

## 1. **Μάθημα: Υπολογιστικά Μαθηματικά**

2. **Περιγραφή μαθήματος:** Το πρόβλημα αρχικών τιμών (ΠΑΤ) για συνήθεις διαφορικές εξισώσεις: Ύπαρξη και μοναδικότητα λύσεων, παραδείγματα μη ύπαρξης και μη μοναδικότητας λύσεων. Επίλυση διαφορικών εξισώσεων ειδικής μορφής: Γραμμικές, Bernoulli, Riccati, εξισώσεις με χωριζόμενες μεταβλητές, ομογενείς, πλήρεις. Επίλυση συστημάτων γραμμικών διαφορικών εξισώσεων. Αριθμητική επίλυση του ΠΑΤ με τη μέθοδο του Euler: Ιδιότητες ευστάθειας και συνέπειας καθώς και εκτίμηση του σφάλματος. Μέθοδοι των Runge–Kutta για το ΠΑΤ: Επιλυσιμότητα, ιδιότητες ευστάθειας και συνέπειας, και εκτίμηση του σφάλματος. Πολυβηματικές μέθοδοι για το ΠΑΤ: Επιλυσιμότητα, ιδιότητες ευστάθειας και συνέπειας και εκτίμηση του σφάλματος. Το πρόβλημα δύο σημείων: Ύπαρξη, μοναδικότητα και ομαλότητα λύσεων.
3. **Στόχοι του μαθήματος:** Κατανόηση των βασικών ζητημάτων για προβλήματα αρχικών τιμών καθώς και για το πρόβλημα συνοριακών τιμών δύο σημείων. Επίλυση απλών διαφορικών εξισώσεων και συστημάτων γραμμικών διαφορικών εξισώσεων. Κατανόηση των θεμελιωδών ποιοτικών χαρακτηριστικών αριθμητικών μεθόδων για προβλήματα αρχικών τιμών, όπως η συνέπεια και η τάξη ακρίβειας, διάφορες ιδιότητες ευστάθειας κ.λπ. Εξοικείωση με τις κύριες κατηγορίες αριθμητικών μεθόδων για προβλήματα αρχικών τιμών.
4. **Επιδιωκόμενα αποτελέσματα:** Έπειτα από επιτυχή συμμετοχή στο μάθημα οι φοιτητές αναμένεται να:
  - Κατανοούν τα βασικά ζητήματα για προβλήματα αρχικών τιμών καθώς και για το πρόβλημα δύο σημείων και μπορούν να επιλύσουν κάποιες απλές διαφορικές εξισώσεις και συστήματα γραμμικών διαφορικών εξισώσεων.
  - Αντιλαμβάνονται τον ρόλο της συνέπειας, της τάξης ακρίβειας και διαφόρων ιδιοτήτων ευστάθειας αριθμητικών μεθόδων για προβλήματα αρχικών τιμών.
  - Γνωρίζουν τις βασικές αριθμητικές μεθόδους για προβλήματα αρχικών τιμών, καθώς και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους.
  - Μπορούν να υλοποιήσουν στον υπολογιστή τις προαναφερθείσες μεθόδους.
5. **Συγγράμματα:**
  - Αριθμητικές Μέθοδοι για Συνήθεις Διαφορικές Εξισώσεις, Γ. Δ. Ακρίβη και Β. Α. Δουγαλή, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, δεύτερη έκδοση, 2013.
  - Αριθμητική Ανάλυση: Συνήθεις Διαφορικές Εξισώσεις, Μ. Ν. Βραχάτη, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα, 2012.
6. **Μέθοδοι διδασκαλίας:** Οι διαλέξεις περιλαμβάνουν θεωρία και ασκήσεις. Το εργαστηριακό μέρος αφορά υλοποίηση μεθόδων στον υπολογιστή.
7. **Κριτήρια αξιολόγησης:** Εργαστηριακές ασκήσεις, τρεις γραπτές ενδιάμεσες εξετάσεις και μία γραπτή τελική εξέταση.
8. **Ιστοσελίδα του μαθήματος:** <http://www.cs.uoi.gr/~aktivis/courses/ComputMath/>

1. **Course Name: Computational Mathematics**
2. **Course Description:** The initial value problem (IVP) for ordinary differential equations: Existence and uniqueness of solutions, examples of non-existence and non-uniqueness of solutions. Differential equations of special form: linear, Bernoulli, Riccati, equations of separable variables, homogeneous, and exact equations. Systems of linear differential equations. Numerical methods for initial value problems: Euler's method: stability and consistency properties and error estimates. Runge-Kutta method: solvability, stability and consistency properties, and error estimates. Multistep methods: stability and consistency properties, and error estimates. Advantages and drawbacks of Runge-Kutta and multistep methods. The two-point boundary value problem: existence, uniqueness and smoothness of solutions.
3. **Learning Objectives:** Understanding the basic facts for initial value problems and the two-point boundary value problem. Solving some elementary differential equations and systems of linear differential equations. Understanding the fundamental qualitative characteristics of numerical methods for initial value problems, like consistency, order of accuracy, stability and convergence. Familiarity with the basic numerical methods for initial value problems.
4. **Expected Outcomes:** After successful attendance of the course the students are expected to:
  - Understand the basic facts for initial value problems as well as for the two-point boundary value problem and can solve some elementary differential equations and systems of linear differential equations.
  - Understand the role of consistency, order of accuracy and stability of numerical methods for initial value problems.
  - Know the basic numerical methods for initial value problems.
  - Are in a position to implement such numerical methods in a computer.
5. **Literature and Study Materials:**
  - Numerical Methods for Ordinary Differential Equations, by G. D. Akrivis and V. A. Dougalis, Crete University Press, Heraklion, second edition, 2013 (in Greek).
  - Numerical Analysis: Ordinary Differential Equations, by M. N. Vrahatis, Kleidarithmos Press, Athens, 2012 (in Greek).
6. **Education Method:** The teaching consists of lectures in both theory and exercises, and of computer exercises.
7. **Assessment Methods and Criteria:** Computer exercises, three written midterm exams and a written final examination.
8. **Course Homepage:** <http://www.cs.uoi.gr/~akrivis/courses/ComputMath/>