ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

(1) ΓΕΝΙΚΑ

ΣΧΟΛΗ	ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ		
ΤΜΗΜΑ	ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΥΛΙΚΩΝ		
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΕΣ ΣΠΟΥΔΕΣ		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΕΜΥ-412	**ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ**	
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ		
ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ *σε περίπτωση που οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται σε διακριτά μέρη του μαθήματος π.χ. Διαλέξεις, Εργαστηριακές Ασκήσεις κ.λπ. Αν οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται ενιαία για το σύνολο του μαθήματος αναγράψτε τις εβδομαδιαίες ώρες διδασκαλίας και το σύνολο των πιστωτικών μονάδων*		**ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ**	**ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ**
		4	5
Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο (δ).			
ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ *γενικού υποβάθρου, ειδικού υποβάθρου, ειδίκευσης γενικών γνώσεων, ανάπτυξης δεξιοτήτων*	Επιλογής, ειδικού υποβάθρου		
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:	Εισαγωγή στον προγραμματισμό Η/Υ (ΕΜΥ-113)		
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:	Ελληνική		
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS	ΝΑΙ		
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)	http://www.materials.uoc.gr/el/undergrad/courses/EMY412/		

(2) ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μαθησιακά Αποτελέσματα

Περιγράφονται τα μαθησιακά αποτελέσματα του μαθήματος οι συγκεκριμένες γνώσεις, δεξιότητες και ικανότητες καταλλήλου επιπέδου που θα αποκτήσουν οι φοιτητές μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος.

Συμβουλευτείτε το Παράρτημα Α

- *Περιγραφή του Επιπέδου των Μαθησιακών Αποτελεσμάτων για κάθε ένα κύκλο σπουδών σύμφωνα με το Πλαίσιο Προσόντων του Ευρωπαϊκού Χώρου Ανώτατης Εκπαίδευσης*
- *Περιγραφικοί Δείκτες Επιπέδων 6, 7 & 8 του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Προσόντων Διά Βίου Μάθησης και το Παράρτημα Β*
- *Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων*

Με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος οι φοιτητές:
1. θα γνωρίζουν τις βασικές αριθμητικές μεθόδους για την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων και θα μπορούν να αναπτύσσουν προγράμματα που να τις υλοποιούν.
2. θα είναι προετοιμασμένοι για να παρακολουθήσουν *επόμενα υπολογιστικά μαθήματα του προγράμματος σπουδών: Υπολογιστική Επιστήμη Υλικών Ι (ΕΜΥ- 415) και ΙΙ (ΕΜΥ-416), κλπ*
3. θα έχουν την ικανότητα να κατανοήσουν και να εφαρμόσουν νέες, μη διδαγμένες, μεθόδους για την επίλυση σύνθετων μαθηματικών και φυσικών προβλημάτων.

Το μάθημα σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Προσόντων Δια Βίου Μάθησης είναι επιπέδου 6 ως μάθημα πρώτου κύκλου σπουδών.

Γενικές Ικανότητες

Λαμβάνοντας υπόψη τις γενικές ικανότητες που πρέπει να έχει αποκτήσει ο πτυχιούχος (όπως αυτές αναγράφονται στο Παράρτημα Διπλώματος και παρατίθενται ακολούθως) σε ποια / ποιες από αυτές αποσκοπεί το μάθημα;.

Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών	*Σχεδιασμός και διαχείριση έργων*
	Σεβασμός στη διαφορετικότητα και στην πολυπολιτισμικότητα
	Σεβασμός στο φυσικό περιβάλλον
Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις	*Επίδειξη κοινωνικής, επαγγελματικής και ηθικής υπευθυνότητας και ευαισθησίας σε θέματα φύλου*
Λήψη αποφάσεων	
Αυτόνομη εργασία	*Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής*
Ομαδική εργασία	*Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης*
Εργασία σε διεθνές περιβάλλον	*……*
Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον	*Άλλες…*
Παράγωγή νέων ερευνητικών ιδεών	*…….*

Αντιμετώπιση σύνθετων προβλημάτων
Ανάπτυξη της διεπιστημονικής σκέψης
Χρήση βιβλιοθήκης και πολλαπλών βιβλιογραφικών πηγών
Αναζήτηση πηγών, προσομοιώσεων και ηλεκτρονικών μαθημάτων από το διαδίκτυο
Δημιουργία σημειώσεων και αυτόνομη μέθοδος μελέτης
Υλοποίηση ερευνητικών εργασιών
Διαχείριση του χρόνου και προθεσμιών

(3) ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

- Συστήματα αρίθμησης. Πρότυπα IEEE ακεραίων και πραγματικών αριθμών. Αναπαράσταση αριθμών στον υπολογιστή.
- Αριθμητική επίλυση μη γραμμικής εξίσωσης. Ορισμοί - Χρήσιμα Θεωρήματα. Μέθοδοι: διχοτόμησης, ψευδούς σημείου, τέμνουσας, Müller, γενική επαναληπτική μέθοδος (σταθερού σημείου), Householder (Newton-Raphson, Halley).
- Επίλυση συστήματος γραμμικών εξισώσεων. Απευθείας μέθοδοι (Απαλοιφή Gauss, Gauss-Jordan, LU). Επαναληπτικές μέθοδοι (Gauss-Seidel, Jacobi, SOR). Άλλες μέθοδοι.
- Εφαρμογές: Υπολογισμός ορίζουσας πίνακα, αντίστροφου πίνακα, ιδιοτιμών και ιδιοδιανυσμάτων. Επίλυση μη γραμμικών συστημάτων.
- Προσέγγιση συναρτήσεων μιας μεταβλητής/συνόλου σημείων: Παρεμβολή με πολυώνυμο, με λόγο πολυωνύμων, με πολυώνυμα κατά τμήματα, με spline. Φαινόμενο Runge. Αριθμητική παραγώγιση.
- Προσαρμογή ευθείας γραμμής σε πειραματικά δεδομένα με τη μέθοδο Ελάχιστων Τετραγώνων. Προσαρμογή πολυωνυμικής, λογαριθμικής και εκθετικής καμπύλης. Συντελεστής γραμμικής συσχέτισης.
- Αριθμητική ολοκλήρωση. Κανόνες Τραπεζίου και Simpson. Γενικοί τύποι Newton-Cotes. Μέθοδοι Gauss (Legendre, Hermite, Laguerre, Chebyshev). Μέθοδος Clenshaw–Curtis. Άλλες μέθοδοι.
- Αριθμητική επίλυση συνήθων διαφορικών εξισώσεων. Μέθοδοι Euler (explicit/implicit), Taylor, Runge-Kutta 2ης και 4ης τάξης. Επίλυση συστημάτων διαφορικών εξισώσεων α' βαθμού. Επίλυση διαφορικών εξισώσεων ανώτερου βαθμού.
- Άλλα θέματα (ενδεικτικά: FFT, εύρεση ακρότατων συνάρτησης, κ.α.).

(4) ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

<table>
<tr><td>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ
Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</td><td>Πρόσωπο με πρόσωπο</td></tr>
<tr><td>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</td><td>Χρησιμοποιούνται υπολογιστές και προβολέας στη διδασκαλία, στα εργαστήρια και στην επικοινωνία με τους φοιτητές (μέσω ιστοσελίδας μαθήματος και email).
Το υλικό του μαθήματος είναι αναρτημένο στην πλατφόρμα ασύγχρονης εκπαίδευσης του τμήματος.</td></tr>
<tr><td>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ
Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι διδασκαλίας.
Διαλέξεις, Σεμινάρια, Εργαστηριακή Άσκηση, Άσκηση Πεδίου, Μελέτη & ανάλυση βιβλιογραφίας, Φροντιστήριο, Πρακτική (Τοποθέτηση), Κλινική Άσκηση, Καλλιτεχνικό Εργαστήριο, Διαδραστική διδασκαλία, Εκπαιδευτικές επισκέψεις, Εκπόνηση μελέτης (project), Συγγραφή εργασίας / εργασιών, Καλλιτεχνική δημιουργία, κ.λπ.

Αναγράφονται οι ώρες μελέτης του φοιτητή για κάθε μαθησιακή δραστηριότητα καθώς και οι ώρες μη καθοδηγούμενης μελέτης σύμφωνα με τις αρχές του ECTS</td><td>
<table>
<tr><th>Δραστηριότητα</th><th>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</th></tr>
<tr><td>Διαλέξεις</td><td>26</td></tr>
<tr><td>Εργαστηριακές ασκήσεις στους Η/Υ</td><td>26</td></tr>
<tr><td>Ώρες γραφείου για την καθοδήγηση των φοιτητών και την επίλυση απορίων</td><td>13</td></tr>
<tr><td>Αυτοτελής Μελέτη</td><td>85</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Σύνολο Μαθήματος</td><td>150</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ
Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης

Γλώσσα Αξιολόγησης, Μέθοδοι αξιολόγησης, Διαμορφωτική ή Συμπερασματική, Δοκιμασία Πολλαπλής Επιλογής, Ερωτήσεις Σύντομης Απάντησης, Ερωτήσεις Ανάπτυξης Δοκιμίων, Επίλυση Προβλημάτων, Γραπτή Εργασία, Έκθεση / Αναφορά, Προφορική Εξέταση, Δημόσια Παρουσίαση, Εργαστηριακή Εργασία, Κλινική Εξέταση Ασθενούς, Καλλιτεχνική Ερμηνεία, Άλλη / Άλλες

Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.</td><td>Η αξιολόγηση γίνεται στα ελληνικά. Οι φοιτητές εξετάζονται και αξιολογούνται γραπτά στο μέσο και στο τέλος του εξαμήνου.</td></tr>
</table>

(4) ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Γραμματικάκης Μ., Κοπιδάκης Γ., Σταματιάδης Σ.- Εισαγωγή στην Αριθμητική Ανάλυση, Σημειώσεις Διαλέξεων και Εργαστηρίων (http://www.materials.uoc.gr/el/undergrad/courses/ETY213/notes.pdf)
- *Steven C. Chapra, Raymond P. Canale, "Αριθμητικές Μέθοδοι για Μηχανικούς", έκδοση 7η. Εκδόσεις Τζιόλα. 2016.*
- Γ. Δ. Ακρίβης και Β.Α. Δουγαλής, "Εισαγωγή στην Αριθμητική Ανάλυση", Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2015, 4η έκδοση.
- Μπακόπουλος Α. και Ι. Χρυσοβέργης, «Εισαγωγή στην Αριθμητική Ανάλυση», Εκδ. Συμεών, 1996.
- Kincaid, D. and Cheney, W. «Mathematics of Scientific Computing», 3rd eds., Brooks/Cole, 2002.
- I. D. Kahaner, C. Moler, S. Nash, «Numerical methods and software», Prentice Hall, (1989).

COURSE OUTLINE

(1) GENERAL

SCHOOL	SCIENCES AND ENGINEERING		
ACADEMIC UNIT	DEPARTMENT OF MATERIAL SCIENCE AND ENGINEERING		
LEVEL OF STUDIES	UNDERGRADUATE		
COURSE CODE	EMY-412	**SEMESTER**	
COURSE TITLE	Introduction to Numerical Analysis		

INDEPENDENT TEACHING ACTIVITIES *if credits are awarded for separate components of the course, e.g. lectures, laboratory exercises, etc. If the credits are awarded for the whole of the course, give the weekly teaching hours and the total credits*	**WEEKLY TEACHING HOURS**	**CREDITS**
	4	5
Add rows if necessary. The organisation of teaching and the teaching methods used are described in detail at (d).		

COURSE TYPE *general background, special background, specialised general knowledge, skills development*	Optional, Special background
PREREQUISITE COURSES:	Introduction to Computer Programming (EMY-113)
LANGUAGE OF INSTRUCTION and EXAMINATIONS:	GREEK
IS THE COURSE OFFERED TO ERASMUS STUDENTS	YES
COURSE WEBSITE (URL)	https://teleclass.materials.uoc.gr/courses/EMY412/

(2) LEARNING OUTCOMES

Learning outcomes

The course learning outcomes, specific knowledge, skills and competences of an appropriate level, which the students will acquire with the successful completion of the course are described.

Consult Appendix A

- *Description of the level of learning outcomes for each qualifications cycle, according to the Qualifications Framework of the European Higher Education Area*
- *Descriptors for Levels 6, 7 & 8 of the European Qualifications Framework for Lifelong Learning and Appendix B*
- *Guidelines for writing Learning Outcomes*

Upon successful completion of the course, students will
1. know the basic numerical methods for solving mathematical problems and will be able to develop complex programs for the implementation of those methods.
2. be prepared to attend additional computational courses: Computational Materials Science I (ETY-447) and II (ETY-512) etc.
3. be able to understand and apply new numerical methods to solve complex mathematical and physical problems.

The course according to the European Qualifications Framework for Lifelong Learning belongs to level 6.

General Competences

Taking into consideration the general competences that the degree-holder must acquire (as these appear in the Diploma Supplement and appear below), at which of the following does the course aim?

Search for, analysis and synthesis of data and information, with the use of the necessary technology	*Project planning and management*
Adapting to new situations	*Respect for difference and multiculturalism*
Decision-making	*Respect for the natural environment*
Working independently	*Showing social, professional and ethical responsibility and sensitivity to gender issues*

Team work *Working in an international environment* *Working in an interdisciplinary environment* *Production of new research ideas*	*Criticism and self-criticism* *Production of free, creative and inductive thinking* *……* *Others…* *…….*
Solving complex problems Development of scientific thinking Use of libraries and multiple bibliographic sources Search for resources and online lessons Create notes and standalone study method Implementation of research work Manage time and deadlines	

(3) SYLLABUS

Numeral systems. IEEE Standards for integer and floating point numbers. Computer representation of numbers.
Numerical solution of a nonlinear equation. Definitions, useful theorems. Methods: bisection, regula falsi, secant, Muller, fixed point, Householder (Newton-Raphson, Halley).
Systems of linear equations. Direct methods (Gauss elimination, Gauss-Jordan, LU). Iterative methods (Gauss-Seidel, Jacobi, SOR). Other methods. Applications: calculation of the determinant of a matrix, inverse matrix, matrix eigenvalues and eigenvectors. Numerical solution of systems of nonlinear equations.
Function/set of points approximation: Interpolation of polynomial, rational, piecewise polynomial, spline. Runge phenomenon. Numerical differentiation.
Least squares approximation: line, polynomial, logarithmic and exponential. Correlation coefficient.
Numerical quadrature. Trapezoid and Simpson rules. Newton-Cotes formulas. Gauss quadrature methods (Legendre, Hermite, Laguerre, Chebyshev). Clenshaw–Curtis method. Other methods.
Numerical solution of initial value problems of first order ordinary differential equations (ODE). Methods: Euler (explicit/implicit), Taylor, Runge-Kutta 2nd and 4th orders. Systems of ODEs. Higher order ODEs.
Other topics (FFT, optimization, etc)

(4) TEACHING and LEARNING METHODS - EVALUATION

DELIVERY *Face-to-face, Distance learning, etc.*	Face-to-face
USE OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY *Use of ICT in teaching, laboratory education, communication with students*	Computers and projector are used in teaching, exercises and for communicating with students (through the course website and by email).
TEACHING METHODS *The manner and methods of teaching are described in detail.* *Lectures, seminars, laboratory practice, fieldwork, study and analysis of bibliography, tutorials, placements, clinical practice, art workshop, interactive teaching, educational visits, project, essay writing, artistic creativity, etc.* *The student's study hours for each learning activity are given as well as the hours of non-directed study according to the principles of the ECTS*	

Activity	***Semester workload***
Lectures	26
Programming exercises	26
Office hours	13
Independent study	85
Course total	***150***

STUDENT PERFORMANCE EVALUATION *Description of the evaluation procedure*	

Language of evaluation, methods of evaluation, summative or conclusive, multiple choice questionnaires, short-answer questions, open-ended questions, problem solving, written work, essay/report, oral examination, public presentation, laboratory work, clinical examination of patient, art interpretation, other *Specifically-defined evaluation criteria are given, and if and where they are accessible to students.*	Mid-term and final written exams.

(5) ATTACHED BIBLIOGRAPHY

In Greek:

- Γραμματικάκης Μ., Κοπιδάκης Γ., Σταματιάδης Σ.- Εισαγωγή στην Αριθμητική Ανάλυση, Σημειώσεις Διαλέξεων και Εργαστηρίων (http://www.materials.uoc.gr/el/undergrad/courses/ETY213/notes.pdf)
- *Steven C. Chapra, Raymond P. Canale, "Αριθμητικές Μέθοδοι για Μηχανικούς", έκδοση 7η. Εκδόσεις Τζιόλα. 2016.*
- Γ. Δ. Ακρίβης και Β.Α. Δουγαλής, "Εισαγωγή στην Αριθμητική Ανάλυση", Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2015, 4η έκδοση.
- Μπακόπουλος Α. και Ι. Χρυσοβέργης, «Εισαγωγή στην Αριθμητική Ανάλυση», Εκδ. Συμεών, 1996.

In English:

- Kincaid, D. and Cheney, W. «Mathematics of Scientific Computing», 3rd eds., Brooks/Cole, 2002.
- I. D. Kahaner, C. Moler, S. Nash, «Numerical methods and software», Prentice Hall, (1989).