýzy a syntézy používaných regulátorů.

V rámci studia budou dále doktorandi seznámeni s pokročilými způsoby řízení elektrických servopohonů. Jedná se především o stavovou regulaci s estimátorem stavu a poruchových veličin, prediktivní řízení založené na modelu, metody bezsensorového řízení elektrických pohonů využívající Luenbergerův deterministický estimátor (úplný nebo redukovaný), nebo Kalmanův filtr (klasický nebo rozšířený).

V závěru budou doktorandi seznámeni se způsoby potlačení reziduálního kmitání mechatronických systémů, poháněných řízenými servopohony. Doktorandi se seznámí s metodou zpětnovazebního řízení s paralelním modelem, metodou inverzní dynamiky nebo metodou tvarování řídicího signálu konvolucí s posloupností impulzů (metoda input shaping). (doc. Ing. Pavel Rydlo, Ph.D.)

Zpracování, rozpoznávání a analýza obrazových dat

Cílem předmětu je seznámit studenty DSP s metodami a algoritmy z oblasti počítačového vidění: Předzpracování obrazových signálů, radiometrie, barevné prostory, geometrické transformace, diskrétní lineární integrální transformace, filtrace šumu, hranové detektory, obnovení obrazu při známé degradaci, segmentace obrazu, binární a šedotónová matematická morfologie, granulometrie, rozvodí, identifikace oblastí, reprezentace a popis tvaru, detekování oblastí, příznaky pro rozpoznávání obrazů, rozpoznávání objektů – PCA, HMM, ANN, DNN, CNN. (doc. Ing. Josef Chaloupka, Ph.D.)

Prediktivní řízení

Princip prediktivního řízení založeného na modelu (MPC). Klasické prediktivní řízení s lineárním modelem a kvadratickou kriteriální funkcí s hlavním důrazem na stavové modely. Omezení na akční a regulované veličiny, tvrdá a měkká omezení. Stabilita prediktivního řízení. Prediktivní řízení s přepínanými lineárními modely. Explicitní vyjádření prediktivního regulátoru v podobě po částech afinního systému. Prediktivní řízení s nekvadratickou kriteriální funkcí a binárními či vícehodnotovými veličinami. Ekonomické prediktivní řízení. Distribuované prediktivní řízení. Případové studie aplikací prediktivního řízení podle oblasti odborného zájmu doktoranda. (Doc. Dr. Mgr. Ing. Jaroslav Hlava)

Návrh měřicích prvků a systémů a studium jejich vlastností

Elektrické, elektromagnetické a optické převodníky fyzikálních veličin, jejich vlastnosti, konstrukce a kalibrace. Interakce senzorů s měřeným prostředím. Měřicí řetězce a jejich chování při různých vlivech okolního prostředí. Způsoby vzájemné komunikace jednotlivých členů měřicího řetězce. Stavba speciálních přístrojů pro měření mechanických a elektrických zařízení a programování těchto přístrojů. Nejistoty měření měřicích řetězců a přístrojů. Obsah předmětu bude vždy přizpůsoben konkrétnímu zadání disertační práce. (doc. Ing. Miroslav Svoboda)

Analýza signálů z mechanických systémů

Analýza vibrací a hluku. Snímače, charakteristiky, oblasti použití, metody měření.

Amplitudová a fázová modulace, spojená amplitudová a fázová modulace. Synchronní filtrace. Demodulační metody.

Spektrální metody. Řádová analýza. Speciální metody zpracování signálů z elektro-mechanických systémů, korelace mechanických a elektrických veličin.

Základy teorie náhodných procesů. Identifikace vlastností systému pomocí náhodných procesů.

Metody a aplikace zpracování signálů z mechatronických systémů.

Úvod do zpracování nestacionárních signálů, wavelety a banky filtrů a jejich použití při diagnostice. (prof. Ing. Ivan Jaksch, CSc.)

Pokročilé metody analýzy a zpracování signálů

Diskrétní finitní Fourierova transformace reálných stacionárních signálů, metody, možné chyby výpočtu spektrálních magnitud a frekvencí a jejich minimalizace, vliv okének, šířka pásma šumu. DFT pro komplexní signály.

Charakteristiky náhodných signálů v časové a frekvenční oblasti. Momenty, korelační funkce, výkonová spektrální hustota, koherenční funkce, redukce náhodných chyb. Souběhová filtrace. Hilbertova transformace, analytický signál. Spojená amplitudová a fázová modulace (JAPM), demodulace, rozbalení fáze.

Analýza nestacionárních signálů, spojená časově frekvenční analýza (JTFA), krátkodobá Fourierova transformace, diskrétní waveletová transformace, banky filtrů. (prof. Ing. Ivan Jaksch, CSc.)

Optimalizační metody

Metody pro řešení optimalizační úlohy bez omezujících podmínek. Optimalizační úlohy s omezujícími podmínkami: Lagrangeovy multiplikátory, Karush-Kuhn-Tuckerovy podmínky.

Metoda vnitřního bodu. Lineární a kvadratické programování. Smíšené celočíselné programování:

Metoda větví a mezí. (doc. Ing. Jan Šembera, Ph.D.)

Numerické metody řešení diferenciálních rovnic

Metody řešení obyčejných diferenciálních rovnic (metody Runge-Kutta, více krokové metody).

Metody řešení parciálních diferenciálních rovnic (metoda sítí, metoda konečných objemů, metoda konečných prvků). (doc. Ing. Jan Šembera, Ph.D.)

Aplikace numerických metod v modelování transportně-reakčních procesů

Aplikace metody rozdělení operátoru, Runge-Kuttovy metody, metody konečných objemů, metody konečných prvků a metody konečných diferencí pro úlohu transportu hmoty a chemických reakcí v roztoku a horninovém prostředí, formulace matematických úloh pro simulaci kombinace rovnovážných a kinetických chemických reakcí v roztoku a metody jejich řešení. (doc. Ing. Jan Šembera, Ph.D.)

Mikrobiologie

Klasifikace mikroorganismů a jejich diverzita, prokaryota, eukaryota. Fyzikální a chemické požadavky na prostředí pro růst mikroorganismů, rychlost růstu. Život v extrémních podmínkách. Mikrobiální kolonizace různých materiálů. Biofilmy – charakterizace a formování. Aktivita na buněčném povrchu, náboj, pasivní a aktivní adsorpce kovů. Vzájemné interakce mikroorganismů a jejich role v biogeochemických cyklech. Metody stanovení mikrobiální aktivity a diverzity. (RNDr. Alena Ševců, Ph.D.)

Environmentální toxikologie

Problematika účinků vybraných skupin toxických látek na živé organismy. Cesty vstupu toxické látky do životního prostředí, jejich osud v životním prostředí a jejich interakce s organismy. Základní pojmy z oblasti ekotoxikologie, vztahy mezi toxickou látkou a jednotlivými složkami

životního prostředí, mechanismy jejich vzájemného ovlivňování a přehled o metodách vědeckého výzkumu v dané oblasti. (RNDr. Alena Ševců, Ph.D.)

Nanotoxikologie

Studenti se seznámí s běžně používanými pojmy v toxikologii a nanotoxikologii. Budou rozumět biologickým interakcím ve vztahu k potenciální toxicitě nanomateriálů. Budou znát rozdílné přístupy k testování toxicity chemických látek a nanočástic. Důležité bude pochopit vztah unikátních vlastností nanočástic a jak tyto vlastnosti ovlivňují interakce na úrovni buňky nebo celého organismu. Subcelulární distribuce nanočástic, vliv proteinové korony na osud nanočástic v organismu, oxidační stres. Dále budou studenti umět popsat vliv prostředí a časového měřítka na toxicitu nanomateriálů a důležitost vyhodnocení rizik na více úrovních – individuí, populací, komunit a ekosystémů. (RNDr. Alena Ševců, Ph.D.)

Diagnostika číslicových systémů

se zabývá následujícími oblastmi: vznikem poruch v číslicových systémech, metodami verifikace a testování složitých systémů, návrhem pro snadnou testovatelnost obvodů, vestavěnými prostředky testování (BIST), metodami analýzy odezev na test, systémy odolnými proti poruchám, automatizovanými generátory testovacích posloupností (ATPG), simulátory poruch, externími testery, kompresí testovacích dat. (prof. Ing. O. Novák, CSc.)

Metody digitálního zpracování vícerozměrných signálů

Opakování lineární algebry, příklady aplikace ve zpracování digitálních signálů a pokročilejší partie lineární algebry (normální matice, toeplitzovské matice, cirkulární matice). Dále vzorkování signálu v prostoru a čase, zpracování signálů z více senzorů, druhy beamformerů a jejich vlastnosti, metody PCA, ICA, a CCA a jejich analytické vlastnosti. Příklady ve zpracování biologických signálů EKG a EEG. (doc. Ing. Zbyněk Koldovský, Ph.D.)

Počítačové zpracování řeči

analýza řečového signálu, metody modelování a identifikace řeči, principy a algoritmy rozpoznávání spojitě řeči, metody rozpoznávání řečnicka a jazyka, fonetické a lingvistické aspekty jazyka (zejména se zaměřením na slovanské jazyky), diskriminativní a generativní klasifikátory, akustické a jazykové modelování mluvené řeči, aplikace neuronových sítí při rozpoznávání řeči. (prof. Ing. Jan Nouza, CSc.)

Počítačová lingvistika

skryté markovské modely, jazykové modely, značkování textu, bezkontextové gramatiky, pravděpodobnostní bezkontextové gramatiky a jejich využití v úloze syntaktické analýzy, statistické metody pro řešení úlohy automatického překladu z jazyka do jazyka, log-lineární modely a jejich využití v úloze zpracování přirozeného jazyka, učení s učitelem a bez učitele. (Ing. Petr Červa, Ph.D.)

Piezoelektrické rezonátory, senzory a aktuátory

Piezoelektrické látky a jejich lineární a nelineární elektrické, dielektrické a piezoelektrické vlastnosti. Sensorická a akuační funkce piezoelektrického tělesa definovaného tvaru a orientace. Kmity piezoelektrických výbrusů: tloušťkové kmity tenkých piezoelektrických desek. Aproximativní řešení kmitů ohraničených piezoelektrických desek využívající rozvoje v mocninou řadu. Elektrický náhradní obvod piezoelektrických rezonátorů. Teplotní a časová stabilita piezoelektrického rezonátoru, změny parametrů elektrického náhradního obvodu zprostředkované nelineárními vlastnostmi krystalů. Měření lineárních parametrů elektrického náhradního obvodu piezoelektrického rezonátoru. Miniaturizace piezoelektrických rezonátorů (FBAR) a její vliv na frekvenční spektrum rezonátoru. Piezoelektrický rezonátor jako senzor fyzikálních veličin, resp. biochemických vlastností látek.

Principy návrhu piezoelektrických aktuátorů a jejich použití. Mikroelektromechanické systémy (MEMS) s elektroaktivní tenkou piezoelektrickou vrstvou. Nelinearity tenkých piezoelektrických

vrstev. Vybrané vlastnosti moderních ferroelektrických materiálů včetně relaxorů. (prof. Ing. Jaroslav Nosek, CSc.)

Fyzika pevných látek

Krystalografie, mřížková struktura pevných látek, symetrie, krystalografické soustavy.

Atomové vazby v pevných látkách.

Difrakce záření na krystalu. Reciprokový prostor.

Fonony: vibrace krystalové mřížky. Akustické a optické disperzní módy. Stavová hustota.

Disperzní křivky pro víceatomovou primitivní buňku. Možnosti experimentálního měření fononů.

Tepelné vlastnosti fononů.

Elektronová struktura: model Fermiho plynu volných elektronů.

Elektronový příspěvek do tepelné kapacity.

Elektrická a tepelná vodivost kovů.

Pásová elektronová struktura. Zakázaný, valenční a vodivostní pás. Klasifikace pevných látek podle pásové struktury.

Úvod do simulací *ab-initio*.

Zjednodušení mnohačasticového Hamiltoniánu z hlediska praktické řešitelnosti Schrödingerovy rovnice.

Dielektrické a ferroelektrické materiály

(Ing. Pavel Márton, Ph.D.)

Chemie povrchu a příprava vrstev

Charakteristika povrchů a chemické děje probíhající na povrchu materiálů, základy koloidní chemie. Chemické modifikace povrchu materiálů. Příprava tenkých vrstev chemickou cestou a chemické aspekty fyzikálních a fyzikálně-chemických postupů přípravy tenkých vrstev.

Metoda sol-gel, princip a použití metody. Chemická podstata dějů probíhajících při depozici vrstev metodou sol-gel a plasmovou depozicí. Chemické a fyzikálně-chemické vlastnosti vrstev připravených metodou sol-gel a plasmovou depozicí. Nové směry v chemickém složení vrstev (nanokompozity, anorganicko-organické materiály apod.).(doc. Ing. Petr Exnar, CSc.).