

ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

1. ΓΕΝΙΚΑ

ΣΧΟΛΗ	ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ		
ΤΜΗΜΑ	ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Η/Υ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ		
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟ		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	CEID_NY343	ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	ΕΑΡΙΝΟ
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ		
ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ <i>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</i>	ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ	
Διαλέξεις, Φροντιστηριακές Ασκήσεις, Εργαστηριακές Ασκήσεις	3 (Δ), 1 (Φ), 1 (Ε)	5	
Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο 4.	ΣΥΝΟΛΟ	5	
ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ <i>Υποβάθρου, Γενικών Γνώσεων, Επιστημονικής Περιοχής, Ανάπτυξης Δεξιοτήτων</i>	Ανάπτυξης Δεξιοτήτων		
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:	Συνιστώμενη προαπαιτούμενη γνώση: «Γραμμική Άλγεβρα» (NY110), «Αριθμητική Ανάλυση» (NY240), «Εισαγωγή στους Αλγόριθμους» (NY205), «Βασικά θέματα Αρχιτεκτονικής Υπολογιστών» (NY261), «Παράλληλη Επεξεργασία» (NY408)		
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:	Ελληνικά. Δύναται να προσφέρεται στην αγγλική γλώσσα αν υπάρχουν διδασκόμενοι της αλλοδαπής.		
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS	Ναι (αγγλικά)		
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)	https://eclass.upatras.gr/courses/CEID1151/		

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 Πλαίσιο Προσόντων του Ευρωπαϊκού Χώρου Ανώτατης Εκπαίδευσης
- Περιγραφικοί Δείκτες Επιπέδων 6, 7 & 8 του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Προσόντων Διά Βίου Μάθησης

και Παράρτημα Β

- Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων

Στόχος του μαθήματος είναι να παρουσιάσει βασικές αρχές της σχεδίασης, ανάπτυξης και υλοποίησης αλγορίθμων, μεθόδων και εργαλείων λογισμικού για την υπολογιστική επίλυση προβλημάτων στην επιστήμη και τεχνολογία που απαιτούν προσομοιώσεις και αναλύσεις μεγάλου όγκου δεδομένων σε συστήματα υψηλής επίδοσης επί σύγχρονων αρχιτεκτονικών Η/Υ για σημαντικά υπολογιστικά προβλήματα μεγάλης κλίμακας. Στα πλαίσια του μαθήματος δίνεται έμφαση τόσο στην κατανόηση και τις εφαρμογές όσο και στην θεωρητική θεμελίωση των επιμέρους εννοιών ιδιαίτερα σε μεθόδους για την εκτίμηση και αξιολόγηση της επίδοσης, της απόδοσης και

των σφαλμάτων στις εν λόγω διεργασίες.

Με την ολοκλήρωση της διδασκαλίας του μαθήματος οι φοιτητές θα είναι ικανοί να:

1. Γνωρίζουν τα διαφορετικά μοντέλα που εμπλέκονται στην επίλυση επιστημονικών προβλημάτων και ειδικότερα στον επιστημονικό υπολογισμό.
2. Να κατανοούν το πλαίσιο επιλογών που τίθεται από τη σχέση ταχύτητας αριθμητικών υπολογισμών και ρυθμού μεταφορών σε συστήματα ιεραρχικής μνήμης.
3. Να είναι εξοικειωμένοι με βασικές τεχνικές μετάφρασης για συστήματα υψηλής επίδοσης.
4. Να κατανοούν τις βασικές αρχές της ανάλυσης σφάλματος και τη σχέση μεταξύ της πίσω ανάλυσης, του εμπρός σφάλματος και του δείκτη κατάστασης.
5. Να γνωρίζουν τις επιπτώσεις των εντολών τύπου FMA στην επίδοση και στο σφάλμα καθώς και τη μέθοδο της επανορθωμένης άθροισης και χρήσεις της.
6. Να είναι εξοικειωμένοι με μεθόδους υπερταχύ πολλαπλασιασμού μητρώων και τις επιπτώσεις τους στην θεωρία και πρακτική των επιστημονικών υπολογισμών.
7. Να γνωρίζουν τη σχεδίαση των βασικών παραγοντοποιήσεων (LU, QR) με χρήση BLAS καθώς και τις αρχές σχεδίασης βιβλιοθηκών όπως η LAPACK και τη χρήση της σε περιβάλλοντα όπως η MATLAB.
8. Να γνωρίζουν βασικές τεχνικές διαχείρισης (αποθήκευσης και υπολογισμών) αραιών μητρώων.
9. Να είναι εξοικειωμένοι με τις βασικές αρχές σχεδίασης των μεθόδων προβολής για την επίλυση γραμμικών συστημάτων και προβλημάτων ιδιοτιμών.
10. Να είναι εξοικειωμένοι με ορισμένα περιβάλλοντα και βιβλιοθήκες επίλυσης προβλημάτων (LAPACK, MATLAB, Octave, Julia).
11. Να γνωρίζουν τις βασικές κατηγορίες μεθόδων για την διακριτοποίηση διαφορικών εξισώσεων και τα χαρακτηριστικά των παραγόμενων γραμμικών συστημάτων.
12. Να γνωρίζουν επιλεγμένες μεθόδους της υπολογιστικής γραμμικής άλγεβρας για τη διαχείριση προβλημάτων ανάλυσης δεδομένων και γραφημάτων.

Με την ολοκλήρωση της διδασκαλίας του μαθήματος οι φοιτητές θα έχουν αναπτύξει τις ακόλουθες δεξιότητες:

1. Να γνωρίζουν εργαλεία και ορθές πρακτικές μέτρησης και αξιολόγησης επίδοσης υπολογιστικών μεθόδων και το ρόλο των μετροπρογραμμάτων.
2. Να γνωρίζουν τεχνικές για την αύξηση της απόδοσης αριθμητικών αλγορίθμων και σχετικού λογισμικού.
3. Να γνωρίζουν τεχνικές για την υλοποίηση υπολογισμών με μητρώα βάσει πυρήνων της ιεραρχίας των BLAS.
4. Να γνωρίζουν πως να διεξάγουν εμπρός και πίσω ανάλυση σφάλματος απλών αροθμητικών υπολογισμών καθώς και να χαρακτηρίζουν την πίσω ευστάθεια βασικών παραγοντοποιήσεων μητρώων.
5. Να είναι σε θέση να σχεδιάζουν αλγορίθμους παραγοντοποίησης και επίλυσης συστημάτων με μητρώα ζώνης.
6. Να μπορούν να χρησιμοποιούν αραιές τεχνικές αποθήκευσης μητρώων και να υλοποιούν πολλαπλασιασμό μητρώο με διάνυσμα επ' αυτών. Να γνωρίζουν για τη συλλογή SparseSuite και πως να ανακτούν και να χρησιμοποιούν μητρώα από τη συλλογή.
7. Να μπορούν να περιγράψουν τις βασικές αρχές των μεθόδων προβολής Krylov, τον αλγόριθμο Arnoldi για την εξαγωγή βάσης και παραδείγματα απλής εφαρμογής του στην επίλυση γραμμικών συστημάτων.
8. Να μπορούν να περιγράψουν και να υλοποιήσουν επιλεγμένες μεθόδους της υπολογιστικής γραμμικής άλγεβρας για τη διαχείριση προβλημάτων ανάλυσης δεδομένων και γραφημάτων.

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 Σχεδιασμός και διαχείριση έργων

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

3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Σημασία των επιστημονικών υπολογισμών στην επιστήμη και την τεχνολογία. Επεξεργασία πληροφοριών μέσω επιστημονικών υπολογισμών και μοντελοποίηση. Το αντικείμενο του επιστημονικού υπολογισμού και διαδρομές μεταξύ του διακριτού, του αριθμητικού και του υπολογιστικού μοντέλου. Κριτήρια αξιολόγησης στον επιστημονικό υπολογισμό. Code profiling, ορθές πρακτικές μέτρησης επίδοσης και εργαλεία. Υπολογιστικά μοντέλα, αριθμητικές πράξεις και πράξεις μεταφορών και επικοινωνίας. Το μοντέλο roofline. Ανάλυση των βασικών υπολογισμών στις μεγάλες εφαρμογές. Ο κεντρικός ρόλος των υπολογισμών με μητρώα, αναγνώριση των σημαντικότερων προβλημάτων και η ιεραρχία των BLAS. Τεχνικές οργάνωσης κώδικα και μετάφρασης σε σύγχρονα υπολογιστικά συστήματα με πολλά επίπεδα μνήμης. Πολλαπλασιασμός πυκνών μητρώων με κλασικές και υπερταχείες τεχνικές τύπου Strassen. Ανασκόπηση του μοντέλου αριθμητικής κινητής υποδιαστολής και μελέτη ευαισθησίας αριθμητικών υπολογισμών. Διάδοση σφαλμάτων και θεωρία κατάστασης μαθηματικών προβλημάτων και αλγορίθμων. Ανασκόπηση και υλοποίηση των παραγοντοποιήσεων LU και QR. Υλοποιήσεις με BLAS-3 και άλλες τεχνικές και εκδόσεις τους σε σύγχρονες αριθμητικές βιβλιοθήκες για σύγχρονα υπολογιστικά συστήματα. Επαναληπτική εκλέπτυνση σε αριθμητική κινητής υποδιαστολής πολλαπλών βαθμών ακρίβειας. Μητρώα ειδικής δομής: Αραιά μητρώα, δομές και τρόποι αποθήκευσης και υλοποίησης πράξεων. Πράξεις με αραιά μητρώα και ειδικά δομημένα μητρώα (Toeplitz, Vandermonde). Διακριτό μοντέλο και βασικές μέθοδοι προσομοίωσης μέσω διαφορικών εξισώσεων. Εισαγωγή στις μεθόδους προβολής για την επίλυση προβλημάτων Υπολογιστικής Γραμμικής Άλγεβρας. Στοιχεία επίλυσης συνηθών διαφορικών εξισώσεων συνοριακών προβλημάτων 2 σημείων και προβλημάτων αρχικών τιμών. Επιλεγμένες μέθοδοι της υπολογιστικής γραμμικής άλγεβρας για προβλήματα ανάλυσης μεγάλων δεδομένων και δικτύων. Εφαρμογές και λογισμικό.

4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

<p>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</p>	<p>Πρόσωπο με πρόσωπο</p>	
<p>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Οι διαφάνειες του μαθήματος και όλο το βοηθητικό υλικό είναι διαθέσιμα από την ιστοσελίδα του μαθήματος στο e-class. • Οι περισσότερες διαλέξεις του μαθήματος είναι διαθέσιμες μέσω των OpenCourses σε μορφή video. 	
<p>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</p>	<p>Δραστηριότητα</p>	<p>Φόρτος Εργασίας</p>

<p>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.</p> <p>Αναγράφονται οι ώρες μελέτης του φοιτητή για κάθε μαθησιακή δραστηριότητα καθώς και οι ώρες μη καθοδηγούμενης μελέτης ώστε ο συνολικός φόρτος εργασίας σε επίπεδο εξαμήνου να αντιστοιχεί στα standards του ECTS</p>		Εξαμήνου
	Διαλέξεις	3*13=39
	Φροντιστήριο	1*13=13
	Εργαστηριακές ασκήσεις	1*13=13
	Αυτοτελής μελέτη, προετοιμασία και εργαστηριακές ασκήσεις	3*13=39
	Μελέτη Σαββατοκύριακο	2*13=26
	Εβδομάδα προετοιμασίας εξετάσεων+2 εβδομάδες διακοπών	5*3=15
Σύνολο Μαθήματος (25-30 ώρες φόρτου εργασίας ανά πιστωτική μονάδα)	145	
<p style="text-align: center;">ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ</p> <p>Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης</p> <p>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</p> <p>Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Γλώσσα αξιολόγησης: Ελληνική (Αγγλικά αν χρειαστεί) • Βαθμολογική κλίμακα 0-10: Προβιβάσιμος βαθμός μεγαλύτερος ή ίσος του 5. • Η αξιολόγηση του μαθήματος γίνεται βάσει συνδυασμού τελικής εξέτασης (περίπου 70% του τελικού βαθμού) και εργαστηριακών ασκήσεων (περί τα 30% του τελικού βαθμού). • Εξέταση: Γραπτή, διαβαθμισμένης δυσκολίας, που μπορεί να περιλαμβάνει Δοκιμασία Πολλαπλής Επιλογής, Ερωτήσεις Σύντομης Απάντησης, Ερωτήματα «μικρού εργαστηρίου», Προβλήματα-Ασκήσεις. • Τα κριτήρια αξιολόγησης αναρτώνται στην ιστοσελίδα του μαθήματος στο e-class από την αρχή του εξαμήνου. 	

5. ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

-Προτεινόμενη Βιβλιογραφία :

1. G. Golub and C. Van Loan, "Θεωρία και Υπολογισμοί με Μητρώα", εκδ. Πεδίο (2016). Μετάφραση του "Matrix Computations", 4th edition, The Johns Hopkins University Press.
2. C.W. Uberhuber, "Numerical Computation 1: Methods, Software and Analysis", Springer, 1997.

3. J.N. Kutz, "Data-Driven Modeling & Scientific Computation", Oxford University Press, 2013.
4. Stefan Goedecker and Adolfo Hoisie, Performance Optimization of Numerically Intensive Codes, SIAM, 2001.
5. Nicholas Higham. "Accuracy and stability of numerical algorithms", SIAM, 2002.
6. LAPACK User's Guide (on-line).
7. Ε. Γαλλόπουλος, "Επιστημονικός Υπολογισμός" διαθέσιμο on-line.

-Συναφή επιστημονικά περιοδικά:

- SIAM Journal on Scientific Computing
- SIAM Journal on Data Science
- SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications
- IEEE Computing in Science and Engineering Magazine
- Scientific Computing World Magazine