

**Dinamikai rendszerek vizsgálatának számítógépes módszerei**  
**(A számítógéppel segített matematikai modellezés alapjai)**  
**intenzív kurzus programja**  
**SZTE, Orvosi Informatikai Intézet**

**Óraszám: 30 óra**

**Előadó:** Dr. Karsai János egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem, Orvosi Informatikai Intézet

<http://silver.szote.u-szeged.hu/>

E-mail: karsai@dmi.u-szeged.hu

**Célkitűzések:**

A hallgatók megismertetése a legfontosabb matematikai fogalmak, eljárások számítógépes megvalósításaival, a számítógépes kísérletezés módszereivel, a matematikai modellezés legfontosabb lépéseivel.

**Az oktatás módszere:**

Egy adott témakör áttekintése után, az előadó bemutatja a szükséges számítógépes eszközöket. A gyakorlatvezető segítségével a hallgatók a tanultakat azonnal számítógépen kipróbálják, önálló kísérleteket folytatnak. Minden témakörhöz kész oktatóanyagok állnak rendelkezésre.

A kurzust a technikai eszközök, programok használatának megtanulásával kezdjük. A lehetőségeknek megfelelően a Mathematica programozásával mélyebben is foglalkozunk.

**Az ellenőrzés módjai, vizsga:**

A kurzus végén a hallgatók kollokvium értékű osztályzatot kapnak.

A kurzus során a feladatokat számítógéppel kell megoldani, ehhez rendelkezésre állnak a használt szoftverek (teljes dokumentációval) és a felhasznált kész alkalmazások. A kurzus jellege miatt az értékelés nem a "lexikális" tudás számonkérése (mindez a rendelkezésre álló anyagokban megtalálható). Az értékelés arra irányul, hogy a hallgatók mennyire képesek elméleti ismereteiket és a kurzus során tanultakat problémák megoldása során alkalmazni. A végső osztályzatot a hallgatók egy komplex modellezési feladat megoldására kapják.

**Szoftverek:** Mathematica, ODE Architect, IRIS Explorer

**Tematika:**

Számítógépalgebrai alapismeretek: szimbolikus, numerikus műveletek, függvények használata, helyettesítési szabályok, 2D és 3D ábrázolások, a számítógépes vizualizáció alapjai.

Egyenletek formális és numerikus megoldása.

Egy- és többváltozós analízis: határérték, deriváltak, integrál Mathematicával; speciális tulajdonságú függvények keresése, kísérletezések. Függvényvizsgálat számítógéppel. Zéróhelyek numerikus közelítése. Taylor polinomok.

Listák, vektorok, tömbök, kísérleti adatok kezelése, ábrázolása, adattranszformációk, logaritmikus ábrázolás, görbeillesztés a legkisebb négyzetek módszerével.

Lineáris algebra, koordinátageometria, vektoranalízis számítógépen.

Fourier sorok, Fourier transzformáció, Laplace transzformáció és alkalmazásaik.

Listák programozása.

Matematikai algoritmusok programozása, leképezések, iterációk, rekurziók: Newton iteráció, fixpontkeresés, differenciaegyenletek vizsgálata, bifurkációs diagramok készítése.

Grafikai objektumok programozása: transzformációk, iteratív alakzatok, fraktálok.

Közönséges differenciálegyenletek, rendszerek vizsgálata számítógéppel: vektormezők, megoldások, trajektoriák vizsgálata, ábrázolása. Egyensúlyi helyzetek tulajdonságai, stabilitási vizsgálatok, Ljapunov függvények, linearizáció, a fázisleképezés vizsgálata.

Térbeli diszkrét változások, parciális differenciaegyenletek, sejtautomaták Mathematica-val.

Alkalmazások: kísérletek szimulációk egyszerű populációdinamikai és epidemiológiai modellekkel, mechnaikai, biológiai stb. rezgő rendszerekkel, a csillapítás és a külső gerjesztés hatásának vizsgálata.

A Dirac féle delta függvényt tartalmazó differenciálegyenletek vizsgálata, impulzív rendszerek.

Késleltetett rendszerek számítógépes vizsgálata.

Egyéb témák: Mathematica stílus- és notebook programozás.

### Segédanyag:

Karsai J., Rácz É.: Matematikai modellezés alapjai Mathematica-val, segédanyag-gyűjtemény CD-n az intenzív kurzus számára

### Kiegészítő irodalom:

Karsai J., *Impulzív jelenségek modelljei, Mathematica kísérletek*, Typotex kiadó, 2002.

Szili L., Tóth J., *Matematika és Mathematica*, Eötvös Kiadó, 1996.

### Ajánlott irodalom:

E. Beltrami, *Mathematics for Dynamic Modeling*, Academic Press, 1998.

B. Davis, H. Porta, J. Uhl, *Calculus & Mathematica*, Addison-Wesley, 1994.

T. P. Dreyer, *Modelling with Ordinary Differential Equations*, CRC Press, 1993

V. G. Ghanza, E. V. Vorozhtsov: *Numerical Solutions for Partial Differential Equations. Problem Solving Using Mathematica*, CRC Press, 1996

R. J. Gaylord, P. R. Wellin, *Computer Simulations with Mathematica*, Telos-Springer, 1995.

R. J. Gaylord, K. Nishidate, *Modeling Nature, Cellular Automata Simulations with Mathematica*, Telos-Springer, 1996.

F. R. Giordano, M. D. Weir, W. P. Fox, *A First Course in Mathematical Modeling*, Brooks/Cole Publishing Company, 1997.

F. C. Hoppensteadt, C. S. Peskin, *Mathematics in Medicine and the Life Sciences*, Springer-Verlag, 1992.

M. L. de Jong, *Mathematica For Calculus-Based Physics*, Addison-Wesley, 1999.

D. Kaplan, L. Glass, *Understanding Nonlinear Dynamics*, Springer, 1995.

Leah Edelstein-Keshet, *Mathematical Models in Biology*, Mc Graw Hill

R. E. Maeder, *The Mathematica Programmer I-II*, Academic Press, 1996

M.M. Meerschaert, *Mathematical Modelling*, Academic Press, 1999

R. Mickens, *Oscillation in Planar Dynamic Systems*, Word Scientific, 1994.

D. J. Murray, *Mathematical Biology*, Springer, 1997.

A.M. Samolienko, N.A. Perestyuk, *Impulsive Differential Equations*, Word Scientific, 1994.

S. Wolfram, *Mathematica, A System for Doing Mathematics by Computer*, Addison-Wesley Publishing Company, 1991.

S. Wolfram, *A New Kind of Science*, Wolfram Media, Inc., 2002.

D. G. Zill, *Differential Equations with Computer Lab Experiments*, Brooks/Cole Publishing Company, 1998.