

Témata miniprojektů

Vždy stručný popis matematického pozadí problému (1-5 stran), implementace programu v Pythonu, stručný komentář k výsledkům. Vše posléze prezentovat během 3-5 minut. Lze používat jakékoli „pomůcky“, včetně ChatGPT.

Matematici a informatici: Petr Bakeš, Pavol Biačko, Ladislav Pittner

- Implementace (v Pythonu) rychlé Fourierovy transformace pro analýzu signálu – např. zvuku, EKG, obrazu... provést Fourierovu analýzu, zkusit odfiltrovat vyšší frekvence a sledovat, jak se mění kvalita signálu
- Deterministický chaos – Lorenzův model počasí, vykreslit fázové trajektorie a ukázat graficky závislost vývoje systému na odchylce v počátku, dokumentovat tzv. motýlí efekt
- Numerické řešení jednorozměrné difúzní rovnice
- Implementace výpočtu inverzní matice pomocí Gaussovy eliminace v Pythonu - změřit závislosti doby trvání programu na velikosti matice, tuto rychlost vynést v grafu pomocí Matplotlib

Chemici: Jan Gistr, Jaromír Šándor

- Odvození vztahů pro difrakční obrazec při odrazu vlnění na dvojrystvé mřížce atomů + číselný výpočet a nakreslení difrakčního obrazce v Pythonu, ozřejmit závislost na vzdálenosti atomů
- Oscilační chemické reakce (vybrat si jednu) – matematický popis + simulace v Pythonu (fázový portrét)
- Numerické řešení jednorozměrné difúzní rovnice

Ostatní studenti

Imunitní systém vs HIV virus – popis diferenciálních rovnic + řešení a vykreslení v pythonu (fázové portréty)

SIR model epidemie (např. COVID-19)

Model predátor – kořist – popis diferenciálních rovnic + řešení a vykreslení v pythonu (fázové portréty)

Matematické kyvadlo – odvození rovnice (jednak pro aproximaci $\sin x \approx x$, jednak bez aproximace) + numerické řešení a simulace v Pythonu

Určit prvních 10 kladných kořenů funkce $y = \sin x / x$ numerickými metodami

Vyřešit nelineární diferenciální rovnici pomocí Eulerovy metody a metody podle Runge a Kutta – porovnání rychlosti řešení dle přesnosti řešení

Modely růstu počtu bakteriální či nádorové populace – diferenciální rovnice + řešení pomocí pythonu

Trojuhelníky či obdélníky pomocí Fourierových řad – odvodit F. řadu a namalovat v Pythonu

Matematický popis fyziologických regulačních systémů – diferenciální rovnice + vykreslení v pythonu

- CO₂ – dýchání
- Inzulín, glukóza
- Arteriální tlak, baroreceptory

Taylorův rozvoj distribuční funkce Gaussova rozdělení – odvození, vykreslení v Pythonu a porovnání s numerickým řešením Gaussovy funkce

Model růstu bohatství v ekonomice: Dynamika bohatství mezi dvěma skupinami v populaci může být popsána diferenciálními rovnicemi. Například ekonomický model dvou tříd – bohatých a chudých – může sledovat tok bohatství mezi těmito třídami.

Model šíření inovací (Bassův model): V sociálních a ekonomických vědách lze popsat šíření inovací (nové technologie, produkty) mezi spotřebiteli. Bassův model je jedním z nejznámějších modelů, který popisuje přijetí inovací jako dynamický proces mezi dvěma skupinami: inovátory a imitátory.