

Státní závěrečná zkouška studijního programu **Senzorika a kybernetika v chemii**

(platí od akademického roku 2025/2026)

Organizace a průběh

Státní závěrečné zkoušky (dále jen SZZ) magisterského studijního programu **Senzorika a kybernetika v chemii** se řídí aktuálně platným Studijním a zkušebním řádem VŠCHT Praha a skládají se z obhajoby diplomové práce a ústní části.

Při obhajobě diplomové práce student přednese teze diplomové práce, vyjádří se k posudkům práce a diskutuje o své práci se členy zkušební komise. V ústní části SZZ se prověří znalosti studenta tím, že student odpovídá na otázky členů zkušební komise nejméně ze čtyř tematických okruhů v souladu se schválenou akreditací magisterského studijního programu.

Tematické okruhy:

Povinné okruhy:

TO1 Řízení technologických procesů (vychází z předmětů M445003 Teorie řízení, M445019 Prediktivní řízení)

TO2 Měřicí technika (vychází z předmětu M444006 Měřicí technika)

Volitelné okruhy. Student si volí dva z následující nabídky:

TO3 Zpracování signálů a obrazů (vychází z předmětů M445002 Číslicové zpracování signálů a obrazů, M445010 Pokročilé zpracování obrazů)

TO4 Neuronové sítě a umělá inteligence (vychází z předmětů M445004 Neuronové sítě, M445014 Aplikovaná umělá inteligence)

TO5 Modelování a identifikace (vychází z předmětů M445005 Matematické modelování procesů, M445 007 Experimentální identifikace)

TO6 Chemické senzory (vychází z předmětů M444009 Chemické senzory, M444013 Technologie a vlastnosti senzorových vrstev, M444008 Senzory a senzorové systémy)

TO7 Aplikovaná fyzika (vychází z předmětů M444009 Fyzika III, M444001 Fyzika biosystémů, M444015 Fyzika plazmatu)

Náplň tematických okruhů

TO1 Řízení technologických procesů

Dynamický systém. Matematické modelování fyzikálních systémů. Přenos dynamického systému. Blokové diagramy, algebra blokových diagramů. Klasifikace dynamických systémů, jejich popis. Statické a dynamické charakteristiky. Regulátor PID, popis a charakteristiky základních typů regulátorů. Regulační obvod, základní členy regulačního obvodu, zpětná vazba. Dynamické vlastnosti regulačních obvodů. Stabilita regulačních obvodů, základní kritéria určování stability. Kvalita regulačních obvodů, její kritéria. Metody nastavení regulátoru, srovnání. Popis lineárního systému ve stavovém prostoru, metody návrhu stavových regulátorů.

Spojité a diskrétní oblast, difference, sumace, diferenční rovnice, Z-transformace. Spojitý a diskrétní stavový popis. Metody návrhu diskrétního regulátoru. Adaptivní metody řízení. Standardní forma

prediktivního řízení GPC. Formulace predikčního modelu s využitím inverzní matice a stavového popisu. Analytické řešení účelové funkce a výpočet regulačního zákona, standardní a odchylkový tvar. Prediktivní řízení vícerozměrových systémů. Lineární a nelineární systémy a jejich popis.

TO2 Měřicí technika

Skladba měřicího řetězce. Statické a dynamické vlastnosti měřicích přístrojů. Snímače teploty dotykové (tepelně-expanzní, termoelektrické, odporové (RTD, NTC a PTC termistory). Bezdotykové snímače teploty (IČ-teploměry, termokamery). Snímače tlaku (kapacitní, tenzometrické, piezoelektrické, rezonanční). Vakuometry ionizační a tepelné. Snímače hladiny (hydrostatické, vibrační, vodivostní, kapacitní, ultrazvukové, radarové, ionizační hladinoměry). Snímače průtoku a proteklého množství (indukční, ultrazvukové a vírové). Hmotnostní průtokoměry (Coriolisovy průtokoměry, tepelné průtokoměry).

Měření množství tepla. Snímače složení kapalin (snímače hustoty, elektrolytické vodivosti, snímače optických vlastností). Snímače složení plyných směsí (pelistory, chemické vodivostní senzory, elektrochemické senzory). Optické absorpční analyzátory. Magnetické analyzátory. Ionizační analyzátory - FID, PID. Měření elektrotransportních vlastností polovodičů (termosonda, čtyřbodová metoda, metoda van der Pauw, Hallovo měření). Základy metrologie. Odběr a úprava vzorku pro automatické analyzátory. Analogové a číslicové zpracování signálu snímačů (měřicí můstky, operační zesilovače, převodníky). Přenos signálu (proudová smyčka, HART protokol).

TO3 Zpracování signálů a obrazů

Matematický popis systémů a signálů. Z-transformace, základní definice a vlastnosti, řešení diferenčních rovnic. Popisy systémů v časové a frekvenční oblasti. Diskrétní přenos. Stabilita systémů. Analýza signálů. Diskrétní Fourierova transformace, definice, složkové vyjádření, základní vlastnosti, spektrální analýza, frekvenční charakteristiky, výběrová okénka, krátkodobá DFT, interpretace při analýze vícerozměrných dat, princip FFT.

Počítačové vidění a analýza vědeckých obrazových dat. Principy snímání obrazu, optická cesta, ostrost. Převod signálu na digitální data a následné zpracování v počítači. Metody získání rastrového obrazu a související problémy. Histogram a jeho úpravy. Úvod do Fourierovy transformace. Maskování, metody filtrace obrazu, potlačení šumu. Detekce hran a jejich aplikace, Houghova transformace. Matematická morfologie obrazu. Aplikace metod zpracování signálů a obrazů.

TO4 Neuronové sítě a umělá inteligence

Umělé neuronové sítě (matematický model neuronu a sítě, aktivační funkce). Typy učení neuronových sítí, metody optimalizace vah, metrika, ztrátová funkce, gradient, trénovací a testovací množiny dat. Kapacita neuronové sítě, overfitting, underfitting, regularizace neuronových sítí. MLP, konvoluční sítě, současné architektury a modely neuronových sítí (pro zpracování textu a obrazu).

Validace a vyhodnocování přesnosti klasifikace. Nástroje a metody umělé inteligence. Inteligentní agenty (architektura, dělení, základní pojmy). Reprezentace znalostí, výroková a predikátová logika, odvozování znalostí, neurčitost ve znalostech a odvozování. Expertní a produkční systémy, znalostní řídicí systémy. Fuzzy modely, pravidla usuzování a fuzzy řízení. Programovací jazyky umělé inteligence.

TO5 Modelování a identifikace

Zásady vytváření matematických modelů. Aplikace Laplaceovy transformace a Masonovy věty v oblasti modelování. Hydrodynamické modely. Linearizace, přenosová matice, popis ve stavovém prostoru. Hydrodynamické modely s koncentrací (ideální míšič, pístový tok, kaskády bez a se zpětným tokem, míšič s mrtvou zónou, míšič s obtokem). Destilační patrové kolony. Tepelné systémy, výměník se soustředěnými parametry. Reaktory, sériové a paralelní uspořádání PMR, vsádkové reaktory. Pneumatické systémy. Krátké potrubí. Teorie podobnosti. Modely s rozloženými parametry (difuzní model).

Zásady identifikace. Identifikace analytická a experimentální. Integrální kritéria. Základní pojmy statistiky (náhodná veličina, bílý šum, momenty, kumulanty). Identifikace dynamických deterministických modelů z přechodové charakteristiky (Strejcova, dvoubodová, třibodová metoda, kmitavé systémy). Parametrizace impulsní charakteristiky. Výpočet frekvenční charakteristiky. Metoda nejmenších čtverců (v maticovém tvaru). Identifikace stochastických systémů – druhy modelů.

TO6 Chemické senzory

Klasifikace senzorů, inteligentní senzory, měřicí řetězce (systém centralizovaný a decentralizovaný, vlastnosti). Požadavky na senzory, parametry senzorů. Testování senzorů, spolehlivost a dlouhodobá stabilita. Metody zmenšení chyb senzorů. Kritéria výběru senzorů, 3 generace senzorů. Fyzika polovodičů. Pásový model. Vlastní a nevlastní polovodič. Přechod p-n. Shottkyho přechod. Unipolární tranzistor. Struktura MIS. Povrchové stavy na polovodičích. Využití polovodičových struktur v senzorech.

Základní rozdělení chemických senzorů. Princip a použití polovodičového plynového senzoru. Detekční mechanismy v závislosti na pracovní teplotě. Architektura polovodičového plynového senzoru. Typy vrstev, výběr materiálu. Katalyzátory, dopanty, inhibitory růstu krystalových zrn, selektivní membrány. Technologie přípravy aktivních vrstev. Parametry charakterizující senzor a možnosti jejich zdokonalení - metodiky a režimy měření. Interferující látky, katalytické jedy a inhibitory.

Optické a optovláknové senzory, základní zákony a principy, modulace signálu neelektrickými veličinami. Piezoelektrické (rezonanční) senzory (krystalový rezonátor, SAW), principy a využití. Piezorezistivní senzory, druhy, principy funkce, využití a základní typy el. zapojení. Biosenzory (biokatalytické a bioafinitní senzory, protilátka, antigen, přímé a nepřímé stanovení).

TO7 Aplikovaná fyzika

Evolučně stabilní strategie; odhad chování jednosložkových dynamických systémů (linearizace diferenciální rovnice, určení stacionárních bodů, vyšetření stability stacionárních bodů); synergický potenciál pro odhad chování jednosložkových dynamických systémů; odhad chování dvousložkových dynamických systémů (nalezení stacionárních bodů, linearizace v okolí stacionárních bodů, vyšetření stability stacionárních bodů, fázový portrét); věty termodynamické, možnost lokálního poklesu entropie v disipativních systémech

Základy akustiky, geometrické a vlnové optiky; fotonika, spontánní a stimulovaná emise, Einsteinův koeficient spontánní emise; luminiscence; laser, optický rezonátor, generace pulzů, vnitřní modulace

Složení a děje probíhající v plazmatu; termální plazma a jeho diagnostika; netermální plazma a jeho diagnostika; vybrané aplikace nízkoteplotního plazmatu.