

# Simulace a identifikace systémů

**Studijní program:** N0714A270011 Řízení strojů a procesů  
**Akademický rok:** 2022/2023

1. Cíle a metody identifikace a simulace systémů. Základní systémové pojmy - systém, dynamický systém, základní dynamické relace, princip separability. Postup vytváření modelů, pojmy černá, bílá, šedá skříňka.
2. Stavová formulace dynamického systému, obecná struktura. Stav systému, rovnovážný stav, stavová trajektorie, typy rovnovážných stavů. Linearizace v okolí rovnovážného stavu. Lineární dynamický systém.
3. Převod nestavové formulace dynamického systému na stavovou - metoda postupné integrace, snižování řádu derivace, sériové, paralelní programování. Převod více relací pro několik vstupů a výstupů, převod nelineární relace na stavovou.
4. Typické nelinearity - základní charakteristiky, jejich popis a modelování. Omezení integrace.
5. Matematický model funkčních závislostí - aproximace funkcí - metody lineární regrese, interpolace pomocí polynomů. Metoda nejmenších čtverců.
6. Interpolace pomocí kubické spline funkce. Periodická, parametrická, cyklická spline funkce.
7. Numerické metody výpočtu integrálu a derivace funkce.
8. Jednokrokové a vícekrokové metody numerického řešení DR - princip metod, odhad chyby řešení - kontrola přesnosti výpočtu. Chyby vznikající při numerickém řešení.
9. Numerické řešení stavových rovnic lineárních časově invariantních dynamických systémů, diskretizace modelu, matice přechodu, metody výpočtu.
10. Stabilita numerického řešení DR oblasti stability metod numerického řešení DR. Tuhé systémy. A - stabilní metody.
11. Matematicko-fyzikální modelování, matematická podobnost, fyzikální podobnost, fyzikální analogie.
12. Základní vztahy a zákony používané pro identifikaci mechanických soustav konajících přímočarý a rotační pohyb. Příklad aplikace základních vztahů.
13. Identifikace mechanických soustav s více stupni volnosti, modelování pružného a pevného spojení prvků mechanismu. Lagrangeovy rovnice 2. druhu.
14. Základní postupy identifikace elektrických systémů, používané fyzikální zákony a metody. Jejich použití při sestavení modelu dynamických vlastností stejnosměrného motoru s konstantním buzením.
15. Matematické modely základních zapojení operačních zesilovačů, vlastnosti a realizace přenosových funkcí (regulátory, filtry).
16. Základní vztahy a zákony používané pro identifikaci hydromechanických soustav. Aplikace základních vztahů pro modelování výtoku kapalin z nádob, regulace výšky hladiny kapaliny.
17. Modelování hydraulických mechanismů. Základní hydraulické odpory. Matematický model přímočarého hydromotoru, prvků pro řízení průtoku.
18. Modelování tepelných procesů. Vedení, proudění, sálání tepla. Matematický model nádoby s tepelnou kapacitou a ztrátami.

19. Deterministické metody experimentální identifikace - používané vstupní signály, technická realizovatelnost, výhody a nedostatky používaných metod. Vyšetření přechodové charakteristiky z odezvy na pravoúhlý impuls a rampovou funkci.
20. Experimentální metody identifikace využívající přechodové charakteristiky. Vstupní signály, přiřazení náhradních modelů, vyhodnocení přechodových charakteristik - Strejcovy metody, aproximace přechodových charakteristik soustav s dopravním zpožděním.
21. Metody parametrizace přechodových charakteristik - metoda postupné integrace, metoda ploch, volba náhradních modelů, výhody a nevýhody použití jednotlivých modelů, možnosti použití v technické praxi.
22. Použití harmonických signálů pro identifikaci dynamických vlastností systému. Popis harmonických signálů, průchod testovacích signálů (harmonický, impulsní, šumový) dynamickým systémem. Měření a vyhodnocení frekvenční charakteristiky. Výpočet koeficientů přenosu systému z naměřeného souboru hodnot frekvenční charakteristiky. Experimentální metody vyhodnocení frekvenčních charakteristik.
23. Stochastické metody identifikace - základní pojmy - náhodný proces, proces stacionární, ergodický, bílý a růžový šum. Testovací signály, pseudonáhodné signály, vlastnosti.
24. Charakteristiky realizace náhodného procesu - střední hodnota, rozptyl, hustota pravděpodobnosti, distribuční funkce, autokorelační funkce, spektrální výkonová hustota.
25. Identifikace pomocí náhodného signálu - stochastická formulace dynamického systému. Stanovení váhové funkce s využitím náhodných signálů. Wiener - Hopfova rovnice. Dekonvoluce. Výhody a nevýhody stochastických metod, možnosti jejich aplikace v technické praxi.
26. Matematické modely náhodného procesu (AR, ARMA a ARIMA) a jejich využití. Stanovení koeficientů metodou nejmenších čtverců, s váhovými koeficienty, rekurzivní postup.
27. Matematické modely dynamických systémů (ARX, ARMAX) a jejich využití. Metody průběžné identifikace a jejich porovnání s jednorázovými metodami. Exponenciální zapomínání.
28. Odhad parametrů modelu v uzavřeném regulačním obvodu. Význam a oblast použití metod, jejich rozdělení a charakteristika. Přímá a nepřímá identifikace. Identifikace s použitím přídavného signálu a bez něho.
29. Technické a programové prostředky pro simulaci systémů - číslicové počítače, analogové počítače, hybridní výpočetní systémy. Rozdělení a vlastnosti simulačních jazyků, rovnicově orientované, blokově orientované, fyzikální modelování (MATLAB – Simulink, LMS AMESim).
30. Aplikace simulace při vývoji a testování řídicích systémů. Simulace Hardware in the Loop, technické prostředky pro její realizaci (dSPACE).