



Αρ. Πρωτ.:

Αθήνα,

/2018 ΠΡΑΞΗ ΠΡΥΤΑΝΗ

Θέμα: Εγκριση Κανονισμού Μεταπτυχιακών Σπουδών για τη λειτουργία του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Μαθηματική Προτυποποίηση σε Σύγχρονες Τεχνολογίες και τη Χρηματοοικονομική» της Σχολής Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Ο Πρύτανης κ. Ιωάννης Κ. Γκόλιας, έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις του Ν. 4009/11 (ΦΕΚ Α' 95/6-9-2011) άρθρο 8, παρ. 18 εδαφ. ιγ
2. Τις διατάξεις του άρθρου 45 του Ν. 4485/2017 (ΦΕΚ 114 Α') «Οργάνωση και λειτουργία της ανώτατης εκπαίδευσης, ρυθμίσεις για την έρευνα και άλλες διατάξεις».
3. Την Υπουργική Απόφαση με αριθμό 216772/Ζ1/8-12-2017 (ΦΕΚ 4334/τ.Β'/12-12-2017): «Τρόπος κατάρτισης του αναλυτικού προϋπολογισμού λειτουργίας και της έκθεσης βιωσιμότητας των Προγραμμάτων Μεταπτυχιακών Σπουδών».
4. Τις διευκρινιστικές εγκυκλίους του Υπουργείου Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων με αριθμό :
α) 163204/Ζ1 ΕΞ. ΕΠΕΙΓΟΝ/29-9-2017 «Εφαρμογή των διατάξεων του Ν. 4485/17 (Α' 114) για θέματα μεταπτυχιακών σπουδών και εκπόνησης διδακτορικών διατριβών-Λοιπά θέματα», **β)** 203446/Ζ1/22-11-2017 «Διευκρινήσεις σχετικά με την εφαρμογή διατάξεων του ν. 4485/2017 (Α' 114), και **γ)** 227378/Ζ1 ΕΞ. ΕΠΕΙΓΟΝ/22-12-2017 «Εφαρμογή των διατάξεων του Ν.4485/2017 (Α' 114) για θέματα μεταπτυχιακών σπουδών», **δ)** 26407/Ζ1/15-2-2018 «Ιδρυση-Επανίδρυση ΠΜΣ σε εφαρμογή των διατάξεων του Ν. 4485/17 (114 Α') και **ε)** 45070/Ζ1/19-3-2018 «Κοινοποίηση διατάξεων του Ν. 4521/2018 (Α' 38) Ιδρυση Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και άλλες διατάξεις» - Αποστολή ενδεικτικού υποδείγματος συνοδευτικών εγγράφων της παραγρ. 3 του άρθρου 32 του Ν. 4485/2017
5. την παρ. 3ε, του άρθρου 9, του ν. 3685/2008 «Θεσμικό πλαίσιο για τις μεταπτυχιακές σπουδές» (ΦΕΚ Α'148),
6. Τις διατάξεις του Ν. 3374/2005 και ιδίως τα άρθρα 14 και 15 (ΦΕΚ 189/τ.Α'/2.8.2005) «Διασφάλιση της ποιότητας στην ανώτατη εκπαίδευση. Σύστημα μεταφοράς και συσσώρευσης πιστωτικών μονάδων. Παράρτημα διπλώματος», όπως τροποποιήθηκε και ισχύει.
7. τις διατάξεις του ν. 4386/2016 «Ρυθμίσεις για την έρευνα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α'83), όπως τροποποιήθηκαν και ισχύουν,
8. τις διατάξεις του ν. 4009/2011 «Δομή, λειτουργία, διασφάλιση της ποιότητας των σπουδών και διεθνοποίηση των ανωτάτων εκπαιδευτικών ιδρυμάτων (ΦΕΚ Α'195), όπως τροποποιήθηκαν και ισχύουν,
9. Το Π.Δ. 75/2013 (ΦΕΚ Α' 119) «Ιδρυση Σχολών στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο»
10. την υπ' αριθμ. Φ1/232/Β1/404/2000 (ΦΕΚ Β' 1098) απόφαση «Εγκριση του Εσωτερικού Κανονισμού Λειτουργίας του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου»,
11. Τις διατάξεις της υπ' αριθμ 95133/Β7/29.10.2003 (ΦΕΚ 1737 Β' 26.11.2003) Υπουργικής Απόφασης ίδρυσης του ΔΠΜΣ, όπως αυτή έχει τροποποιηθεί από την νεότερη Υπουργική Απόφαση υπ' αριθμ 209833/Ζ1 (ΦΕΚ τ.Β' 3649/31-12-2014).
12. Τις αποφάσεις των Γενικών Συνελεύσεων των συνεργαζομένων Σχολών Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών (συνεδρίαση 31-5-2018), Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών (συνεδρίαση 10-7-2018), Χημικών Μηχανικών (συνεδρίαση 20-6-2018), Αγρονόμων και

Τοπογράφων Μηχανικών (συνεδρίαση 11-7-2018) και Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών (συνεδρίαση 2-7-2018) του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

13. Το Ειδικό Πρωτόκολλο Συνεργασίας μεταξύ των συνεργαζομένων Σχολών

14. Το γεγονός ότι από τις διατάξεις της απόφασης αυτής δεν προκαλείται δαπάνη σε βάρος του Κρατικού Προϋπολογισμού, αποφασίζουμε:

εγκρίνει τον Κανονισμό Μεταπτυχιακών Σπουδών για τη λειτουργία από το ακαδημαϊκό έτος 2018-19 του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών των Σχολών Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών, Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Χημικών Μηχανικών, Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών και Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου με τίτλο «Μαθηματική Προτυποποίηση σε Σύγχρονες Τεχνολογίες και τη Χρηματοοικονομική», ως ακολούθως:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΕΝΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

Άρθρο 1 Σκοπός των ΔΠΜΣ

Με αφετηρία τη διακεκριμένη θέση που κατέχει στο διεθνή χώρο ως έγκριτο δημόσιο πανεπιστήμιο, το οποίο προάγει τις επιστήμες και την τεχνολογία, το ΕΜΠ οργανώνει και λειτουργεί Διατμηματικά ή Διιδρυματικά Προγράμματα Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΠΜΣ) ώστε να προάγεται η διεπιστημονικότητα. Τα ΔΠΜΣ του ΕΜΠ οδηγούν στην απόκτηση Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ).

Το ΔΜΣ ισοδυναμεί κατά αναλογία με τη διάρκειά του με 90 πιστωτικές μονάδες, για τα ΠΜΣ διάρκειας 3 ακαδ. εξαμήνων ή 120 πιστωτικές μονάδες (ECTS) για τα ΠΜΣ διάρκεια 4 ακαδ. εξαμήνων (είναι όλα του ΕΜΠ με 3 εξάμηνα;)

Το ΔΜΣ είναι τίτλος ειδίκευσης, είναι ισότιμο προς πτυχίο Master of Science και αποτελεί δεύτερο μεταπτυχιακό τίτλο για τους διπλωματούχους ενιαίων αδιάσπαστων 5ετών σπουδών, όπως οι μηχανικοί. Το ΔΜΣ αποδεικνύει γνώση στη συγκεκριμένη διεπιστημονική γνωστική περιοχή κάθε ΔΠΜΣ. Η απόκτηση ΔΜΣ δεν συνεπάγεται την απόκτηση του βασικού Διπλώματος του ΕΜΠ.

Στόχοι των ΠΜΣ του ΕΜΠ είναι η ανταπόκριση στις τρέχουσες και μελλοντικές αναπτυξιακές ανάγκες, αλλά και στις τεκμηριωμένες ερευνητικές επιλογές, η συνεκτικότητα και το επιστημονικό βάθος, καθώς και η διατήρηση και ενίσχυση της ποιότητας και της διεθνούς αναγνώρισης των χορηγούμενων από το ΕΜΠ τίτλων σπουδών.

Κάθε ΔΠΜΣ του Ιδρύματος:

- i. υπηρετεί τους στόχους και τις στρατηγικές επιλογές του Ιδρύματος για τις παρεχόμενες από αυτό μεταπτυχιακές σπουδές υψηλής στάθμης,
- ii. διατηρεί την αρχή της διεπιστημονικότητας και διατμηματικότητας των ΠΜΣ του ΕΜΠ, τα οποία οδηγούν στην απόκτηση ΔΜΣ,
- iii. εμπίπτει στο γνωστικό πεδίο της Σχολής ή των Σχολών από τις οποίες προτείνεται, και
- iv. δεν έχει σημαντικές επικαλύψεις με υπάρχοντα προγράμματα/ υπάρχουσες κατευθύνσεις μεταπτυχιακών σπουδών του ΕΜΠ ή με δράσεις που στοχεύουν στην επαγγελματική κατάρτιση ή τη δια βίου μάθηση.

Άρθρο 2 Αρμόδια όργανα

Αρμόδια όργανα για την ίδρυση, οργάνωση και λειτουργία των ΠΜΣ είναι τα ακόλουθα:

- α) Η Σύγκλητος του ΕΜΠ είναι το αρμόδιο όργανο για τα θέματα ακαδημαϊκού, διοικητικού, οργανωτικού και οικονομικού χαρακτήρα των ΠΜΣ. Επίσης, η Σύγκλητος ασκεί όσες αρμοδιότητες σχετικά με τα ΠΜΣ δεν ανατίθενται από το νόμο ειδικώς σε άλλα όργανα.
- β) Η Γενική Συνέλευση (ΓΣ) κάθε Σχολής είναι αρμόδια για την εισήγηση προς τη Σύγκλητο δια της Συγκλητικής Επιτροπής Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΕΜΣ) για την αναγκαιότητα ίδρυσης ΠΜΣ, τον ορισμό των μελών των Συντονιστικών Επιτροπών (ΣΕ), την κατανομή του διδακτικού έργου μεταξύ των διδασκόντων του ΠΜΣ, και τη συγκρότηση των επιτροπών επιλογής ή εξέτασης των υποψηφίων μεταπτυχιακών φοιτητών. Επίσης, διαπιστώνει την επιτυχή ολοκλήρωση της φοίτησης προκειμένου να απονεμηθεί το ΔΜΣ και ασκεί κάθε άλλη αρμοδιότητα που προβλέπεται από το νόμο. Στην περίπτωση μονοτμηματικών Σχολών των ρόλο της Γενικής Συνέλευσης του Τμήματος έχει η Γενική Συνέλευση της Σχολής.
- γ) Στα διατμηματικού ή διδρυματικού ΠΜΣ, τις αρμοδιότητες της ΓΣ της Σχολής ασκεί η Ειδική Διατμηματική Επιτροπή (ΕΔΕ) ή η Ειδική Διδρυματική Επιτροπή (ΕΔΙΕ). Οι ΕΔΕ και ΕΔΙΕ συγκροτείται από μέλη ΔΕΠ των συνεργαζόμενων Σχολών-Τμημάτων που εκλέγονται για διετή θητεία από τη ΓΣ κάθε Σχολής και ερευνητές που υποδεικνύονται από το συνεργαζόμενο ερευνητικό φορέα, κατ' αναλογία του αριθμού των διδασκόντων τους στο ΠΜΣ. Η ΕΔΕ είναι επταμελής ενώ η ΕΔΙΕ είναι εννεαμελής εκ των οποίων δύο είναι εκπρόσωποι των φοιτητών του ΠΜΣ, που εκλέγονται από τους φοιτητές του οικείου ΜΠΣ, για ετήσια θητεία. Η προέλευση των μελών της ΕΔΕ και ΕΔΙΕ καθορίζεται στο Ειδικό Πρωτόκολλο Συνεργασίας που καταρτίζεται μεταξύ των Σχολών-Τμημάτων και Ερευνητικών Κέντρων που συμμετέχουν.

Ο Πρόεδρος της ΕΔΕ ή της ΕΔΙΕ, προέρχεται από τη Σχολή που έχει τη διοικητική στήριξη του προγράμματος και η οποία στην συνέχεια χαρακτηρίζεται και ως επισπεύδουσα. Σε ειδικές περιπτώσεις που επιβάλλεται για την εύρυθμη λειτουργία του ΠΜΣ, ύστερα από αιτιολογημένη απόφαση της ΕΔΕ ή της ΕΔΙΕ, Πρόεδρος ή/και Διευθυντής αναλαμβάνει μέλος ΔΕΠ από άλλο Τμήμα από αυτό που έχει τη διοικητική στήριξη του ΠΜΣ, ακόμη και από το μη αυτοδύναμο Τμήμα. Η ΕΔΕ ή η ΕΔΙΕ συγκροτείται σε σώμα, με επισπεύδον το αρχαιότερο μέλος της που προέρχεται από τη επισπεύδουσα Σχολή και εκλέγει τον Πρόεδρο του σώματος. Στις συνεδριάσεις της ΕΔΕ ή της ΕΔΙΕ συμμετέχει το μέλος της Γραμματείας της επισπεύδουσας Σχολής το οποίο έχει αναλάβει την γραμματειακή υποστήριξη του ΔΠΜΣ και μεριμνά για την σύνταξη του πρακτικού των συνεδριάσεων.

Με βάση τα πορίσματα των ετήσιων απολογισμών και των διαδικασιών αξιολόγησης των ΔΠΜΣ του ΕΜΠ και τις εξελίξεις της επιστήμης και της τεχνολογίας, η ΕΔΕ κάθε ΔΠΜΣ αποφασίζει για όλα τα εκπαιδευτικά και ερευνητικά θέματα, με γνώμονα την προσπάθεια συνεχούς βελτίωσης του περιεχομένου, της ποιότητας σπουδών και της γενικότερης λειτουργίας και ανάπτυξης του προγράμματος.

- δ) Η Συντονιστική Επιτροπή (ΣΕ) του ΔΠΜΣ απαρτίζεται από πέντε (5) μέλη ΔΕΠ των Σχολών και Τμημάτων που έχουν αναλάβει μεταπτυχιακό έργο στο συγκεκριμένο ΔΠΜΣ και εκλέγονται από τις ΕΔΕ για διετή θητεία. Η σύνθεση των μελών της ΣΕ καθορίζεται στο Ειδικό Πρωτόκολλο Συνεργασίας με σκοπό την εκπροσώπηση όλων των συνεργαζόμενων φορέων. Ο Διευθυντής του ΔΠΜΣ είναι μέλος της ΣΕ και της ΕΔΕ και προέρχεται από την επισπεύδουσα Σχολή. Εκλέγεται μαζί με τον αναπληρωτή του με απόφαση της ΕΔΕ (ή της ΕΔΙΕ) για διετή θητεία. Είναι μέλος ΔΕΠ πρώτης βαθμίδας ή της βαθμίδας του αναπληρωτή καθηγητή και έχει το ίδιο ή συναφές γνωστικό αντικείμενο με αυτό του ΔΠΜΣ. Ο Διευθυντής του ΠΜΣ (συμμετέχει στις συνεδριάσεις της ΕΔΕ χωρίς δικαίωμα ψήφου και)

εισηγείται στα αρμόδια όργανα του Ιδρύματος για κάθε θέμα που αφορά στην αποτελεσματική λειτουργία του προγράμματος. Ο Διευθυντής δεν μπορεί να έχει περισσότερες από δύο συνεχόμενες θητείες.

Η ΣΕ είναι αρμόδια για την παρακολούθηση και το συντονισμό της λειτουργίας του ΠΜΣ.

Τα μέλη των ανωτέρω οργάνων δεν δικαιούνται επιπλέον αμοιβής ή αποζημίωσης για τη συμμετοχή τους σε αυτές.

Άρθρο 3 **Διοικητική υποστήριξη των ΔΠΜΣ στο ΕΜΠ**

- α) Σύμφωνα με την πολιτική του Ιδρύματος για την αποκέντρωση αρμοδιοτήτων και ενίσχυση των Σχολών του, αναβαθμίζονται λειτουργικά οι αντίστοιχες Γραμματείες και συνακόλουθα η υποστήριξη των μεταπτυχιακών σπουδών σε επίπεδο Σχολής.
- β) Παράλληλα, σε επίπεδο κεντρικής διοίκησης, η Διεύθυνση Σπουδών περιλαμβάνει ειδικό τμήμα για τις μεταπτυχιακές σπουδές του Ιδρύματος.
- γ) Επιδίωξη του Ιδρύματος είναι το προσωπικό υποστήριξης των μεταπτυχιακών σπουδών κάθε Σχολής να ενισχύεται και από το προσωπικό που προσλαμβάνεται για την εκτέλεση ερευνητικών προγραμμάτων σχετικών με τις μεταπτυχιακές σπουδές.
- δ) Η υποστήριξη των μεταπτυχιακών σπουδών κάθε Σχολής ενισχύεται μηχανογραφικά και καλύπτει τις ακόλουθες δράσεις:
 - i. Διαδικασία προκήρυξης θέσεων μεταπτυχιακών φοιτητών.
 - ii. Πληροφορίες για το πρόγραμμα, σε περιόδους προκηρύξεων.
 - iii. Συγκέντρωση δικαιολογητικών υποψηφίων μεταπτυχιακών φοιτητών.
 - iv. Εγγραφές των μεταπτυχιακών φοιτητών και επικαιροποίηση στην αρχή κάθε διδακτικής περιόδου.
 - v. Σύνταξη καταλόγου εγγεγραμμένων μεταπτυχιακών φοιτητών ανά πρόγραμμα και μάθημα.
 - vi. Αρχείο παρακολούθησης των μαθημάτων.
 - vii. Τήρηση καρτέλας για κάθε εγγεγραμμένο μεταπτυχιακό φοιτητή και ενημέρωσή της κατά τη διάρκεια των σπουδών.
 - viii. Έκδοση δελτίων βαθμολογίας των μεταπτυχιακών φοιτητών.
 - ix. Σύνταξη των ωρολογίων προγραμμάτων και των προγραμμάτων εξετάσεων.
 - x. Οργάνωση εκπαιδευτικών επισκέψεων.
 - xi. Τήρηση αρχείου παραδόσεων ασκήσεων και μεταπτυχιακών διπλωματικών εργασιών.
 - xii. Διαρκής ενημέρωση της ιστοσελίδας του προγράμματος.
 - xiii. Έκδοση πάσης φύσεως πιστοποιητικών και βεβαιώσεων, που χορηγούνται κατόπιν αιτήσεως των ενδιαφερομένων.
 - xiv. Διαδικασίες χορήγησης δανείων και υποτροφιών.
 - xv. Τήρηση μηχανογραφημένου αρχείου μεταπτυχιακών φοιτητών.
 - xvi. Στήριξη των ΓΣ των Σχολών.
 - xvii. Στήριξη των ΕΔΕ των ΔΠΜΣ.
 - xviii. Παροχή πάσης φύσεως πληροφοριών και στοιχείων σχετικά με τις μεταπτυχιακές σπουδές της Σχολής και διάθεσή τους στον παγκόσμιο ιστό.
 - xix. Διαδικασίες απονομής τίτλων ΔΜΣ.
 - xx. Ενημέρωση αρχείου κατόχων ΔΜΣ.

Άρθρο 4

Σύνταξη και έγκριση των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών των ΔΠΜΣ

Το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών των ΔΠΜΣ συντάσσεται από την ΕΔΕ του κάθε ΔΠΜΣ, εγκρίνεται κάθε ακαδημαϊκό έτος από τη ΓΣ της επισπεύδουσας Σχολής και τελικά από τη Σύγκλητο.

- α) Η ΕΔΕ κάθε ΔΠΜΣ πρέπει να καθορίζει, λαμβάνοντας υπόψη τον Κανονισμό Λειτουργίας του ΔΠΜΣ, τόσο τα μαθήματα των πενταετούς διάρκειας σπουδών του ΕΜΠ, που καλύπτουν το απαραίτητο για την εγγραφή στο ΔΠΜΣ γνωστικό υπόβαθρο, όσο και τα μαθήματα εμβάθυνσης και όλες τις άλλες απαιτήσεις ενός καλά οργανωμένου ΠΜΣ. Ειδικότερα, με απόφαση της ΕΔΕ, λαμβάνοντας υπόψη και τα πορίσματα των διαδικασιών αξιολόγησης, πρέπει να καθορίζονται μέχρι τα μέσα Απριλίου κάθε έτους, τα εξής:
- οι τίτλοι και τα αναλυτικά περιεχόμενα των προαπαιτούμενων μαθημάτων των πενταετούς διάρκειας σπουδών του ΕΜΠ, όπως προκύπτουν από τις διατμηματικές απαιτήσεις για το διεπιστημονικό γνωστικό αντικείμενο κάθε ΔΠΜΣ, με τη βιβλιογραφία και τα διδακτικά βοηθήματα.
 - οι τίτλοι και τα αναλυτικά περιεχόμενα των μαθημάτων κορμού, υποχρεωτικών και κατ' επιλογήν υποχρεωτικών,
 - όπως παραπάνω,
 - οι εβδομαδιαίες ώρες διδασκαλίας κάθε μαθήματος, όπου περιλαμβάνονται όλες οι διδακτικές δραστηριότητες,
 - η χρονική αλληλουχία ή αλληλεξάρτηση των μαθημάτων,
 - τα χαρακτηριστικά του μαθήματος από πλευράς τεχνικής υποστήριξης,
 - οι επικαλύψεις με άλλα μαθήματα προπτυχιακού και μεταπτυχιακού επιπέδου, και
 - το σύστημα βαθμολογίας.

Η ΕΔΕ του ΔΠΜΣ μεριμνά για το συνεχή έλεγχο ποιότητας και την αντικειμενική αξιολόγηση όλων των μαθημάτων για την απόκτηση ΔΜΣ ως προς το μεταπτυχιακό επίπεδο και τη διατμηματικότητα και διεπιστημονικότητα της διδασκείας ύλης και των θεμάτων εξετάσεων, προς αποφυγή οποιασδήποτε σχέσης υποκατάστασης των κανονικών προγραμμάτων των πενταετούς διάρκειας σπουδών των Σχολών του Ιδρύματος.

Η ΕΔΕ του ΔΠΜΣ μπορεί, με αιτιολογημένη πρότασή της, και εφόσον δεν αλλάζει τη φυσιογνωμία του ΔΠΜΣ, να τροποποιεί (με προσθήκη, αφαίρεση, συγχώνευση) τα μαθήματα του προγράμματος και να προβαίνει σε ανακατανομή μεταξύ των μαθημάτων στις ακαδημαϊκές περιόδους (εξάμηνα), στο πλαίσιο πάντα της προβλεπόμενης διαδικασίας σύνταξης και έγκρισης του αναλυτικού προγράμματος σπουδών του ΔΠΜΣ.

- β) Η διαδικασία σύνταξης και έγκρισης των αναλυτικών ΔΠΜΣ είναι η ακόλουθη:
- Οι ΕΔΕ των ΔΠΜΣ, σύμφωνα με τις αποφάσεις της Συγκλήτου για τις γενικές αρχές, τη δομή και το γενικό περιεχόμενο των ΔΠΜΣ, οργανώνουν τις απαραίτητες ανά μάθημα ή σύνολα μαθημάτων ομάδες εργασίας, συνθέτουν τα αναλυτικά ΔΠΜΣ, τα υποβάλλουν, μαζί με απολογισμό του προηγούμενου έτους και αιτιολογική έκθεση και ανάλυση του προτεινόμενου προγράμματος, στις Σχολές (στα Τμήματα για τα ΔΠΜΣ) και τους Τομείς που συμμετέχουν και συντονίζουν την προετοιμασία κοινών εισηγήσεων.
 - Οι έγγραφες εισηγήσεις για το περιεχόμενο, τις διαδικασίες εφαρμογής και την ανάθεση της διδασκαλίας των μαθημάτων του ΔΠΜΣ υποβάλλονται από τη ΓΣ κάθε συμμετέχουσας στο ΔΠΜΣ Σχολής (Τμήματος για τα ΔΠΜΣ), η οποία έχει κωδικοποιήσει τις προτάσεις των Τομέων, προς την ΕΔΕ και προς τη ΓΣ της επισπεύδουσας Σχολής. Η μη υποβολή σημαίνει ανεπιφύλακτη αποδοχή της πρότασης της ΕΔΕ.

- iii. Η ΕΔΕ διαμορφώνει την τελική εισήγηση του αναλυτικού προγράμματος και την υποβάλλει στη ΓΣ της επισπεύδουσας το ΔΠΜΣ Σχολής. Η ΓΣ αποφασίζει για την έγκριση ή τροποποίηση των Προγραμμάτων στα επί μέρους μαθήματα και στο σύνολό τους. Η εν λόγω απόφαση της ΓΣ της επισπεύδουσας Σχολής διαβιβάζεται στη Συγκλητική Επιτροπή Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΣΕ-ΜΣ) του Ιδρύματος, στη Διεύθυνση Σπουδών καθώς και στην αρμόδια ΕΔΕ, οι απόψεις της οποίας επίσης διαβιβάζονται άμεσα και στη ΣΕ-ΜΣ.
- iv. Η ΣΕ-ΜΣ συνεδριάζει, με ειδικά θέματα ημερήσιας διάταξης τα ΔΠΜΣ του Ιδρύματος, παρουσία και των Διευθυντών μεταπτυχιακών σπουδών και εισηγείται αναλυτικά για κάθε ένα από αυτά προς τη Σύγκλητο.
- v. Η Σύγκλητος συνεδριάζει με θέματα ημερήσιας διάταξης την έγκριση των ΔΠΜΣ του Ιδρύματος. Οι σχετικές αποφάσεις της Συγκλήτου κοινοποιούνται στις ΕΔΕ και τις ΓΣ των Σχολών, και είναι υπό τον περιοδικό έλεγχο της Συγκλητικής Επιτροπής Μεταπτυχιακών Σπουδών.
- vi. Η μη τήρηση της παραπάνω διαδικασίας σύνταξης, έγκρισης και απολογισμού του έργου του αντίστοιχου ΔΠΜΣ απαλλάσσει κατ' αρχάς το ΕΜΠ από την υποχρέωση υλικής ή ακαδημαϊκής υποστήριξης και από την ευθύνη για το περιεχόμενο και την ποιότητα των μεταπτυχιακών σπουδών που παρέχει το υπόψη ΔΠΜΣ. Στη συνέχεια, μέσω των οργάνων του, το Ίδρυμα κινεί τη διαδικασία της διακοπής λειτουργίας του υπόψη ΔΠΜΣ.

Η παραπάνω διαδικασία συνοψίζεται στον παρακάτω πίνακα.

Προθεσμία	Αρμόδιο Όργανο	Ενέργεια
20/4	ΕΔΕ	Εισηγήσεις προς τις Σχολές (και τα Τμήματα για τα ΔΠΜΣ) και τους Τομείς για το ΔΠΜΣ του επόμενου έτους.
20/5	ΓΣ Σχολών (και Τμημάτων για τα ΔΠΜΣ) και Τομείς	Ενιαία εισήγηση προς την ΕΔΕ και τη ΓΣ της συντονίζουσας Σχολής για τα ΔΠΜΣ του επόμενου έτους.
20/6	ΓΣ συντονίζουσας Σχολής	Έγκριση ΔΠΜΣ επόμενου έτους και εισήγηση στη ΕΜΣ
10/7	ΣΕ-ΜΣ	Εισήγηση προς Σύγκλητο για τα ΠΜΣ του ΕΜΠ
30/7	Σύγκλητος	Έγκριση των ΠΜΣ του ΕΜΠ

Άρθρο 5 Διδάσκοντες

- α) Τη διδασκαλία των μαθημάτων και τις ασκήσεις στα ΔΠΜΣ μπορούν να αναλαμβάνουν, εφόσον έχουν επιστημονικό και διδακτικό έργο σχετικό με το αντικείμενο του ΔΠΜΣ:
 - i. μέλη ΔΕΠ και ΕΕΠ, ΕΔΙΠ και ΕΤΕΠ, ή διδάσκοντες σύμφωνα με το ΠΔ 407/1980 (ΦΕΚ 112Α) ή το άρθρο 19 του Ν. 1404/1983 (ΦΕΚ 173Α) ή την παρ. 7 του άρθρου 29 του Ν. 4009/2011, ή αφυπηρετήσαντα μέλη ΔΕΠ των συνεργαζόμενων Τμημάτων,
 - ii. μέλη ΔΕΠ άλλων Σχολών του ΕΜΠ με ανάθεση ή μέλη ΔΕΠ άλλων ΑΕΙ ή ερευνητές από ερευνητικά κέντρα του άρθρου 13Α του Ν. 4310/2014 (ΦΕΚ 258Α) με πρόσκληση, και
 - iii. επισκέπτες-διδάσκοντες της ημεδαπής ή αλλοδαπής, που είναι καταξιωμένοι επιστήμονες με θέση ή προσόντα καθηγητή ή ερευνητή σε ερευνητικό κέντρο, ή
 - iv. επιστήμονες αναγνωρισμένου κύρους με εξειδικευμένες γνώσεις ή σχετική εμπειρία στο γνωστικό αντικείμενο του ΔΠΜΣ.
- β) Από την κατηγορία (i) προέρχεται τουλάχιστον το ογδόντα τοις εκατό (80%) των διδασκόντων. Τα μέλη ΕΕΠ, ΕΔΙΠ και ΕΤΕΠ πρέπει να είναι κάτοχοι διδακτορικού διπλώματος, εκτός αν το γνωστικό τους αντικείμενο είναι εξαιρετικής και αδιαμφισβήτητης ιδιαιτερότητας για το οποίο δεν είναι δυνατή ή συνήθης η εκπόνηση διδακτορικής διατριβής.
- γ) Η ανάθεση διδασκαλίας σε διδάσκοντες της κατηγορίας (ii) γίνεται όταν η ΕΔΕ αποφασίσει αιτιολογημένα ότι το διδακτικό προσωπικό της κατηγορίας (i) δεν επαρκεί.

- δ) Η πρόσκληση διδασκαλίας σε διδάσκοντες της κατηγορίας (iii) γίνεται με απόφαση της μετά από εισήγηση του Διευθυντή του ΔΠΜΣ. Η πρόσκληση επισκέπτη από την αλλοδαπή πραγματοποιείται μόνον εφόσον του ανατίθεται διδασκαλία κατά τα ισχύοντα για την ανάθεση διδασκαλίας στα μέλη ΔΕΠ του ΕΜΠ.
- ε) Επιστήμονες, κάτοχοι Διδακτορικού Διπλώματος και πρόσθετης ερευνητικής ή επαγγελματικής πείρας, ΕΔΙΠ των συνεργαζομένων Σχολών οι οποίοι είναι κάτοχοι διδακτορικού διπλώματος μπορούν, χωρίς να προηγηθεί η προαναφερθείσα διαδικασία επιλογής, να συμμετέχουν στο πλαίσιο ενός μαθήματος με την μορφή διαλέξεων ή σεμιναρίων, χωρίς δικαίωμα βαθμολογίας. Το συνολικό ποσοστό τέτοιων διαλέξεων για ένα μάθημα δεν μπορεί να υπερβαίνει το 30% του συνολικού αριθμού ωρών διδασκαλίας του. Απαιτείται έγκριση της ΕΔΕ κατόπιν πρότασης του διδάσκοντα.
- ζ) Τη διεξαγωγή των εφαρμοσμένων μεθόδων διδασκαλίας (όπως εργαστηρίων, εργαστηρίων ηλεκτρονικών υπολογιστών, σπουδαστηρίων, εργασιών πεδίου, θεμάτων, ομαδικών εργασιών με προσωπικές παρουσιάσεις, κ.α.) με υψηλή τεχνολογική υποστήριξη μπορούν να συνεπικουρούν μέλη ΕΔΙΠ, ΕΤΕΠ, καθώς και διδάκτορες, υποψήφιοι διδάκτορες και μεταπτυχιακοί φοιτητές. Απαιτείται έγκριση της ΕΔΕ και των αρμοδίων οργάνων της οικείας Σχολής κατόπιν προτάσεως του διδάσκοντα.
- η) Τα μέλη ΔΕΠ των συνεργαζομένων Σχολών δεν επιτρέπεται να απασχολούνται αποκλειστικά σε ΠΜΣ.

Η ΕΔΕ έχει τη δυνατότητα να αξιοποίησης των υποψήφιων διδασκόντων, των μεταπτυχιακών φοιτητών των συνεργαζόμενων Σχολών-Τμημάτων στην εκπαιδευτική διαδικασία των ΔΠΜΣ, ανεξαρτήτως ενδεχόμενης πηγής χρηματοδότησής τους, και με δυνατότητα αμοιβής. Η συμμετοχή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία αναγράφεται στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών.

Άρθρο 6

Χώρος προέλευσης των μεταπτυχιακών φοιτητών

Τα ΔΠΜΣ του ΕΜΠ παρέχονται δωρεάν, χωρίς την καταβολή διδάκτρων ή τελών από τους μεταπτυχιακούς φοιτητές.

Σε όλα τα ΔΠΜΣ του ΕΜΠ γίνονται κατ' αρχάς δεκτοί από τις αντίστοιχες ΕΔΕ, μετά από ανοικτή προκήρυξη, πτυχιούχοι ΑΕΙ της ημεδαπής ή ομοταγών αναγνωρισμένων ιδρυμάτων της αλλοδαπής και ειδικότερα οι ακόλουθοι:

- α) Απόφοιτοι των Σχολών του ΕΜΠ.
- β) Απόφοιτοι λοιπών Τμημάτων διπλωματούχων Μηχανικών ή και πτυχιούχοι άλλων ειδικοτήτων ΑΕΙ της ημεδαπής ή ομοταγών ιδρυμάτων της αλλοδαπής αναγνωρισμένων ως ισότιμων των ελληνικών ΑΕΙ, συγγενούς με το πρόγραμμα γνωστικού αντικειμένου, για τους οποίους η απόκτηση ΔΜΣ δεν συνεπάγεται και την απόκτηση του βασικού διπλώματος του ΕΜΠ.
- γ) Τελειόφοιτοι του ΕΜΠ ή ΑΕΙ των παραπάνω κατηγοριών, εφόσον καταθέσουν αποδεικτικά στοιχεία ότι η απόκτηση του διπλώματος/πτυχίου τους θα προηγηθεί της έναρξης του ΔΠΜΣ. Μέχρις ότου αρθεί η εκκρεμότητα αυτή δεν θα εκδίδεται κανένα πιστοποιητικό στον ενδιαφερόμενο.
- δ) Απόφοιτοι άλλων Τμημάτων, σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις.

Άρθρο 7

Προϋποθέσεις και κριτήρια επιλογής και εγγραφής των μεταπτυχιακών φοιτητών

- α) Γενική προϋπόθεση εγγραφής των μεταπτυχιακών φοιτητών για την απόκτηση ΔΜΣ είναι η κατοχή γνώσης ενός ελάχιστου επιστημονικού υπόβαθρου. Το υπόβαθρο αυτό καθορίζεται από την ΕΔΕ, και μπορεί να περιέχει ένα σύνολο προαπαιτούμενων προπτυχιακών μαθημάτων, τα οποία καλύπτουν τις θεμελιώδεις γνώσεις στο ευρύτερο διεπιστημονικό αντικείμενο των Σχολών (Τμημάτων για τα Διαπανεπιστημιακά ΠΜΣ) που συμμετέχουν στο ΔΠΜΣ.
- β) Τα αποδεικτικά γνώσης του παραπάνω υπόβαθρου καλύπτονται είτε με τα αναλυτικά περιεχόμενα των προηγούμενων σπουδών και υπόμνημα σταδιοδρομίας του μεταπτυχιακού φοιτητή είτε με την προεγγραφή του για παρακολούθηση και την επιτυχή εξέταση στα μαθήματα των σπουδών του ΕΜΠ που καθορίζει η ΕΔΕ. Ειδικότερα, κατά την επιλογή των υποψηφίων συνεκτιμώνται από την ΕΔΕ, μετά από εισήγηση Επιτροπής Επιλογής των μεταπτυχιακών φοιτητών, η οποία ορίζεται από την ΕΔΕ, και τα παρακάτω κριτήρια, καθορίζονται δε ενδεχομένως και τα ποσοστά των εγγραφόμενων από κάθε χώρο προέλευσης. Εφόσον τα προαπαιτούμενα μαθήματα είναι λιγότερα των τριών (3), η ΕΔΕ αποφασίζει για την ενδεχόμενη παράλληλη παρακολούθησή τους από το μεταπτυχιακό φοιτητή, υπό την προϋπόθεση ότι η επιτυχής εξέταση σε αυτά θα γίνει πριν από την έναρξη των μεταπτυχιακών μαθημάτων, για τα οποία είναι προαπαιτούμενα και οπωσδήποτε πριν από την έναρξη εκπόνησης της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας.
- γ) Ως **κριτήρια επιλογής** λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:
- ο γενικός βαθμός του διπλώματος/πτυχίου,
 - η σειρά του βαθμού του διπλώματος/πτυχίου σε σχέση με τους βαθμούς των υπολοίπων αποφοίτων στην ίδια Σχολή / Τμήμα και ακαδημαϊκό έτος,
 - η βαθμολογία στα προπτυχιακά μαθήματα που είναι σχετικά με πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών,
 - η επίδοση στη διπλωματική εργασία, όπου αυτή προβλέπεται στο προπτυχιακό επίπεδο,
 - άλλοι τυχόν μεταπτυχιακοί τίτλοι σπουδών που σχετίζονται με το αντικείμενο του ΔΠΜΣ,
 - η ερευνητική, επαγγελματική ή και τεχνολογική δραστηριότητα του υποψηφίου,
 - οι γνώσεις ξένων γλωσσών και τουλάχιστον της αγγλικής, για δε τους αλλοδαπούς και η γνώση της ελληνικής γλώσσας,
 - οι γνώσεις πληροφορικής,
 - οι συστατικές επιστολές, και
 - εφόσον ο υποψήφιος είναι υπάλληλος, οι ανάγκες και προοπτικές του φορέα από τον οποίο προέρχεται.

Η ΕΔΕ καθορίζει, με απόφασή της, τις λεπτομέρειες εφαρμογής των κριτηρίων αυτών, περιλαμβανομένου του επιπέδου γλωσσομάθειας, τον ορισμό συμπληρωματικών κριτηρίων ή τη διεξαγωγή εξετάσεων ή συνεντεύξεων, τα αποτελέσματα των οποίων συνεκτιμώνται κατά την επιλογή. Στην περίπτωση διεξαγωγής συνέντευξης αυτή διεξάγεται από τριμελή επιτροπή μελών ΔΕΠ, διδασκόντων στο ΔΠΜΣ, εκ των οποίων ο ένας είναι μέλος της ΕΔΕ και η οποία προγραμματίζεται από την ΕΔΕ.

- δ) Ο πίνακας επιτυχόντων, μετά από εισήγηση της Επιτροπής Επιλογής, εγκρίνεται από την ΕΔΕ και επικυρώνεται από τη ΓΣ της επισπεύδουσας Σχολής.
- ε) Σε κάθε ΔΠΜΣ, επιπλέον του αριθμού εισακτέων, είναι δυνατό να γίνεται δεκτός ένας υπότροφος του Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών (ΙΚΥ) που πέτυχε στο σχετικό διαγωνισμό μεταπτυχιακών σπουδών εσωτερικού του γνωστικού αντικειμένου του ΔΠΜΣ και ένας αλλοδαπός υπότροφος του Ελληνικού Κράτους. Με απόφαση της ΕΔΕ, ο αριθμός των υποτρόφων μπορεί να αυξάνεται.

- στ) Τα μέλη των κατηγοριών ΕΕΠ, ΕΔΙΠ και ΕΤΕΠ που πληρούν τις προϋποθέσεις μπορούν μετά από αίτησή τους, να εγγραφούν ως υπεράριθμοι και μόνο ένας κατ' έτος σε ΔΠΜΣ της Σχολής στην οποία υπηρετούν και εφόσον υπάρχει συνάφεια του γνωστικού αντικειμένου με το έργο το οποίο επιτελούν.
- ζ) Σε περίπτωση ΔΠΜΣ που διεξάγονται αποκλειστικά στην αγγλική γλώσσα, θα πρέπει να προσδιορίζεται ο αριθμός των μεταπτυχιακών φοιτητών, ώστε τουλάχιστον το ήμισυ να καλύπτεται από Έλληνες φοιτητές, εφόσον φυσικά υπάρχει ικανοποιητικός αριθμός αιτήσεων. Ανάλογα, θα επανακαθορίζεται ο συνολικός αριθμός των μεταπτυχιακών φοιτητών.
- η) Όσον αφορά στους υποψηφίους από ΑΤΕΙ, ΑΣΠΑΙΤΕ ή ισότιμων σχολών, εφόσον επιλεγούν, υποχρεούνται βάσει σχετικής απόφασης της ΓΣ της οικείας Σχολής να παρακολουθήσουν επιτυχώς τα καθορισμένα κατά περίπτωση προπτυχιακά μαθήματα στον προβλεπόμενο χρόνο παρακολούθησης του ΔΠΜΣ, προκειμένου να τους απονεμηθεί το ΔΜΣ με την επιτυχή παρακολούθηση του πλήρους προγράμματος του ΔΠΜΣ.

Άρθρο 8 **Οδηγός σπουδών**

Με ευθύνη της ΕΔΕ ή της ΕΔΙΕ, συντάσσεται ο οδηγός σπουδών κάθε ΔΠΜΣ, ο οποίος εξειδικεύει τον παρόντα Κανονισμό Σπουδών του προγράμματος και αναρτάται στην ιστοσελίδα του ΔΠΜΣ.

Άρθρο 9 **Γλώσσα διδασκαλίας. Γλώσσα συγγραφής της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας.**

- α) Γλώσσα διδασκαλίας είναι κυρίως η ελληνική και για το λόγο αυτό προωθείται η ταχύρρυθμη διδασκαλία της ελληνικής γλώσσας στους αλλοδαπούς μεταπτυχιακούς φοιτητές. Επιτρέπεται η διδασκαλία μέρους ή συνόλου του ΠΜΣ στην αγγλική γλώσσα, στο πλαίσιο πάντα των διαδικασιών σύνταξης, έγκρισης και αξιολόγησης των αναλυτικών ΠΜΣ που προβλέπονται στον παρόντα Κανονισμό.
- β) Η γλώσσα συγγραφής της μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας είναι η ελληνική ή η αγγλική και ορίζεται με απόφαση της ΕΔΕ ή της ΕΔΙΕ. Σε κάθε περίπτωση, η μεταπτυχιακή ΔΕ περιλαμβάνει εκτεταμένη περίληψη στην ελληνική και την αγγλική γλώσσα.

Άρθρο 10 **Διάρθρωση Σπουδών στα ΔΠΜΣ**

- α) Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, στις οποίες ο μεταπτυχιακός φοιτητής ολοκληρώνει επιτυχώς τις υποχρεώσεις του για την απόκτηση του ΔΜΣ σε χρονικό διάστημα μικρότερο της ελάχιστης προβλεπόμενης διάρκειας του ΔΠΜΣ και σε κάθε περίπτωση, σε διάστημα όχι μικρότερο του ενός (1) έτους, η ΕΔΕ μπορεί, με απόφασή της, να εγκρίνει τη χορήγηση του ΔΜΣ.
- β) Ο μέγιστος χρόνος παραμονής στο ΔΠΜΣ, υπολογιζόμενος από την κανονική εγγραφή στο ΔΠΜΣ, είναι δύο (2) έτη. Κατ' εξαίρεση, σε ειδικές περιπτώσεις, μπορεί να δοθεί μικρή παράταση μέχρι ένα (1) επιπλέον έτος, μετά από αιτιολογημένη απόφαση της ΕΔΕ. Με την ολοκλήρωση του 2^{ου} έτους η ΕΔΕ αποφασίζει την διακοπή της φοίτησης και χορηγεί βεβαίωση με τα μαθήματα και την αντίστοιχη βαθμολογία στα οποία αυτός έχει εξετασθεί επιτυχώς.

- γ) Τα μαθήματα που απαιτούν εργαστηριακή εξάσκηση ή χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών περιλαμβάνουν κατά το δυνατό ατομική εκπαίδευση των μεταπτυχιακών φοιτητών. Επιδιώκεται η εισαγωγή νέων τρόπων διδασκαλίας που θα ενισχύσουν την ενεργότερη συμμετοχή των φοιτητών. Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται και στην εκπαίδευση των μεταπτυχιακών φοιτητών κατά ομάδες με διακριτούς ρόλους με ουσιαστικά θέματα μικρής έκτασης, ώστε να ενισχυθεί το ομαδικό πνεύμα και η συνθετική ικανότητά τους.
- δ) Η διάρθρωση των μεταπτυχιακών μαθημάτων περιλαμβάνει υποχρεωτικά ή και κατ' επιλογήν υποχρεωτικά μαθήματα. Στον κύκλο των υποχρεωτικών μαθημάτων είναι δυνατόν να παρέχονται προαπαιτούμενα μαθήματα κορμού και ειδίκευσης. Κατά την κρίση των ΕΔΕ, τα μαθήματα μπορεί να προσφέρονται από άλλες Σχολές του ΕΜΠ ή και άλλα ΑΕΙ. Επίσης, κατά την κρίση της ΕΔΕ, τα μαθήματα μπορεί να παρέχονται ως επιλέξιμα και σε άλλα ΔΠΜΣ του ΕΜΠ. Είναι προφανές ότι πολλά από τα μαθήματα ειδίκευσης ή εμβάθυνσης των ΔΠΜΣ είναι επιλέξιμα από τα Προγράμματα Διδακτορικών Σπουδών.
- ε) Όλα τα ΠΜΣ, στα οποία Σχολή του ΕΜΠ είναι επισπεύδουσα ακολουθεί το "Ενιαίο Ακαδημαϊκό Ημερολόγιο των Μεταπτυχιακών Σπουδών του Ιδρύματος", το οποίο εισηγείται η ΣΕ-ΜΣ και εγκρίνει κάθε έτος η Σύγκλητος του Ιδρύματος.
- ζ) Σε περίπτωση Διαπανεπιστημιακού ΠΜΣ ή ΔΠΜΣ μερικής φοίτησης, η διάρκεια σπουδών ορίζεται από την ΕΔΕ και εγκρίνεται τελικά από τη Σύγκλητο, στο πλαίσιο των διαδικασιών σύνταξης και έγκρισης των αναλυτικών ΠΜΣ του εδάφιου 1.8 και προσαρμόζεται αναλόγως το ακαδημαϊκό ημερολόγιο. Τα εκπαιδευτικά εξάμηνα που συναθροίζουν το σύνολο των πιστωτικών μονάδων ενός πλήρους προγράμματος, δεν μπορούν, δεδομένου ότι πρόκειται για προγράμματα μερικής φοίτησης, να ξεπερνούν σε διάρκεια το διπλάσιο χρόνο φοίτησης των ΔΠΜΣ πλήρους φοίτησης, ήτοι τα τέσσερα (4) έτη.
- η) Οι μεταπτυχιακοί φοιτητές των ΔΠΜΣ έχουν τη δυνατότητα να διακόψουν προσωρινά τις σπουδές τους με έγγραφη αίτησή τους, για χρονικό διάστημα που δεν υπερβαίνει τα δύο (2) συνεχόμενα εξάμηνα. Τα εξάμηνα αναστολής της φοιτητικής ιδιότητας δεν προσμετρώνται στην προβλεπόμενη ανώτατη διάρκεια κανονικής φοίτησης.

Άρθρο 11

Παρακολούθηση - Εξέταση - Βαθμολογία Μαθημάτων

- α) Η παρακολούθηση των μαθημάτων και η συμμετοχή στις συναφείς εκπαιδευτικές δραστηριότητες και εργασίες είναι υποχρεωτική. Σε περίπτωση που συντρέχουν εξαιρετικά σοβαροί και τεκμηριωμένοι λόγοι αδυναμίας παρουσίας του μεταπτυχιακού φοιτητή, η ΕΔΕ μπορεί να δικαιολογήσει ορισμένες απουσίες, ο μέγιστος αριθμός των οποίων δεν μπορεί να υπερβεί το 1/3 των διαλέξεων. Ο μεταπτυχιακός φοιτητής που δεν έχει συμπληρώσει τον απαραίτητο αριθμό παρουσιών σε κάποιο μάθημα έχει το δικαίωμα να επαναλάβει το μάθημα (ή άλλο αντίστοιχο που του ορίζει η ΕΔΕ) το επόμενο και τελευταίο ακαδημαϊκό έτος σπουδών, αν αυτό ορίζεται στο συγκεκριμένο ΠΜΣ.
- β) Ο ανώτατος αριθμός μαθημάτων στα οποία μπορεί να εγγραφεί κάθε μεταπτυχιακός φοιτητής ανά εκπαιδευτική περίοδο ορίζεται ενδεικτικά στα έξι (6) μαθήματα και προσδιορίζεται με απόφαση της ΕΔΕ κάθε ΔΠΜΣ.
- γ) Η βαθμολογία στα μαθήματα γίνεται στην κλίμακα 0-10, χωρίς κλασματικό μέρος, με βάση επιτυχίας κατ' ελάχιστο το 5. Ο βαθμός του μαθήματος προκύπτει υποχρεωτικά όχι μόνο από την τελική εξέταση αλλά και με αξιοσημείωτη βαρύτητα και από την επίδοση στις εφαρμοσμένες μεθόδους διδασκαλίας (εργαστήρια, εργαστήρια προσωπικών υπολογιστών, σπουδαστήρια, σχεδιαστήρια, εργασία πεδίου, θέματα, ομαδικές εργασίες με προσωπική παρουσίαση) που διεξάγονται κατά τη διάρκεια του μαθήματος, με σχετική βαρύτητα που καθορίζεται σε κάθε μάθημα από τον αρμόδιο διδάσκοντα, εγκρίνεται από την ΕΔΕ, και δεν μπορεί να υπολείπεται του 30% του συνολικού βαθμού του μαθήματος. Διευκρινίζεται

παράλληλα ότι μόνο η βαθμολογία της μεταπτυχιακής ΔΕ, που δίνεται από τους επιμέρους εξεταστές και ως μέσος όρος, μπορεί να περιλαμβάνει μισή κλασματική μονάδα.

- δ) Η τελική εξέταση διεξάγεται μετά το τέλος διδασκαλίας της εκπαιδευτικής περιόδου, σε εξεταστική περίοδο διάρκειας δύο εβδομάδων, σύμφωνα με το Ενιαίο Ακαδημαϊκό Ημερολόγιο των Μεταπτυχιακών Σπουδών του Ιδρύματος και τις ειδικότερες αποφάσεις της ΕΔΕ.
- ε) Τα αποτελέσματα εκδίδονται από τους διδάσκοντες εντός δύο εβδομάδων από τη διεξαγωγή της τελικής εξέτασης.
- στ) Δεν προβλέπεται επαναληπτική εξέταση. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, η ΕΔΕ μπορεί, με τεκμηριωμένη απόφασή της, να αποδεχθεί έκτακτη επιπλέον εξέταση στο $\frac{1}{4}$ των μαθημάτων, κατά μέγιστο, ανά ακαδημαϊκή περίοδο, εφόσον ο μεταπτυχιακός φοιτητής δεν μπόρεσε να εξεταστεί για λόγους ανώτερης βίας. Η ΕΔΕ μπορεί επίσης, σε εξαιρετικές περιπτώσεις, να ορίσει επαναληπτικές εξετάσεις.
- ζ) Οι αποτυχόντες σε μαθήματα μπορούν να επανεγγραφούν τον επόμενο χρόνο στα ίδια (ή και διαφορετικά αν πρόκειται για επιλογής) μαθήματα. Σε περιπτώσεις διετών προγραμμάτων κατά τις οποίες δεν είναι δυνατή η επανεγγραφή στον επόμενο χρόνο, επιτρέπεται κατ' εξαίρεση μια και μόνον πρόσθετη εξεταστική περίοδος, προσδιοριζόμενη σε κατάλληλο χρόνο από την ΕΔΕ.
- η) Αν ο μεταπτυχιακός φοιτητής αποτύχει στην εξέταση μαθήματος ή μαθημάτων, ούτως ώστε σύμφωνα με όσα ορίζονται στον παρόντα Κανονισμό θεωρείται ότι δεν έχει ολοκληρώσει επιτυχώς το πρόγραμμα, εξετάζεται, ύστερα από αίτησή του, από τριμελή επιτροπή μελών ΔΕΠ της Σχολής, οι οποίοι έχουν το ίδιο ή συναφές γνωστικό αντικείμενο με το εξεταζόμενο μάθημα και ορίζονται από την ΕΔΕ του ΔΠΜΣ. Από την επιτροπή εξαιρούνται οι διδάσκοντες του μαθήματος.
- θ) Αν ο μεταπτυχιακός φοιτητής έχει παρακολουθήσει μαθήματα άλλου αναγνωρισμένου μεταπτυχιακού κύκλου σπουδών και έχει εξεταστεί επιτυχώς σε αυτά, μπορεί να απαλλαγεί από αντίστοιχα μαθήματα του ΔΠΜΣ μετά από αίτησή του, εισήγηση των αντίστοιχων διδασκόντων και απόφαση της ΕΔΕ.
- ι) Η αναπλήρωση των μαθημάτων που δεν έγιναν θα πρέπει να αναπληρωθούν έτσι ώστε να συμπληρωθεί ο αριθμός των 13 εκπαιδευτικών εβδομάδων για όλα τα μαθήματα. Η αναπλήρωση αποφασίζεται και ανακοινώνεται από την ΕΔΕ του ΔΠΜΣ φροντίζοντας την τήρηση του ακαδημαϊκού ημερολογίου, όσο αυτό είναι δυνατό.

Άρθρο 12

Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία – Απονομή και βαθμός ΔΜΣ

- α) Η ανάληψη διπλωματικής εργασίας (ΔΕ) μπορεί να γίνει μετά το τέλος της 2^{ης} εκπαιδευτικής περιόδου του πρώτου έτους σπουδών, με την προϋπόθεση ότι ο μεταπτυχιακός φοιτητής έχει ως τότε εξεταστεί επιτυχώς τουλάχιστον στα μισά από τα μεταπτυχιακά μαθήματα του ΔΠΜΣ. Για μεταπτυχιακούς φοιτητές οι οποίοι επανεγγράφονται και τον επόμενο χρόνο για παρακολούθηση μαθημάτων της 1^{ης} ή της 2^{ης} εκπαιδευτικής περιόδου, αποφασίζει η ΣΕ για τυχόν ανάληψη της μεταπτυχιακής ΔΕ τους από την έναρξη του 2^{ου} ακαδημαϊκού έτους σπουδών.
- β) Ο μεταπτυχιακός φοιτητής υποβάλλει αίτηση, στην οποία αναγράφεται ο προτεινόμενος τίτλος της διπλωματικής εργασίας, ο προτεινόμενος επιβλέπων και επισυνάπτεται περίληψη της προτεινόμενης εργασίας. Η ΣΕ με βάση την αίτηση, ορίζει τον επιβλέποντα αυτής και συγκροτεί την τριμελή Εξεταστική Επιτροπή για την έγκριση της εργασίας. Η εξεταστική επιτροπή περιλαμβάνει το επιβλέπον μέλος ΔΕΠ και άλλα μέλη ΔΕΠ ή εκπαιδευτικού προσωπικού ή ερευνητές των βαθμίδων Α, Β, Γ, οι οποίοι είναι κάτοχοι Διδακτορικού Διπλώματος. Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής πρέπει να έχουν την ίδια ή

συναφή επιστημονική ειδικότητα με το γνωστικό αντικείμενο του ΔΠΜΣ. Με πρόταση του επιβλέποντα, τον μεταπτυχιακό φοιτητή στην εκπόνηση της μεταπτυχιακής ΔΕ του μπορούν να επικουρούν επιστημονικά διδάκτορες, υποψήφιοι διδάκτορες ή μεταπτυχιακοί φοιτητές και άλλοι επιστημονικοί συνεργάτες του ΕΜΠ ή προσκεκλημένοι διδάσκοντες εκτός ΕΜΠ. Είναι δυνατόν, επίσης, να συμμετέχει επικουρικά προσωπικό (ΕΕΠ, ΕΕΔΙΠ, ΕΤΕΠ, ΕΔΙΠ, κ.ά.) για την εργαστηριακή υποστήριξη των μεταπτυχιακών ΔΕ, όπου αυτό απαιτείται. Η βαθμολογία της μεταπτυχιακής ΔΕ προκύπτει ως μέσος όρος της βαθμολογίας των τριών εξεταστών στην κλίμακα 1-10 και στρογγυλεύεται στην μισή κλασματική μονάδα, με βάση επιτυχίας κατ' ελάχιστο το 5,5 (πέντε και 50%). Η ΕΔΕ θεσπίζει ενιαία κριτήρια αξιολόγησης.

- γ) Το κείμενο της μεταπτυχιακής ΔΕ συντίθεται με επεξεργασία κειμένου σε λογότυπο της έγκρισης της ΕΔΕ, υποβάλλεται σε 5 τουλάχιστον αντίτυπα και περιλαμβάνει οπωσδήποτε σύνοψη 1.200 έως 2.000 λέξεων, πίνακα περιεχομένων, βιβλιογραφικές αναφορές και περίληψη 300 έως 500 λέξεων στην ελληνική και την αγγλική γλώσσα. Μετά την έγκριση της μεταπτυχιακής ΔΕ, ο μεταπτυχιακός φοιτητής υποχρεούται να καταθέσει αντίτυπο και ηλεκτρονικό αρχείο της εργασίας του στην Κεντρική Βιβλιοθήκη του ΕΜΠ και να υποβάλλει ηλεκτρονικά το αρχείο της εργασίας του στο Ιδρυματικό Αποθετήριο του ΕΜΠ. Οι μεταπτυχιακές ΔΕ που εγκρίνονται από την Εξεταστική Επιτροπή αναρτώνται υποχρεωτικά στο διαδικτυακό τόπο της οικείας Σχολής.
- δ) Αν η μεταπτυχιακή ΔΕ δεν ολοκληρωθεί επιτυχώς εντός της 3^{ης} εκπαιδευτικής περιόδου, μπορεί να συνεχιστεί κατά την επόμενη ακαδημαϊκή περίοδο.
- ε) Σε κάθε περίπτωση, για την απονομή του ΔΜΣ απαιτείται ο προαγωγικός βαθμός στα μεταπτυχιακά μαθήματα και στη μεταπτυχιακή ΔΕ. Αν τούτο δεν επιτευχθεί εντός της μέγιστης προβλεπόμενης χρονικής διάρκειας σπουδών, ο μεταπτυχιακός φοιτητής παίρνει απλό πιστοποιητικό παρακολούθησης για τα μαθήματα στα οποία έχει λάβει προβιβάσιμο βαθμό μαθημάτων και αποχωρεί.
- στ) Ο γενικός βαθμός του ΔΜΣ προκύπτει ως ο σταθμισμένος μέσος όρος των βαθμών των μεταπτυχιακών μαθημάτων και της μεταπτυχιακής ΔΕ, η οποία θεωρείται ότι αντιστοιχεί σε ένα (1) εξάμηνο μαθημάτων.
- ζ) Μια φορά το χρόνο και συγκεκριμένα τον Νοέμβριο καταρτίζεται, από τη Γραμματεία της επισπεύδουσας Σχολής, πίνακας αποφοιτούντων που περιλαμβάνει όσους ολοκλήρωσαν επιτυχώς κατά το λήξαν ακαδημαϊκό έτος τις συνολικές υποχρεώσεις του ΔΠΜΣ. Οι τίτλοι σπουδών απονέμονται κατ' έτος από τις επισπεύδουσες Σχολές, σε ειδική τελετή, από τον Κοσμήτορα της Σχολής και το Διευθυντή του ΔΠΜΣ.

Άρθρο 13

Τύπος Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ)

- α) Απονέμονται ο τύπος Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ), Διατμηματικού ΕΜΠ ή Διαπανεπιστημιακού με επισπεύδον ΑΕΙ το ΕΜΠ, ο οποίος παρατίθεται στο Κεφάλαιο 2 του παρόντος Κανονισμού.
- β) Με ευθύνη του Διευθυντή του ΔΠΜΣ και διοικητική φροντίδα της επισπεύδουσας Σχολής εκδίδονται έγκαιρα τα ΔΜΣ, με την ηλεκτρονική υποστήριξη της Διεύθυνσης Πληροφορικής του ΕΜΠ.
- γ) Το ΔΜΣ συνοδεύεται από πιστοποιητικό στο οποίο αναγράφονται όλα τα μαθήματα του ΔΠΜΣ (με την αντίστοιχη βαθμολογία). Στο τέλος του πιστοποιητικού τονίζεται ιδιαίτερα το θέμα και ο βαθμός της Μεταπτυχιακής ΔΕ.
- δ) Το ΔΜΣ και το πιστοποιητικό χορηγούνται στην ελληνική γλώσσα και σε μετάφραση στην αγγλική γλώσσα, σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις.
- ε) Στον πρωτότυπο τίτλο του ΔΜΣ δεν αναγράφεται ο βαθμός διπλώματος αριθμητικά αλλά μόνο η κλίμακα «Καλώς», «Λίαν Καλώς» ή «Άριστα», που θα εξάγεται ανάλογα με τον

τελικό βαθμό που έχει προκύψει. Ως προς δε τις κλίμακες εφαρμόζονται τα ισχύοντα και στις προπτυχιακές σπουδές, δηλαδή Άριστα (9 ως 10), Λίαν Καλώς (7 ως 8,99), Καλώς (5 ως 6,99). Ο βαθμός του ΔΜΣ αριθμητικά, εφόσον το επιθυμεί ο μεταπτυχιακός φοιτητής, θα αναφέρεται στο αντίστοιχο πιστοποιητικό σπουδών του.

Άρθρο 14

Ο σύμβουλος σπουδών

- α) Ταυτόχρονα ή αμέσως μετά την επιλογή των υποψηφίων, η ΕΔΕ ορίζει για κάθε μεταπτυχιακό φοιτητή ένα σύμβουλο σπουδών, ανάλογα με την ειδικότερη γνωστική περιοχή στην οποία εντάσσεται ο μεταπτυχιακός φοιτητής.
- β) Κατά τη διάρκεια των σπουδών, ο σύμβουλος συνεργάζεται και κατευθύνει το μεταπτυχιακό φοιτητή στην επιλογή των καταλληλότερων μαθημάτων - εκτός των υποχρεωτικών - σύμφωνα με τα ενδιαφέροντα και τους στόχους του και προσυπογράφει τον πίνακα μαθημάτων στα οποία εγγράφεται ο μεταπτυχιακός φοιτητής στην αρχή της κάθε ακαδημαϊκής περιόδου (εξαμήνου). Επίσης, παρακολουθεί την εν γένει πορεία του μεταπτυχιακού φοιτητή στο ΔΠΜΣ, συμπεριλαμβανομένης της κάλυψης των προαπαιτήσεων, όπου χρειάζεται.
- γ) Ο σύμβουλος δεν ταυτίζεται κατ' ανάγκη με τον επιβλέποντα της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας. Ως σύμβουλοι μπορούν να οριστούν κατ' αρχάς όλα τα μέλη ΔΕΠ που διδάσκουν στο ΔΠΜΣ.

Άρθρο 15

Βράβευση μεταπτυχιακών διπλωματικών εργασιών από το ΕΜΠ

Το ΕΜΠ έχει τη δυνατότητα βράβευσης των καλύτερων μεταπτυχιακών ΔΕ σε επίπεδο Ιδρύματος, αξιοποιώντας πόρους κληροδοτημάτων. Για την αξιολόγηση των εργασιών, ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία.

- α) Οι εργασίες αξιολογούνται προς βράβευση, μετά από γραπτή εισήγηση του επιβλέποντα, η οποία περιλαμβάνει σύντομη τεκμηρίωση των λόγων για τους οποίους προτείνεται προς βράβευση η συγκεκριμένη εργασία ή διατριβή. Συνοδεύεται από:
 - i. αίτηση υποβολής της εργασίας, στην οποία ο συγγραφέας (μεταπτυχιακός διπλωματούχος) δηλώνει ότι υποβάλλει ηλεκτρονικό αρχείο της μεταπτυχιακής εργασίας με σκοπό την κρίση της προς βράβευση από το συγκεκριμένο κληροδότημα,
 - ii. σύντομη περίληψη της εργασίας, και
 - iii. CD με το ηλεκτρονικό αρχείο της εργασίας.
- β) Κάθε Σχολή προτείνει τελικά προς βράβευση αριθμό μεταπτυχιακών ΔΕ αντίστοιχο με τα βραβεία, με εσωτερικές διαδικασίες επιλογής (απόφαση της ΕΔΕ), μετά από εισήγηση της ΕΜΣ και απόφαση της ΓΣ.
- γ) Τα κριτήρια επιλογής των υποψηφίων οι οποίοι θα προταθούν για βράβευση θα πρέπει να περιλαμβάνουν:
 - i. την πρωτοτυπία και καινοτομία της μεταπτυχιακής ΔΕ, και
 - ii. τις δημοσιεύσεις που έχουν παραχθεί από το υλικό της μεταπτυχιακής ΔΕ.

- δ) Η ΣΕ-ΜΣ σχηματίζει Επιτροπή Αξιολόγησης, η οποία αποτελείται από τρία (3) ή τέσσερα (4) μέλη ΔΕΠ διαφορετικών Σχολών, στην οποία δεν μπορούν να συμμετέχουν επιβλέποντες αξιολογούμενων εργασιών.
- ε) Η Επιτροπή Αξιολόγησης λαμβάνει υπόψη της τις αξιολογήσεις των Σχολών και εισηγείται στην ΕΜΣ, όπου λαμβάνεται η σχετική απόφαση, η οποία ανακοινώνεται στη Σύγκλητο.
- στ) Η βράβευση γίνεται σε τελετή απονομής, με σύντομες παρουσιάσεις των τριών πρώτων εργασιών.

Άρθρο 16

Έλεγχος και αξιολόγηση των ΔΠΜΣ (βλ. άρθρο 44)

- α) Η διασφάλιση της υψηλής ποιότητας του προγράμματος σπουδών του ΔΠΜΣ επιτυγχάνεται με τη συνεχή και συστηματική διαδικασία αξιολόγησης του προγράμματος, όπως περιγράφεται στη συνέχεια.
 - i. Με ερωτηματολόγια, τα οποία έχει ήδη εγκρίνει η Σύγκλητος του ΕΜΠ (2012) και στα οποία απαντούν οι διδάσκοντες και οι φοιτητές, η επεξεργασία των οποίων αποτελεί ευθύνη της ΕΔΕ. Τα ερωτηματολόγια αφορούν κυρίως την ποιότητα και τα μέσα της έρευνας και διδασκαλίας, τη δομή και το περιεχόμενο των σπουδών, τη φοιτητική μέριμνα, τις διοικητικές υπηρεσίες και την υλικοτεχνική υποδομή.
 - ii. Με την έκθεση εσωτερικής αξιολόγησης, η οποία συντάσσεται από την ΕΔΕ ως Ειδική Ομάδα Αξιολόγησης, με τη συμμετοχή εκπροσώπων των Συλλόγων ΔΕΠ, Μεταπτυχιακών Φοιτητών και των υπολοίπων Συλλόγων των κατηγοριών προσωπικού (ΕΕΔΙΠ, ΕΤΕΠ, Διοικητικού, Συμβασιούχων, κ.α.) που μετέχουν στο πρόγραμμα. Η έκθεση περιέχει μια κριτική – αξιολογική ανάλυση της πορείας εφαρμογής των στόχων του προγράμματος, τα θετικά και αρνητικά σημεία που αναδείχθηκαν κατά τη διαδικασία της αξιολόγησης, τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για να επιτευχθούν οι στόχοι που έχει θέσει το ΔΠΜΣ, να οργανωθούν καλύτερα οι υπό αξιολόγηση δραστηριότητες, να αναβαθμιστούν οι χορηγούμενοι τίτλοι σπουδών και η επιστημονική δραστηριότητα, καθώς και κάθε άλλο μέτρο διασφάλισης και βελτίωσης της ποιότητας του διδακτικού, ερευνητικού ή άλλου έργου. Η εσωτερική αξιολόγηση λαμβάνεται υπόψη για την εξωτερική αξιολόγηση του διδακτικού, ερευνητικού ή άλλου έργου του ΔΠΜΣ από ανεξάρτητους εμπειρογνώμονες.
 - iii. Με την έκθεση εξωτερικής αξιολόγησης που συνίσταται στην κριτική – αναλυτική εξέταση των αποτελεσμάτων της εσωτερικής αξιολόγησης από την Επιτροπή Εξωτερικής Αξιολόγησης, τα μέλη της οποίας προέρχονται από μητρώο ανεξάρτητων εμπειρογνομένων σχετικών με το γνωστικό αντικείμενο του προγράμματος. Η έκθεση εξωτερικής αξιολόγησης περιλαμβάνει κυρίως τις αναλύσεις, διαπιστώσεις, συστάσεις και υποδείξεις και τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν προκειμένου να βελτιωθεί περαιτέρω η ποιότητα του διδακτικού, ερευνητικού ή άλλου έργου ή να αντιμετωπιστούν τυχόν αδυναμίες και αποκλίσεις που εντοπίστηκαν σε σχέση με τη φυσιογνωμία, τους στόχους και την αποστολή του ΔΠΜΣ και οφείλει να στηρίζεται στην έκθεση εσωτερικής αξιολόγησης και να λαμβάνει υπόψη τις παρατηρήσεις της ΓΣ του ΔΠΜΣ σχετικά, προκειμένου για την τελική δημόσια έκδοσή της.

Το Ίδρυμα αποφασίζει για το χρόνο διενέργειας της εσωτερικής και εξωτερικής αξιολόγησης.

- β) Κατά τη λήξη της θητείας της ΣΕ, με ευθύνη του απερχόμενου Διευθυντή, συντάσσεται αναλυτικός απολογισμός του ερευνητικού και εκπαιδευτικού έργου του ΠΜΣ, καθώς και των λοιπών δραστηριοτήτων του, με στόχο την αναβάθμιση των σπουδών, την καλύτερη αξιοποίηση του ανθρώπινου δυναμικού, τη βελτιστοποίηση των υφιστάμενων υποδομών

και την κοινωνικά επωφελή χρήση των διαθέσιμων πόρων του ΠΜΣ. Ο απολογισμός κατατίθεται στην οικεία Σχολή, στην οποία ανήκει το ΠΜΣ.

- γ) Εκτός από τις διαδικασίες εσωτερικής και εξωτερικής αξιολόγησης, καθώς και διασφάλισης και πιστοποίησης της ποιότητας, οι οποίες προβλέπονται στο ν. 4009/2011 (Α' 189), εξωτερική ακαδημαϊκή αξιολόγηση των ΠΜΣ κάθε Σχολής, διενεργεί εξαμελής Επιστημονική Συμβουλευτική Επιτροπή (ΕΣΕ) ανά πενταετία, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην ισχύουσα νομοθεσία. Τα πέντε (5) μέλη της ΕΣΕ είναι μέλη ΔΕΠ άλλων ΑΕΙ ή ερευνητές, του αντίστοιχου επιστημονικού πεδίου και την προϋπόθεση ότι δεν είναι διδάσκοντες και το έκτο μέλος είναι μεταπτυχιακός φοιτητής.

Άρθρο 17

Δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας μεταπτυχιακών εργασιών

- α) Τα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας της διπλωματικής εργασίας ΔΕ ανήκουν στο συγγραφέα (μεταπτυχιακό φοιτητή) καθόσον η εξέταση και χορήγηση του σχετικού τίτλου προϋποθέτει η μεταπτυχιακή εργασία να αποτελεί στοιχείο της προσωπικής του συμβολής με χαρακτήρα ατομικότητας, μοναδικότητας, ήτοι πρωτοτυπίας. Ο συγγραφέας έχει επίσης ευθύνη για το περιεχόμενο της μεταπτυχιακής ΔΕ.
- β) Τα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας μπορούν να κατοχυρωθούν στη σελίδα των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας, η οποία θα ακολουθεί τη σελίδα τίτλου, συνοδευόμενη με πληροφορίες όπως © [Έτος], [Πλήρες Νόμιμο Ονοματεπώνυμο]. ΜΕ ΕΠΙΦΥΛΑΞΗ ΠΑΝΤΟΣ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΟΣ. ALL RIGHTS RESERVED.
- γ) Οι μεταπτυχιακοί φοιτητές οι οποίοι αξιοποιούν τις υποδομές, το προσωπικό και την τεχνογνωσία του ΕΜΠ, με τη καθοδήγηση του επιβλέποντα, έχουν υπηρεσιακό καθήκον έναντι του Ιδρύματος.
- δ) Στη μεταπτυχιακή ΔΕ πρέπει να αναγνωρίζεται ο ρόλος του επιβλέποντα, με σχετική αναγραφή στο εξώφυλλο και το εσώφυλλο. Επιπροσθέτως, στις ευχαριστίες πρέπει να αναγνωρίζεται ο επιβλέπων, καθώς και η υποδομή που χρησιμοποιήθηκε (π.χ. Εργαστήριο, υποτροφία, χρηματοδότηση).
- ε) Το ευρύτερο επιστημονικό και ερευνητικό έργο των μελών ΔΕΠ δεν μπορεί να υπαχθεί στην έννοια του υπηρεσιακού καθήκοντος του Ν. 2121/1993.
- στ) Ο συγγραφέας, με συμφωνητικό ή σύμβαση, παραχωρεί στο Ίδρυμα μη αποκλειστικό δικαίωμα δημοσίευσης (π.χ. μέσω του ιδρυματικού αποθετηρίου της Βιβλιοθήκης του ΕΜΠ) και αναπαραγωγής και διάθεσης της διατριβής για εκπαιδευτικούς, ερευνητικούς σκοπούς και μη εμπορικούς σκοπούς. Στην περίπτωση εμπορικών σκοπών, η νόμιμη χρήση των ανωτέρω δικαιωμάτων εκ μέρους του Ιδρύματος απαιτεί την συμβατική προς αυτό εκχώρηση των εν λόγω δικαιωμάτων από τους δημιουργούς του εκάστοτε σύνθετου έργου.
- ζ) Ο επιβλέπων/υπεύθυνος ερευνητικής ομάδας/Εργαστηρίου έχει δικαίωμα αξιοποίησης και δημοσιοποίησης των παραγόμενων αποτελεσμάτων (δεδομένα, μελέτες, προγράμματα, εφαρμογές, πρωτότυπα, κ.λπ.). Η αξιοποίηση δεν αφορά σε εμπορική εκμετάλλευση, αλλά σε πράξη στο πλαίσιο της έρευνας και της επιστήμης.
- η) Σε περίπτωση χρηματοδοτούμενης έρευνας, δεν εκχωρείται το δικαίωμα πνευματικής ιδιοκτησίας της μεταπτυχιακής ΔΕ, παρά μόνο το δικαίωμα χρήσης/εκμετάλλευσης των αποτελεσμάτων της έρευνας (δεδομένα, μελέτες, προγράμματα, εφαρμογές, πρωτότυπα, κλπ) στον Επιστημονικό Υπεύθυνο ή/και χρηματοδότη σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στη σύμβαση μεταξύ του ΕΜΠ και του παραγγέλλοντα φορέα.
- θ) Σε περίπτωση οικονομικής δυνατότητας εκμετάλλευσης του προϊόντος της έρευνας ή ευρεσιτεχνίας πρέπει να συντάσσεται σχετικό συμφωνητικό ή σύμβαση με βάση το εκάστοτε ισχύον νομικό πλαίσιο, που να κατοχυρώνει το δικαίωμα αυτών που έχουν συμβάλει ουσιαστικά στην ανάπτυξη του σύνθετου έργου / προϊόντος.

- ι) Στην δημοσίευση πρώιμων/απορρεουσών εργασιών κατά τη διάρκεια ή μετά από την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής ΔΕ, περιλαμβάνονται τα ονόματα του συγγραφέα και του επιβλέποντα. Άλλα πρόσωπα τα οποία επίσης ενδέχεται να είχαν δημιουργική συνεισφορά στην εργασία αναφέρονται με την εκάστοτε πραγματική συμβολή.
- κ) Η χρήση ξένου υλικού με κατοχυρωμένα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας ή η παραπομπή σε αυτό, στο πλαίσιο της μεταπτυχιακής ΔΕ, πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τους κανόνες της ακαδημαϊκής δεοντολογίας. Η παραβίαση αυτής της δεοντολογίας αποτελεί παράβαση του νόμου περί πνευματικής ιδιοκτησίας και θα αντιμετωπίζεται αναλόγως από το Ίδρυμα.

2.1 Εισαγωγή (Γενικές Διατάξεις)

1. Το Τμήμα Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών της **Σχολής Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών** σε συνεργασία με το Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών της **Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών**, το Τμήμα Χημικών Μηχανικών της **Σχολής Χημικών Μηχανικών**, το Τμήμα Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών της **Σχολής Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών**, το Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών της **Σχολής Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών** του **Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου**, θα οργανώσουν και θα λειτουργήσουν από το ακαδημαϊκό έτος 2018-2019 το Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΠΜΣ) στο επιστημονικό πεδίο **«Μαθηματική Προτυποποίηση σε Σύγχρονες Τεχνολογίες και την Χρηματοοικονομική» (Μ.Π.Σ.Τ.Χ.)** σύμφωνα με τις διατάξεις της απόφασης αυτής και τις διατάξεις του Ν. 4485/2017 (ΦΕΚ 114 Α').
2. Τη διοικητική υποστήριξη του προγράμματος αναλαμβάνει η **Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών** του ΕΜΠ (σύμφωνα με όσα ορίζονται στον παρόντα Κανονισμό και ειδικότερα στο εδάφιο 1.7).
3. Οι ειδικότερες ρυθμίσεις που διέπουν την οργάνωση και λειτουργία του ΔΠΜΣ Μ.Π.Σ.Τ.Χ. αποτυπώνονται στο κεφάλαιο 1 του παρόντος Κανονισμού.

2.2 Μεταπτυχιακός τίτλος, γνωστικό αντικείμενο και ο σκοπός του προγράμματος

2.2.1. Το ΔΠΜΣ Μ.Π.Σ.Τ.Χ. απονέμει **Δίπλωμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ)** στην περιοχή της *Μαθηματική Προτυποποίηση σε Σύγχρονες Τεχνολογίες και την Χρηματοοικονομική* μετά από επιτυχή περάτωση του σχετικού κύκλου σπουδών.

2.2.2. Αντικείμενο του ΔΠΜΣ: Περιεχόμενο, Αναγκαιότητα και Στόχοι του Δ.Π.Μ.Σ.

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει αναπτυχθεί, διεθνώς, αλλά και στην Ελλάδα, μια έντονη ερευνητική δραστηριότητα μελέτης τόσο των φυσικών διαδικασιών, όσο και των τεχνολογικών, οικονομικών και κοινωνικών προβλημάτων με τη χρήση των εργαλείων της σύγχρονης Μαθηματικής Επιστήμης.

Η ολοένα αυξανόμενη πολυπλοκότητα, τόσο των τεχνολογικών διαδικασιών, όσο και των βιομηχανικών και επιχειρηματικών δραστηριοτήτων, απαιτεί την ουσιαστική συνεισφορά των **εφαρμοσμένων μαθηματικών και ειδικότερα των λεγομένων βιομηχανικών μαθηματικών**, κατά κύριο λόγο με τη μορφή της **μαθηματικής προτυποποίησης** και των **υπολογιστικών μαθηματικών**. Η **μαθηματική ανάλυση - ντετερμινιστική ή στοχαστική** - και η **αριθμητική προσομοίωση** καθώς και η **εκμάθηση μαθηματικών υποδειγμάτων από δεδομένα** μπορούν, σε αρκετές περιπτώσεις, να υποκαταστήσουν μακροχρόνια πειράματα για το σχεδιασμό νέων υλικών, διατάξεων και πολύπλοκων συστημάτων. Συμβάλλουν έτσι ουσιαστικά στην ανάπτυξη και υλοποίηση διαδικασιών, που παρέχουν τη δυνατότητα μεγαλύτερης ευελιξίας επιλογών, οικονομίας αλλά και ασφάλειας στην εκτέλεση των πειραματικών ελέγχων, καθώς και στην κατανόηση της δυναμικής συμπεριφοράς στο διαρκώς διευρυνόμενο φάσμα των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων καθώς και να καταστεί δυνατή μια νέας μορφής συνεργασίας και αλληλεπίδρασης του ανθρώπου και των συστημάτων.

Σήμερα είναι πλέον κοινή η αντίληψη ότι, πρωτοποριακό ρόλο σε όλα τα παραπάνω, μπορούν να παίξουν οι **σύγχρονες θεωρήσεις των γραμμικών και μη-γραμμικών συστημάτων, των ντετερμινιστικών και στοχαστικών προσεγγίσεων, των διακριτών τεχνικών, καθώς τέλος και των μαθηματικών εργαλείων του συνεχούς** καθώς και εξελιγμένων στατιστικών μεθοδολογιών ικανών να αξιοποιήσουν την διαθέσιμη πληθώρα δεδομένων κάθε μορφής. Για την αξιοποίησή τους, όμως, απαιτείται συστηματική ανάπτυξη της **βασικής έρευνας** και εκτεταμένη εμπειρία (και ανάδραση) από την **εφαρμογή** των θεωρητικών αποτελεσμάτων στα αντίστοιχα προβλήματα.

Η μαθηματική προτυποποίηση αποτελεί σημαντικότατο κλάδο των θετικών, τεχνολογικών και των οικονομικών επιστημών για διάφορους λόγους:

- Συχνά οδηγεί στην **ανακάλυψη ιδιαίτερα σημαντικών νέων φαινομένων**, που προκύπτουν λόγω της **πολυπλοκότητας των συστημάτων** και του **μη τοπικού χαρακτήρα των αλληλεπιδράσεων**, που λαμβάνουν χώρα σ' αυτά.
- **Απαιτείται συνδυασμός γνώσεων από διαφορετικούς κλάδους των μαθηματικών** και η εναρμόνισή τους με την κατανόηση σε φυσικό, τεχνολογικό, βιολογικό, κοινωνικό και οικονομικό (ανάλογα με την περίπτωση) επίπεδο των διεργασιών, που λαμβάνουν χώρα στο υπό μελέτη σύστημα.
- Τα μαθηματικά πρότυπα επιτρέπουν την **αδάπανη και συστηματική διερεύνηση της συμπεριφοράς των συστημάτων και διεργασιών**, που προτυποποιούν, μεταβάλλοντας μια σειρά ελευθέρων παραμέτρων ελέγχου, καθώς και την εύρεση βέλτιστων τιμών και συμπεριφορών μέσω αριθμητικών προσομοιώσεων ή/και αναλυτικών παρατηρήσεων.

Σκοπός του μεταπτυχιακού προγράμματος είναι **να παράσχει στους σπουδαστές υψηλού επιπέδου εφόδια από το χώρο της Μαθηματικής Επιστήμης** και ειδικότερα από τις περιοχές της Μαθηματικής Ανάλυσης (Ντετερμινιστικής και Στοχαστικής), των Διαφορικών Εξισώσεων και Δυναμικών Συστημάτων, της Αριθμητικής Ανάλυσης και της Στατιστικής. Εφόδια τα οποία με την πάροδο του χρόνου ολοένα και περισσότερο αποδεικνύεται ότι αποτελούν πλέον κοινό τόπο συνάντησης των τεχνικών Μαθηματικής Προτυποποίησης τόσο των διαδικασιών, που λαμβάνουν χώρα σε φυσικά φαινόμενα και τεχνολογικά συστήματα, όσο και στα βασικά φαινόμενα εξέλιξης των κοινωνικών και οικονομικών συστημάτων.

Στόχο επίσης του ΔΠΜΣ Μ.Π.Σ.Τ.Χ. - πέραν της κοινής μαθηματικής βάσης των δύο Κατευθύνσεων - αποτελεί και η διερεύνηση της δυνατότητας **ουσιαστικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθημάτων των τριών Κατευθύνσεων και ενοποίηση μεθόδων και τεχνικών στην πορεία Μαθηματικής Προτυποποίησης Τεχνολογικών, Επιστήμης Δεδομένων και Οικονομικών διαδικασιών και συστημάτων.**

2.2.2.1 Ειδικά για την Κατεύθυνση των Τεχνολογιών Αιχμής:

Στόχος του ΔΠΜΣ Μ.Π.Σ.Τ.Χ. είναι να «παράγει» επιστήμονες – ερευνητές υψηλού κύρους, οι οποίοι θα εργαστούν σε ελληνικά ή ξένα Πανεπιστήμια, Ερευνητικά Κέντρα, Διεθνείς Οργανισμούς, καθώς επίσης και υψηλού επιπέδου στελέχη, που θα απασχοληθούν στη διοίκηση και την έρευνα στο χώρο της Βιομηχανίας και των Επιχειρήσεων. Πιο συγκεκριμένα, για τους φοιτητές, που ενδιαφέρονται για τη κατεύθυνση των Τεχνολογιών Αιχμής, το ΔΠΜΣ έχει ως στόχο:

- την παροχή **ολοκληρωμένης γνώσης με ενιαία μεθοδολογική προσέγγιση** των βασικών εργαλείων της μαθηματικής προτυποποίησης συνεχών και διακριτών συστημάτων και διαδικασιών, μικροσκοπικών και μακροσκοπικών, ντετερμινιστικών και στοχαστικών και
- την **δια παραδειγμάτων** (στο Εργαστήριο αλλά και σε πραγματικό χώρο) **εμπέδωση των δυνατοτήτων της προτυποποίησης** σε πληθώρα συστημάτων για το **σχεδιασμό προϊόντων και διεργασιών** στο χώρο των **βιοεπιστημών** (σχεδιασμός φαρμάκων, σχέσεις δομής-δράσης βιολογικών μακρομορίων, βιοϊατρική μηχανική) και των **υλικών** (σχέσεις δομής-ιδιοτήτων-

επεξεργασίας-επιδόσεων, πολυμερή, νανοδομημένα υλικά και διατάξεις για εφαρμογές στη μικροηλεκτρονική, στις τηλεπικοινωνίες, στις ενεργειακές τεχνολογίες και στην προστασία του περιβάλλοντος).

Οι φοιτητές θα ασκηθούν στη δημιουργία μαθηματικών προτύπων, βασισμένων στις φυσικές επιστήμες, για την περιγραφή της συμπεριφοράς των παραπάνω συστημάτων σε διάφορες κλίμακες μήκους και χρόνου (multiscale modelling) και στην αναλυτική ή αριθμητική επίλυση των προτύπων αυτών με μεθόδους που εξασφαλίζουν υψηλή αξιοπιστία και χαμηλό υπολογιστικό κόστος. Θα κατανοήσουν πώς διάφορα επίπεδα περιγραφής και προσομοίωσης (μοριακό – μεσοσκοπικό – μακροσκοπικό) μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους με στόχο την εις βάθος κατανόηση και ποσοτική πρόρρηση των φαινομένων και τη βελτιστοποίηση προϊόντων και διεργασιών σε συγκεκριμένες εφαρμογές.

Οι απόφοιτοι αυτής της κατεύθυνσης θα μπορούν να μετουσιώνουν πολύπλοκα προβλήματα, που καθημερινά τίθενται στις ως άνω περιοχές σε λειτουργικά πρότυπα, των οποίων η μαθηματική διερεύνηση και αριθμητική προσομοίωση θα έχει σημαντικό αντίκτυπο στην τεχνολογική, επιστημονική και οικονομική πρόοδο της χώρας μας.

Η μεγάλη σημασία της κατεύθυνσης διεθνώς καταδεικνύεται, μεταξύ άλλων, από την απονομή του βραβείου Nobel Χημείας 2013 στους Martin Karplus, Michael Levitt και Arieh Warshel για την ανάπτυξη προτύπων πολλαπλών κλιμάκων για πολύπλοκα χημικά συστήματα. Επίσης από μεγάλης κλίμακας ερευνητικά προγράμματα όπως το Materials Genome Initiative των ΗΠΑ, που αποσκοπεί στην ανακάλυψη, παραγωγή και αξιοποίηση προηγμένων υλικών δύο φορές γρηγορότερα, με μικρό κλάσμα του κόστους που απαιτείται σήμερα.

Η δομή του μεταπτυχιακού προγράμματος στηρίζεται στις τρεις βασικές κατηγοριοποιήσεις των συστημάτων-προτύπων εν γένει: **μακροσκοπικά-μικροσκοπικά, ντετερμινιστικά-στοχαστικά και συνεχή-διακριτά**. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται και στη σημασία-αναγκαιότητα της **μη γραμμικής θεώρησης**.

Γίνεται προσπάθεια να αποτυπωθούν και οι τρεις βασικές προτεραιότητες, τουλάχιστον σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο, ήτοι **των τεχνολογιών περιβάλλοντος - ζωής - ποιότητας, υλικών και πληροφορικής-επικοινωνιών** με την ευρύτερή τους έννοια.

2.2.2.2 Ειδικά για την Κατεύθυνση των Μαθηματικών της Επιστήμης Δεδομένων:

Στόχος του ΔΠΜΣ Μ.Π.Σ.Τ.Χ. είναι να «παράγει» επιστήμονες – ερευνητές υψηλού κύρους, οι οποίοι θα εργαστούν σε ελληνικά ή ξένα Πανεπιστήμια, Ερευνητικά Κέντρα, Διεθνείς Οργανισμούς, καθώς επίσης και υψηλού επιπέδου στελέχη, που θα απασχοληθούν στη διοίκηση και την έρευνα στο χώρο της Βιομηχανίας και των Επιχειρήσεων. Πιο συγκεκριμένα, για τους φοιτητές, που ενδιαφέρονται για τη κατεύθυνση της επιστήμης των Δεδομένων, το ΔΠΜΣ έχει ως στόχο:

- i. την παροχή ολοκληρωμένης γνώσης με ενιαία μεθοδολογική προσέγγιση των υπό ραγδαία δυναμική εξέλιξη εργαλείων της μαθηματικής προτυποποίησης βασισμένα στον ευρύτερο κλάδο της στατιστικής που αντικείμενό τους είναι η εκμάθηση μοντέλων από τα δεδομένα, ή «ανάλυση δεδομένων», τα οποία να έχουν την δυνατότητα να ανταποκρίνονται σε ενδεχόμενη συνεχή διαφοροποίηση αλλά και κλιμάκωση σε μεγάλους όγκους.

- ii. την *δια παραδειγμάτων* (στο Εργαστήριο υπολογιστικών συστημάτων) *εμπέδωση των δυνατοτήτων της προτυποποίησης* σε πληθώρα συστημάτων, που καλύπτουν το ευρύτατο φάσμα των *τεχνολογιών της ζωής* (περιβάλλον, ποιότητα ζωής και υπηρεσιών, βιολογία, βιοτεχνολογία και βιοϊατρική), *της κοινωνίας της πληροφορίας* (πληροφορική, επεξεργασία χωροχρονικών σημάτων, επικοινωνίες) και των *υλικών*.

Οι απόφοιτοι αυτού του προγράμματος θα μπορούν να μετουσιώνουν πολύπλοκα προβλήματα, που καθημερινά τίθενται στις ως άνω περιοχές σε λειτουργικά πρότυπα, τα οποία θα έχουν διαμορφωθεί από την μεγάλη διαθεσιμότητα δεδομένων κάθε μορφής, αποτυπώνοντας την εξωτερική υφέρπουσα πραγματικότητα με τρόπο που εκτιμάται ότι θα έχει σημαντικό αντίκτυπο στην τεχνολογική, επιστημονική και οικονομική πρόοδο της χώρας μας.

Στο πλαίσιο της εν λόγω κατεύθυνσης θα παρουσιαστούν οι πλέον σύγχρονες τάσεις στην ανάπτυξη εργαλείων, τα οποία θα μπορούν να αναλύσουν επαρκώς δεδομένα κάθε μορφής και μεγέθους καταλήγοντας σε αντιπροσωπευτικά πρότυπα και ευφυή συστήματα.

Σύμφωνα με τις προτροπές τόσο παλαιότερες όσο και πρόσφατες, διεθνούς απήχησης επιστημόνων των Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και ιδίως της Στατιστικής (όπως οι John Tukey, John Chambers, Jeff Wu, Leo Breiman), η διεθνής ακαδημαϊκή κοινότητα των εφαρμοσμένων μαθηματικών επεκτείνει τα όριά της πέραν των υφιστάμενων τομέων της, αποσκοπώντας να δοθεί έμφαση στην προετοιμασία και την παρουσίαση των δεδομένων, σε μαθηματικά μοντέλα με βελτιωμένες δυνατότητες πρόβλεψης αλλά και παροχής συμπερασματολογίας, ενσωματώνοντας τα εργαλεία αυτά σε ένα υπό σύσταση επιστημονικό παράδειγμα με τον τίτλο “Επιστήμη των Δεδομένων”.

Αντλώντας συμπεράσματα από την μεθοδολογία ανακάλυψης επιστημονικών ευρημάτων σε διαφορετικά πεδία, διαφαίνεται ότι το συντριπτικό μέρος της επιστήμης ήδη γίνεται και θα συνεχίσει να γίνεται στο διαφαινόμενο μέλλον, εκκινώντας από δεδομένα, τα οποία μπορούν να εξορύσσονται με κάθε τρόπο καθώς και την εφαρμογή εργαλείων για την κατάλληλη ανάλυσή και προτυποποίησή τους.

Επιπλέον κρίνεται διεθνώς ως ύψιστης σημασίας η απόδοση εύρωστου μαθηματικού υποβάθρου σε πρότυπα που επίσης έχουν την δυνατότητα εκμάθησης από δεδομένα, τα οποία όμως έχουν προέλθει από άλλους επιστημονικούς κλάδους όπως η επιστήμη των υπολογιστών. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η στείρα και πέραν των ορίων χρήση τους με την λογική “μαύρου κουτιού”, η οποία μπορεί εύκολα να οδηγήσει σε λανθασμένη χρησιμοποίησή τους. Το υπόψη επιχείρημα ενισχύει την υιοθέτηση τέτοιας κατεύθυνσης από ακαδημαϊκές σχολές με αμιγώς αντικείμενό τους τα μαθηματικά

Συναφώς με τις διεθνείς εξελίξεις στην ακαδημία, ιδιαίτερη αναφορά θα πρέπει να δοθεί σε αντίστοιχες πρωτοβουλίες που λαμβάνονται από διακεκριμένα ιδρύματα. Συγκεκριμένα ένα πρόσφατο και διαρκώς διευρυνόμενο φαινόμενο είναι η εμφάνιση προγραμμάτων «επιστήμης των δεδομένων» σε μεγάλα πανεπιστήμια, μεταξύ των οποίων το UC Berkeley, το NYU, το MIT και το Πανεπιστήμιο του Michigan, το οποίο, τον Σεπτέμβριο του 2015, ανακοίνωσε μια πρωτοβουλία με το όνομα Data Science Initiative επενδύοντας σημαντικά σκοπεύοντας να προσλάβει αρκετούς νέους πανεπιστημιακούς καθηγητές. Αντίστοιχες πρωτοβουλίες ανακοινώθηκαν πρόσφατα από διακεκριμένα πανεπιστήμια της Ευρώπης. Η διδασκαλία σε αυτά τα νέα προγράμματα έχει σημαντικές αλληλοεπικαλύψεις στο θέμα των προγραμμάτων σπουδών με τα παραδοσιακά μαθήματα στατιστικής. Παρότι πολλοί ακαδημαϊκοί στατιστικολόγοι αντιλαμβάνονται τα νέα προγράμματα ως ενδεχόμενη «πολιτισμική ιδιοκατοίκηση», καταβάλουν παρόλαυτά σημαντικές προσπάθειες για κατασκευή νέων μεθόδων, οι οποίες είναι κατάλληλες για εφαρμογή σε δεδομένα μεγάλων διαστάσεων καθώς και εκτέλεση από σύγχρονα υπολογιστικά συστήματα.

Έτσι σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική, γίνεται προσπάθεια εκμετάλλευσης των προηγμένων υπολογιστικών τεχνικών σε στατιστικές μεθόδους συλλογής, επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων, όπως για παράδειγμα η παρακολούθηση της σωστής λειτουργίας μιας διεργασίας (process monitoring). Ενδεικτικό είναι και το γεγονός της έκδοσης ενός νέου περιοδικού με έναρξη υποβολής εργασιών από τις 25 Απριλίου 2018 με την ονομασία

SIAM Journal on Mathematics of Data Science (SIMODS)

https://www.siam.org/journals/simods.php?utm_source=mbr_blurb&utm_medium=email_pre&utm_campaign=SIMODS_2018, που καλύπτει περιοχές όπως numerical algorithms, statistical inference, optimization and control, machine learning, theoretical computer science, signal processing and information theory, applied probability, functional analysis, network science.

Πέραν των προηγούμενων παραγράφων, όπου αναδύεται η αιτιολόγηση σύστασης της νέας κατεύθυνσης, όπως αυτή προέρχεται από τις σύγχρονες ακαδημαϊκές και ερευνητικές εξελίξεις, ακολούθως δεν θα μπορούσε να απουσιάσει μια περιορισμένη αλλά ενδεικτική περιγραφή των εξελίξεων στην βιομηχανία που ομοίως εγκαλεί την ίδια ανάγκη. Στην 4η βιομηχανική επανάσταση (Industry 4.0) που αποτυπώνεται η τρέχουσα τάση αυτοματισμού και ανταλλαγής δεδομένων στα κατασκευαστικά εργοστάσια, προεξέχουσα θέση έχει η ανάλυση και μοντελοποίηση μεγάλων δεδομένων καθώς και η ανάγκη ανάπτυξης της ρομποτικής και των ευφυών συστημάτων. Επιπλέον σημειώνεται η ανάδυση νεοφυών εταιρειών με αντικείμενο την παροχή τεχνητής νοημοσύνης ως υπηρεσίας στο ευρύ κοινό καθώς και σε άλλες εταιρείες, δημιουργώντας σημαντικό αριθμό νέων θέσεων εργασίας και κινητοποιώντας σημαντικές επενδύσεις, σε πολλές χώρες συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας.

Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι ο τομέας της Επιστήμης των Δεδομένων, που προτείνεται με το παρόν ως νέα κατεύθυνση στο ΔΠΜΣ, είναι ένα υπερασύγχρονο πεδίο της μαθηματικής προτυποποίησης, το οποίο διακρίνεται από την ενσωμάτωση καινούργιων τεχνολογιών που παρέχουν την δυνατότητα εκμάθησής των μοντέλων από δεδομένα, τα οποία δύναται να "κλιμακωθούν" σε "μεγάλα δεδομένα - big data".

2.2.2.3 Ειδικά για την Κατεύθυνση της Χρηματοοικονομικής Τεχνολογίας:

Το αντικείμενο του ΔΠΜΣ Μ.Π.Σ.Τ.Χ. είναι να δώσει μια πολύ υψηλού επιπέδου εκπαίδευση στα μαθηματικά, αναπτύσσοντας συγχρόνως και τις αντίστοιχες εφαρμογές στα μέχρι σήμερα γνωστά πεδία. Πιο συγκεκριμένα, για τους φοιτητές, που ενδιαφέρονται για τη κατεύθυνση των Χρηματοοικονομικών Τεχνολογιών, το ΔΠΜΣ έχει ως στόχο να προσφέρει **προχωρημένες γνώσεις, κυρίως, στα αναλυτικά και στοχαστικά μαθηματικά, καθώς και στα βασικά χρηματοοικονομικά εργαλεία, παράλληλα με την οικονομική θεωρία**, που αναφέρεται στον τομέα.

Στόχος του ΔΠΜΣ είναι να «παράγει» επιστήμονες – ερευνητές υψηλού κύρους, οι οποίοι θα εργαστούν σε ελληνικά ή ξένα Πανεπιστήμια, Ερευνητικά Κέντρα, Διεθνείς Οργανισμούς, καθώς επίσης και υψηλού επιπέδου στελέχη, που θα απασχοληθούν σε εταιρείες χρηματοοικονομικών συμβούλων, χρηματοπιστωτικά ιδρύματα ή στα χρηματοοικονομικά τμήματα μεγάλων εταιρειών.

Θα αναπτυχθεί ιδιαίτερα η προτυποποίηση χρηματοοικονομικών τίτλων με την εφαρμογή στοχαστικών διαδικασιών, καθώς και η αποτίμηση των χρηματοοικονομικών προϊόντων, στα πλαίσια της πλήρους και μη πλήρους αγοράς.

Οι σύγχρονες ανακατατάξεις οδήγησαν τα οικονομικά συστήματα ή στην απελευθέρωση των αγορών τους, ή στην ένταξή τους σε υπερεθνικούς σχηματισμούς. Το πλαίσιο αυτό είχε ως αποτέλεσμα την όξυνση του διεθνών ανταγωνισμού και τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος, που χαρακτηρίζεται από έντονες προκλήσεις αλλά και υψηλά επίπεδα αβεβαιότητας. Τα υψηλά

επίπεδα αβεβαιότητας, που λειτουργούν διεθνώς στις αγορές (εργασίας, τεχνολογίας, κεφαλαίου, κλπ.), επηρεάζουν καθοριστικά και τις επιχειρήσεις καθιστώντας την έγκαιρη και ορθή αξιολόγηση των προοπτικών τους, κρίσιμο παράγοντα για την ανάπτυξη των οικονομιών.

Η ανάλυση του χρηματοοικονομικού τομέα, ενός από τους κρίσιμότερους πυλώνες της οικονομίας, περιλαμβάνει, εκτός των άλλων, και την αποτίμηση των χρηματοοικονομικών πράξεων των νοικοκυριών και των επιχειρήσεων. Για την υλοποίηση αυτού του στόχου χρησιμοποιούνται εργαλεία της μικροοικονομίας, της οικονομετρίας, των μαθηματικών και της θεωρίας της οργάνωσης.

Ο χρηματοοικονομικός τομέας, με τη βοήθεια των στοχαστικών μαθηματικών, ανέπτυξε πολύ προχωρημένου επιπέδου υποδείγματα, τα οποία εφαρμόζονται για την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας και του κινδύνου, τόσο των επενδυτών-αποταμιευτών, όσο και των επιχειρήσεων. Η πρόοδος αυτή στα χρηματοοικονομικά, συνοδευόμενη συγχρόνως με την αντίστοιχη επιστημονική εξειδίκευση, μας οδηγεί στην καλύτερη κατανόηση των φαινομένων, που παρατηρούνται στις αγορές και στις επιχειρήσεις. Η επιστημονική ανάλυση αυτών των φαινομένων και η προσέγγισή τους κατά τον βέλτιστο τρόπο, για όλους τους παράγοντες της αγοράς, οδηγεί κατ' επέκταση και την οικονομία στις βέλτιστες κατανομές.

Επίσης, οι τεχνολογικές εξελίξεις των τελευταίων χρόνων συνδέονται με τις αντίστοιχες ανακατατάξεις στο οικονομικό πεδίο, καθιστώντας σε πολλές περιπτώσεις **τον τεχνολογικό και τον οικονομικό τομέα αλληλένδετα εξαρτώμενους**.

2.3. Συμμετέχουσες Σχολές

Η **Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών**, ως επισπεύδουσα, με συνεργαζόμενες τις **Σχολές Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών, Χημικών Μηχανικών, Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών και Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών του ΕΜΠ**, οργανώνουν το παρόν πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, το οποίο οδηγεί στην απόκτηση ενός **Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης**, ισοδυνάμου με **Master of Science (MSc)**. Έχει δε ως τίτλο:

«Μαθηματική Προτυποποίηση σε Σύγχρονες Τεχνολογίες και την Χρηματοοικονομική»

Η μετάφραση του τίτλου του ΔΠΜΣ Μ.Π.Σ.Τ.Χ. στα Αγγλικά είναι :

«Mathematical Modeling in Modern Technologies and Financial Engineering»

Επίσης συμμετέχουν ως ανεξάρτητοι Διδάσκοντες καθηγητές και ερευνητές από το Τμήμα Οικονομικών Επιστημών του ΕΚΠΑ, το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, το Πανεπιστήμιο Πειραιά, το Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, το Πανεπιστήμιο Πατρών, το ΕΚΕΦΕ "Δημόκριτος", το Χρηματιστήριο Αθηνών, Πανεπιστήμια του Εξωτερικού και διακεκριμένοι επιστήμονες στελέχη συναφών Ελληνικών Επιχειρήσεων.

2.4. Κατηγορίες εισακτέων

1.4.1. Σύμφωνα με το εδάφιο 1.13 του παρόντος Κανονισμού, στο ΔΠΜΣ **«Μαθηματική Προτυποποίηση σε Σύγχρονες Τεχνολογίες και την Χρηματοοικονομική»** [Μ.Π.Σ.Τ.Χ.] γίνονται δεκτοί οι ακόλουθοι διπλωματούχοι/πτυχιούχοι:

Στο Δ.Π.Μ.Σ Μ.Π.Σ.Τ.Χ. γίνονται δεκτοί διπλωματούχοι Μηχανικοί Σχολών του Ε.Μ.Π. ή άλλων αντίστοιχων Πανεπιστημιακών Σχολών της χώρας ή ισότιμων Σχολών Α.Ε.Ι της

αλλοδαπής. Επίσης γίνονται δεκτοί και απόφοιτοι ακαδημαϊκά ισότιμων Σχολών συγγενούς γνωστικού αντικειμένου της ημεδαπής ή της αλλοδαπής από θετικές ή τεχνολογικές κατευθύνσεις, για τους οποίους η απόκτηση του Μ.Δ.Ε ή και του Δ.Δ. δεν συνεπάγεται και την απόκτηση του βασικού Διπλώματος του Ε.Μ.Π. Με τον ίδιο ως άνω περιορισμό, γίνονται κατ' αρχήν δεκτές προς εξέταση και αιτήσεις υποψηφιότητας κατόχων τίτλων σπουδών λοιπών Σχολών, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στις ισχύουσες διατάξεις. Τελειόφοιτοι των παραπάνω κατηγοριών θα γίνουν δεκτοί εφόσον η απόκτηση του διπλώματος ή πτυχίου προηγηθεί της έναρξης του Μεταπτυχιακού Προγράμματος.

Οι υποψήφιοι οφείλουν να καταθέσουν αίτηση συμμετοχής στο πρόγραμμα τις ημερομηνίες, που ορίζει η προκήρυξη.

Μέλη των κατηγοριών Ε.Ε.Π., καθώς και Ε.Δι.Π. και Ε.Τ.Ε.Π. που πληρούν τις παραπάνω προϋποθέσεις μπορούν μετά από αίτησή τους, να εγγραφούν ως υπεράριθμοι, και μόνο ένας κατ' έτος και ανά Π.Μ.Σ., σύμφωνα με τους ειδικότερους όρους που προβλέπονται στο άρθρο 45 του Ν.4485/2017, μόνο σε Π.Μ.Σ. που οργανώνεται σε Τμήμα του Ιδρύματος όπου υπηρετούν, το οποίο είναι συναφές με το αντικείμενο του τίτλου σπουδών και του έργου που επιτελούν στο οικείο Ίδρυμα.

1.4.2. Τρόπος Επιλογής των Σπουδαστών: Η επιλογή των εισακτέων γίνεται με όσα αναφέρονται στο εδάφιο 1.14 του παρόντος Κανονισμού. Πιο συγκεκριμένα,

Η επιλογή γίνεται με βάση:

- Το Βαθμό Διπλώματος ή Πτυχίου
- Τη Βαθμολογία σε μαθήματα, που αποτελούν τις ελάχιστες προαπαιτούμενες γνώσεις για την άμεση ένταξη του στο πρόγραμμα.
- Το Υπόμνημα Σταδιοδρομίας (ερευνητικά-επαγγελματικά ενδιαφέροντα ή/και εμπειρία)
- Βιογραφικό Σημείωμα
- Τεκμηριωμένη γνώση της αγγλικής
- Συστατικές επιστολές (δύο τουλάχιστον)
- Συνέντευξη
- Η επιτροπή θα έχει τη δυνατότητα να συστήσει σ' ένα αριθμό υποψηφίων εξετάσεις σε συγκεκριμένη ύλη ή να υποδείξει μια σειρά προπτυχιακών μαθημάτων, τα οποία κρίνονται απαραίτητα για την παρακολούθηση του ΔΠΜΣ Μ.Π.Σ.Τ.Χ..

Για την προσέλκυση υποψηφίων υψηλών προσόντων προβλέπεται η διοργάνωση ημερίδας για την προβολή του προγράμματος στους ενδιαφερόμενους (κάθε άνοιξη) και την ενημέρωση τους σχετικά με τις διάφορες πτυχές του ΔΠΜΣ Μ.Π.Σ.Τ.Χ. Σε ειδικές περιπτώσεις πολύ αξιόλογων υποψηφίων, οι οποίοι αδυνατούν να προσέλθουν λόγω απόστασης (περίπτωση ξένων), θα μπορεί να προβλέπεται η καταβολή της αντίστοιχης αποζημίωσης.

Ειδικότερα για την προσέλκυση σπουδαστών από την αλλοδαπή, θα αποσταλεί διαφημιστικό υλικό σε προσεκτικά επιλεγμένες χώρες, Ιδρύματα, Οργανισμούς και άλλους Φορείς, ώστε να γίνουν γνωστά τα πλεονεκτήματα του ΔΠΜΣ Μ.Π.Σ.Τ.Χ.- όπως το υψηλό επίπεδο και ο πρωτοποριακός χαρακτήρας των σπουδών, το επίπεδο των υποδομών της ΣΕΜΦΕ και του ΕΜΠ, η διασύνδεση με διακεκριμένα Ιδρύματα της αλλοδαπής, κ.α.

2.5. Χρονική διάρκεια φοίτησης για τη χορήγηση του τίτλου

Σύμφωνα με το εδάφιο 1.16 του παρόντος Κανονισμού, η ελάχιστη διάρκεια σπουδών στο ΔΠΜΣ Μ.Π.Σ.Τ.Χ. είναι **3 ακαδημαϊκά εξάμηνα και η μέγιστη διάρκεια φοίτησης είναι 2 έτη**. Σε ιδιαίτερα εξαιρετικές περιπτώσεις μπορεί να δοθεί από τη διεύθυνση του ΔΠΜΣ παράταση ενός

ακόμα εξαμήνου. Μετά την παρέλευση αυτού του χρόνου ο φοιτητής, που δεν έχει ολοκληρώσει πλήρως τις σπουδές του, διαγράφεται από το Μεταπτυχιακό.

2.6. Οι ειδικεύσεις του προγράμματος:

Στους αποφοίτους του ΔΠΜΣ Μ.Π.Σ.Τ.Χ. απονέμεται από το ΕΜΠ Δίπλωμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ) με τρεις επιμέρους κατευθύνσεις:

- A) Την Κατεύθυνση των **Τεχνολογιών Αιχμής**,
- B) Την Κατεύθυνση των **Μαθηματικών της Επιστήμης Δεδομένων**,
- Γ) Την Κατεύθυνση της **Χρηματοοικονομικής Τεχνολογίας**.

Η αντίστοιχοι τίτλοι των Κατευθύνσεων στα αγγλικά είναι:

- A) Modern Technologies,
- B) Mathematics of Data Science,
- Γ) Financial Engineering.

Η παραπάνω δομή, με βάση τα λειτουργικά στοιχεία του προγράμματος (χρονική διάρκεια, αριθμός μαθημάτων, εκπόνηση διπλωματικής εργασίας), αναλύεται χρονικά σε **τρία ακαδημαϊκά εξάμηνα (χειμερινό – εαρινό – χειμερινό)**.

2.7. Πρόγραμμα σπουδών

Τα μαθήματα, η διδακτική και ερευνητική απασχόληση, οι πρακτικές ασκήσεις και οι κάθε άλλου είδους εκπαιδευτικές και ερευνητικές δραστηριότητες για την απονομή των κατά το άρθρο 3 τίτλων ορίζονται ως εξής:

Για την απονομή του ΜΔΕ απαιτείται η παρακολούθηση και η επιτυχής εξέταση σε δέκα (10) τουλάχιστον μαθήματα του ΠΜΣ από αυτά που περιλαμβάνονται στον πίνακα μαθημάτων καθώς και η εκπόνηση και επιτυχής εξέταση στην Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Για κάθε ένα των μαθημάτων προβλέπονται ώρες παραδόσεων και φροντιστηριακών ή/και εργαστηριακών ασκήσεων. Κατά τη διάρκεια των σπουδών τους, οι Μεταπτυχιακοί Φοιτητές υποχρεούνται σε παρακολούθηση των μεταπτυχιακών μαθημάτων και συμμετοχή τους σε ασκήσεις. Όλοι οι Φοιτητές για την ολοκλήρωση των σπουδών τους υποχρεούνται να περάσουν επιτυχώς **τρία (3) τουλάχιστον από τα μαθήματα κορμού**.

Όλοι οι Μεταπτυχιακοί Φοιτητές της **Κατεύθυνσης των Τεχνολογιών Αιχμής** για την ολοκλήρωση των σπουδών τους υποχρεούνται να περάσουν επιτυχώς **τέσσερα (4)** από τα μαθήματα της Κατεύθυνσης. Έχουν δε και **τρία (3)** μαθήματα ελεύθερης επιλογής.

Όλοι οι Μεταπτυχιακοί Φοιτητές της **Κατεύθυνσης των Μαθηματικών της Επιστήμης Δεδομένων** για την ολοκλήρωση των σπουδών τους υποχρεούνται να περάσουν επιτυχώς **τέσσερα (4)** από τα μαθήματα της Κατεύθυνσης. Έχουν δε και **τρία (3)** μαθήματα ελεύθερης επιλογής.

Όλοι οι Μεταπτυχιακοί Φοιτητές της Κατεύθυνσης της **Χρηματοοικονομικής Τεχνολογίας** για την ολοκλήρωση των σπουδών τους υποχρεούνται να περάσουν επιτυχώς **τέσσερα (4)** από τα μαθήματα της κατεύθυνσης. Έχουν δε και **τρία (3)** μαθήματα ελεύθερης επιλογής.

Σε κάθε περίπτωση η Διοίκηση του ΔΠΜΣ μπορεί, αν το κρίνει ακαδημαϊκά αναγκαίο, να μεταβάλει την παραπάνω αναλογία επιλογής των μαθημάτων στις διάφορες κατηγορίες.

Η Διοίκηση του ΔΠΜΣ έχει το δικαίωμα, ανάλογα με τον ακαδημαϊκό φάκελο του κάθε μεταπτυχιακού φοιτητή, να καθορίσει αριθμών προπτυχιακών μαθημάτων από τις Σχολές του ΕΜΠ, τα οποία θα πρέπει να παρακολουθήσουν και να ολοκληρώσουν επιτυχώς για να μπορέσουν να εξασταθούν στα αντίστοιχα μεταπτυχιακά μαθήματα. Αυτά τα μαθήματα είναι επιπλέον των 10 μεταπτυχιακών μαθημάτων, τα οποία υποχρεούται ο μεταπτυχιακός φοιτητής κατ' ελάχιστον να ολοκληρώσει επιτυχώς.

Στο ΔΠΜΣ λειτουργεί το εβδομαδιαίο «Σεμινάριο Μαθηματικής Προτυποποίησης» του οποίου η παρακολούθηση από τους φοιτητές είναι υποχρεωτική. Η μη παρουσία σε σημαντικό μέρος των διαλέξεων του Σεμιναρίου -το ποσοστό καθορίζεται από τη Διοίκηση του ΔΠΜΣ- συνεπάγεται τον αποκλεισμό από τις τελικές εξετάσεις.

Το σύνολο των Πιστωτικών Μονάδων (ECTS) που απαιτούνται για την απόκτηση του Μ.Δ.Ε. ανέρχονται κατ' ελάχιστον σε 90. Από αυτές κατ' ελάχιστον οι εξήντα (60) προέρχονται από τα μαθήματα και τριάντα (30) από τη Μεταπτυχιακή Εργασία.

Αναλυτικά, τα μαθήματα φαίνονται στους Πίνακες Μαθημάτων που ακολουθούν:

ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ
ΧΕΙΜΕΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ	
Επιλογή μαθημάτων μέχρι συμπλήρωσης των απαιτούμενων 30 πιστωτικών μονάδων για το εξάμηνο	
ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΚΟΡΜΟΥ	
Προβλήματα Βελτιστοποίησης και Μεταβολικές Αρχές της Μαθηματικής Φυσικής	6
Δυναμικά Συστήματα και Μαθηματική Θεωρία Χάους	8
Θεωρία Πιθανοτήτων	6
Αριθμητική Ανάλυση	8
ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ	
Προτυποποίηση και Έλεγχος Δυναμικών Συστημάτων	6
Ειδικά Κεφάλαια σε Πολύπλοκα Συστήματα	6
Στοχαστικές Ανεξίξεις	8
Πεπερασμένες Διαφορές & Πεπερασμένα Στοιχεία για ΜΔΕ	8
Αριθμητική Γραμμική Άλγεβρα	8

Απεικόνιση Γραφημάτων	8
Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα και Μηχανική Μάθηση	8
Παράλληλος Υπολογισμός	7
<i>KATEΥΘΥΝΣΗ I: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΙΧΜΗΣ</i>	
Εφαρμογές της μη Γραμμικής Οπτικής στις Φωτονικές Επικοινωνίες και Διατάξεις	8
Ήλεκτρο-Οπτική και Εφαρμογές	6
Φαινόμενα Κυματοδότησης στο Θαλάσσιο Περιβάλλον και Εφαρμογές	6
Μαθηματική και Υπολογιστική Προτυποποίηση Βιολογικών Συστημάτων και Εφαρμογές	7
Ειδικά Θέματα Μαθηματικής Προτυποποίησης στις Τεχνολογίες Αιχμής	6
KATEΥΘΥΝΣΗ II: ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	
Στοχαστικές Ανελίζεις	8
Στατιστικοί Σχεδιασμοί	9
Αριθμητική Γραμμική Άλγεβρα	8
Αναγνώριση Προτύπων	7
Απεικόνιση Γραφημάτων	8
Απεικόνιση Δεδομένων	8
Τυπικές Μέθοδοι	7
Ειδικά Θέματα Μαθηματικής Προτυποποίησης στην Επιστήμη των Δεδομένων	6
KATEΥΘΥΝΣΗ III: ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	
Ανάλυση Καταστάσεων Χρηματοοικονομικής Πληροφόρησης	6
Αποτίμηση Αξιόγραφων και Διαχείριση Χρηματοοικονομικών Επενδύσεων	6
Μικροοικονομική Θεωρία	6
Στοχαστικές Αριθμητικές Μέθοδοι και Εφαρμογές στα Χρηματοοικονομικά	8

Αρχές Χρηματοοικονομικής Θεωρίας	6
Ειδικά Θέματα Μαθηματικής Προτυποποίησης στα Χρηματοοικονομικά	6
ΕΑΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ	
Επιλογή μαθημάτων μέχρι συμπλήρωσης των απαιτούμενων 30 πιστωτικών μονάδων για το εξάμηνο	
ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΚΟΡΜΟΥ	
Στατιστικά Πρότυπα	7
Μερικές Διαφορικές Εξισώσεις	8
Οικονομετρία και Ανάλυση Χρονοσειρών	6
Συναρτησιακή Ανάλυση	8
ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ	
Θεωρία Μέτρου	8
Μη Γραμμική Δυναμική και Εφαρμογές	6
Μπεϋζιανή Στατιστική και MCMC	6
Μη-Μαρκοβιανές Στοχαστικές Συναρτήσεις. Στοχαστική Δυναμική	6
Θεωρία Κόμβων, Τοπολογία Χαμηλών Διαστάσεων και Εφαρμογές	8
Επιχειρησιακή Έρευνα και Διαχείριση Έργων	8
Στοχαστικές Μέθοδοι στην Επιχειρησιακή Έρευνα	8
Μη Γραμμικά Συστήματα και Έλεγχος	8
Υπολογιστική Στατιστική και Στοχαστική Βελτιστοποίηση	8
Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων	7
Δίκτυα: Βασικές Αρχές και Εφαρμογές	6
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Ι: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	
Μοριακή Προσομοίωση Υλικών	6
Υπολογιστικές Μέθοδοι στη Μηχανική	6
Μαθηματική Προτυποποίηση στη Νανοτεχνολογία	8
Όραση Υπολογιστών	7

Εισαγωγή στη Φυσική και Τεχνολογία της Ελεγχόμενης Θερμοπυρηνικής Σύντηξης	8
Μέθοδοι Τηλεπισκόπησης για την Παρατήρηση και Παρακολούθηση του Περιβάλλοντος	7
Μαθηματικά Εξόρυξης Δεδομένων και Τεχνητή Νοημοσύνη	7
Ειδικά Θέματα Μαθηματικής Προτυποποίησης στις Τεχνολογίες Αιχμής	6
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ II: ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	
Στατιστικός Έλεγχος Ποιότητας	9
Υπολογιστική Στατιστική και Στοχαστική Βελτιστοποίηση	8
Στατιστική Μάθηση	8
Μπεϋζιανή Στατιστική και MCMC	6
Μη-Μαρκοβιανές Στοχαστικές Συναρτήσεις. Στοχαστική Δυναμική	6
Διαχείριση και Επεξεργασία Μεγάλων Δεδομένων Παρατήρησης Γης	7
Ανάλυση Επιβίωσης και Αξιοπιστίας	7
Τεχνорύθμιση και Επιστήμη των Δεδομένων	7
Συστήματα/Εργαλεία Αναλυτικής Δεδομένων	6
Συστημική και Δικτυακή Βιολογία	8
Ειδικά Θέματα Μαθηματικής Προτυποποίησης στην Επιστήμη των Δεδομένων	6
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ III: ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	
Στοχαστικός Λογισμός και Εφαρμογές στη Χρηματοοικονομική	8
Χρηματοοικονομικά Παράγωγα	7
Παίγνια και Λήψη Αποφάσεων	6
Χρηματοοικονομική Διοίκηση	6
Χρηματοοικονομική Οικονομετρία	6
Μακροοικονομική Θεωρία	6
Υποδείγματα Πρόβλεψης Αποτυχίας	6
Ανάλυση Επιβίωσης και Αξιοπιστίας	7
Μαθηματικά Οικονομικά: Θεωρία Ισορροπίας	6

Ειδικά Θέματα Μαθηματικής Προτυποποίησης στα Χρηματοοικονομικά	6
--	---

Τροποποίηση του προγράμματος μαθημάτων και ανακατανομή μεταξύ των εξαμήνων μπορεί να επέλθει με αποφάσεις των αρμοδίων οργάνων και αναφορά στον Κανονισμό Μεταπτυχιακών Σπουδών

2.8 Περιεχόμενο μαθημάτων

Το περιεχόμενο των μαθημάτων που προβλέπονται στο πρόγραμμα σπουδών έχει ως ακολούθως:

1. *Μαθήματα Κορμού*

*Προβλήματα Βελτιστοποίησης και Μεταβολικές Αρχές της Μαθηματικής Φυσικής

Διδάσκοντες: Γ.Α. Αθανασούλης, Καθηγητής ΣΝΜΜ

Εργαστήρια: -

Ώρες διδασκαλίας: 3

Πιστωτικές Μονάδες: 6

Εξάμηνο : 1^ο

Προαπαιτούμενα: Λογισμός συναρτήσεων πολλών μεταβλητών, Συνήθεις και μερικές διαφορικές εξισώσεις (καλού προπτυχιακού επιπέδου)

Στόχος του μαθήματος: α) Η επέκταση των μεθόδων του διαφορικού λογισμού συναρτήσεων πολλών μεταβλητών σε συναρτησιακά και τελεστές,
β) Η αξιοποίηση του α) στην επίλυση προβλημάτων βελτιστοποίησης,
γ) Η εισαγωγή και αξιοποίηση μεταβολικών διατυπώσεων σε προβλήματα της Μηχανικής, της Μηχανικής του Συνεχούς Μέσου, και της Ηλεκτροδυναμικής

Μέθοδος Εξέτασης: Ενδιάμεση εξέταση (30%), τελική εξέταση (70%).

Θα υπάρχει και προαιρετική εργασία με παρουσίαση, η οποία –εφ’ όσον αναληφθεί και είναι επιτυχής- θα δίδει bonus 20% επί του βαθμού που προκύπτει από τις εξετάσεις.

Περιεχόμενα:

(1) Υπόβαθρο - Συναρτησιακές Παράγωγοι. Μετρικοί χώροι (σύγκλιση, συνέχεια, πληρότητα, συμπαγεια), Χώροι Banach, Χώροι Hilbert, Χώροι συναρτήσεων. Γραμμικά και μη Γραμμικά συναρτησιακά. Παραδείγματα σημαντικών συναρτησιακών από την Φυσική και την Τεχνολογία. Γραμμικοί, πολυγραμμικοί και πολυωνυμικοί τελεστές. Παράγωγοι συναρτησιακών και τελεστών (Συναρτησιακές Παράγωγοι κατά Gateaux, Frechet, Hadamard, Volterra). Διαφορικός Λογισμός συναρτησιακών και τελεστών κατά Volterra και κατά Frechet (Θεωρήματα μέσης τιμής, παραγωγή σύνθετων τελεστών, παράγωγοι ανωτέρας τάξεως, Θεωρήματα Volterra-Taylor και Frechet-Taylor).

(2) Προβλήματα βελτιστοποίησης και μεταβολική Μηχανική. Παραδείγματα προβλημάτων βελτιστοποίησης από την γεωμετρία, την φυσική και την τεχνολογία. Αναγκαίες συνθήκες ακροτατοποίησης (βελτιστοποίησης), Εξισώσεις Euler. Μεταβολικές εξισώσεις. Σχέση μεταβολικών εξισώσεων με εξισώσεις άλλων μορφών (διαφορικές, ολοκληρωτικές, ολοκληροδιαφορικές). Ικανές συνθήκες ακροτατοποίησης. Μεταβολικές εξισώσεις στην Μηχανική και στην σύγχρονη Μαθηματική Φυσική. Μηχανικά συστήματα με συνδέσμους. Ολόνομοι και μη-ολόνομοι σύνδεσμοι. Αρχή δυνατών έργων. Γενικευμένες συντεταγμένες και

γενικευμένες ταχύτητες. Εξισώσεις Lagrange πρώτου και δευτέρου είδους. Συναρτήσεις δυναμικού (μορφής και κατάστασης). Γενικευμένες ορμές και εξισώσεις Hamilton. Πρώτη και δεύτερη μορφή της Αρχής του Hamilton. Διατηρήσιμες ποσότητες, Θεώρημα Noether. Εφαρμογές.

(3) Μεταβολικές αρχές και Προτυποποίηση του Συνεχούς. Μεταβολικές αρχές και Μηχανική του Συνεχούς Μέσου. Ελαστοδυναμικές εξισώσεις και Αρχή του Hamilton. Παραγωγή θεωριών δοκών και πλακών από την Αρχή του Hamilton. Αστρόβιλη ροή και Αρχή του Hamilton. Μεταβολικές αρχές για τα μη γραμμικά κύματα ελεύθερης επιφάνειας. Αρχή του Luke. Συστηματική παραγωγή απλοποιημένων κυματικών θεωριών από μεταβολικές αρχές. Αρχή του Hamilton και ροές με στροβιλότητα. Μεταβολικές αρχές στην ηλεκτροδυναμική. Εφαρμογές σε συζευγμένα πεδία. Υδρο-πιεζο-ηλεκτρικά συστήματα παραγωγής ενέργειας.

Παρατήρηση: Θα διδάσκεται εναλλακτικά στην μορφή A [(1)+(2)] και B [(1)+στοιχεία (2)+(3)]

Βιβλιογραφία:

- **Σημειώσεις του διδάσκοντος** (ανανεωνόμενες κάθε χρόνο)

Λογισμός σε γραμμικούς χώρους με νόρμα

- **Cartan**, H., 1971, Differential Calculus, Herman/Kershaw Publ. Co.
- **Jost**, J., 2005, Postmodern Analysis, Springer-Verlag
- **Mukherjea**, K., 2003, Differential Calculus in Normed Linear Spaces, Hindustan Book Agency
- **Rall**, L.B., 1971, Nonlinear Functional Analysis and Applications, Academic Press
- **Vainberg**, M.M., 1964, Variational Methods for the Study of Nonlinear Operators, Holden-Day, Inc.
- **Volterra**, V., 1930/1959/2005, Theory of Functionals and of Integral and Integro-Differential Equations, Blackie & Sons 1930, Dover 1959, Dover/Phoenix, 2005

Λογισμός των Μεταβολών, Αναλυτική Μηχανική και Συνεχές Μέσον

- **Gantmacher**, F., 1975_Lectures in Analytical Mechanics, MIR Publishers
- **Gelfand**, I.M., **Fomin**, S.V., 1963, Calculus of Variations, Prentice-Hall, Inc.
- **Khmelnik**, S., 2008, Variational Principle of Extremum in electromechanical and electrodynamic Systems
- **O'Reilly**, O.M., 2017, Modeling Nonlinear Problems in the Mechanics of Strings and Rods, Springer
- **Pars**, L.A., 1965, A Treatise on Analytical Dynamics, Heinemann
- **Udwadia**, F.E., **Kalaba**, R.E., 1996, Analytical Dynamics. A New Approach, Cambridge University Press
- **Washizu**, K., 1975, Variational Methods in Elasticity and Plasticity, Pergamon Press
- **Yougrau**, W., **Mandelstam**, S., 1968/1979, Variational Principles in Dynamics and Quantum Theory, Saunders 1968, Dover 1979

* Δυναμικά Συστήματα και Μαθηματική Θεωρία Χάους

Διδάσκοντες: Νικόλαος Μ. Σταυρακάκης, ΣΕΜΦΕ, Βασίλης Ρόθος, Πολυτεχνική Σχολή ΑΠΘ

Ώρες Διδασκαλίας: 4 ώρες εβδομαδιαία

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Προαπαιτούμενα: Λογισμός Μιας & Πολλών Μεταβλητών, Συνήθεις Διαφορικές Εξισώσεις (προπτυχιακά), Γραμμική Άλγεβρα.

Σκοπός του Μαθήματος: Η μελέτη γραμμικών και μη γραμμικών συνήθων διαφορικών εξισώσεων με αναλυτικές, γεωμετρικές και αριθμητικές μεθόδους. Επίσης θα γίνει εξάσκηση των σπουδαστών στους υπολογιστές σε σχετικά προγράμματα

Μέθοδος Εξέτασης: Παράδοση ασκήσεων(20%), ενδιάμεση εξέταση (20%), και γραπτή εξέταση στο τέλος του εξαμήνου (60%)

Περιεχόμενα:

Αναλυτική Ποιοτική Θεωρία: (Από Βιβλίο [ST]: Κεφάλαιο 3)

- Ύπαρξη και Μονοσήμαντο Λύσης Διαφορικών Εξισώσεων; Επεκτασιμότητα Λύσης; Εξάρτηση από Αρχικές Συνθήκες και Παραμέτρους; Διαφορισμότητα Λύσης; Ανίσωση Gronwall.

Γεωμετρική Θεωρία - Ευστάθεια: (Από Βιβλίο [ST]: Κεφ. 8 και [HK]: Κεφ. 7, 8)

- **Εισαγωγή:** Χώρος Φάσεων, Κρίσιμα Σημεία, Περιοδικές Λύσεις, Ευστάθεια, α-(ω-) οριακά σύνολα, Αναλλοίωτα Σύνολα, Ελκυστές, Ευστάθεια.

- **Γραμμικά Συστήματα:** Γενική Θεωρία; Επίπεδα Αυτόνομα Συστήματα; Κανονικές Μορφές; Ποιοτική Ισοδυναμία Γραμμικών Συστημάτων; Ταξινόμηση Εικόνων Φάσεων.

- **Σχεδόν Γραμμικά Συστήματα:** Εισαγωγή; Ισοδυναμία Ροών στη 1 διάσταση; Ποιοτική Ισοδυναμία Γραμμικών Συστημάτων στο Επίπεδο (Γραμμική – Τοπολογική – Διαφορίσιμη Ισοδυναμία); Ισοδυναμία Μη Γραμμικών Ροών.

- **Γραμμικοποίηση:** Τοπική και Ολική Συμπεριφορά, Γραμμικοποίηση γύρω από Σταθερό Σημείο, Θεώρημα Γραμμικοποίησης (Hartman - Grobman).

- **Μέθοδος Lyapunov:** Συναρτησιακό Lyapunov; Θεωρήματα Ευστάθειας & Αστάθειας του Lyapunov; Πεδίο Έλξης; Αρχή του Αναλλοιώτου.

Θεωρία Διακλάδωσης και Εφαρμογές:(Από Βιβλίο [HK]: Κεφάλαια 2,7,8,10,11,12, 13)

- **Στοιχειώδεις Διακλαδώσεις στη 1-Διάσταση** (Saddle-Node, Transcritical, Hysteresis, Pitchfork, Fold & Cusp); Τοπικές Διαταραχές κοντά σε Στάσιμα Σημεία (Υπερβολικά Στάσιμα Σημεία, Στάσιμα Σημεία με Τετραγωνικό και Κυβικό Εκφυλισμό) ,

- **Στοιχειώδεις Διακλαδώσεις στις 2-Διαστάσεις** (Saddle-Node, Pitchfork, Vertical, Poincaré-Andronov-Hopf, Homoclinic or Saddle-Loop),

- **Παρουσία Μηδενικής Ιδιοτιμής:** Ευστάθεια; Διακλαδώσεις; Ευσταθείς & Ασταθείς Πολλαπλότητες; Κεντρική Πολλαπλότητα.

- **Θεωρία Βαθμωτών Απεικονίσεων:** Εισαγωγικά; Ευστάθεια; Διακλαδώσεις Μονότονων Απεικονίσεων; Διακλάδωση Διπλασιασμού Περίοδου.

- **Βαθμωτές Μη-Αυτόνομες Εξισώσεις:** Θεωρία Floquet: Εισαγωγή- Βασική Θεωρία - Εξίσωση Mathieu; Εισαγωγικά για τις Μη-Αυτόνομες Εξισώσεις; Γεωμετρική Θεωρία Περιοδικών Λύσεων; Περιοδικές Εξισώσεις σ' ένα Κύλινδρο; Παραδείγματα Περιοδικών Εξισώσεων; Ευστάθεια Περιοδικών Λύσεων; Ευστάθεια & Διακλαδώσεις Περιοδικών Εξισώσεων.

- **Σύστημα Γινόμενο - Πρώτα Ολοκληρώματα - Συντηρητικά Συστήματα**

- **Παρουσία Καθαρά Φανταστικών Ιδιοτιμών:** Ευστάθεια; Διακλαδώσεις Poincaré - Andronov – Hopf.

Θεωρία Χάους:

- Επαναλήψεις Απεικονίσεων, Συμβολική Δυναμική, Θεώρημα Sarkovskii, Παράγωγος Schwarz, Ευστάθεια Περιοδικών Σημείων, Ομοκλινείς Τροχιές, Πέταλο Smale, Εφαρμογές: Εξισώσεις Van der Pol- Duffing- Lorenz.

Βιβλιογραφία:

[CH] Chow S N and Hale J K, *Methods of Bifurcation Theory*, Springer Verlag, New York, 1982.

[CR] Cronin J., *Differential Equations. Introduction and Qualitative Theory*, Marcel Dekker, Inc., New York, 1980.

[DE] Devaney R L, *An Introduction to Chaotic Dynamical Systems*, Springer Verlag, New York, 1986.

[GH] Guckenheimer J and Holmes Ph, *Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields*, Springer Verlag, New York, 1983.

[HK] Hale J K and H Kocak, *Dynamics and Bifurcation*, Springer Verlag, New York, 1992.

[HM] Humi M and Miller W, *Second Course in Ordinary Differential Equations for Scientists and Engineers*, Springer Verlag, New York, 1988.

[JS] Jordan D W and P. Smith, *Nonlinear Ordinary Differential Equations*, 2nd Edition, Clarendon Press, Oxford, 1987.

[KP] Kelley W. and A. Peterson, *The Theory of Differential Equations: Classical and Qualitative*, Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, NJ, 2004.

[LY] Lynch Stephen, *Dynamical Systems with Applications using MATLAB*, Birkhäuser, 2004,

[KI] Kielhöfer Hansjörg, *Bifurcation Theory: An Introduction with Applications to PDEs*, Series: Applied Mathematical Sciences, Springer-Verlag, 2003,

[PE] Perko L, *Differential Equations and Dynamical Systems*, Springer Verlag, New York, 1991.

[STA] N. M. Stavrakakis, *Ordinary Differential Equations. Linear and Nonlinear Theory. With Applications from Nature and Life* (in Greek). Papasotiriou Publ., Athens, 1997.

[WS1] Wiggins S, *Global Bifurcation and Chaos: Analytical Methods*, Springer Verlag, New York, 1988.

[WS2] Wiggins S, *Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos (2nd Edition)*, Texts in Applied Mathematics, Springer Verlag, New York, 2003.

[ZHA] Zhao, Xiao-Qiang, *Dynamical Systems in Population Biology*, Series: CMS Books in Mathematics, 2003.

***Θεωρία Πιθανοτήτων**

Διδάσκοντες: Μ. Λουλάκης , ΣΕΜΦΕ.

Ώρες Διδασκαλίας: 3 ώρες εβδομαδιαία

Πιστωτικές Μονάδες: 6

Προαπαιτούμενα: Εισαγωγή στη Θεωρία Πιθανοτήτων.

Μέθοδος Εξέτασης: Γραπτή εξέταση στο τέλος του εξαμήνου.

Περιεχόμενα: Η πιθανότητα ως μέτρο. Ανεξαρτησία. Λήμματα Borel-Cantelli Μέση τιμή τυχαίας μεταβλητής ως ολοκλήρωμα Lebesgue. Τυχαία διανύσματα, συνδιακύμανση, πίνακας διασποράς, πολυδιάστατη Κανονική κατανομή. Σύγκλιση ακολουθιών τυχαίων μεταβλητών: σύγκλιση σχεδόν βέβαιη, κατά πιθανότητα, κατά Νόμον και κατά μέσον τετραγώνου. Νόμοι των Μεγάλων Αριθμών. Κεντρικό οριακό θεώρημα. Δεσμευμένη μέση τιμή. Martingales.

Βιβλιογραφία:

1. Billingsley, P. Probability and Measure, Wiley, 1979.
 2. Chung, K.L. A Course in Probability Theory, (2nd ed.) Academic Press, 1974.
 3. Dudley, R.M Real Analysis and Probability, Wadsworth & Brooks, 1989.
- Στοχαστικές Ανεξίξεις:
 - Εισαγωγή στις στοχαστικές διαδικασίες: ορισμοί, κατανομές πεπερασμένης διάστασης, στάσιμες διαδικασίες, διαδικασίες Gauss, αυτοσυσχέτιση.
 - Μαρκοβιανές αλυσίδες: εξισώσεις Chapman-Kolmogorov, ταξινόμηση καταστάσεων, επαναληπτικότητα, παροδικότητα. Τυχαίοι περίπατοι.
 - Martingales διακριτού χρόνου: ορισμός, ιδιότητες, χρόνοι διακοπής, θεώρημα επιλεκτικής διακοπής. Υπολογισμοί με Martingales για μαρκοβιανές αλυσίδες.
 - Ανισότητες Doob, Θεωρήματα σύγκλισης για martingales.
 - Ασυμπτωτική συμπεριφορά μαρκοβιανών αλυσίδων: αναλλοίωτες κατανομές, θεώρημα σύγκλισης, εργοδικό θεώρημα.
 - Εφαρμογές των μαρκοβιανών αλυσίδων: επιλογή από 1) Υπολογισμοί με Markov Chain Monte Carlo, αλγόριθμος Metropolis-Hastings, προσομοιωμένη ανόπτηση 2) Ελεγχόμενες μαρκοβιανές αλυσίδες: δυναμικός προγραμματισμός, βέλτιστη διακοπή, βέλτιστος έλεγχος, 3) Κρυμμένες μαρκοβιανές αλυσίδες, αλγόριθμος του Viterbi, εκτίμηση παραμέτρων.

Βιβλιογραφία:

- Μιχάλης Λουλάκης: Στοχαστικές Διαδικασίες, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών (Κάλλιπος), 2016
- 2) David Williams: Probability with martingales, Cambridge University Press, 1991
- 3) Goran Peskir, Albert Shiryaev: Optimal Stopping and free-boundary problems, Birkhauser, 2006
- 4) Olivier Cappe', Eric Moulines, Tobias Ryde'n: Inference in Hidden Markov Models, Springer, 2005

* Αριθμητική Ανάλυση

Διδάσκοντες: Κ. Χρυσάφινος

Εργαστήρια: -

Ώρες διδασκαλίας: 4

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Εξάμηνο : 1ο

Προαπαιτούμενα: Προπτυχιακή Αριθμητική Ανάλυση, Βασική Αφηρημένη Ανάλυση, Γραμμική Αλγεβρα

Στόχος του μαθήματος:

Μέθοδος Εξέτασης:

Περιεχόμενα: Εισαγωγή (Νόρμες, Φασματικό Θεώρημα, Εκτιμήσεις Ευστάθειας Γραμμικών Συστημάτων), Αριθμητική Γραμμική Αλγεβρα (Αμεσες και Επαναληπτικές Μέθοδοι, Conjugate Gradient Methods, Krylov Subspace Iteration Methods, QR), Μη γραμμικά Συστήματα (Fixed Points, Newton-Raphson), Προσέγγιση – Παρεμβολή (Weierstrass Theorem, Piecewise Linear Approximation, Cubic Splines, Best-Approximation Theorems, Chebyshev Polynomials, Asymptotic behavior of Polynomial Interpolation, Runge Divergence Theorem), Αριθμητική Ολοκλήρωση (Orthogonal Polynomials, Gauss Quadrature)

Βιβλιογραφία:

*Στατιστικά Πρότυπα

Διδάσκοντες: Χ. Καρώνη, ΣΕΜΦΕ

Ώρες διδασκαλίας: 3 ώρες / εβδομάδα εκ των οποίων 1/2 ώρα /εβδομάδα αφιερώνεται σε εργαστηριακές ασκήσεις.

Εξάμηνο: Εαρινό

Πιστωτικές Μονάδες: 7

Προαπαιτούμενα: Θεωρία πιθανοτήτων, στατιστική συμπερασματολογία, απλό γραμμικό μοντέλο, θεωρία πινάκων, γνώσεις υπολογιστή

Στόχος του μαθήματος: Εκτενής και ολοκληρωμένη παρουσίαση του γενικού γραμμικού μοντέλου, των γενικευμένων γραμμικών μοντέλων καθώς και επεκτάσεις αυτών.

Μέθοδος Εξέτασης: Παράδοση ασκήσεων και εργασιών, γραπτή εξέταση στο τέλος του εξαμήνου.

Περιεχόμενα:

Γενικό γραμμικό μοντέλο. Εκτίμηση παραμέτρων, κατανομές και ιδιότητες αυτών. Θεώρημα Gauss – Markov. Έλεγχοι υποθέσεων. Επιλογή μεταβλητών, ανάπτυξη μοντέλου, κριτήρια AIC, BIC. Διαγράμματα μερικών υπολοίπων και πρόσθετων μεταβλητών. Διαγνωστικές μέθοδοι,

έλεγχοι προϋποθέσεων μοντέλου, εξέταση των υπολοίπων. Ψευδομεταβλητές. Πολυσυγγραμμικότητα. Μετασχηματισμοί. Ετεροσκεδαστικότητα. Σταθμισμένη παλινδρόμηση. Αυτοσυσχέτιση, έλεγχος DurbinWatson. Επιρροή σημείων, απόσταση Cook. Μη-γραμμικό μοντέλο.

Γενικευμένα γραμμικά μοντέλα. Εκθετική οικογένεια κατανομών. Συνάρτηση σύνδεσης. Λογιστική παλινδρόμηση, παλινδρόμηση Poisson, άλλα μοντέλα και επεκτάσεις αυτών. Εκτίμηση παραμέτρων, έλεγχοι υποθέσεων, επιλογή μοντέλου, διαγνωστικές μέθοδοι, εξέταση των υπολοίπων, διαγράμματα μερικών υπολοίπων. Επιρροή, απόσταση Cook. Υπερμεταβλητότητα. Καμπύλη ROC. Ειδικές εφαρμογές.

Εφαρμογές με χρήση R και άλλων στατιστικών πακέτων.

Βιβλιογραφία

1. A.J. Dobson and A.G. Barnett (2008). An Introduction to Generalized Linear Models. 3rd ed. Chapman and Hall.
2. W. H. Greene (2017). Econometric Analysis. 8th ed. Pearson Education.
3. D.W. Hosmer, S. Lemeshow and R.X. Sturdivant (2013). Applied Logistic Regression. 3rd ed. Wiley.
4. D.C. Montgomery, E.A. Peck and G.G. Vining (2012). Introduction to Linear Regression Analysis. 5th ed. Wiley.
5. Π. Οικονόμου και Χ. Καρώνη (2017). Στατιστικά Μοντέλα Παλινδρόμησης με MINITAB και R, Εκδόσεις Συμewν.

*** Μερικές Διαφορικές Εξισώσεις**

Διδάσκοντες: Νικόλαος Μ. Σταυρακάκης, ΣΕΜΦΕ, Νικόλαος Ζωγραφόπουλος, ΣΣΕ, Βασίλης Ρόθος, Πολυτεχνική Σχολή

Ώρες διδασκαλίας: 4 ώρες εβδομαδιαία.

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Προαπαιτούμενα: Συνήθεις & Μερικές Διαφορικές Εξισώσεις (προπτυχιακά), Δυναμικά Συστήματα (μεταπτυχιακό), Συναρτησιακή Ανάλυση (μεταπτυχιακό).

Σκοπός του Μαθήματος: Η μελέτη Γραμμικών και Μη-Γραμμικών Μερικών Διαφορικών Εξισώσεων της Μαθηματικής Φυσικής με μεθόδους Συναρτησιακής Ανάλυσης. Η μελέτη θα γίνει τόσο με κλασικές μεθόδους εκτιμήσεων καθώς και με σύγχρονες μεθόδους του Λογισμού των Μεταβολών και της Θεωρίας των Διακλαδώσεων.

Μέθοδος Εξέτασης: Παράδοση ασκήσεων(20%), ενδιάμεση εξέταση (20%), και γραπτή εξέταση στο τέλος του εξαμήνου (60%)

Περιεχόμενα:

- **Εισαγωγή :** Κατανομές - Χώροι Lebesgue - Ασθενής και Ασθενής-* Σύγκλιση - Χώροι Sobolev - Ανισώσεις και Εμφυτεύσεις.
- **Ελλειπτικές Εξισώσεις:** Ορισμοί - Τύποι Λύσεων - Θεωρήματα Lax-Milgram και Stampaccia - Ανίσωση $G\ddot{a}rding$ - Ύπαρξη και Μονοσήμαντο Λύσεων - Ομαλότητα - Αρχή Μεγίστου - Προβλήματα Ιδιοτιμών.
- **Παραβολικές Εξισώσεις:** Συναρτήσεις με Τιμές σε Χώρους Banach - Ύπαρξη και Μονοσήμαντο Λύσεων - Ομαλότητα - Αρχή Μεγίστου, Εφαρμογές.
- **Υπερβολικές εξισώσεις:** Ύπαρξη και Μονοσήμαντο Λύσεων - Ομαλότητα - Αρχή Μεγίστου - Εφαρμογές.
- **Θεωρία Διακλάδωσης:** Τοπική Θεωρία Διακλάδωσης [Θεωρία Αναγωγής Lyapunov-Schmidt, Θεώρημα Crandall-Rabinowitz, Εναλλαγή Ευστάθειας(Exchange of Stability)] –Θεωρία Ολικής Διακλάδωσης (Θεωρία Βαθμού –Θεωρήματα Ολικής Διακλάδωσης των Rabinowitz και Dancer) - Γενικεύσεις - Εφαρμογές.
- **Μεταβολικές Μέθοδοι:** Εισαγωγικά - Ελαχιστοποίηση Ενέργειας - Θεμελιώδες Θεώρημα του Λογισμού Μεταβολών - Συνθήκη Palais-Smale - Λήμμα Ορεινής Διάβασης – Λήμμα Συγκέντρωσης-Συμπάγειας του Lion (Lion's Concentration- Compactness Lemma) - Εφαρμογές.

Βιβλιογραφία:

- [AD] Adams R A, *Sobolev Spaces*, Academic Press, New York, 1975.
- [AP] Ambrosetti A and Prodi G, *A Primer of Nonlinear Analysis*, Cambridge Univ. Press, 1993.
- [AR] Ambrosetti A and Rabinowitz P H, *Dual Variational Methods in Critical Point Theory and Applications*, J. Fuct. Anal., (1973), 349-381.
- [B] Ball J, *An Introduction to Variational Methods for Nonlinear Problems*, Lecture Notes, Master Course, Heriot- Watt University, Edinburgh, 1995.
- [BE] Bebernes J and Eberly D, *Mathematical Problems from Combustion Theory*, Springer Verlag, New York, 1989.
- [BR] Brezis H, *Analyse Fonctionnelle: Theorie et Applications*, Masson, Paris, 1987.
- [BUF] Buffoni B and Tolland J, *Analytic Theory of Global Bifurcation*, Princeton Series in Applied Mathematics, 2003.
- [BU] Burton G, *An Introduction to Variational Methods*, Lecture Notes, Master Course, Bath University, 1994.
- [CC] L. A. Caffarelli, X. Cabré, *Fully Nonlinear Elliptic Equations*, Institute for Advanced Study - AMS, 1995,
- [DA] Dacorogna B, *Direct Methods in the Calculus of Variations*, Springer-Verlag, Berlin, 1989.
- [E] Evans Lawrence C., *Partial Differential Equations*, AMS, 1998,
- [EG] Evans L. and Gariepy R. F., *Measure Theory and Fine Properties of Functions*, CRC Press, BocaRaton, 1992.
- [GT] D. Gilbarg and N. S. Trudinger, *Elliptic Partial Differential Equations of Second Order* (2nd Edition), Springer-Verlag, Berlin, 1983.
- [GD] Gui-Qiang Chen and Emmanuele DiBenedetto, *Nonlinear Partial Differential Equations*, AMS, 1999,
- [KI] Kielhöfer Hansjörg, *Bifurcation Theory: An Introduction with Applications to PDE's*, Series: Applied Mathematical Sciences, Springer-Verlag, 2003,
- [L] O A Ladyzhenskaya, *The Boundary Value Problems of Mathematical Physics*, Springer-Verlag, New York, 1985.
- [LE] Harold Levine, *Partial Differential Equations*, AMS/INP, 1997,
- [LI] Lieb E H and Loss M, *Analysis*, AMS, 1996.
- [NL] Nirenberg L., *Topics in Nonlinear Functional Analysis*, Courant Lecture Notes in Mathematics, AMS, 2001.
- [PW] Protter M H and H F Weinberger, *Maximum Principles in Differential Equations*, Springer-Verlag, Berlin, 1984.
- [RR] Renardy M. and Rogers R C, *An Introduction to Partial Differential Equations*, Springer Verlag, New York, 1993.
- [STA] Stavrakakis N, *Partial Differential Equations for Science and Technology*(in Greek), Athens, 2002.
- [SM] Smoller J., *Shock waves and Reaction-Diffusion Equations*, Springer Verlag, N. Y., 1983.
- [STR] Struwe M, *Variational Methods*, Springer-Verlag, Berlin, 1990.
- [TA] Tanabe H, *Functional Analytic Methods for Partial Differential Equations*, Marcel Dekker, 1996.
- [TO] Toland J. F., *Bifurcation Theory*, Lecture Notes, Master Course, Bath University, 1992.
- [W] Willem M, *Minimax Theorems*, Progress in Nonlinear Differential Equations and their Applications, Birkhauser, Basel, 1996.
- [ZE] Zeidler E, *Functional Analysis and its Applications* (Vol. I, IIa, IIb, III), Springer Verlag, Berlin, 1990.

*Οικονομετρία και Ανάλυση Χρονοσειρών

Διδάσκοντες: Παναγιώτης Γ. Μιχαηλίδης, ΣΕΜΦΕ, Κωνσταντίνος Ν. Κωνσταντάκης, ΣΕΜΦΕ

Εργαστήρια: Όχι

Ώρες Διδασκαλίας: 3 ώρες εβδομαδιαία

Πιστωτικές Μονάδες: 6

Εξάμηνο: 2ο

Προαπαιτούμενα: Λογισμός Μιας & Πολλών Μεταβλητών, Γραμμική Άλγεβρα, Στατιστική, Οικονομετρία.

Στόχος του μαθήματος: Η μελέτη θεμάτων οικονομετρίας που αναφέρονται στην ανάλυση χρονολογικών σειρών.

Μέθοδος Εξέτασης: Ενδιάμεση εξέταση (50%), και γραπτή τελική εξέταση (50%).

Περιεχόμενα:

- Γενικευμένο Γραμμικό Υπόδειγμα Ελαχίστων Τετραγώνων
- Υποδείγματα Πιθανότητας, LPM, Logit, Probit, Tobit.
- Εκτίμηση Μη γραμμικών υποδειγμάτων
- Εκτίμηση Συστημάτων Εξισώσεων
- Εκτίμηση μη Γραμμικών Συστημάτων Εξισώσεων
- Μοναδιαία Ρίζα, έλεγχος, ύπαρξη και συνέπειες
- Στασιμότητα, έλεγχος, ύπαρξη και συνέπειες
- Ολοκλήρωση και Συνολοκλήρωση, έλεγχος, ύπαρξη και συνέπειες
- Αιτιότητα κατά Granger και Έλεγχος Αιτιότητας
- Παγκόσμια Διανυσματικά Αυτοπαλίνδρομα Υποδείγματα
- Αντιδράσεις Αιφνίδιας Απόκρισης

Βιβλιογραφία:

Johnston J and Dinardo J., *Econometric Methods*, 4th Edition, McGraw-Hill, 1997.

Hamilton D. J., *Time Series Analysis*, Princeton University Press, 1994.

Hayashi F., *Econometrics*, Princeton University Press, 2000.

Greene H. W., *Econometric Analysis*, 8th Edition, Prentice Hall, 2017.

***Συναρτησιακή Ανάλυση**

Διδάσκοντες: Σπύρος Α. Αργυρός, ΣΕΜΦΕ,

Ώρες Διδασκαλίας: 4 ώρες εβδομαδιαία

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Προαπαιτούμενα: Γραμμική Άλγεβρα, Πραγματική Ανάλυση (προπτυχιακά).

Μέθοδος Εξέτασης: Παράδοση ασκήσεων, ενδιάμεση εξέταση, και γραπτή εξέταση στο τέλος του εξαμήνου.

Περιεχόμενα: Τοπολογικοί διανυσματικοί χώροι, τοπικά κυρτοί χώροι, χώροι με νόρμα, χώροι Banach (παραδείγματα), το Θεώρημα Hahn-Banach, διαχωρισμοί κυρτών συνόλων σε χώρους Banach, Θεώρημα Baire και εφαρμογές (Θεωρήματα Steinhau και ανοιχτής απεικονίσεως), ασθενείς και ασθενείς* τοπολογίες (ιδιότητες), Θεώρημα Krein-Milman, Θεώρημα Bishop-Phelps. Χώροι Hilbert, χώροι L^p (ιδιότητες και ανακλαστικότητα για $1 < p < +\infty$), χώροι Sobolev.

Βιβλιογραφία:

1. **H. Brezis**, "Συναρτησιακή Ανάλυση", Παν. Εκδ. ΕΜΠ, 1997.
2. **M. Day**, "Normed Linear Spaces", Spr. Verlag, 1961.
3. **N. Dunford & J. Schwartz**, "Linear Operators I", Wiley, 1959.
4. **C.D. Aliprantis & K.C. Border**, "Infinite Dimensional Analysis", Spr. Verlag, 2001.
5. **W. Rudin**, "Real and Complex Analysis", McGraw-Hill, 1973.
6. **E. Hewitt & K. Stromberg**, "Real and Abstract Analysis", Spr. Verlag, 1982.

7. R.R. Phelps, “Convex Functions, Monotone Operators and Differentiability”, Spr. Verlag, 1987.

2. Διεπιστημονικά Μαθήματα

***Μη Γραμμικά Συστήματα και Έλεγχος**

Διδάσκοντες: Ι. Τσινιάς και Ι. Καραφύλλης

Εργαστήρια: -

Ώρες διδασκαλίας: 4

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Εξάμηνο : 2^ο

Προαπαιτούμενα: Πραγματική Ανάλυση, Διαφορικές Εξισώσεις.

Στόχος του μαθήματος: Παρουσίαση της σύγχρονης μη γραμμικής θεωρίας ελέγχου για συστήματα πεπερασμένης διάστασης και συνεχούς χρόνου.

Μέθοδος Εξέτασης: Γραπτή εξέταση

Περιεχόμενα: Ευστάθεια, θεωρήματα Lyapunov, θεώρημα LaSalle, Input-to-State Stability, συναρτήσεις ISS Lyapunov, διασύνδεση με ανάδραση, θεώρημα μικρού κέρδους, θεώρημα Artstein-Sontag, σταθεροποίηση με ανάδραση μη γραμμικών συστημάτων, πρόσθεση ενός ολοκληρωτή, backstepping, σταθεροποίηση Input-to-State. Κατανομές, άλγεβρα Lie, θεώρημα Frobenius, μη γραμμική ελεγχσιμότητα, zero dynamics, γραμμικοποίηση με ανάδραση, κανονικές μορφές.

Βιβλιογραφία:

H. K. Khalil, Nonlinear Systems, 3rd Ed., Pearson, 2001.

E. D. Sontag, Mathematical Control Theory, 2nd Ed., Springer, 1998.

A. Isidori, Nonlinear Control Systems, 3rd Ed., Springer, 1994.

A. Isidori, Nonlinear Control Systems II, Springer, 1999.

*** Παράλληλος Υπολογισμός**

Διδάσκοντες: Γεώργιος Γκούμας, Νεκτάριος Κοζύρης

Εργαστήρια: Προγραμματιστικές εργαστηριακές ασκήσεις

Ώρες διδασκαλίας: 3

Εξάμηνο : 3ο

Προαπαιτούμενα: Καλή γνώση προγραμματισμού Η/Υ και ευχέρεια χρήσης ΛΣ Linux / UNIX.

Στόχος του μαθήματος: Να εξοικειώσει τους φοιτητές με τις βασικές αρχές παράλληλου υπολογισμού και των συστημάτων παράλληλης επεξεργασίας, και να τους μεταδώσει εισαγωγικές γνώσεις παράλληλου προγραμματισμού σε διαφορετικές αρχιτεκτονικές και προγραμματιστικά περιβάλλοντα.

Μέθοδος Εξέτασης: Γραπτή εξέταση (50%), Εργαστηριακές ασκήσεις (50%)

Περιεχόμενα: Εισαγωγή στην παράλληλη επεξεργασία. Αρχιτεκτονικές παράλληλης επεξεργασίας. Μοντέλα επίδοσης. Αρχές παράλληλου προγραμματισμού. Προγραμματιστικά μοντέλα και εργαλεία. Σχεδιασμός και υλοποίηση παράλληλων προγραμμάτων. Μελέτη, ανάλυση και πρόβλεψη επίδοσης. Ανάπτυξη εφαρμογών παράλληλης επεξεργασίας στο εργαστήριο με χρήση MPI, OpenMP, CUDA.

Βιβλιογραφία:

- Introduction to Parallel Computing, Ananth Grama, Vipin Kumar, Anshul Gupta, George Karypis, Addison Wesley, 2003.
- The Sourcebook of Parallel Computing (The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design), Jack Dongarra, Ian Foster, Geoffrey C. Fox, William Gropp, Ken Kennedy, Linda Torczon, Andy White, 2002.
- Parallel Scientific Computing in C++ and MPI: A Seamless Approach to Parallel Algorithms and Their Implementation, G. Karniadakis and R. Kirby, Cambridge University Press, New York, 2003.
- Parallel Programming, B. Wilkinson and M. Allen, Prentice Hall, 1999.
- Parallel Programming in C with MPI and OpenMP, 1st Edition, Michael J. Quinn, McGraw Hill, 2004.
- An Introduction to Parallel Algorithms, J. Jaja, Addison Wesley 1992.
- The Art of Multiprocessor Programming, Maurice Herlihy, Nir Shavit, Morgan Kaufmann, 2008.

***Προτυποποίηση και Έλεγχος Δυναμικών Συστημάτων**

Διδάσκοντες: Χαράλαμπος Σαρίμβης, Καθηγητής Σχολής Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ

Ώρες διδασκαλίας : 3

Πιστωτικές Μονάδες: 6

Εξάμηνο:: 3^ο

Προαπαιτούμενα: Προπτυχιακό μάθημα στην περιοχή του ελέγχου συστημάτων

Στόχος του μαθήματος: Το μάθημα έχει ως στόχο την εκπαίδευση των φοιτητών σε μεθόδους σχεδιασμού ελεγκτών για γραμμικά συστήματα συνδυάζοντας τα πεδία χρόνου και συχνότητας. Οι μέθοδοι αρχικά παρουσιάζονται για συστήματα μιας εισόδου – μιας εξόδου και γενικεύονται σε πολυμεταβλητά συστήματα. Εκτός από την κατανόηση της θεωρίας, οι φοιτητές που ολοκληρώνουν το μάθημα είναι σε θέση να σχεδιάσουν συστηματικά στο MATLAB βέλτιστα συστήματα ελέγχου.

Μέθοδος εξέτασης: Σειρές ασκήσεων και εργασία (project) (40%) Γραπτή εξέταση (60%)

Περιεχόμενα

- Συναρτήσεις μεταφοράς. Διαγράμματα Bode και Nyquist. Αναπαράσταση αβεβαιότητας. Ιδιάζουσες τιμές πολυμεταβλητών συστημάτων. Εύρωση ευστάθειας και απόδοση συστημάτων. Ρυθμιστές IMC (Internal Model Control).
- Μοντελοποίηση δυναμικών συστημάτων με μητρώα κατάστασης. Βέλτιστος Έλεγχος. Ελεγκτές LQR (Linear Quadratic Regulators)
- Σχεδιασμός φίλτρων Kalman. Μέθοδος LQG (Linear Quadratic Gaussian). Έλεγχος H_2 . Σχεδιασμός βέλτιστων ελεγκτών τύπου MPC (Model Predictive Control).

Βιβιογραφία:

S. Skogestad and I. Postlethwaite, Multivariable Feedback Control, John Wiley & Sons, West Sussex, 2005.

M. Morari and E. Zafiriou, Robust Process Control, Prentice-Hall, New Jersey, 1989.

G. Dullerud and F. Paganini, A Course in Robust Control Theory, Springer, 2005.

E.F. Camacho and C. Bordons, Model Predictive Control, Springer Verlag, 2004.

D. P. Bertsekas, Dynamic Programming and Optimal Control (Vol 1), Athena Scientific, 2001.

*Ειδικά Κεφάλαια σε Πολύπλοκα Συστήματα

Διδάσκοντες: Μ. Αξενίδης, Β. Κωνσταντούδης, Α. Προβατά, Ι. Κομίνης, Χ. Ευθυμίουπουλος

Εργαστήρια: ΟΧΙ

Ώρες διδασκαλίας: 3

Πιστωτικές Μονάδες: 6

Εξάμηνο : 3ο

Προαπαιτούμενα:

α) ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΧΑΟΥΣ

β) ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

γ) ΔΙΑΦΟΡΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ

Στόχος του μαθήματος: Το μάθημα έχει σκοπό να εισάγει τους φοιτητές στις έννοιες της Πολυπλοκότητας και στις μεθοδολογίες οι οποίες χρησιμοποιούνται σήμερα για την ποιοτική και ποσοτική μελέτη των πολύπλοκων συστημάτων με εφαρμογές στην Αστρονομία, Βιοιατρική, Φωτονική, Νανοτεχνολογία, Γλωσσολογία κλπ.

Μέθοδος Εξέτασης: : Τρεις ομάδες ασκήσεων στη διάρκεια του μαθήματος και παρουσίαση Εργασίας που θα γίνει σε συνεννόηση με έναν από τους διδάσκοντες.

Περιεχόμενα:

A. Πολύπλοκα συστήματα στο χρόνο

Δυναμικά Συστήματα – Χαμιλτονιανή Δυναμική; Μη-γραμμικά κύματα (Βασική Θεωρία & Εφαρμογές στην Φωτονική) ; Η μετάβαση από την Τάξη στο Χάος - Το μοντέλο του εκκρεμούς με εξωτερική περιοδική διέγερση; Σολιτόνια σε Θεωρίες Πεδίου; Ασθενές και Ισχυρό Χάος; Εισαγωγή στη Συμβολική Δυναμική; Εισαγωγή στις εντροπικές μεθόδους ανάλυσης συμβολοσειρών.

B. Πολύπλοκα συστήματα στο χώρο

Μορφοκλασματικές δομές (Fractals); Μέτρα χωρικής πολυπλοκότητας & εφαρμογές; Χωρική πολυπλοκότητα - το παράδειγμα της νανοτεχνολογίας .

Γ. Χωροχρονική Πολυπλοκότητα

Πολύπλοκα δίκτυα και εφαρμογές; Δίκτυα νευρώνων στον εγκέφαλο: δομή και δυναμική; Πολυπλοκότητα γλωσσικών κειμένων.

Βιβλιογραφία:

1. G. Nicolis and C. Nicolis, **Foundations of Complex Systems**, World Scientific 2012.

2. A. L. Barabasi, **Network Science**, Cambridge University Press, 2016.

3. P. Meakin, **Fractals, Scaling and Growth far from Equilibrium**, Cambridge University Press, 1998.

4. T. Μπούντης, **Fractals**, Leader Books, 2004 (Στα Ελληνικά).

5. A.J. Lichtenberg and M.A. Lieberman, **Regular and Chaotic Dynamics** (2nd Edition), Springer-Verlag, 2010.

6. S. H. Strogatz, **Nonlinear dynamics and Chaos: with applications to Physics, Biology, Chemistry and Engineering**, (2nd Edition), WestView Press 2015.

* Στοχαστικές Ανελίζεις

Διδάσκοντες: Μ. Λουλάκης, ΣΕΜΦΕ

Εργαστήρια:

Ώρες διδασκαλίας: 4

Εξάμηνο : 1^ο

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Προαπαιτούμενα:

Στόχος του μαθήματος:

Μέθοδος Εξέτασης:

Περιεχόμενα: Εισαγωγή στις στοχαστικές διαδικασίες: ορισμοί, κατανομές πεπερασμένης διάστασης, στάσιμες διαδικασίες, διαδικασίες Gauss, αυτοσυσχέτιση.

Μαρκοβιανές αλυσίδες: εξισώσεις Chapman-Kolmogorov, ταξινόμηση καταστάσεων, επαναληπτικότητα, παροδικότητα. Τυχαίοι περίπατοι.

Martingales διακριτού χρόνου: ορισμός, ιδιότητες, χρόνοι διακοπής, θεώρημα επιλεκτικής διακοπής. Υπολογισμοί με Martingales για μαρκοβιανές αλυσίδες.

Ανισότητες Doob, Θεωρήματα σύγκλισης για martingales.

Ασυμπτωτική συμπεριφορά μαρκοβιανών αλυσίδων: αναλλοίωτες κατανομές, θεώρημα σύγκλισης, εργοδικό θεώρημα.

Εφαρμογές των μαρκοβιανών αλυσίδων: επιλογή από 1) Υπολογισμοί με Markov Chain Monte Carlo, αλγόριθμος Metropolis-Hastings, προσομοιωμένη ανόπτηση 2) Ελεγχόμενες μαρκοβιανές αλυσίδες: δυναμικός προγραμματισμός, βέλτιστη διακοπή, βέλτιστος έλεγχος, 3) Κρυμμένες μαρκοβιανές αλυσίδες, αλγόριθμος του Viterbi, εκτίμηση παραμέτρων.

Βιβλιογραφία:

- 1) Μιχάλης Λουλάκης: Στοχαστικές Διαδικασίες, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών (Κάλλιπος), 2016
- 2) David Williams: Probability with martingales, Cambridge University Press, 1991
- 3) Goran Peskir, Albert Shiryaev: Optimal Stopping and free-boundary problems, Birkhauser, 2006
- 4) Olivier Cappe', Eric Moulines, Tobias Ryde'n: Inference in Hidden Markov Models, Springer, 2005

*Θεωρία Μέτρου

Διδάσκοντες: Σ. Αργυρός, ΣΕΜΦΕ.

Ώρες Διδασκαλίας: 4 ώρες εβδομαδιαία

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Περιεχόμενα: Άλγεβρες, σ-άλγεβρες, κλάσεις Dynkin, μονότονες κλάσεις. Μέτρα και βασικές ιδιότητές τους, πλήρωση μέτρων. Εξωτερικά μέτρα, Θεώρημα επέκτασης Καραθεοδωρή. Ιδιότητες του μέτρου Lebesgue στον $\mathbb{R}^n$ (κανονικότητα, Θεώρημα Steinhaus, σύνολα Vitali κ.λ.π.). Μετρήσιμες συναρτήσεις και ολοκλήρωση κατά Lebesgue. Ιδιότητες του ολοκληρώματος Lebesgue (Θεώρημα μονότονης σύγκλισης, Λήμμα Fatou, Θεώρημα κυριαρχημένης σύγκλισης). Σύγκλιση ακολουθιών μετρησίμων συναρτήσεων (σύγκλιση κατά μέτρο, σχεδόν παντού και σχεδόν ομοιόμορφα). Θεώρημα Egoroff και Θεώρημα Riesz.

Θεώρημα Fubini και μέτρα γινόμενα.

Προσημασμένα μέτρα (ανάλυση Hahn και ανάλυση Jordan). Θεώρημα Radon-Nikodym.

Χώροι L^p . Συναρτησιακές επιπτώσεις του Θεωρήματος Radon-Nikodym (περιγραφή των δυϊκών και αυτοπάθεια των χώρων L^p για $1 < p < \infty$).

Βιβλιογραφία:

1. Γ. Κουμουλής και Σ. Νεγρεπόντης, *Θεωρία Μέτρου*, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1991.
2. P. Billingsley, *Probability and Measure*, John Wiley, New York, 1979.

3. W. Rudin, *Real and Complex Analysis*, McGraw-Hill, New York, 1966.
4. S. Lang, *Real Analysis*, Addison Wesley Publishing Co. 1969.
5. A. N. Kolmogorov, S.V. Fomin, *Introductory Real Analysis*, Dover Publications, N.Y. 1970.

***Μη γραμμική δυναμική και εφαρμογές**

Διδάσκοντες: Κώστας Σπύρου (καθηγητής), Ιωάννης Γεωργίου (καθηγητής)

Εργαστήρια: -

Ώρες διδασκαλίας: 3

Πιστωτικές Μονάδες: 6

Εξάμηνο : 2^ο

Προαπαιτούμενα: Διαφορικές Εξισώσεις, Γραμμική Δυναμική Συστημάτων.

Στόχος του μαθήματος: Κατανόηση από τους σπουδαστές των μεθόδων ανάλυσης προβλημάτων μη γραμμικής συμπεριφοράς μηχανικών συστημάτων απ' τον φυσικό κόσμο, με έμφαση σε τεχνικές εφαρμογές.

Μέθοδος Εξέτασης: Τελική εξέταση 80%, εργασίες 20%

Περιεχόμενα: Μετάβαση απ' την απλότητα του γραμμικού στην πολυπλοκότητα του μη γραμμικού συστήματος. Διανυσματικά πεδία και ροές στο πεδίο φάσεων. Μόνιμη και μεταβατική συμπεριφορά, ανάλυση στο πεδίο φάσεων, στάσιμα σημεία και περιοδικές τροχιές, συνύπαρξη πολλαπλών λύσεων, έλεγχος ευστάθειας. Μη γραμμικό σύστημα κοντά σε συντονισμό. Η έννοια του ελκυστή και του πεδίου ελκυσμού. Παραμετρική ανάλυση λύσεων μη γραμμικών διαφορικών εξισώσεων μόνιμης κατάστασης. Ιδιάζοντα σημεία. Παραδείγματα και σύνδεση με το φυσικό κόσμο. Αποικονίσεις Poincaré, θεωρία Floquet. Αναλυτικές μέθοδοι με βάση θεωρία διαταραχών, χρησιμότητα και περιορισμοί χρήσης τους σε έντονα μη γραμμικά συστήματα. Η έννοια της διακλάδωσης τοπικού χαρακτήρα και ποιοτική περιγραφή των στοιχειωδών μορφών διακλαδώσεων (fold, flip, pitchfork, Hopf). Αλλαγή πολλαπλότητας και ευστάθειας λύσεων σε σημεία διακλάδωσης: αναλυτικός και αριθμητικός υπολογισμός. Οι έννοιες της συνδιάστασης και της «δομικής ευστάθειας» συστήματος. Χαρακτηριστικά παραδείγματα μη γραμμικής συμπεριφοράς. Ομοκλινικές τροχιές και θεωρία Melnikov. Καθολικές διακλαδώσεις και η σημασία τους για την ασφάλεια μηχανικών συστημάτων. Φαινόμενα διακλαδώσεων στη δυναμική συμπεριφορά πλοίων. Αναγωγή πολύπλοκων συστημάτων σε απλούστερη μορφή. Η έννοια του χάους στη μη γραμμική δυναμική και απλά παραδείγματα. Παράξενοι ελκυστές, ευαισθησία σε αρχικές συνθήκες και απώλεια προβλεψιμότητας. Τρόποι μετάβασης σε χαοτική συμπεριφορά. Κλασματική διάσταση και αυτο-ομοιότητα. Επιπτώσεις για τη σχεδίαση και λειτουργία μηχανικών συστημάτων.

Βιβλιογραφία:

- J.M.T. Thompson & H.B. Stewart (2001) *Nonlinear Dynamics and Chaos* (second edition), Wiley.
- S.H. Strogatz (1994) *Nonlinear Dynamics and Chaos* (with Applications to Physics, Biology, Chemistry and Engineering). Perseus Books.
- J. Guckenheimer & P. Holmes (1997) *Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems and Bifurcations of Vector Fields*. Springer (corrected 5th printing). J. Hale. H. Kocak (1991) *Dynamics and Bifurcations*, Springer-Verlag.
- A.H.Nayfeh & B. Balachandran (1995) *Applied Nonlinear Dynamics*, Wiley.
- C. Hayashi (1964) *Nonlinear Oscillations in Physical Systems*. Princeton University Press.
- N. Minorsky (1974) *Nonlinear Oscillations*, Robert E. Krieger Publishing Co. Inc.
- K.J. Spyrou & J.M.T. Thompson (2000) *The nonlinear dynamics of ships*. Theme Issue, Philosophical Transactions of the Royal Society, London.

***Μπεϋζιανή Στατιστική και MCMC**

Διδάσκων: Δ. Φουσκάκης, ΣΕΜΦΕ

Ώρες διδασκαλίας: 4 ώρες εβδομαδιαία

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Περιγραφή: Θεμελιώδεις αρχές της Μπεϋζιανής Στατιστικής. Μπεϋζιανή Στατιστική και Πιθανότητες. Πληροφοριακές και μη-πληροφοριακές πρότερες κατανομές. Συζυγείς πρότερες κατανομές. Πρότερες κατανομές του Jeffreys. Πρότερες κατανομές ελαχίστης πληροφορίας. Ύστερες κατανομές. Μπεϋζιανή εκτίμηση παραμέτρων. Μπεϋζιανά διαστήματα εμπιστοσύνης και έλεγχοι υποθέσεων. Υπολογισμός περιθώριας πιθανοφάνειας και παραγόντων Μπέυζ. Μπεϋζιανές προβλέψεις και υπολογισμός ύστερης προβλεπτικής κατανομής. Στοχαστική Προσομοίωση. Εισαγωγή στους Αλγορίθμους MCMC. Προσομοίωση από την Ύστερη κατανομή. Ο Αλγόριθμος Metropolis-Hastings. Ο Δειγματολήπτης Gibbs. Χρήση του Στατιστικού Πακέτου R καθώς και του Winbugs. Διαγνωστικοί Έλεγχοι. Παραδείγματα στα Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα.

*Μη-Μαρκοβιανές στοχαστικές συναρτήσεις. Στοχαστική δυναμική

Διδάσκοντες: Γ.Α. Αθανασούλης, Καθηγητής ΣΝΜΜ

Εργαστήρια:

Ώρες διδασκαλίας: 3

Πιστωτικές Μονάδες: 6

Εξάμηνο : 2^ο

Προαπαιτούμενα:

Θεωρία Πιθανοτήτων (προπτυχιακή), Μετροθεωρητική Θεωρία Πιθανοτήτων (επιθυμητή), Συνήθεις διαφορικές εξισώσεις

Στόχος του μαθήματος:

- α) Να αναδείξει την σημασία της στοχαστικής προτυποποίησης σε διάφορα φυσικά και τεχνολογικά προβλήματα
- β) Να αναπτύξει τις θεωρητικές βάσεις της μελέτης και του λογισμού των μη-Μαρκοβιανών στοχαστικών συναρτήσεων, οι οποίες είναι απαραίτητες σε όλες τις μακροσκοπικές εφαρμογές
- γ) Να αναπτύξει μεθόδους επίλυσης (υπολογισμού της πιθανότητας απόκρισης) μη-γραμμικών διαφορικών εξισώσεων υπό γενική στοχαστική διέγερση (uncertainty quantification in non-linear dynamical systems)

Μέθοδος Εξέτασης: Ενδιάμεση εξέταση (30%), τελική εξέταση (70%).

Θα υπάρχει και προαιρετική εργασία με παρουσίαση, η οποία –εφ' όσον αναληφθεί και είναι επιτυχής– θα δίδει bonus 20% επί του βαθμού που προκύπτει από τις εξετάσεις.

Περιεχόμενα:

(1) Υπόβαθρο θεωρίας πιθανοτήτων. Θεωρία και πείραμα. Ορισμός του επιστημονικού πειράματος. Ντετερμινιστικά και στοχαστικά πειράματα. Ο χώρος πιθανότητας ως μαθηματικό πρότυπο του στοχαστικού πειράματος. Συνολοθεωρητικό υπόβαθρο και μετροθεωρητική κατασκευή της πιθανότητας (επέκταση από ημιάλγεβρες σε σ-άλγεβρες με την βοήθεια του Θεωρήματος Καραθεοδωρή και του Λήμματος του Hopf). Μη μετρήσιμα σύνολα. Μετρήσιμη κάλυψη (μη μετρήσιμων) συνόλων. Μεταφορά της πιθανότητας σε μη μετρήσιμο σύνολο εξωτερικού μέτρου 1.

(2) Μη-Μαρκοβιανές στοχαστικές συναρτήσεις. Ανεπάρκεια της Μαρκοβιανής προσέγγισης. Παραδείγματα από την φυσική και την τεχνολογία (τυρβώδεις ροές, σεισμική κίνηση, ανεμογενείς θαλάσσιοι κυματισμοί, φορτίσεις κατασκευών από άνεμο, σεισμό, κύμα, στατιστική βιοφυσική, στατιστική μηχανική συστημάτων εκτός ισορροπίας). Η ιεραρχία των κατανομών πιθανότητας διαφόρων τάξεων. Συναρτήσεις ροπών. Μέθοδοι κατασκευής μέτρων πιθανότητας σε χώρους συναρτήσεων. Το θεώρημα Kolmogorov και τα προβλήματά του. Η θεώρηση του Doob, διαχωρίσιμες στοχαστικές συναρτήσεις. Χαρακτηριστικό συναρτησιακό. Κατασκευή

μέτρων πιθανότητας μέσω του χαρακτηριστικού συναρτησιακού. Θεωρήματα Sazonov και Minlos. Indistinguishable στοχαστικές συναρτήσεις, modifications και versions στοχαστικών συναρτήσεων. Στοχαστική σύγκλιση (L^2 , κατά πιθανότητα, με πιθανότητα 1). Στοιχεία στοχαστικού Λογισμού. Αναλυτικές ιδιότητες στοχαστικών συναρτήσεων (συνέχεια, ολοκληρωσιμότητα, διαφορισιμότητα). Ακρότατα και τομές διαφορισίμων στοχαστικών συναρτήσεων.

(3) Στοχαστικές διαφορικές εξισώσεις – Στοχαστική δυναμική. Παραδείγματα στοχαστικών διαφορικών εξισώσεων από την τεχνολογία και την Φυσική (ταλαντώσεις κατασκευών υπό την επίδραση στοχαστικών διεγέρσεων από άνεμο, κύμα ή σεισμό. Διάδοση ηχητικών κυμάτων σε μεγάλες αποστάσεις στην θάλασσα, διάδοση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων σε μεγάλες αποστάσεις στην ατμόσφαιρα). Τυχαίες διεγέρσεις (additive excitation) ή/και τυχαίοι συντελεστές (multiplicative excitation) με συνεχή συνδιακύμανση γενικής μορφής (όχι λευκός θόρυβος). Μη Μαρκοβιανές αποκρίσεις. Η έννοια της λύσης μιας στοχαστικής διαφορικής εξίσωσης στην περίπτωση αυτή. Εξίσωση Liouville και στοχαστική εξίσωση Liouville (ενός χρόνου, δύο χρόνων, κοκ). Η ιεραρχία LMN των δυναμικών εξισώσεων για τις συναρτήσεις κατανομής πιθανότητας διαφόρων τάξεων της απόκρισης. Το Θεώρημα Novikov-Furutsu και η χρήση του για την παραγωγή (κλειστών, προσεγγιστικών) δυναμικών εξισώσεων εξέλιξης της συνάρτησης κατανομής πιθανότητας πρώτης τάξεως (γενικευμένες εξισώσεις Fokker-Planck-Kolmogorov). Εφαρμογές σε συγκεκριμένα δυναμικά συστήματα (ταλαντωτές).

Βιβλιογραφία:

- **Σημειώσεις του διδάσκοντος** (ανανεωνόμενες κάθε χρόνο)
- **Doob**, J.L., 1953 /1990, Stochastic Processes, John Wiley & Sons, Wiley Classics Library Edition Published 1990
- **Gikhman**, I.I.,-**Skorokhod**, A.V., 1996, Introduction to the Theory of Random Processes, Dover Publ.
- **Kree**, P., **Soize**, Ch., 1986, Mathematics of Random Phenomena. Random Vibrations of Mechanical Structures, Kluwer Academic Publishers
- **Li**, J., **Chen**, J., 2009, Stochastic dynamics of structures, John Wiley and Sons
- **Loeve**, M., 1977, 1978, Probability theory, Vol. I & Vol. II, Springer-Verlag, New York,
- **Lukacs**, E., 1968, Stochastic Convergence, Raytheon Education Company
- **Parthasarathy**, K.R., 1967, Probability Measures on Metric Spaces, Academic Press
- **Pugachev**, V.S., **Sinitsyn**, I. N., 2001, Stochastic Systems. Theory and Applications, World Scientific,
- **Skorokhod**, A.V., 2005, Basic Principles and Applications of Probability Theory, Springer
- **Sobczyk**, K., 1991, Stochastic Differential Equations. Kluwer Academic Publishers,
- **Soong**, T.T., **Grigoriu** M, 1993, Random Vibration of Mechanical and Structural Systems, Prentice Hall, New Jersey,
- **Stark**, H., **Woods**, J.W., 1986, Probability, random processes, and estimation theory for engineers, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey,
- **Σπηλιώτη**, I. 2010, Σημειώσεις Θεωρίας Μέτρου Σε Απειροδιάστατους Χώρους 2010 (pdf)

***Θεωρία Κόμβων, Τοπολογία Χαμηλών Διαστάσεων και Εφαρμογές**

Προαπαιτούμενα: Βασική άλγεβρα (Γραμμική Άλγεβρα & Αναλυτική Γεωμετρία, Θεωρία Ομάδων)

Μέθοδος Εξέτασης: Παράδοση ασκήσεων και εργασιών, γραπτή ή/και προφορική εξέταση στο τέλος του εξαμήνου.

Στόχος του μαθήματος: Να εισάγει τους μεταπτυχιακούς φοιτητές στην Θεωρία Κόμβων, που είναι ένας επίκαιρος κλάδος της Τοπολογίας Χαμηλών Διαστάσεων, και στις ποικίλλες εφαρμογές της. Οι κόμβοι και οι κρίκοι είναι εμφυτεύσεις του κύκλου στο χώρο και η μελέτη τους έχει ως κύριο στόχο την ταξινόμησή τους. Αυτό είναι ένα από τα ανοικτά προβλήματα των Μαθηματικών. Η Θεωρία Κόμβων έχει άμεση συνάφεια με τη Θεωρία Γραφημάτων, την Άλγεβρα, καθώς και με την τοπολογία των τρισδιάστατων πολλαπλοτήτων, η ταξινόμηση των οποίων σχετίζεται με την περίφημη εικασία Poincaré. Από το 1984, με την ανακάλυψη του πολυωνύμου Jones, η Θεωρία Κόμβων βρήκε θεαματικές εφαρμογές στη Στατιστική Μηχανική, στη Μοριακή Βιολογία, στη Χημεία, και αλλού.

Περιεχόμενα: οι βασικές έννοιες της Θεωρίας Κόμβων, ισοτοπία και το Θεώρημα Reidemeister, κλασικές αναλλοίωτες κόμβων και κρίκων. Βασικές έννοιες της Αλγεβρικής Τοπολογίας, η θεμελιώδης ομάδα του κύκλου, η θεμελιώδης ομάδα ενός κόμβου. Οι επιφάνειες Seifert και το γένος ενός κόμβου. Η ταξινόμηση των ρητών κόμβων (Θεώρημα Schubert) και εφαρμογές στην αναδιάταξη του DNA. Εφαρμογές της Θεωρίας Κόμβων στα εμφυτευμένα γραφήματα (Θεώρημα Conway-Gordon) και η συνάφεια με την θεωρία των πολυμερών. Κόμβοι και επίπεδα γραφήματα και μία εφαρμογή στα ηλεκτρικά κυκλώματα. Το πολυώνυμο Kauffman bracket και η αλληλεπίδραση της θεωρίας με τη Στατιστική Μηχανική. Η αλγεβρική δομή της ομάδας των πλεξίδων, τα Θεωρήματα Alexander και Markov, το πολυώνυμο Jones, το πολυώνυμο HOMFLYPT και οι σχέσεις τους με τις άλγεβρες Temperley-Lieb και Hecke. Τέλος, η κατασκευή τρισδιάστατων χώρων από κόμβους, μέσω της «χειρουργικής», η αναλλοίωτη Witten τρισδιάστατων πολλαπλοτήτων (κατά Lickorish) και εφαρμογές της χειρουργικής σε φυσικές διεργασίες.

Βιβλιογραφία:

- 1) C.C. Adams, "The Knot Book", Freeman.
- 2) A. Hatcher, "Algebraic Topology", Cambridge.
- 3) D. Rolfsen, "Knots and Links", Publish or Perish.
- 4) W.B.R. Lickorish, "An Introduction to Knot Theory", Springer.
- 5) L.H. Kauffman, "Knots and Physics", World Scientific.
- 6) L.H. Kauffman, S. Lambropoulou, The classification of rational knots, *L'Enseignement Mathématique*, 49, 2003.
- 7) D.W. Sumners, Untangling DNA, *Mathematical Intelligencer*, 12(3), 1990.
- 8) J.H. Conway, C.McA. Gordon, Knots and links in spatial graphs, *J. Graph Theory*, 1983.
- 9) E. Flapan, "When Topology meets Chemistry", Outlooks, Cambridge University Press.
- 10) S. Lambropoulou, C.P. Rourke, Markov's theorem in 3-manifolds, *Topology and its Applications*, 78, 1997.
- 11) V.F.R. Jones, Hecke algebra representations of braid groups and link polynomials, *Annals of Mathematics*, 126, 1987.

***Επιχειρησιακή Έρευνα και Διαχείριση Έργων**

Διδάσκων: Ι. Κολέτσος, ΣΕΜΦΕ

Ώρες Διδασκαλίας: 4 ώρες εβδομαδιαία

Μέθοδος Εξέτασης:

1. Προετοιμασία τεσσάρων βιογραφικών: ένα σύντομο στα Ελληνικά (το πολύ 1 σελίδα), ένα εκτενές στα Ελληνικά, ένα σύντομο στα Αγγλικά (το πολύ 1 σελίδα), ένα εκτενές στα Αγγλικά (**Βαθμολογία 0.5 του βαθμού**).
2. Εβδομαδιαίο Homework (13 εβδομάδες) Περιλαμβάνονται γραπτές ασκήσεις και εφαρμογές στον υπολογιστή. (**Βαθμολογία 1 βαθμός**).
3. Ομαδικό Project διάρκειας 15 ημερών. Η ομάδα αποτελείται από τρεις φοιτητές που επιλέγονται από τον διδάσκοντα κατόπιν συνέντευξης των φοιτητών. Συντονιστής της τριμελούς ομάδας αναλαμβάνει ένας από τους φοιτητές, που επιλέγεται από τους ίδιους κατόπιν συμφωνίας ή ψηφοφορίας. Το θέμα κάθε ομάδας είναι διαφορετικό και το ετοιμάζει ο διδάσκων. Στην εκπνοή των 15 ημερών (12η μεσημβρινή της 15ης ημέρας) παραδίδεται από τους φοιτητές (στη γραμματεία του τομέα Μαθηματικών της ΣΕΜΦΕ, ή ελλείψει γραμματείας στο γραμματοκιβώτιο του διδάσκοντα) report με τη λύση του προβλήματος, αναλυτικό documentation της λύσης και τυχόν αναγκαία παραδείγματα, επεκτάσεις κλπ. Η αρτιότητα της λύσης **βαθμολογείται με 1 βαθμό**. Επιτρέπονται ακόμα και διαφωνίες εντός της ομάδας και κατάθεση περισσότερων του ενός report χωρίς βαθμολογική επιβάρυνση, αρκεί κάθε διαφοροποίηση να τεκμηριώνεται επιστημονικά. Κάθε ημέρα καθυστέρησης στην παράδοση επισύρει μείωση της βαθμολογίας κατά 0,2 του βαθμού.
4. Η πληρότητα και η ποιότητα του report της ομαδικής εργασίας βαθμολογείται με επιπλέον **0.5 του βαθμού**. Απαραίτητο θεωρείται το εξώφυλλο με τον τίτλο του μεταπτυχιακού προγράμματος και του Παν/μιακού Ιδρύματος, το Θέμα, τα ονόματα των φοιτητών, την ημερομηνία και ότι επιπλέον αυτοί κρίνουν. Ακόμα απαραίτητες θεωρούνται οι αναφορές των πηγών που χρησιμοποιήθηκαν και η Βιβλιογραφία. Είναι επιτρεπτή η παράθεση φωτογραφιών, διαγραμμάτων και σχημάτων, που όμως να έχουν απόλυτη σχέση με την εργασία. Τυχόν προγράμματα ή κώδικες ή στατιστικοί πίνακες τίθενται σε Παράρτημα (Appendix). Θετικά συνυπολογίζεται οποιαδήποτε επέκταση του προβλήματος, ή προέκταση της λύσης σε άλλα πεδία, ή αναφορά σε μελλοντικά ή σε ανοικτά προβλήματα. Σε κάθε περίπτωση ιδιαίτερα εκτιμάται η πρωτοβουλία και η ανοικτή σκέψη.
5. Δίνεται από κάθε ομάδα 15λεπτη διάλεξη πάνω στο Project με χρήση powerpoint ή άλλου προγράμματος παρουσίασης. Η διάλεξη ακολουθείται από 5λεπτο ερωτήσεων. Χρέη συντονιστή της ομάδας κατά τη διάλεξη εκτελεί ο συντονιστής του Project. Οι φοιτητές που έδωσαν τη διάλεξη βαθμολογούνται για την κατανόηση του αντικείμενου, την αποδεδειγμένη συμμετοχή τους στην επίλυσή του, για την ευχέρεια και τη σκηνική τους παρουσία, την ετοιμότητά τους κατά τη διαδικασία των ερωτήσεων και τον καταμερισμό του χρόνου των 15 λεπτών μεταξύ των ομιλητών, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι πρέπει να μιλήσουν σειριακά ο ένας μετά τον άλλο για 5 λεπτά ο καθένας. Οι ακροατές φοιτητές βαθμολογούνται για τις μεστές και εύστοχες ερωτήσεις τους προς τους ομιλητές. **Βαθμολογία 1 βαθμός**.
6. Brainstorming event, 2ωρης διάρκειας. Ο διδάσκων παρουσιάζει για 10 λεπτά ένα πρωτότυπο πρόβλημα που άπτεται της διδαχθείσας ύλης αλλά δεν έχει διδαχτεί αυτούσιο στο μάθημα. Επιλέγεται από τον διδάσκοντα ένας εκ των εθελοντών φοιτητών για να είναι ο διευθύνων τη συζήτηση. Ενημερώνονται οι φοιτητές από τον διδάσκοντα για τη διαδικασία της συζήτησης (finger rules κλπ). Οι φοιτητές καλούνται μέσα από τη διαδικασία του brainstorming εντός 2 ωρών να επιλύσουν το πρόβλημα που τους τέθηκε. **Βαθμολογία 1 βαθμός** που αντιπροσωπεύει στη συμβολή του κάθε φοιτητή στην επίτευξη της λύσης. Ο φοιτητής που διευθύνει τη συζήτηση έχει αυξημένα καθήκοντα να συντονίζει αποτελεσματικά, να δίνει το λόγο σε όλους, να ενθαρρύνει εκείνους που είναι αποστασιοποιημένοι και να κατευθύνει τη συζήτηση προς τη τελική επίτευξη του στόχου. Μετά τη παρέλευση της 1ης ώρας ο διευθύνων τη συζήτηση αντικαθίσταται από κάποιον άλλον φοιτητή (αν υπάρχει κάποιος εθελοντής). Ο 2ος διευθύνων έχει το επιπλέον καθήκον 5 λεπτά πριν τη λήξη της συνεδρίας να ανακεφαλαιώσει τα αποτελέσματα που επετεύχθησαν.
7. Γραπτή εξέταση στο τέλος του εξαμήνου. **Βαθμολογία 5 βαθμοί**.

Βασική Περιγραφή: Το μάθημα αυτό εισάγει τη θεμελιώδη θεωρία, τις τεχνικές και τους αλγορίθμους για γραμμικό προγραμματισμό, μη γραμμικό προγραμματισμό και στατιστικά υπολογιστικά προβλήματα. Επιπλέον, παρουσιάζεται η θεωρία της λήψης αποφάσεων υπό αβεβαιότητα και η κατασκευή των Δέντρων Απόφασης. Επίσης, δίνεται μια εκτενής παρουσίαση των Δικτύων Ροής.

Προαπαιτούμενα: Μαθηματικά, Στατιστική και Θεωρία Πιθανοτήτων σε επίπεδο εισαγωγικού μαθήματος. Συγκεκριμένα, οι φοιτητές θα πρέπει να έχουν γνώσεις γραμμικής άλγεβρας αρκετές για να χειριστούν την

αντιστροφή ενός πίνακα. Οι φοιτητές πρέπει να είναι έτοιμοι να χρησιμοποιούν υπολογιστικά πακέτα όταν απαιτείται.

Σκοπός: Αυτό το μάθημα εισάγει τη θεμελιώδη θεωρία, τεχνικές και αλγόριθμους για γραμμικό προγραμματισμό, μη γραμμικό προγραμματισμό, στατιστικά προβλήματα υπολογισμών, προβλήματα λήψης αποφάσεων υπό αβεβαιότητα, Δέντρων Απόφασης και Δίκτυα. Το θέμα καλύπτει τόσο τα βασικά όσο και τα προχωρημένα θέματα. Θα δοθούν πολυάριθμα παραδείγματα για να καταδειχθεί η χρήση διαφόρων αλγορίθμων και τεχνικών που εμπλέκονται. Η έμφαση δίνεται όχι μόνο στην εκμάθηση αυτών των αλγορίθμων και τεχνικών αλλά και στις εφαρμογές τους σε διάφορα πρακτικά προβλήματα.

Περιεχόμενα:

1) ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Γραμμικά μοντέλα προγραμματισμού. Μέθοδος Simplex. Μέθοδος του μεγάλου-M. Γενικευμένη μέθοδος Simplex. Θεωρία δυϊκότητας.

2) ΑΚΕΡΑΙΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Μέθοδος Διακλάδωσης και φραγής. Μέθοδος αποκοπής επιπέδων.

3) ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Βελτιστοποίηση χωρίς περιορισμούς. Βελτιστοποίηση με περιορισμούς. Κυρτός προγραμματισμός.

4) ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΥΠΟ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ

Μέθοδος της αναμενόμενης νομισματικής αξίας. Μέθοδος της αναμενόμενης απώλειας ευκαιρίας. Δέντρα αποφάσεων.

5) ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΙΚΤΥΩΝ

Το πρόβλημα του ελάχιστου Ζευγνύοντος Δένδρου. Το πρόβλημα με της Ελάχιστης Διαδρομής. Το πρόβλημα της Μέγιστης Ροής.

Βιβλιογραφία:

1. Κολέτσος, Ι., Στογιάννης, Δ., (2017), Εισαγωγή στην Επιχειρησιακή Έρευνα (3η έκδοση), Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα.
2. Balas, E. (1965). An additive algorithm for solving linear programs with zero-one variables, *Operations Research*, 13, 517-549.
3. Bazaraa, M. S., Jarvis, J. J., Sherali, H. D. (2005). *Linear Programming and Network Flows*, Wiley Interscience.
4. Bonini, C. P., Hausman, W. H., Bierman, H. Jr. (1997). *Quantitative Analysis for management*, Irwin, Chicago.
5. Fletcher R., *Practical Methods of Optimization*, John Wiley & Sons, 1987, second edition
6. Glover, F. (1986). Future paths for integer programming and links to artificial intelligence. *Computers & Operations Research*, 15(5), 533-549.
7. Hillier F. S. and Lieberman G. J., *Introduction to Operations Research*, McGraw Hill, 2005, eighth edition.
8. Karmarkar, N. (1984). A new polynomial-time algorithm for linear programming. *Combinatorica*, 4, 373-395.
9. Luenberger D. G., *Linear and Nonlinear Programming*, Addison-Wesley, 1984, second edition.
10. Paparizos, K. (1991). An infeasible (exterior point) Simplex algorithm for assignment problems, *Journal Mathematical Programming*, 51, 1-3, pp. 45-54.
11. Taha H. A., *Operations Research, an introduction*, Prentice Hall, 2003, sixth edition.
12. Winston W. L., *Operations Research: applications and algorithms*, Thomson Brooks/Cole, 2004, fourth edition.

*Στοχαστικές Μέθοδοι στην Επιχειρησιακή Έρευνα

Διδάσκων: Ι. Κολέτσος, ΣΕΜΦΕ

Ώρες Διδασκαλίας: 4 ώρες εβδομαδιαία

Μέθοδος Εξέτασης: Όμοια με αυτήν του μαθήματος Επιχειρησιακή Έρευνα Ι.

Βασική Περιγραφή: Το μάθημα αυτό εισάγει τη θεμελιώδη θεωρία, τις τεχνικές και τους αλγορίθμους για Δυναμικό Προγραμματισμό, Έλεγχο Αποθεμάτων και Θεωρία Ουρών Αναμονής. Επιπλέον, παρουσιάζεται η θεωρία της Διαχείρισης Έργων. Επίσης, δίνεται μια εκτενής παρουσίαση της Θεωρίας Παιγνίων.

Προαπαιτούμενα: Μαθηματικά, Στατιστική και Θεωρία Πιθανοτήτων σε επίπεδο ενός εισαγωγικού μαθήματος Πανεπιστημίου. Συγκεκριμένα, οι φοιτητές θα πρέπει να έχουν καλύψει τη στοιχειώδη θεωρία κατανομών και τη κατανομή Poisson. Οι φοιτητές πρέπει να είναι έτοιμοι να χρησιμοποιούν υπολογιστικά πακέτα όταν απαιτείται.

Σκοπός: Αυτό το μάθημα εισάγει τις βασικές τεχνικές και τους αλγορίθμους για τον δυναμικό προγραμματισμό, τον Έλεγχο Αποθεμάτων, τη θεωρία των Ουρών Αναμονής, τη Διαχείριση Έργων και τη θεωρία Παιγνίων. Αναλύονται η Θεωρία της Διαχείρισης Έργων, τα Διαγράμματα Bar Gantt, οι καμπύλες S-Curves και εξετάζονται επίσης οι κύριες μέθοδοι διαχείρισης έργου (CPM, MPM, PERT).

Περιεχόμενα:

ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Δυναμικά μοντέλα προγραμματισμού. Χαρακτηριστικά του δυναμικού προγραμματισμού. Αρχή βελτιστοποίησης.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ

Προσδιοριστικό μοντέλο ΕΟQ. Στοχαστικό μοντέλο ΕΟQ. Μοντέλα απλής περιόδου. Μοντέλο πολλαπλών περιόδων. Απόθεμα Ασφαλείας. ABC Ανάλυση.

ΘΕΩΡΙΑ ΟΥΡΩΝ ΑΝΑΜΟΝΗΣ

Κατανομή Poisson, Εκθετικά μοντέλα. Markovian Ουρές Αναμονής. Συμβολισμοί Kendall. Ιδιότητα PASTA. Ουρές αναμονής με έναν εξυπηρετητή. Ουρές αναμονής με πολλούς εξυπηρετητές.

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ

Γραφήματα Gantt. S-καμπύλες. Η Μέθοδος κρίσιμης διαδρομής (CPM). Η Μέθοδος των κατά κόμβο προσανατολισμένων Δικτύων (MPM). Η Μέθοδος της στοχαστικής θεώρησης Δικτύων (PERT).

ΘΕΩΡΙΑ ΠΑΙΓΝΙΩΝ

Μέθοδος Minimax Maximin. Η μέθοδος της διαγραφής της Υποδεέστερης Στρατηγικής. Αμιγής και μεικτή Στρατηγική. Γραφική μέθοδος.

Βιβλιογραφία:

1. Κολέτσος, Ι., Στογιάννης, Δ., (2017), Εισαγωγή στην Επιχειρησιακή Έρευνα (3η έκδοση), Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα
2. Antill J.M., Woodhead Ronald W., "Critical Path Methods in Construction Practice", 4th Edition, John Wiley & Sons, pp: 1-24
3. Arrow, K. J., Karlin, S. and Scarf, H. (1958). Studies in the Mathematical Theory of Inventory and Production. Stanford University Press, Stanford, CA.
4. Buck Branzei, R., Dimitrov, D., Tijs, S., Models in Cooperative Game Theory, (2008), Sprin
5. Cox, D. R. and Smith, W. L. (1971). Queues. Chapman & Hall, London, U.K.
6. Denardo E. V., *Dynamic Programming: models and application*, by, Prentice Hall, 1982.
7. Hadley, G. and Whitin, T. M. (1963). Analysis of Inventory Systems. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
8. Hillier F. S. and Lieberman G. J., Introduction to Operations Research, McGraw Hill, 2005, 8th edition.
9. Kelley J.E., Walker M.R., "Critical path planning and scheduling", Proc. Eastern Joint Computer Conference, Boston, 1959

10. Kemeny, J. G. and Snell, J. L. (1976). Finite Markov Chains. Springer-Verlag, New York.
11. Kendall, D. G. (1951). Some problems in the theory of queues. Journal of the Royal Statistical Society, Series B, 13(2), 151-185.
12. Taha H. A., Operations Research, an introduction, Prentice Hall, 2003, sixth edition.
13. Turner I. R., "The Handbook of Project-Based Management", 2nd Edition, McGraw – Hill, London 1999
14. Winston W. L., Operations Research: applications and algorithms, Thomson Brooks/Cole, 2004, fourth edition.

***Υπολογιστική Στατιστική και Στοχαστική Βελτιστοποίηση**

Διδάσκων: Δ. Φουσκάκης, ΣΕΜΦΕ

Ώρες διδασκαλίας: 4 ώρες εβδομαδιαία

Περιγραφή: Εκτίμηση Κατανομών με χρήση Πυρήνων και εφαρμογές. Μη παραμετρική παλινδρόμηση. Στοχαστική Προσομοίωση. Μέθοδοι Παραγωγής Τυχαίων Μεταβλητών: (α) Μέθοδος Αντιστροφής, (β) Μέθοδος Απόρριψης. Τεχνικές Ελάττωσης Διασποράς και Δειγματοληψία Σπουδαιότητας. Μέθοδοι Επαναδειγματοληψίας: (α) Bootstrap, (β) Jackknife. Η μέθοδος Cross-Validation. Στοχαστική Βελτιστοποίηση: (α) Genetic Algorithm, (β) Simulated Annealing, (γ) Tabu Search. Επιλογή Επεξηγηματικών Μεταβλητών σε Μοντέλα Παλινδρόμησης. Lasso και Ridge Παλινδρόμηση.

***Αριθμητική Γραμμική Άλγεβρα**

Διδάσκοντες: Π. Ψαρράκος, Δ. Φουσκάκης

Εργαστήρια: -

Ώρες διδασκαλίας: 4

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Εξάμηνο : 1^ο ή 3^ο

Περιεχόμενα:

Αριθμητική κινητής υποδιαστολή και σφάλματα στρογγύλευσης. Ευστάθεια αλγορίθμου. Άμεσες μέθοδοι επίλυσης γραμμικών συστημάτων. Απαλοιφή Gauss, νόρμες διανυσμάτων και πινάκων, δείκτης κατάστασης, παραγοντοποίηση LU, Cholesky και QR. Επαναληπτικές μέθοδοι επίλυσης γραμμικών συστημάτων (Jacobi, Gauss-Seidel, SOR, μέθοδοι υποχώρου Krylov, μέθοδος συζυγών κλίσεων, μέθοδος GMRES). Επίλυση προβλημάτων ελαχίστων τετραγώνων (Παραγοντοποίηση ιδιζουσών τιμών, ψευδοαντίστροφος). Προβλήματα ιδιοτιμών και ιδιοδιανυσμάτων (φασματική ανάλυση, διαταραχές ιδιοτιμών). Αριθμητικές μέθοδοι υπολογισμού ιδιοτιμών (μέθοδος δυνάμεων, Hessenberg ορθογώνια αναγωγή, βασική QR-επανάληψη, κανονική μορφή Schur). Υπολογισμός ή εκτίμηση συναρτήσεων πινάκων και συναφών ποσοτήτων. Μέθοδοι τυχαιοποιημένης Αριθμητικής Γραμμικής Άλγεβρας. Χαμηλής-τάξης προσέγγιση πινάκων. Εφαρμογές στην Ανάλυση Δικτύων και τη Στατιστική.

Βιβλιογραφία:

1. R. A. Horn and C. R. Johnson, Matrix Analysis, Cambridge University Press, Cambridge, 1985.
2. B. N. Datta, Numerical Linear Algebra and Applications, 2nd Edition, SIAM, Philadelphia, 2010.
3. G. H. Golub and C. F. Van Loan, Matrix Computations, 4th Edition, Johns Hopkins University Press, 2013.
4. Lloyd N. Trefethen and David Bau III, Numerical Linear Algebra, Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA, USA, 1997.
5. G. W. Stewart, Introduction to Matrix Computations, Academic Press, New York, 1973.
6. David S. Watkins, Fundamentals of Matrix Computations, Wiley, New York, 3rd edition, 2010.

*** Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα και Μηχανική Μάθηση**

Διδάσκοντες: Α.-Γ. Σταφυλοπάτης, Γ. Στάμου, Γ. Σιόλας

Εργαστήρια: Πρόσβαση στα εργαστήρια της Σχολής ΗΜΜΥ για σεμινάρια και προαιρετική άσκηση σε εξειδικευμένο λογισμικό

Ώρες διδασκαλίας: 4

Πιστωτικές Μονάδες: 9

Εξάμηνο (1^ο, 2^ο ή 3^ο): 3^ο

Προαπαιτούμενα:

Βασικές γνώσεις σε μαθηματικά (πίνακες, άλγεβρα, ανάλυση), τεχνικές βελτιστοποίησης, θεωρία γράφων, αλγόριθμους και πολυπλοκότητα, προγραμματισμό υπολογιστών

Στόχος του μαθήματος:

Στο πλαίσιο του μαθήματος παρουσιάζονται θέματα από την περιοχή της Υπολογιστικής Νοημοσύνης με έμφαση στις τεχνολογίες Μηχανικής Μάθησης. Ειδικότερα, εξετάζονται τα μοντέλα Νευρωνικών Δικτύων με αναφορά και σε άλλες συναφείς τεχνικές, όπως τα Ασαφή Συστήματα, οι Γενετικοί Αλγόριθμοι και οι υβριδικές προσεγγίσεις. Μελετώνται υλοποιήσεις των νευρωνικών δικτύων και εφαρμογές τους. Οι σπουδαστές εκπονούν εργασία την οποία επιλέγουν σε κάποια από τις επιμέρους γνωστικές περιοχές του μαθήματος. Η εργασία περιλαμβάνει τόσο θεωρητικό όσο και πρακτικό μέρος.

Μέθοδος Εξέτασης:

Για την εργασία του ακαδημαϊκού έτους 2018-2019, οι σπουδαστές θα εργαστούν κατά ομάδες - κατά προτίμηση 3 ατόμων. Κάθε ομάδα επιλέγει εργασία από ένα σύνολο προτεινόμενων προβλημάτων. Τα προβλήματα αντιστοιχούν σε θέματα ερευνητικών διαγωνισμών από δημόσια διαδικτυακή πλατφόρμα. Παρέχονται πολυάριθμα προβλήματα για επιλογή, τα οποία ανήκουν σε σημαντικές περιοχές εφαρμογών, όπως π.χ. computer vision, text mining, recommender systems, time series forecasting, brain-computer interface, medical data, earth sciences... κ.λπ.

Οι σπουδαστές παρουσιάζουν προφορικά την εργασία τους και παραδίδουν γραπτή αναφορά με σχετικό συνοδευτικό υλικό. Η τελική βαθμολογία υπολογίζεται από την παρουσίαση και από την αναφορά που παραδίδεται στο τέλος του εξαμήνου.

Περιεχόμενα:

1. Μοντέλα και αρχιτεκτονικές νευρωνικών δικτύων, διαδικασίες μάθησης, δυναμική συμπεριφορά, σύγκλιση και ευστάθεια.
2. Δίκτυα πρόσθιας τροφοδότησης και μάθηση μέσω διόρθωσης σφάλματος (πολυστρωματικό perceptron, αλγόριθμος backpropagation), συσχετιστικά δίκτυα (δίκτυα τύπου Hopfield), πολυστρωματικά δίκτυα με ανατροφοδότηση, δίκτυα ανταγωνιστικής μάθησης (χάρτες Kohonen), τοπικοί κανόνες μάθησης (δίκτυα RBF), μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης (support vector machines), συνδυασμοί νευρωνικών δικτύων (ensembles).
3. Ασαφή συστήματα.
4. Εξελικτικός υπολογισμός (γενετικοί αλγόριθμοι).
5. Υβριδικά συστήματα (ασαφή νευρωνικά συστήματα, εξελικτικά νευρωνικά δίκτυα).
6. Εφαρμογές (ταξινόμηση/ομαδοποίηση/αναγνώριση προτύπων, επεξεργασία εικόνας, έλεγχος και ρομποτική, διάγνωση/πρόβλεψη, βελτιστοποίηση).

Βιβλιογραφία:

1. M.T. Hagan, H.B Demuth, M. H. Beale, O.De Jesús, Neural Network Design (2nd Edition), 2014.

2. P. McCorduck, Machines who Think: A Personal Inquiry into the History and Prospects of Artificial Intelligence, (2nd Edition), A K Peters/CRC Press, 2004.
3. F.O. Karray, C. De Silva, Soft Computing and Intelligent Systems Design Theory, Tools and Applications, Pearson Education (Addison-Wesley), 2004.
4. J.-S. Jang, C.-T. Sun, E. Mizutani, Neuro-Fuzzy and Soft Computing A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence, Prentice-Hall, 1997.
5. S. Haykin, Neural Networks, A Comprehensive Foundation, Prentice-Hall, 1999.
6. R. J. Schalkoff, Artificial Neural Networks, McGraw-Hill, 1997.
7. M. Negnevitsky, Artificial Intelligence, A Guide to Intelligent Systems, Pearson Education (Addison-Wesley), 2002.
8. T. Mitchell, Machine Learning, McGraw-Hill, 1997.
9. C.-M. Bishop, Neural Networks for Pattern Recognition, Oxford University Press, 1995.
10. Κωνσταντίνος Διαμαντάρας, Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2007.

***Απεικόνιση γραφημάτων**

Διδάσκων: Α. Συμβώνης, ΣΕΜΦΕ.

Ώρες Διδασκαλίας: 4 ώρες εβδομαδιαία

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Προαπαιτούμενα: Προγραμματισμός, Ανάλυση και Σχεδίαση Αλγορίθμων (προπτυχιακά).

Θεωρία γραφημάτων (επιθυμητό)

Μέθοδος εξέτασης: Μεγάλη προγραμματιστική εργασία, παρουσίαση ειδικού θέματος, γραπτή εξέταση.

Περιεχόμενα: Η απεικόνιση σύνθετων δομών είναι ένα βασικό συστατικό εργαλείων που χρησιμοποιούνται σε πολλές επιστημονικές και βιομηχανικές εφαρμογές. Ένα γράφημα είναι μια αφηρημένη δομή που χρησιμοποιείται για την μοντελοποίηση πληροφοριών. Έτσι πολλά πληροφοριακά συστήματα απαιτούν την απεικόνιση γραφημάτων με τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνεται η ανάγνωση και η ερμηνεία τους. Στο μάθημα αυτό περιγράφονται εναλλακτικοί τρόποι απεικόνισης γραφημάτων καθώς και αλγόριθμοι για την αυτόματη παραγωγή απεικονίσεων.

Απεικόνιση γραφημάτων και εφαρμογές. Απεικόνιση επιπέδων γραφημάτων. Απεικόνιση δένδρων και Series-Parallel γραφημάτων. Απεικόνιση βασιζόμενη σε νόμους της φυσικής. Ιεραρχική απεικόνιση γραφημάτων. Ορθογώνια απεικόνιση γραφημάτων. Τρισδιάστατη απεικόνιση γραφημάτων. Δυναμική απεικόνιση γραφημάτων. Πακέτα λογισμικού.

Βιβλιογραφία:

Kaufmann M., Wagner D. (Eds.), Drawing graphs – Methods and Models, Lecture notes in Computer Science 2025, Springer, 2001.

Di Battista G., Eades P., Tamassia R., Tollis I., Graph drawings – Algorithms for the visualization of graphs, Prentice Hall, 1999.

Roberto Tamassia (Ed), Handbook of Graph Drawing and Visualization, CRC Press, 2016.

***Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος**

Διδάσκοντες: Καθ. Πέτρος Μαραγκός

Εργαστήρια: 1 ώρα (κατά μέσο όρο / εβδομάδα)

Ώρες διδασκαλίας: 3-1 (3 ώρες Θεωρία + 1 ώρα Εργαστήριο)

Πιστωτικές Μονάδες: 7

Εξάμηνο : 2ο

Προαπαιτούμενα: Εισαγωγικό μάθημα σε «Σήματα & Συστήματα», ή Εισαγωγικό μάθημα σε Εξισώσεις Διαφορών και Μετ/σμό Fourier, Γραμμική Άλγεβρα

Μέθοδος Εξέτασης: Γραπτή Εξέταση (+ ασκήσεις εργαστηριακές και αναλυτικές)

Στόχος και Περιεχόμενα του μαθήματος: Γενικευμένη θεωρία ψηφιοποίησης, θέματα βελτίωσης δειγματοληψίας και κβάντισης, και compressed sensing. Θεωρία και αλγόριθμοι διακριτού μετασχηματισμού Fourier (DFT, FFT). Ορθογώνιοι μετασχηματισμοί (DCT, KLT, SVD). Φασματική ανάλυση ντετερμινιστικών και τυχαίων σημάτων. Ομομορφική επεξεργασία σημάτων (cepstrum). Γραμμική πρόβλεψη. Σχεδίαση γραμμικών ψηφιακών φίλτρων. Επεξεργασία στατιστικών σημάτων. Παραμετρικά μοντέλα ARMA. Βέλτιστα γραμμικά φίλτρα (Wiener). Πολυ-ρυθμική επεξεργασία σημάτων, χρονο-συχνοτικές κατανομές, και διακριτός μετασχηματισμός κυματιδίων (wavelets). Συμπίεση δεδομένων με τεχνικές προβλεπτικής κωδικοποίησης, ανάλυση σε κύριες συνιστώσες, και διανυσματική κβάντιση. Ενδεικτικές συνοπτικές εφαρμογές σε επεξεργασία ηχητικών σημάτων (π.χ. μουσικής και φωνής), βιοϊατρικών σημάτων, τηλεπικοινωνίες, και πολυ-αισθητηριακά δίκτυα. Εργαστηριακές ασκήσεις.

Βιβλιογραφία:

A. V. Oppenheim and R. W. Schaffer, *Discrete-time Signal Processing*, Prentice-Hall, 2010.
J. Proakis and D. Manolakis, *Ψηφιακή Ανάλυση Σήματος*, Ελλην.Μετάφραση, Εκδόσεις Ιων.
M. H. Hayes, *Statistical Digital Signal Processing and Modeling*, Wiley & Sons, 1996.
S. Mallat, *A Wavelet Tour of Signal Processing*, Acad. Press, 2nd ed., 1999.

*** Δίκτυα: Βασικές Αρχές και Εφαρμογές**

Διδάσκοντες: Α. Προβατά, Σπ. Παρασκευάς

Εργαστήρια: ΟΧΙ

Ώρες διδασκαλίας: (σε συνεννόηση με τους φοιτητές)

Πιστωτικές Μονάδες: 6

Εξάμηνο : 2ο

Προαπαιτούμενα:

α) ΘΕΩΡΙΑ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΩΝ, β) ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στόχος του μαθήματος:

Σκοπός του μαθήματος είναι να εισάγει τους φοιτητές στο ταχύτατα αναπτυσσόμενο πεδίο των πολύπλοκων δικτύων και των εφαρμογών τους. Το πεδίο αυτό συναντώνται συστήματα που αποτελούνται από πολλά αλληλεπιδρώντα στοιχεία και βρίσκει εφαρμογές τόσο στις κλασσικές επιστήμες, φυσική, χημεία, βιολογία όσο και στις μοντέρνες προσεγγίσεις των κοινωνικών, οικονομικών και βιοιατρικών δικτύων. Οι φοιτητές θα εκπαιδευτούν στις βασικές αρχές της Θεωρίας Δικτύων και στις τελευταίες ερευνητικές εξελίξεις τους και θα κληθούν να εφαρμόσουν τις γνώσεις τους σε πραγματικά δίκτυα δεδομένων (δικιάς τους επιλογής) μέσω εργαστηριακών ασκήσεων και της Εργασίας μαθήματος.

Μέθοδος Εξέτασης: Τρεις ομάδες ασκήσεων στη διάρκεια του μαθήματος και παρουσίαση Εργασίας που θα περιλαμβάνει επεξεργασία δεδομένων που θα επιλέξει ο κάθε φοιτητής ξεχωριστά και θα γίνει σε συνεννόηση με τους διδάσκοντες.

Περιεχόμενα: Εισαγωγή στη Θεωρία Δικτύων; Θεωρία Γράφων (Συνεκτικότητα, δένδρα, διαδρομές, προβλήματα βελτιστοποίησης); Διεπαφή θεωρίας Γράφων και Θεωρίας Κόμβων; Μορφοκλασματικά και ιεραρχικά δίκτυα; Στοχαστικά μορφοκλασματικά δίκτυα; Στοχαστικά δίκτυα διαγωγιμότητας (percolation); Τυχαία δίκτυα κατά Erdos-Renyi; Δίκτυα ελευθέρας κλίμακας (scale-free); Το μοντέλο Barabasi-Albert; Βαθμωτά δίκτυα (weighted networks); Συσχετίσεις βάθμωσης (degree correlations); Κοινότητες & υποδίκτυα; Ιδιότητες ευστάθειας (robustness) δικτύων;Εξελισσόμενα δίκτυα και φαινόμενα διάχυσης (spreading); Πολυεπίπεδα δίκτυα (multilayer networks); Δίκτυα Νευρώνων ; Δίκτυα Υπολογιστών; Δίκτυα Ενέργειας; Εφαρμογές σε Κοινωνικά και Οικονομικά Δίκτυα.

Βιβλιογραφία:

1. A. L. Barabasi, **Network Science**, Cambridge University Press, 2016.
2. M. Newman, A. Barabási, and D. J. Watts, **The Structure and Dynamics of Networks**, Princeton University Press, 2006.
3. M. van Steen, **Graph Theory and Complex Networks: An Introduction**, Amazon, 2014.

4. E. D. Kolaczyk and G. Csardi, **Statistical Analysis of Network Data with R**, Springer-Verlag, New York, 2014.
5. V. Latora, V. Nicosia, Giovanni Russo, **Complex Networks: Principles, Methods and Applications**, Cambridge University Press, 2017.
6. P. Meakin, **Fractals, Scaling and Growth far from Equilibrium**, Cambridge University Press, 1998.
7. T. Μπούντης, **Fractals**, Leader Books, 2004 (Στα Ελληνικά).
8. R. Albert, A.-L. Barabási, **Statistical mechanics of complex networks**, *Reviews of Modern Physics*, **74**, pp. 47-97 (2002).

3) ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Ι: Τεχνολογίες Αιχμής

***Εφαρμογές της μη Γραμμικής Οπτικής στις Φωτονικές Επικοινωνίες και Διατάξεις Διδάσκοντες:** Γιαννης Κομίνης, Παναγιωτης Παπαγιάννης, Κυριάκος Χιτζανίδης

Εργαστήρια: 0

Ώρες διδασκαλίας: 4

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Εξάμηνο : Χειμερινό (3^ο)

Προαπαιτούμενα: Επαρκής γνώση Ηλεκτρομαγνητισμού

Στόχος του μαθήματος: Δημιουργία στέρεου υποβάθρου βασικών γνώσεων που αφορούν την μη γραμμική οπτική και τις συγχρονες εφαρμογές στη φωτονική τεχνολογία

Μέθοδος Εξέτασης: Θέμα ή/και εξέταση

Περιεχόμενα: Φαινομενολογική Θεώρηση των επιδεκτικότητων σε ισοτροπικά και κεντρο-συμμετρικά μέσα, Φαινόμενο Kerr, Σχέσεις Sellmeier, Βασικά Μη Γραμμικά Φαινόμενα στη Φωτονική, Εξισώσεις Schroedinger και Ginzburg-Landau σε Φωτονικά Δίκτυα και Διατάξεις, Φαινόμενα Διασποράς και Περίθλασης, Ανάλυση Ευστάθειας Ειδικών Λύσεων, Μεταβολικές και Διαταραχτικές Μέθοδοι Προσδιορισμού Προσεγγιστικών Λύσεων, Τεχνικές Πολυπλεξίας στα Πεδία του Χρόνου και των Συχνοτήτων (TDM, WDM), Φαινόμενα που Απορρέουν από τη Χρήση Οπτικών Ενισχυτών (EDFA), Χρονοθορυβικός Τρόμος, Φαινόμενο Gordon-Haus, Διαχείριση Διασποράς, Παλμοί RZ και NRZ. Φωτεινές Βολίδες και Δίνες, Φωτοπερθλαστικά σολιτόνια, Χωρικά Σολιτόνια, Διακριτά συστήματα, Συστοιχίες Μη γραμμικών κυματοδηγών και Διακριτές Εξισώσεις Schroedinger και Ginzburg-Landau.

Linear and nonlinear susceptibility in isotropic media: A phenomenological modeling, Sellmeier relations. Kerr effect. Basic nonlinear phenomena in photonics. Schroedinger. Equations and Ginzburg-Landau equations in optical networks and devices. Dispersion and Diffraction. Special solutions of the underlying equations. Stability analysis. Variational and perturbative methods of solutions. Temporal and spatial multiplexing, TDM, WDM. Optical amplifiers and related problems. EDFA. Gordon-Haus effect. Dispersion management. RZ and NRZ pulses. Photonic bullets and vortices. Spatial and temporal solitons. Discrete systems. Waveguide arrays. Discrete Schroedinger and Ginzburg-Landau equations.

Βιβλιογραφία:

Grovind P. Agrawal Nonlinear Fiber Optics, Second edition Academic Press 1995

Grovind P. Agrawal Nonlinear Fiber Optics, Third edition, John Wiley & Sons 2001

Grovind P. Agrawal Fiber Optics Communication Systems, Second edition Academic Press 1997

Leonid Kazovsky Sergio Benedetto, Alan Willner Optical Fiber Communication Systems, Artech House, 1996

Akira Hasegawa, Yugi Kodama, Solitons in Optical Communications, Clarendon Press 1995

Nail N. Akhmediev, Adrian Ankiewicz, Solitons Nonlinear pulses and beams, Chapman & Hall 1996

Rajiv Ramaswami, Kumar N. Sivarajan, Optical Networks: A Practical Perspective, Morgan Kaufmann Publishers

John D. Joannopoulos, Robert D. Meade, Joshua N. Winn, Photonic Crystals, Princeton University Press, 1995

Grovind P. Agrawal, Applications of Nonlinear Fiber Optics, Academic Press 2001

Amnon Yariv, Holt, Introduction to optical electronics, Second edition, Rinehart and Wilson 1976

***Ηλεκτρο-οπτική και Εφαρμογές**

Διδάσκοντες: Ηλίας Ν. Γλύτσης

Εργαστήρια: Δεν υπάρχει εργαστήριο

Ώρες διδασκαλίας: 3 ώρες εβδομαδιαίως

Πιστωτικές Μονάδες: 6

Εξάμηνο : 3ο

Προαπαιτούμενα: Προπτυχιακός Ηλεκτρομαγνητισμός

Στόχος του μαθήματος: : Η κατανόηση της παραγωγής, της διάδοσης, και της διαμόρφωσης της οπτικής ακτινοβολίας και η χρησιμοποίησή της στην μετάδοση πληροφορίας.

Μέθοδος Εξέτασης: Ασκήσεις (25%) , Βιβλιογραφικό Θέμα (45%) , και Παρουσίαση (30%)

Περιεχόμενα: Ανασκόπηση βασικών αρχών ηλεκτρομαγνητισμού. Εισαγωγή σε στην διάδοση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων σε ανισοτροπικά υλικά. Jones calculus. Διάδοση ακτινών και δεσμών, οπτική πινάκων ABCD, Γκαουσιανές δέσμες. Οπτικοί συντονιστές, Fabry-Perot συντονιστές, κριτήρια ευστάθειας, συντονιστές με σφαιρικά κάτοπτρα, συχνότητες συντονισμού, απώλειες σε οπτικούς συντονιστές. Αλληλεπίδραση ακτινοβολίας με ατομικά συστήματα, αυθόρμητη εκπομπή, εξαναγκασμένη εκπομπή, απορρόφηση, οπτικές διεργασίες Einstein, ομογενής και μη-ομογενής διεύρυνση φάσματος. Συνάρτηση φασματικής απόκρισης, απορρόφηση και ενίσχυση οπτικού σήματος, κέρδος, κορεσμός κέρδους σε ομογενή και μη ομογενή υλικά. Μοντέλο ηλεκτρονικού ταλαντωτή. Θεωρία ταλάντωσης λείζερ, Fabry-Perot λείζερ, συχνότητες ταλάντωσης, συνθήκη κατωφλίου, σταθερή κατάσταση λειτουργίας. Λείζερ 3 και 4 ενεργειακών επιπέδων, ισχύς του λείζερ. Δυναμική συμπεριφορά των λείζερ, πολυρρυθμική λειτουργία, κλείδωμα ρυθμών λείζερ και τρόποι επίτευξης, λείζερ γιγαντιαίου παλμού (Q-switching), κορεσμένοι απορροφητές και ενισχυτές. Ορισμένα συστήματα λείζερ, τροφοδοσία και αποδοτικότητα λείζερ, λείζερ Ρουμπινίου, Nd-YAG λείζερ, λείζερ Νεοδυμίου-Γυαλιού, λείζερ Ηλίου-Νέου, λείζερ Διοξειδίου του Άνθρακα, λείζερ Αργού, Excimer Lasers, Οργανικά λείζερ. Λείζερ ημιαγωγών, Πληθυσμοί σε λείζερ Ημιαγωγών, Επανάληψη Στοιχειώδους Θεωρίας των Ημιαγωγών, Πιθανότητα Πλήρωσης Ενεργειακής Θέσης, Οπτική Απορρόφηση και Κέρδος σε Ημιαγωγό. Ηλεκτρο-οπτική διαμόρφωση ακτινών λείζερ, ηλεκτρο-οπτικό Φαινόμενο και διπλοθλαστικότητα, ηλεκτρο-οπτική επιβράδυνση, ηλεκτρο-οπτική διαμόρφωση πλάτους, φασική διαμόρφωση του Φωτός, ηλεκτρο-οπτικοί διαμορφωτές, ηλεκτρο-οπτική απόκλιση Δέσμης. Αλληλεπίδραση Φωτός και Ήχου, σκέδαση του φωτός από ήχο, περίθλαση Bragg του Φωτός από ακουστικά κύματα, απόκλιση φωτεινής δέσμης από ηχητικά κύματα. Εφαρμογές των Λείζερ – Παράδειγμα: Ολογραφία.

Βιβλιογραφία:

- J. T. Verdeyen, "Laser Electronics," 3rd edition, Prentice Hall, 1995
- A. Yariv, "Optical Electronics in Modern Communications," 5th edition, Oxford University Press 1997
- H. A. Haus, "Waves and Fields in Optoelectronics," Prentice Hall, 1984.
- A. Yariv and P. Yeh, "Optical Waves in Crystals," Wiley-Interscience, 1983.

***Μαθηματική και υπολογιστική προτυποποίηση βιολογικών συστημάτων και εφαρμογές**

Διδάσκοντες: Δρ Παρασκευή Γκέκα, Sanofi R&D, France και Καθ. Δώρος Θεοδώρου

Ειδικά σεμινάρια:

Δρ Σταύρος Βακερούδης, Lecturer, University of Cyprus.

Δρ Φανούριος Ταμάμης, Assistant Professor, Department of Chemical Engineering, Texas A&M University.

Υπεύθυνος Εργαστηρίων: κ. Εμμανουήλ Καινουργιάκης

Ώρες Διδασκαλίας: 2 ώρες εβδομαδιαία διδασκαλία (1 ώρα εργαστήριο)

Πιστωτικές Μονάδες: 7

Εξάμηνο Φοίτησης: 3ο

Προαπαιτούμενα: Μοριακή Προσομοίωση Υλικών

Στόχος του μαθήματος: κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών η μαθηματική και υπολογιστική προτυποποίηση έχουν γίνει ιδιαίτερα δημοφιλείς ως εργαλεία μελέτης της λειτουργίας των πρωτεϊνών και άλλων βιολογικών οντοτήτων, όπως η κυτταρική μεμβράνη. Για την ρεαλιστική απεικόνιση των λειτουργιών αυτών έχουν αναπτυχθεί πολλές μέθοδοι, οι οποίες σε πολλές περιπτώσεις έχουν λειτουργήσει ως ένα «υπολογιστικό μικροσκόπιο» που συμπληρώνει τις πληροφορίες που μπορεί κάποιος να συλλέξει από τα πειράματα. Το παρόν μάθημα έχει ως στόχο την εισαγωγή των φοιτητών στις μεθόδους αυτές και την εξοικείωσή τους με ευρέως χρησιμοποιούμενα λογισμικά προσομοιώσεων.

Μέθοδος Εξέτασης: Παράδοση ασκήσεων (25%), γραπτή πρόδος (25%) και τελική εργασία και παρουσίαση (50%).

Περιεχόμενα:

A. Μοριακή προτυποποίηση και προσομοίωση βιολογικών συστημάτων: βασικές αρχές Μοριακής Δυναμικής, ατομιστικές προσομοιώσεις.

Εφαρμογή: Προτυποποίηση και προσομοίωση πρωτεϊνών. Drugability assessment.

B. Η χρήση προσομοιώσεων Μοριακής Δυναμικής στην κατανόηση αυτό-διοργάνωσης πεπτιδίων: Προσδιορισμός β-δομών, υπολογισμός παραμέτρων πολικότητας και τάξης, διαγράμματα ελεύθερης ενέργειας, σχεδιασμός λειτουργικών βιοϋλικών.

Εφαρμογή: Προσομοίωση αυτό-διοργάνωσης μικρών πεπτιδίων και κατηγοριοποίηση β-δομών.

Γ. Προχωρημένες μέθοδοι Μοριακής Δυναμικής: προσομοιώσεις εκτός ισορροπίας (non-equilibrium simulations), Μοντέλα Μαρκοβιανής Κατάστασης (Markov State Models), Umbrella Sampling, Μέθοδος Διαταραχής Ελεύθερης Ενέργειας (Free Energy Perturbation), Αδροποιημένα μοντέλα (Coarse-grained Models).

Εφαρμογή 1: Υπολογισμός ελεύθερης ενέργειας μετατόπισης πεπτιδίων διαμέσου της κυτταρικής μεμβράνης.

Εφαρμογή 2: αλληλεπίδραση νανοσωματιδίων με την κυτταρική μεμβράνη. In silico σχεδιασμός συστημάτων μεταφοράς θεραπευτικών ουσιών.

Δ. Στοχαστική προτυποποίηση και εφαρμογές στην υπολογιστική Βιολογία: Κίνηση Brown και στοιχεία Στοχαστικής Ανάλυσης, Στοχαστικά μοντέλα.

Εφαρμογή: Περιστροφή επίπεδου πολυμερούς.

Ε. Η χρήση της μαθηματικής προτυποποίησης στην ανακάλυψη φαρμάκων: Έννοιες στατιστικής ανάλυσης. Ποσοτικές Σχέσεις Δομής Δράστηκότητας, QSAR.

Εφαρμογή: In silico σχεδιασμός φαρμάκων.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία:

Μοριακή προτυποποίηση και προσομοίωση βιολογικών συστημάτων:

M. Allen, D. Tildesley (1989) Computer simulation of liquids.

H.J.C. Berendsen (2007) Simulating the Physical World: Hierarchical Modeling from Quantum Mechanics to Fluid Dynamics.

A. Leach (2001) Molecular Modeling: Principles and Applications.

T. Schlick (2002) Molecular Modeling and Simulation.

D. Frenkel, B. Smit (2001) Understanding Molecular Simulation.

J. M. Haile (1997) Molecular Dynamics Simulation: Elementary Methods.

P. Gkeka, T. Evangelidis, M. Pavlaki, V. Lazani, S. Christoforidis, B. Agianian, Z. Cournia, (2014) Investigating the structure and dynamics of the *PIK3CA* Wild-Type and H1047R oncogenic mutant. PLOS Comput. Biol., 10(10), e1003895.

Προχωρημένες μέθοδοι μοριακής προτυποποίησης:

An Introduction to Markov State Models and Their Application to Long Timescale Molecular Simulation, Springer, 2014.

P. Gkeka, P. Angelikopoulos, L. Sarkisov, Z. Cournia., (2014) Membrane partitioning of anionic, ligand-functionalized nanoparticles in cholesterol containing membranes induces ligand rearrangement and local cholesterol depletion. PLOS Comput. Biol., 10 (12), e1003917.

Στοχαστική προτυποποίηση:

Z. Brzezniak, T. Zastawniak (2002) Basic Stochastic Processes: A Course Through Exercises.

I. Σπηλιώτης (2004) Στοχαστικές Διαφορικές Εξισώσεις (με εφαρμογές στα χρηματοοικονομικά).

S. Vakeroudis, M. Yor and D. Holcman (2011). The Mean First Rotation Time of a planar polymer. J. Stat. Phys., 143(6):1074-1095.

Αυτό-διοργάνωση πεπτιδίων – πρόβλεψη δομής:

P. Tamamis et al. (2014) Combination of theoretical and experimental approaches for the design and study of fibril-forming peptides. Methods Mol Biol.1216:53-70.

Ανακάλυψη φαρμάκων:

Drug Design: Structure- and Ligand-Based Approaches, Cambridge University Press, 2010.

Recent Advances in QSAR Studies: Methods and Applications, Springer, 2010.

*Μοριακή Προσομοίωση Υλικών

Διδάσκοντες: Δώρος Ν. Θεοδώρου, Γιώργος Κ. Παπαδόπουλος

Εργαστήρια: -

Ώρες διδασκαλίας: 3

Πιστωτικές Μονάδες: 6

Εξάμηνο : 2^ο

Προαπαιτούμενα: Φυσική (Μηχανική), Διαφορικός και Ολοκληρωτικός Λογισμός, Θεωρία Πιθανοτήτων, Προγραμματισμός Η/Υ σε βασικό προπτυχιακό επίπεδο

Στόχος του μαθήματος: Η προτυποποίηση και η υπολογιστική προσομοίωση σε μοριακό, μεσοσκοπικό και μακροσκοπικό επίπεδο αποτελούν σήμερα σημαντικά εργαλεία για την κατανόηση των σχέσεων δομής – ιδιοτήτων –επεξεργασίας – επιδόσεων υλικών και το σχεδιασμό προϊόντων που

ικανοποιούν συγκεκριμένες απαιτήσεις εφαρμογής. Ξεκινώντας απ' αυτή τη διαπίστωση, στόχοι του μαθήματος είναι:

- Η εξοικείωση των σπουδαστών με τις αρχές της στατιστικής μηχανικής συστημάτων εντός και εκτός θερμοδυναμικής ισορροπίας.
- Η χάραξη κατευθυντήριων γραμμών για την ανάπτυξη μικροσκοπικών και μεσοσκοπικών προτύπων υλικών για τη θεωρητική ανάλυση και προσομοίωσή τους.
- Η κατανόηση των βασικών αρχών και εφαρμογών στοχαστικών (κυρίως Monte Carlo) και ντετερμινιστικών (κυρίως Μοριακή Δυναμική) μεθόδων υπολογιστικής προσομοίωσης για την πρόρρηση ιδιοτήτων υλικών.
- Η εξάσκηση σε υπολογιστικές μεθόδους χαρακτηρισμού της δομής και της μοριακής κινητικότητας υλικών και σύνδεση των αποτελεσμάτων με πειραματικές μετρήσεις

Μέθοδος Εξέτασης: Η βαθμολογία στηρίζεται σε δύο σειρές ασκήσεων προς αναλυτική επίλυση (30% του βαθμού η καθεμία) και ένα υπολογιστικό θέμα που δίνεται στους φοιτητές (40%).

Περιεχόμενα:

I. Αρχές Στατιστικής Μηχανικής

Δυναμικές τροχιές στο χώρο φάσεων. Πυκνότητα πιθανότητας στατιστικού συνόλου. Εξίσωση Liouville. Αναντιστρεπτότητα και επίτευξη θερμοδυναμικής ισορροπίας.

Στατιστικά σύνολα ισορροπίας: μικροκανονικό, κανονικό, ισόθερμο-ισοβαρές. Υπολογισμός θερμοδυναμικών ιδιοτήτων. Η πίεση (τάση) ως μέση τιμή στατιστικού συνόλου: θεώρημα virial. Το χημικό δυναμικό ως μέση τιμή στατιστικού συνόλου: θεώρημα Widom.

Μέγα κανονικό στατιστικό σύνολο για ανοικτά συστήματα: διακυμάνσεις πυκνότητας, υπολογισμός ισοθέρμων ρόφησης.

Συναρτήσεις κατανομής για το χαρακτηρισμό της δομής, σχέσεις τους με θερμοδυναμικές ιδιότητες και με μετρήσεις περίθλασης ακτίνων X ή νετρονίων.

II. Μοριακές Προσομοιώσεις

Μοριακά ομοιότυπα (μοντέλα), συναρτήσεις δυναμικού, περιοδικές οριακές συνθήκες.

Υπολογισμός της συνάρτησης δυναμικής ενέργειας.

Ολοκλήρωση Monte Carlo, δειγματοληψία Monte Carlo. Σύνδεση με θεωρία στοχαστικών ανεξίτηλων. Αλγόριθμος Metropolis στα κανονικό, ισόθερμο-ισοβαρές και μέγα κανονικό στατιστικά σύνολα. Μεροληψία στο εγχείρημα στοιχειωδών κινήσεων και αντίστοιχοι κανόνες αποδοχής.

Προσομοιώσεις μοριακής δυναμικής (MD). Αλγόριθμοι για την ολοκλήρωση των δυναμικών εξισώσεων. Μοριακή δυναμική παρουσία ολονομικών περιορισμών υπαγορευομένων από τη μοριακή γεωμετρία. Μέθοδοι μοριακής δυναμικής σε στατιστικά σύνολα διάφορα του μικροκανονικού.

Ανάλυση των αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων για τον υπολογισμό δομικών, θερμοδυναμικών και δυναμικών ιδιοτήτων. Συναρτήσεις χρονικής αυτοσυσχέτισης και σχέση τους με φασματοσκοπικές μετρήσεις. Στοιχεία θεωρίας γραμμικής απόκρισης. Υπολογισμός συντελεστών μεταφοράς (διαχυτότητας, θερμικής αγωγιμότητας, ιξώδους).

III. Τεχνικές για μεγάλες κλίμακες μηκών και χρόνων

Αδροποίηση (coarse-graining) και αναγωγή σε μοντέλα με λιγότερους βαθμούς ελευθερίας για τη μελέτη φαινομένων σε μεγάλες κλίμακες μήκους και χρόνου. Προβολή των εξισώσεων κίνησης πάνω σε λίγους, αργά μεταβαλλόμενους βαθμούς ελευθερίας. Στοιχεία θεωρίας κίνησης Brown. Αρχές των μεθόδων Brownian Dynamics, Dissipative Particle Dynamics.

Θεωρία μεταβατικών καταστάσεων για την εκτίμηση του ρυθμού σπάνιων συμβάντων. Εξίσωση Kramers για τη σταθερά ρυθμού μετάβασης. Θεωρία Bennett-Chandler για τον προσδιορισμό σταθεράς ρυθμού από προσομοιώσεις. Προσδιορισμός τροχιών μετάβασης και σταθερών ρυθμού σε συστήματα με πολλούς, συνεζευγμένους αργούς βαθμούς ελευθερίας. Στοχαστικές ανεξίτηλοι Poisson που προκύπτουν από αλληλουχία σπάνιων συμβάντων. Εξίσωση Master.

Κινητική προσομοίωση Monte Carlo.

IV. Εφαρμογές

Συζήτηση παραδειγμάτων υπολογισμών μοριακής προσομοίωσης για κατανόηση και πρόρρηση δομής, θερμοδυναμικών και ρεολογικών ιδιοτήτων πολυμερικών τηγμάτων μεγάλου μοριακού βάρους, διαπερατότητας πολυμερικών μεμβρανών, δομής και λειτουργίας λιπιδικών μεμβρανών και βιολογικών μακρομορίων, φαινομένων αυτο-οργάνωσης συμπολυμερών και πολυμερών σε διεπιφάνειες, ρόφησης και διάχυσης σε ζεολίθους, δομικής χαλάρωσης και μηχανικών ιδιοτήτων στην υαλώδη κατάσταση, λεπτών υμενίων, νανοσωματιδίων και νανοσυνθέτων υλικών.

Βιβλιογραφία:

- Δ.Ν. Θεοδώρου, “*Applied Molecular Theory for Engineers*” (σημειώσεις διδάσκοντος)
D. Frenkel and B. Smit, *Understanding Molecular Simulation: From Algorithms to Applications*, Academic Press: New York, 2002.
M.P. Allen and D.J. Tildesley, *Computer Simulations of Liquids*, Clarendon Press: Oxford, 1989.
A.R. Leach, *Molecular Modelling: Principles and Applications*, Pearson-Prentice Hall: London, 2001.
D. Chandler, *Introduction to Modern Statistical Mechanics*, Oxford University Press: Oxford, 1987.

***Υπολογιστικές Μέθοδοι στη Μηχανική**

Διδάσκοντες: Α. Μπουντουβής, Σχολή Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ

Εργαστήρια: Υπολογιστικό Εργαστήριο

Ώρες διδασκαλίας: 3ω/εβδομάδα

Πιστωτικές Μονάδες: 6

Εξάμηνο : Χειμερινό (1^ο ή 3^ο)

Προαπαιτούμενα: Προγραμματισμός ΗΥ, Προτυποποίηση του Συνεχούς Μέσου

Στόχος του μαθήματος: Ο βασικός στόχος του μαθήματος είναι η εκπαίδευση των φοιτητών στη χρήση υπολογιστικών μεθόδων για την επίλυση προβλημάτων που προκύπτουν από τη μαθηματική προτυποποίηση στο συνεχές μέσο και αφορούν σε νόμους διατήρησης. Οι μέθοδοι, με κεντρική αυτή των πεπερασμένων στοιχείων, παρουσιάζονται με γενικό τρόπο ούτως ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση ποικίλων προβλημάτων της μηχανικής. Επιδιώκεται η ανάδειξη του εύρους εφαρμογής και της χρηστικότητας των μεθόδων και επιτυγχάνεται με την έμφαση στην υπολογιστική υλοποίησή τους.

Μέθοδος Εξέτασης: Θέματα, Τελική εξέταση

Περιεχόμενα: Περί ρεαλιστικής προτυποποίησης (μοντελοποίησης) φυσικο-χημικών φαινομένων στη μηχανική του συνεχούς μέσου. Περί προσεγγιστικής επίλυσης διαφορικών εξισώσεων με μερικές παραγώγους που διέπουν τη διατήρηση μάζας, ενέργειας και ορμής.

Εισαγωγή στις μεθόδους διακριτοποίησης των εξισώσεων διατήρησης. Εισαγωγή στη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων. Σταθμισμένα υπόλοιπα Galerkin. Η μέθοδος Galerkin/πεπερασμένων στοιχείων. Διατυπώσεις προσεγγιστικού προβλήματος μέσω λογισμού μεταβολών - η μέθοδος Rayleigh-Ritz. Περί γένεσης πλέγματος. Συναρτήσεις βάσης πεπερασμένων στοιχείων σε μονο-διάστατα και δι-διάστατα χωρία. Εκτιμήσεις σφάλματος.

Ισοπαραμετρική απεικόνιση. Πρότυπες συναρτήσεις βάσης. Αριθμητική ολοκλήρωση.

Διακριτοποίηση μονο-διάστατων, γραμμικών προβλημάτων συνοριακών τιμών - οικοδόμηση πίνακα αλγεβρικού συστήματος. Διακριτοποίηση δι-διάστατων, γραμμικών προβλημάτων συνοριακών τιμών - οικοδόμηση πίνακα αλγεβρικού συστήματος. Εισαγωγή συνοριακών συνθηκών Dirichlet, Neumann και Robin. Ανάπτυξη αντίστοιχων υπολογιστικών κωδίκων.

Ευθείς επιλύτες αλγεβρικών συστημάτων. Ευθείς επιλύτες αραιών αλγεβρικών συστημάτων.

Ενσωμάτωση κώδικα του μετωπικού επιλύτη.

Διακριτοποίηση μονο- και δι-διάστατων, μη γραμμικών προβλημάτων συνοριακών τιμών.

Επαναληπτική μέθοδος Newton. Βηματισμός σε παράμετρο. Στοιχεία ανάλυσης πολλαπλότητας και ευστάθειας λύσεων.

Υπολογιστικό εργαστήριο - ανάπτυξη πηγαίων κωδίκων πεπερασμένων στοιχείων σε γλώσσες fortran ή matlab. Εισαγωγή στον εμπορικό κώδικα Comsol Multiphysics.

Βιβλιογραφία:

W. E. Schiesser and C. A. Silebi "Computational transport phenomena : numerical methods for the solution of transport problems", Cambridge University Press, 1997.

Ι. Σαρρής, Θ. Καρακασίδης "Ιθμητικές Μέθοδοι και Εφαρμογές για Μηχανικούς", 4^η έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2017

***Εισαγωγή στη Φυσική και την Τεχνολογία της Ελεγχόμενης Θερμοπυρηνικής Σύντηξης**

Διδάσκοντες: Γιαννης Κομίνης, Κυριάκος Χιτζανίδης

Εργαστήρια: 0

Ώρες διδασκαλίας: 4

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Εξάμηνο: Εαρινό (2^ο)

Προαπαιτούμενα: Επαρκής γνώση Ηλεκτρομαγνητισμού και Μηχανικής

Στόχος του μαθήματος: Δημιουργία στέρεου υποβάθρου βασικών γνώσεων που αφορούν την ανάπτυξη της θερμοπυρηνικής σύντηξης στην Ευρώπη και παγκοσμίως ως νέας ενεργειακής και οικολογικά αποδεκτής (πράσινη) τεχνολογίας.

Μέθοδος Εξέτασης: Θέμα ή/και εξέταση

Περιεχόμενα: Δυναμική ηλεκτρονίων και ιόντων σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Στατικά πεδία. Χρονομεταβλητά πεδία. Βασικά μεγέθη περιγραφής του πλάσματος. Μήκος Debye. Συχνότητα πλάσματος. Διακριτότητα πλάσματος. Θερμοδυναμική θεώρηση του πλάσματος. Συγκρούσεις Coulomb. Χαρακτηριστικοί χρόνοι θερμοποίησης. Εισαγωγή στις πυρηνικές αντιδράσεις σύντηξης ελαφρών πυρήνων. Προοπτικές ενεργειακών εφαρμογών. Βασικά μέρη αντιδραστήρων θερμοπυρηνικής σύντηξης. Παρούσα κατάσταση. ITER και DEMO. Μαγνητικές τοπολογίες συγκράτησης πλάσματος. Stellarator, Tokamak, μαγνητικοί καθρέπτες. Τοπολογίες τύπου Tokamak. Ροές και ολισθήσεις ηλεκτρονίων και ιόντων στις τοπολογίες αυτές. Μοντέλα περιγραφής μαγνητικά περιορισμένου πλάσματος. Εισαγωγή στην κινητική ανάλυση. Περιγραφή ρευστού νέσου. Μαγνητοϋδροδυναμική περιγραφή. Μαγνητοϋδροδυναμική ισορροπία. Ιδανική μαγνητοϋδροδυναμική. Πολοειδείς και τοροειδείς μαγνητικές ροές. Συντελεστής ασφάλειας q. Τοροειδής συμμετρία και κυκλικές μαγνητικές συμμετρίες. Αποκλίσεις από τις συμμετρίες αυτές ρεαλιστικές μαγνητικές τοπολογίες. Μαγνητοϋδροδυναμικές αστάθειες. Εισαγωγικές έννοιες ηλεκτρομαγνητικής διάδοσης σε μαγνητικά περιορισμένο πλάσμα. Περιγραφή ψυχρού πλάσματος. Ηλεκτροστατικοί και ηλεκτρομαγνητικοί ρυθμοί. Κυκλοτρονικοί συντονισμοί. Ηλεκτρομαγνητική θέρμανση πλάσματος. Ηλεκτρομαγνητική όδευση ρεύματος σε Tokamak. Τεχνικές και διατάξεις θέρμανσης και όδευσης ρεύματος.

Βιβλιογραφία:

Plasma Physics and Fusion Plasma Electrodynamics, A. Bers

Waves in Plasmas, T. H. Stix

Ideal MHD, J. P. Freidberg

The Theory of Toroidally Confined Plasmas, R. B. White

Active Control in MHD Instabilities in Hot Plasmas, V. Igoshine

Instabilities in a Confined Plasma, A. B. Mikhailovskii

Magnetic Stochasticity in Magnetically Confined Fusion Plasmas, S. Abdullaev

Plasma Confinement, R. D. Hazeltine

Plasma Physics and Controlled Nuclear Fusion, K. Miyamoto

Modern Plasma Physics, Diamond, Itoh and Itoh

*** Μέθοδοι Τηλεπισκόπησης για την Παρατήρηση και Παρακολούθηση του Περιβάλλοντος**

Διδάσκοντες: Δημήτρης Αργιαλάς ΣΑΤΜ, Βασιλεία Καραθανάση ΣΑΤΜ, Κωνσταντίνος

Καράντζαλος, ΣΑΤΜ

Σεμινάριο: Δρ. Π. Κολοκούσης (6 ώρες/έτος)

Ώρες διδασκαλίας: 3 ώρες εβδομαδιαία συμπεριλαμβανομένων και των εργαστηριακών ασκήσεων.

Πιστωτικές Μονάδες: 7

Εξάμηνο: 2^ο

Εργαστήρια: Εργαστηριακές ασκήσεις και εργαστηριακά προγραμματιστικά θέματα.

Προαπαιτούμενα: Επιτυχή συμπλήρωση των μαθημάτων του πρώτου εξαμήνου.

Μέθοδος Εξέτασης: Παράδοση ασκήσεων, θεμάτων, γραπτή εξέταση στο τέλος του εξαμήνου.

Στόχοι: Εισαγωγή σε βασικές έννοιες, αρχές, μεθόδους και τεχνικές Τηλεπισκόπησης για την Παρατήρηση και Παρακολούθηση του περιβάλλοντος. Βασικές σχετικές έννοιες Φυσικής και Μαθηματικών. Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Δορυφορικές, Εναέριες, Επίγειες και Υποβρύχιες (επανδρωμένες και μη-επανδρωμένες) Πλατφόρμες Λήψης Δεδομένων. Οπτικοί, Πολυφασματικοί, Υπερφασματικοί, Θερμικοί, Ραντάρ, LIDAR, κοκ τηλεπισκοπικοί αισθητήρες. Ανάλυση και επεξεργασία τηλεπισκοπικών απεικονίσεων και δεδομένων.

Περιεχόμενα:

Θεμελιώδεις έννοιες και φυσικές αρχές Τηλεπισκόπησης. Δορυφορικά, Επανδρωμένα και Μη Επανδρωμένα Συστήματα (UAV) Παρακολούθησης. Πολυφασματικοί, Υπερφασματικοί και Ραντάρ αισθητήρες.

Φωτοερμηνεία (Χρήση/Κάλυψη Γης, Γεωλογική και Εδαφολογική, Γεωργική, Δασολογική, Αστική, Περιφερειακή, Περιβαλλοντικές Εκτιμήσεις, Αξιολόγηση Γεωμορφών για Έργα Υποδομής Εφαρμογές στην βλάστηση και τις καλλιέργειες).

Φασματικές υπογραφές. Βασικές αρχές μετάδοσης της ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα. Μέθοδοι ραδιομετρικής και γεωμετρικής αναγωγής σε δορυφορικά τηλεπισκοπικά δεδομένα. Εφαρμογές στην παρατήρηση της σύνθεσης της ατμόσφαιρας και τεχνικές για την παρατήρηση του κλίματος. Επεξεργασία και Ανάλυση Δεδομένων με τεχνικές Μηχανικής Μάθησης. Ημι-αυτόματη και Αυτόματη Χαρτογράφηση Πυθμένα, Εντοπισμός Αντικειμένων και Γεωμορφών από οπτικά, πολυφασματικά, ραντάρ κοκ δεδομένα και από ψηφιακά μοντέλα επιφάνειας.

Εφαρμογές στη διερεύνηση υδατικών διαθεσίμων και στην προστασία του περιβάλλοντος.

Αναγνώριση/Ταξινόμηση βλάστησης, Διαχείριση Υδατικών Διαθεσίμων, Διάβρωση και Υποβάθμιση Εδαφών, Αναδιάρθρωση καλλιεργειών. Εκτίμηση αγροτικής παραγωγής. Εφαρμογές στη Δασολογία. Εκτίμηση καταστροφών (φωτιές, έντομα, ασθένειες, ρύπανση, καταιγίδες, φυσική αναγέννηση και αναδάσωση). Παρακολούθηση οικολογικών συνθηκών, Απογραφή πανίδας, Ερμηποίηση, Χαρτογράφηση Υγροβιότοπων.

Βιβλιογραφία:

- ✓ Lillesand and Kiefer, Remote Sensing and Image Interpretation,
- ✓ John R. Jensen, Introductory digital image processing : a remote sensing perspective,
- ✓ Schowengerdt R., Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing,
- ✓ Richards J., Remote Sensing Digital Image Analysis,
- ✓ Curlander, J.C., and McDonough R.N., Synthetic Aperture Radar Systems and Signal processing (1st edn), John Wiley & Sons, (1991).
- ✓ Gunter S., SAR Geocoding: Data and Systems, Herbert Wichmann Verlag GmbH, (1993).
- ✓ Lenoble J., Atmospheric Radiance Transfer, A. Deepak Publishing, (1993).

*Μαθηματική Προτυποποίηση στη Νανοτεχνολογία

Διδάσκοντες: Ε. Γογγολίδης, Γ. Κόκκορης, Β. Κωνσταντούδης, (Ινστιτούτο Μικροηλεκτρονικής, Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος»)

Ώρες διδασκαλίας: 4 ώρες εβδομαδιαία.

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Εξάμηνο: 2^ο

Προαπαιτούμενα: Προπτυχιακή Φυσική, Χημεία και Μαθηματικά, Προγραμματισμός Υπολογιστών (π.χ. γλώσσα C, ή Matlab).

Μέθοδος Εξέτασης: Παράδοση ασκήσεων, παράδοση θεμάτων και εξέταση στο τέλος του εξαμήνου.

Περιεχόμενα :

1) Εισαγωγή στη Νανοτεχνολογία

Εισαγωγή στην νανοτεχνολογία και στις διεργασίες κατασκευής νανοδομών και διατάξεων με έμφαση στις εφαρμογές και τα ανοικτά προβλήματα. Κατηγοριοποίηση των εφαρμογών της μαθηματικής προτυποποίησης στη Νανοτεχνολογία.

2) Μαθηματική προτυποποίηση στον χαρακτηρισμό των νανοδομών

Εισαγωγή στις βασικές τεχνικές μικροσκοπίας που χρησιμοποιούνται στην απεικόνιση των νανοδομών (ηλεκτρονική, ατομική, οπτική) με έμφαση στους περιορισμούς τους και τις δυνατότητές τους. Σύντομη αναφορά στις τελευταίες εξελίξεις στην υβριδική μετρολογία.

Χαρακτηρισμός των νανοδομών με βάση τη διάκριση τους σε διακριτές και συνεχείς. Η ενδιάμεση κατάσταση των αυτοοργανωμένων νανοδομών.

Μαθηματική προτυποποίηση των διακριτών νανοδομών: μέθοδοι στοχαστικής χωρικής ανάλυσης με σημειακά πρότυπα, το πρόβλημα της τραχύτητας ακμών, συσχετισμένη τυχαιότητα μεγέθους και θέσεων των νανοδομών. Εφαρμογές στη μικροηλεκτρονική, στα νανοςύνθετα υλικά και τους αισθητήρες.

Μαθηματική περιγραφή των συνεχών νανοδομών (επιφάνειες με τραχύτητα): στατιστική 1^{ης} και 2^{ης} τάξης επιφανειών με νανοτραχύτητα, ροπές κατανομής και άλλες παράμετροι, συχνοτική ανάλυση Fourier και συναρτήσεις συσχέτισης. Μορφοκλασματική (Fractal) και πολυμορφοκλασματική (multi-fractal) προσέγγιση. Κριτική παρουσίαση των παραμέτρων τραχύτητας κατά ISO.

Μαθηματικές μέθοδοι προτυποποίησης για την παραγωγή συνθετικών νανοδομημένων επιφανειών με προεπιλεγμένα χαρακτηριστικά. Σύνδεση των μεθόδων χαρακτηρισμού των νανοδομών με συγκεκριμένες εφαρμογές στη σύγχρονη βιομηχανία και συσχέτιση με άλλα επιστημονικά πεδία όπως στοχαστική ανάλυση, όραση υπολογιστών, τηλεπισκόπηση και μηχανική μάθηση.

3) Μαθηματική προτυποποίηση της κατασκευής των νανοδομημένων επιφανειών: Εγχάραξη με πλάσμα και απόθεση από ατμό

Κύριος όγκος αντιδραστήρα πλάσματος ή απόθεσης: Κατανομή ενέργειας ηλεκτρονίων, ατομικές, μοριακές και συγκρούσεις με ηλεκτρόνια στο πλάσμα. Χημική κινητική στον κύριο όγκο του αντιδραστήρα. Ισοζύγια μάζας, ορμής και ενέργειας σε διεργασίες εγχάραξης και απόθεσης.

Εγχάραξη (απόθεση) σε αρχικά επίπεδες επιφάνειες: Χημική κινητική στις εγχαρασσόμενες επιφάνειες (επιφάνειες των υποστρωμάτων απόθεσης). Κινητικές Langmuir-Hinshelwood. Εξέλιξη τραχύτητας εγχαρασσόμενης επιφάνειας με στοχαστικά πρότυπα.

Εγχάραξη δομών και απόθεση σε δομές (αυλάκια, οπές): Βαλλιστικά πρότυπα υπολογισμού τοπικών ροών εντός των δομών. Εξέλιξη του σχήματος (μετώπου) των κατασκευαζόμενων δομών με τη μέθοδο ισοϋψών (level set method).

Βιβλιογραφία:

J.D. Plummer, M. Deal, P.B.Griffin, *Silicon VLSI Technology, Fundamentals, Practice and Modeling*, Prentice Hall. 2000.

R. Leach, *Characterization of Areal Surface Texture*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg. 2013

Klauss D. Sattler (ed.), *Handbook of Nanophysics*, CRC press, 2011

F.F. Chen, J.P. Chang, *Lecture Notes on Principles of Plasma Processing*, Kluwer Academic, 2003.

M.A. Lieberman, A.J. Lichtenberg, *Principles of Plasma Discharges and Materials Processing*, John Wiley & Sons 1994.

W.H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, B.P. Flannery, *Numerical Recipes, the art of Scientific Computing*, 2nd ed., Cambridge University Press 1997.

S. Osher & R. Fedkiw, *Level set method and dynamic implicit surfaces*, Springer 2003.

J. A. Sethian, *Level set methods and fast marching methods*, 2nd ed., Cambridge University. Press, 1999.

A. –L. Barabasi and H.E. Stanley, *Fractal concepts in surface growth*, Cambridge University. Press, 1995.

*Φαινόμενα Κυματοδότησης στο Θαλάσσιο Περιβάλλον και Εφαρμογές

Διδάσκοντες: Κ.Μπελιμπασάκης, Γ.Αθανασούλης

Εργαστήρια: -

Ώρες διδασκαλίας: 3

Πιστωτικές Μονάδες: 6

Εξάμηνο : 3ο

Προαπαιτούμενα: -

Στόχος του μαθήματος: Το μάθημα προσφέρει στους φοιτητές:

- 1) Το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο για την κατανόηση των βασικών φαινομένων κυματοδότησης στο θαλάσσιο περιβάλλον, σε ότι αφορά τη φυσική της διάδοσης των ακουστικών κυμάτων σε πολυστρωματοποιημένα και ανομοιογενή μέσα, όπως ο θαλάσσιος ακουστικός κυματοδηγός, και της διάδοσης των επιφανειακών υδάτινων κυματισμών σε λωρίδα ρευστού γενικής βαθυμετρίας, σε αλληλεπίδραση με το θαλάσσιο πυθμένα.
- 2) Εξειδικευμένες γνώσεις για τις αρχές που διέπουν τα ανωτέρω φαινόμενα, και τη μαθηματική μοντελοποίηση των σχετικών προβλημάτων αρχικών και συνοριακών τιμών και των βασικών μεθόδων και τεχνικών επίλυσης.
- 3) Παρουσίαση και συζήτηση τεχνολογικών και εφαρμογών και περιβαλλοντικών θεμάτων στις κατευθύνσεις των κυματισμών βαρύτητας και των ηχητικών κυμάτων στη θάλασσα.

Μέθοδος Εξέτασης: γραπτή τελική εξέταση

Περιεχόμενα: Το θαλάσσιο περιβάλλον ως φορέας φαινομένων κυματοδότησης. Γενικές αρχές της κυματικής. Αρχή των Ήρωνος-Fermat. Θεωρία ακτίνων. Ανάκλαση, διάθλαση και περίθλαση σε στρωματοποιημένα και σε ανομοιογενή μέσα. Θεωρήματα αναπαράστασης του κυματικού πεδίου σε κυματοδηγούς με μη-επίπεδα σύνορα. Μεταβολικές αρχές στο επίπεδο της συχνότητας και στο επίπεδο του χρόνου. Θεωρία συζευγμένων ιδιομορφών. Συναρτήσεις Green σε κυματοδηγούς με μη-επίπεδα σύνορα. Σκεδαστής μέσα σε κυματοδηγό. Αριθμητικές λύσεις προβλημάτων σκέδασης κυματοδότησης. Επισκόπηση βασικών εννοιών και εξισώσεων της Μηχανικής Ρευστών. Παραγωγή κυματικών εξισώσεων για κύματα ελεύθερης επιφάνειας και ακουστικά κύματα. Συνοριακές συνθήκες. Συνθήκες ακτινοβολίας. Διατύπωση του προβλήματος κυματοδότησης σε στρωματοποιημένα και σε ανομοιογενή μέσα. Απλές λύσεις με χωρισμό μεταβλητών (άπειρη και ημιάπειρη λωρίδα). Διαδιδόμενες και αποσβεσνόμενες ιδιομορφές. Ενεργειακά θεωρήματα. Ταχύτητα ομάδας. Συναρτήσεις Green σε κυματοδηγούς απλού σχήματος.

Τεχνολογικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές των κυμάτων βαρύτητας (επίδραση σε κατασκευές και στο θαλάσσιο/παράκτιο περιβάλλον, κυματική ενέργεια). Τεχνολογικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές των ηχητικών κυμάτων (υποθαλάσσια τηλεπικοινωνία, θαλάσσια τομογραφία, τηλεπισκόπηση θαλάσσιου περιβάλλοντος, θόρυβος ναυσιπλοΐας,).

Βιβλιογραφία:

Barton, G. *Elements of Green's functions and propagation*, Oxford Press, 1989.
Elmore W., Heald M., *Physics of waves*, Dover, 1969.
Boyles, C.A., *Acoustic Waveguides: Applications to Oceanic Science*, John Wiley and Sons, 1984
Brekhovskikh, L.M., Godin, O.A., *Acoustics of layered media Vol.1: Plane and quasi-plane waves, Vol.2: Point sources and bounded beams*, Springer-Verlag, 1992.
Brekhovskikh, L.M., Lysanov, Y.P., *Fundamentals of Ocean Acoustics*, Springer-Verlag, 2003
Frisk, G., *Ocean and seabed acoustics*, Prentice Hall, 1994.
Jensen, F.B., Kuperman, W.W., Porter, M.B., Schmidt, H., 2011, *Computational Ocean Acoustics*, 2nd Edition, Springer.
Dingemans, M.W., *Water Wave Propagation over Uneven Bottoms*, World Scientific, 1997
Mei C.C., *The applied dynamics of ocean surface waves*. World Scientific, 1989 (2nd Reprint, 1994).
Stoker, J.J., *Water waves*, Interscience, 1957.
Αθανασούλης Γ.Α. & Μπελιμπασάκης Κ.Α. 2002, «Κυματικά Φαινόμενα στο Θαλάσσιο Περιβάλλον», Σημειώσεις ΕΜΠ.

***Μαθηματικά εξόρυξης δεδομένων και τεχνητή νοημοσύνη**

Διδάσκων: Π. Στεφανέας, ΣΕΜΦΕ

Ώρες Διδασκαλίας: 3

Ώρες Εργαστηρίου: 1

Εξάμηνο: 3

Προαπαιτούμενα: Γνώσεις διακριτών μαθηματικών, στατιστικής και προγραμματισμού
Μέθοδος Εξέτασης: Ατομική/ομαδική εργασία, Γραπτή τελική εξέταση και παρουσίαση εργασίας

Περιεχόμενα: Αλγόριθμοι κατηγοριοποίησης δεδομένων. Τεχνικές για ομαδοποίησης δεδομένων. Τεχνικές για ανεύρεση συσχετισμών σε πολυδιάστατα δεδομένα. Τεχνικές μείωσης των διαστάσεων. Επαλήθευση και επικύρωση προτύπων. Συνοπτική εισαγωγή στην τεχνητή νοημοσύνη. Μηχανική Μάθηση και εφαρμογές στην εξόρυξη δεδομένων.

Βιβλιογραφία:

1. G. James, D. Witten, T. Hastie, and R. Tibshirani, *An Introduction to Statistical Learning*, Springer, New York, 2013.
2. T. Hastie, R. Tibshirani and J. Friedman, *The Elements of Statistical Learning, Data Mining, Inference and Prediction*, Springer, New York, 2008.
3. I.H. Witten and E. Frank, *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*, San Francisco, Morgan Kaufmann, 2000.
4. S.M. Weiss and N. Indurkha, *Predictive Data Mining: A Practical Guide*, San Francisco, Morgan Kaufmann, 1998.
5. C. Bishop, *Pattern Recognition and Machine Learning*, Springer, New York, 2006.
6. S. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence: A modern Approach*, Pearson 2016

*** Όραση Υπολογιστών**

Διδάσκοντες: Καθ. Πέτρος Μαραγκός

Εργαστήρια: 1 ώρα (κατά μέσο όρο / εβδομάδα)

Ώρες διδασκαλίας: 3-1 (3 ώρες Θεωρία + 1 ώρα Εργαστήριο)

Πιστωτικές Μονάδες: 7

Εξάμηνο : 2ο

Στόχος του μαθήματος: Εισαγωγή στη θεωρία των θεμελιωδών προβλημάτων της υπολογιστικής όρασης, σύνοψη ενδείξεων από βιολογική όραση, ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων και

υπολογιστικών αλγορίθμων για την επίλυση τους, και περιγραφή επιλεγμένων εφαρμογών τους. Οπτικοί αισθητήρες και σχηματισμός εικόνων. Χρώμα. Συστήματα επεξεργασίας 2Δ/3Δ χωρο-χρονικών οπτικών σημάτων: περιληπτική ανασκόπηση πολυδιάστατων γραμμικών φίλτρων και Fourier/Gabor ανάλυσης. Μορφολογικοί τελεστές και μη-γραμμικά φίλτρα. Ομαλοποίηση και ανάλυση εικόνων σε πολλαπλές κλίμακες με γραμμικές (Gaussian scale-space) και μη-γραμμικές μεθόδους (γεωμετρική διάχυση). Ανίχνευση ακμών και άλλων γεωμετρικών χαρακτηριστικών. Ανάλυση Σχήματος και Υφής. Εκτίμηση 2Δ/3Δ οπτικής κίνησης. Στερέοψη και γεωμετρία πολλαπλών όψεων. Δυναμική εξέλιξη καμπυλών/επιφανειών, ενεργά περιγράμματα και επιπεδοσύνολα (active contours, level sets). Κατάτμηση εικόνων (segmentation). 3Δ Ανακατασκευή. Ανίχνευση και αναγνώριση οπτικών αντικειμένων. Σύνοψη περιγραφής εφαρμογών σε: τεχνητή νοημοσύνη, βιοϊατρική, ρομποτική, ψηφιακές τέχνες, και διαδίκτυο.

***Ειδικά Θέματα Μαθηματικής Προτυποποίησης στις Τεχνολογίες Αιχμής**

4) ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ II: Μαθηματικά επιστήμης Δεδομένων

***Μπεϋζιανή Στατιστική και MCMC**

Διδάσκων: Δ. Φουσκάκης, ΣΕΜΦΕ

Ώρες διδασκαλίας: 4 ώρες εβδομαδιαία

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Περιγραφή: Θεμελιώδεις αρχές της Μπεϋζιανής Στατιστικής. Μπεϋζιανή Στατιστική και Πιθανότητες. Πληροφοριακές και μη-πληροφοριακές πρότερες κατανομές. Συζυγείς πρότερες κατανομές. Πρότερες κατανομές του Jeffreys. Πρότερες κατανομές ελαχίστης πληροφορίας. Ύστερες κατανομές. Μπεϋζιανή εκτίμηση παραμέτρων. Μπεϋζιανά διαστήματα εμπιστοσύνης και έλεγχοι υποθέσεων. Υπολογισμός περιθώριας πιθανοφάνειας και παραγόντων Μπέϋζ. Μπεϋζιανές προβλέψεις και υπολογισμός ύστερης προβλεπτικής κατανομής. Στοχαστική Προσομοίωση. Εισαγωγή στους Αλγορίθμους MCMC. Προσομοίωση από την Ύστερη κατανομή. Ο Αλγόριθμος Metropolis-Hastings. Ο Δειγματολήπτης Gibbs. Χρήση του Στατιστικού Πακέτου R καθώς και του Winbugs. Διαγνωστικοί Έλεγχοι. Παραδείγματα στα Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα.

***Αναγνώριση Προτύπων**

Διδάσκοντες: Καθ. Πέτρος Μαραγκός

Εργαστήρια: 1 ώρα (κατά μέσο όρο / εβδομάδα)

Ώρες διδασκαλίας: 3-1 (3 ώρες Θεωρία + 1 ώρα Εργαστήριο)

Πιστωτικές Μονάδες: 7

Εξάμηνο : 3ο

Προαπαιτούμενα: Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων, Γραμμική Άλγεβρα και Εισαγωγικό μάθημα σε Πιθανότητες και Τυχαίες Μεταβλητές

Στόχος του μαθήματος: Εισαγωγή στην στατιστική αναγνώριση προτύπων με εφαρμογές σε αναγνώριση ήχων, οπτικών αντικειμένων, οπτικο-ακουστικών γεγονότων και άλλων χωρο-χρονικών αισθητηριακών ή συμβολικών δεδομένων.

Μέθοδος Εξέτασης: Γραπτή Εξέταση (+ ασκήσεις εργαστηριακές και αναλυτικές)

Περιεχόμενα: Bayesian θεωρία απόφασης και εκτίμησης. Κανόνας απόφασης του κοντινότερου γείτονα. Τεχνικές συγκέντρωσης (clustering) όπως k-means, και τεχνικές εκμάθησης χωρίς επίβλεψη. Δέντρα απόφασης. Μετασχηματισμοί και επιλογή χαρακτηριστικών στον χώρο προτύπων όπως ανάλυση σε πρωτεύουσες συνιστώσες (PCA), ανεξάρτητες συνιστώσες (ICA), κανονική συσχέτιση (CCA), διακριτική ανάλυση (LDA). Τεχνικές ταξινόμησης προτύπων με

γραμμικές διακριτικές μηχανές τύπου Perceptron και Support Vector Machines. Κρυφά Μαρκοβιανά μοντέλα (HMMs), Μείγματα Γκαουσιανών (GMMs), αλγόριθμοι Expectation-Maximization και Viterbi. Δυναμικά Bayesian nets. Πιθανοτικά γραφικά μοντέλα. Τεχνικές Deep Learning. Εργαστηριακές ασκήσεις

Βιβλιογραφία:

- S. Theodoridis and K. Koutroumbas, *Pattern Recognition*, Elsevier - Acad.Press. Ελληνική μετάφραση: Σ. Θεοδωρίδης και Κ. Κουτρομπάς, Αναγνώριση Προτύπων, Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, 2011.
- R. O. Duda, P.E. Hart and D.G. Stork, *Pattern Classification*, Wiley, 2001.
- C. M. Bishop, *Pattern Recognition and Machine Learning*, Springer, 2006.

***Αριθμητική Γραμμική Άλγεβρα**

Διδάσκοντες: Π. Ψαρράκος, Δ. Φουσκάκης

Εργαστήρια: -

Ώρες διδασκαλίας: 4

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Εξάμηνο : 1^ο ή 3^ο

Περιεχόμενα:

Αριθμητική κινητής υποδιαστολή και σφάλματα στρογγύλευσης. Ευστάθεια αλγορίθμου. Άμεσες μέθοδοι επίλυσης γραμμικών συστημάτων. Απαλοιφή Gauss, νόρμες διανυσμάτων και πινάκων, δείκτης κατάστασης, παραγοντοποίηση LU, Cholesky και QR. Επαναληπτικές μέθοδοι επίλυσης γραμμικών συστημάτων (Jacobi, Gauss-Seidel, SOR, μέθοδοι υποχώρου Krylov, μέθοδος συζυγών κλίσεων, μέθοδος GMRES). Επίλυση προβλημάτων ελαχίστων τετραγώνων (Παραγοντοποίηση ιδιαιζουσών τιμών, ψευδοαντίστροφος). Προβλήματα ιδιοτιμών και ιδιοδιανυσμάτων (φασματική ανάλυση, διαταραχές ιδιοτιμών). Αριθμητικές μέθοδοι υπολογισμού ιδιοτιμών (μέθοδος δυνάμεων, Hessenberg ορθογώνια αναγωγή, βασική QR-επανάληψη, κανονική μορφή Schur). Υπολογισμός ή εκτίμηση συναρτήσεων πινάκων και συναφών ποσοτήτων. Μέθοδοι τυχαιοποιημένης Αριθμητικής Γραμμικής Άλγεβρας. Χαμηλής-τάξης προσέγγιση πινάκων. Εφαρμογές στην Ανάλυση Δικτύων και τη Στατιστική.

Βιβλιογραφία:

7. R. A. Horn and C. R. Johnson, *Matrix Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge, 1985.
8. B. N. Datta, *Numerical Linear Algebra and Applications*, 2nd Edition, SIAM, Philadelphia, 2010.
9. G. H. Golub and C. F. Van Loan, *Matrix Computations*, 4th Edition, Johns Hopkins University Press, 2013.
10. Lloyd N. Trefethen and David Bau III, *Numerical Linear Algebra*, Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA, USA, 1997.
11. G. W. Stewart, *Introduction to Matrix Computations*, Academic Press, New York, 1973.
12. David S. Watkins, *Fundamentals of Matrix Computations*, Wiley, New York, 3rd edition, 2010.

*** Στατιστικοί Σχεδιασμοί**

Διδάσκοντες: Χρήστος Κουκουβίνος

Εργαστήρια: Εξάσκηση των φοιτητών σε διάφορα στατιστικά πακέτα.

Ώρες διδασκαλίας: 4 ώρες / εβδομάδα.

Πιστωτικές Μονάδες: 9

Εξάμηνο: 1^ο

Προαπαιτούμενα: Πιθανότητες, Στατιστική Συμπερασματολογία, Ανάλυση Παλινδρόμησης.

Στόχος του μαθήματος: Διεξοδική και ολοκληρωμένη παρουσίαση των σχεδιασμών πειραμάτων, των αντίστοιχων στατιστικών μοντέλων και των τεχνικών ανάλυσης των δεδομένων. Εφαρμογές των στατιστικών μεθόδων σε προβλήματα με δεδομένα από τη βιομηχανία, τη μηχανική, την ιατρική και την οικονομική επιστήμη.

Μέθοδος Εξέτασης: Παράδοση ασκήσεων και εργασιών, γραπτή εξέταση στο τέλος του εξαμήνου.

Περιεχόμενα: Μοντέλα ανάλυσης διασποράς σταθερών, τυχαίων και μικτών επιδράσεων. Ορθογώνιες αντιθέσεις. Προσέγγιση με παλινδρόμηση. Έλεγχοι Kruskal-Wallis και Friedman. Παραγοντικοί σχεδιασμοί δύο, τριών και πολλαπλών επιπέδων. Κλασματικοί παραγοντικοί σχεδιασμοί. Κριτήρια ταξινόμησης κλασματικών παραγοντικών σχεδιασμών. Υπερκορεσμένοι σχεδιασμοί. Κριτήρια βελτιστοποίησης και μέθοδοι κατασκευής υπερκορεσμένων σχεδιασμών. Στατιστική ανάλυση υπερκορεσμένων και split-plot σχεδιασμών. Δεδομένα υψηλής διάστασης. Μεθοδολογία αποκριτικών επιφανειών. Μοντέλα δεύτερης τάξης. Σχεδιασμοί και μοντελοποίηση για πειράματα υπολογιστών.

Βιβλιογραφία:

1. G. E. P. Box and N. R. Draper. *Empirical Model Building and Response Surfaces*. Wiley, New York, 1987.
2. G. E. P. Box, W. G. Hunter and J. S. Hunter. *Statistics for Experimenters*. 2th edition Wiley, New York, 2005.
3. C.-S. Cheng, *Theory of Factorial Design, Single and Multi-Stratum Experiments*, CRC Press, Boca Raton, 2014.
4. A. M. Dean and S. Lewis. *Screening: Methods for Experimentation in Industry, drug Discovery, and Genetics*. Springer, 2006.
5. A. M. Dean and D. T. Voss. *Design and Analysis of Experiments*. Springer-Verlang. New York, 1999.
6. A. Dey and R. Mukerjee. *Fractional Factorial Plans*. Wiley, New York, 1999.
7. K.T. Fang, R.Z. Li and A. Sudjianto. *Design and Modelling for Computer Experiments*. Chapman and Hall/CRC, New York, 2006.
8. A. S. Hedayat, N. J. A. Sloane and J. Stufken. *Orthogonal Arrays Theory and Applications*. Springer-Verlang. New York, 1999.
9. D. C. Montgomery. *Design and Analysis of Experiments*. 8th edition. Wiley, New York, 2012.
10. D. C. Montgomery and R. H. Myers. *Response Surface Methodology*. Wiley, New York, 1995.
11. R. Mukerjee and C. F. J. Wu. *A Modern Theory of Factorial Design*. Springer 2006.
12. C. F. J. Wu and M. Hamada. *Experiments: Planning, Analysis and Parameter Design Optimization*. 2th edition. Wiley, New York, 2009.

* **Στοχαστικές Ανελίξεις**

Διδάσκοντες: Μ. Λουλάκης , ΣΕΜΦΕ

Εργαστήρια:

Ώρες διδασκαλίας: 4

Εξάμηνο : 1^ο

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Προαπαιτούμενα:

Στόχος του μαθήματος:

Μέθοδος Εξέτασης:

Περιεχόμενα: Εισαγωγή στις στοχαστικές διαδικασίες: ορισμοί, κατανομές πεπερασμένης διάστασης, στάσιμες διαδικασίες, διαδικασίες Gauss, αυτοσυσχέτιση. Μαρκοβιανές αλυσίδες: εξισώσεις Chapman-Kolmogorov, ταξινόμηση καταστάσεων, επαναληπτικότητα, παροδικότητα. Τυχαίοι περίπατοι.

Martingales διακριτού χρόνου: ορισμός, ιδιότητες, χρόνοι διακοπής, θεώρημα επιλεκτικής διακοπής. Υπολογισμοί με Martingales για μαρκοβιανές αλυσίδες.

Ανισότητες Doob, Θεωρήματα σύγκλισης για martingales.

Ασυμπτωτική συμπεριφορά μαρκοβιανών αλυσίδων: αναλλοίωτες κατανομές, θεώρημα σύγκλισης, εργοδικό θεώρημα.

Εφαρμογές των μαρκοβιανών αλυσίδων: επιλογή από 1) Υπολογισμοί με Markov Chain Monte Carlo, αλγόριθμος Metropolis-Hastings, προσομοιωμένη ανόπτηση 2) Ελεγχόμενες μαρκοβιανές αλυσίδες: δυναμικός προγραμματισμός, βέλτιστη διακοπή, βέλτιστος έλεγχος, 3) Κρυμμένες μαρκοβιανές αλυσίδες, αλγόριθμος του Viterbi, εκτίμηση παραμέτρων.

Βιβλιογραφία:

- 1) Μιχάλης Λουλάκης: Στοχαστικές Διαδικασίες, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών (Κάλλιπος), 2016
- 2) David Williams: Probability with martingales, Cambridge University Press, 1991
- 3) Goran Peskir, Albert Shiryaev: Optimal Stopping and free-boundary problems, Birkhauser, 2006
- 4) Olivier Cappe', Eric Moulines, Tobias Ryde'n: Inference in Hidden Markov Models, Springer, 2005

*** Στατιστικός Έλεγχος Ποιότητας**

Διδάσκοντες: Χρήστος Κουκουβίνος

Εργαστήρια: Εξάσκηση των φοιτητών σε διάφορα στατιστικά πακέτα.

Ώρες διδασκαλίας: 4 ώρες / εβδομάδα.

Πιστωτικές Μονάδες: 9

Εξάμηνο: 2^ο

Προαπαιτούμενα: Πιθανότητες, Στατιστική Συμπερασματολογία, Ανάλυση Παλινδρόμησης.

Στόχος του μαθήματος: Διεξοδική και ολοκληρωμένη παρουσίαση των σύγχρονων τεχνικών του Στατιστικού Ελέγχου Ποιότητας, αφενός για την βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων ή των υπηρεσιών μιας διεργασίας μέσω του εύρωστου παραμετρικού σχεδιασμού και αφετέρου για την παρακολούθηση της σωστής λειτουργίας της διεργασίας μέσω των διαγραμμάτων ελέγχου.

Εφαρμογές σε δεδομένα από τη βιομηχανία, τη μηχανική, την ιατρική και τα χρηματοοικονομικά.

Μέθοδος Εξέτασης: Παράδοση ασκήσεων και εργασιών, γραπτή εξέταση στο τέλος του εξαμήνου.

Περιεχόμενα:

Μέρος Ι. Εντός Διεργασίας Έλεγχος Ποιότητας.

Βασικές έννοιες του Μονομεταβλητού Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών. Το διάγραμμα Pareto. Το διάγραμμα αιτίου-αποτελέσματος. Διαγράμματα ελέγχου Shewhart για μεταβλητές και ιδιότητες. Διαγράμματα ελέγχου με μνήμη, CUSUM, EWMA και MA. Δειγματοληψία Αποδοχής. Χαρακτηριστική καμπύλη. Απλά, διπλά και πολλαπλά δειγματοληπτικά σχέδια. Δείκτες ικανότητας της διεργασίας. Βασικές έννοιες πολυμεταβλητού Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών. Πολυμεταβλητά διαγράμματα ελέγχου, Hotelling T^2 , MCUSUM και MEWMA.

Μέρος ΙΙ. Εκτός Διεργασίας Έλεγχος Ποιότητας.

Μεθοδολογία αποκριτικών επιφανειών. Σχεδιασμοί και μοντέλα δεύτερης τάξης. Κεντρικοί Σύνθετοι και Box-Behnken σχεδιασμοί. Εύρωστοι παραμετρικοί σχεδιασμοί. Μεθοδολογία και μέτρα απόδοσης του Taguchi. Μοντελοποίηση θέσης και διασποράς. Αποκριτική Μοντελοποίηση. Διασταυρωμένοι και Συνδυασμένοι σχηματισμοί. Σύγκριση μεταξύ διασταυρωμένων και συνδυασμένων σχηματισμών.

Βιβλιογραφία:

1. D. J. Cowden. *Statistical Methods in Quality Control*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1957.

2. A. J. Duncan. *Quality Control and Industrial Statistics*. 5th edition, Irwin, Homewood, IL, 1986.
3. E. L. Grant and R. S. Leavenworth. *Statistical Quality Control*. 5th edition, McGraw-Hill, New York, 1980.
4. D. M. Hawkins and D. H. Howell. *Cumulative Sum Charts and Charting for Quality Improving*. Springer-Verlag. New York, 1998.
5. D. C. Montgomery. *Introduction to Statistical Quality Control*. 7th edition, Wiley, New York, 2013.
6. J. S. Oakland. *Statistical Process Control*. Heinemann, London, 1986.
7. P. Qiu, *Introduction to Statistical Process Control*, CRC Press, Boca Raton, 2014.
8. G. Taguchi. *Introduction to Quality Engineering*. Asian Productivity Organization, UNIPUB, White Plains, NY, 1986.
9. G. Taguchi and Y. Wu. *Introduction to Off-Line Quality Control*. Japan Quality Control Organization, Nagoya, Japan, 1980.
10. H. M. Wadsworth, K. S. Stephens and A. B. Godfrey. *Modern Methods for Quality Control and Improvement*. 2nd edition, Wiley, New York, 2002.
11. G. B. Wetherill and D. W. Brown. *Statistical Process Control: Theory and Practice*. Chapman and Hall, New York, 1991.

***Απεικόνιση γραφημάτων**

Διδάσκων: Α. Συμβώνης, ΣΕΜΦΕ.

Ώρες Διδασκαλίας: 4 ώρες εβδομαδιαία

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Προαπαιτούμενα: Προγραμματισμός, Ανάλυση και Σχεδίαση Αλγορίθμων (προπτυχιακά).

Θεωρία γραφημάτων (επιθυμητό)

Μέθοδος εξέτασης: Μεγάλη προγραμματιστική εργασία, παρουσίαση ειδικού θέματος, γραπτή εξέταση.

Περιεχόμενα: Η απεικόνιση σύνθετων δομών είναι ένα βασικό συστατικό εργαλείων που χρησιμοποιούνται σε πολλές επιστημονικές και βιομηχανικές εφαρμογές. Ένα γράφημα είναι μια αφηρημένη δομή που χρησιμοποιείται για την μοντελοποίηση πληροφοριών. Έτσι πολλά πληροφοριακά συστήματα απαιτούν την απεικόνιση γραφημάτων με τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνεται η ανάγνωση και η ερμηνεία τους. Στο μάθημα αυτό περιγράφονται εναλλακτικοί τρόποι απεικόνισης γραφημάτων καθώς και αλγόριθμοι για την αυτόματη παραγωγή απεικονίσεων.

Απεικόνιση γραφημάτων και εφαρμογές. Απεικόνιση επιπέδων γραφημάτων. Απεικόνιση δένδρων και Series-Parallel γραφημάτων. Απεικόνιση βασιζόμενη σε νόμους της φυσικής. Ιεραρχική απεικόνιση γραφημάτων. Ορθογώνια απεικόνιση γραφημάτων. Τρισδιάστατη απεικόνιση γραφημάτων. Δυναμική απεικόνιση γραφημάτων. Πακέτα λογισμικού.

Βιβλιογραφία:

Kaufmann M., Wagner D. (Eds.), *Drawing graphs – Methods and Models*, Lecture notes in Computer Science 2025, Springer, 2001.

Di Battista G., Eades P., Tamassia R., Tollis I., *Graph drawings – Algorithms for the visualization of graphs*, Prentice Hall, 1999.

Roberto Tamassia (Ed), *Handbook of Graph Drawing and Visualization*, CRC Press, 2016.

***Απεικόνιση δεδομένων**

Διδάσκων: Αντώνης Συμβώνης, ΣΕΜΦΕ

Ώρες Διδασκαλίας: 4 ώρες εβδομαδιαία

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Προαπαιτούμενα: Προγραμματισμός, Ανάλυση και Σχεδίαση Αλγορίθμων (προπτυχιακά).

Θεωρία γραφημάτων (επιθυμητό)

Μέθοδος εξέτασης: Μεγάλη προγραμματιστική εργασία, παρουσίαση ειδικού θέματος, γραπτή εξέταση.

Περιέχόμενα: Αντικείμενο του μαθήματος είναι η επιτυχής επικοινωνία των αποτελεσμάτων της ανάλυσης δεδομένων μέσω της απεικόνισής τους. Διαφορετικοί τρόποι απεικόνισης δεδομένων θα εξεταστούν με έμφαση στην αποτελεσματικότητά τους.

***Τυπικές μέθοδοι**

Διδάσκων: Π. Στεφανέας

Ώρες Διδασκαλίας:

Περιεχόμενα: Εισαγωγή στις τυπικές μεθόδους. Το λογικό σύστημα της εξισωτικής λογικής (equational logic). Το λογικό σύστημα της χρονικής λογικής (temporal logic). Προδιαγραφές (specification) και επαλήθευση (verification) προγραμμάτων. Εφαρμογές στην τεχνολογία λογισμικού. Αλγεβρικές προδιαγραφές (algebraic specifications). Αποδεικτική θεωρημάτων (theorem proving). Model checking. Εφαρμογές στη βιομηχανία.

*** Στατιστική Μάθηση**

Διδάσκοντες: Χ. Καρώνη, Χ. Κουκουβίνος και Κ. Δρόσου

Εργαστήρια: Εξάσκηση των φοιτητών στην R.

Ώρες διδασκαλίας: 4 ώρες / εβδομάδα.

Εξάμηνο: 2^ο

Προαπαιτούμενα: Πιθανότητες, Στατιστική Συμπερασματολογία, Ανάλυση Παλινδρόμησης, Πληροφορική.

Στόχος του μαθήματος:

Αυτό το μάθημα παρέχει μια λεπτομερή και σύγχρονη επισκόπηση των στατιστικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται από τους επιστήμονες δεδομένων για την πρόβλεψη και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Με τις ραγδαίες εξελίξεις στην τεχνολογία του Διαδικτύου, στη γονιδιωματική, στη μοντελοποίηση του χρηματοπιστωτικού κινδύνου και σε άλλες βιομηχανίες υψηλής τεχνολογίας, βασιζόμαστε ολοένα και περισσότερο στην ανάλυση δεδομένων και στα στατιστικά μοντέλα για να εκμεταλλευτούμε τα τεράστια ποσά των δεδομένων που έχουμε στη διάθεση μας. Σε αυτό το μάθημα τονίζουμε τα εργαλεία που είναι χρήσιμα για την αντιμετώπιση των σύγχρονων προβλημάτων ανάλυσης δεδομένων. Πολλά από αυτά αποτελούν απαραίτητα δομικά στοιχεία, αλλά συμπεριλαμβάνουμε επίσης τεχνικές στην πρωτοπορία της τεχνολογίας για την αντιμετώπιση προβλημάτων με μεγάλα δεδομένα. Από τη μεγάλη γκάμα εργαλείων που διαθέτουμε, έχουμε επιλέξει αυτό που θεωρούμε ότι είναι τα πιο συναφή.

Μέθοδος Εξέτασης: Παράδοση ασκήσεων και εργασιών, γραπτή εξέταση στο τέλος του εξαμήνου.

Περιεχόμενα:

Γραμμική και πολυωνυμική παλινδρόμηση.

Λογιστική παλινδρόμηση και γραμμική διακριτική ανάλυση.

Διασταυρωμένη επικύρωση και bootstrap.

Επιλογή μοντέλου και ποινικοποιημένες μέθοδοι (ridge και lasso).

Μη γραμμικά μοντέλα, splines και γενικευμένα προσθετικά μοντέλα.

Tree-based methods, random forests και boosting.

Μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης.

Μέθοδοι μάθησης χωρίς επίβλεψη.

Ανάλυση κυρίων συνιστωσών και ομαδοποίηση δεδομένων (k-means και ιεραρχική).

Βιβλιογραφία:

1. T. Hastie, R. Tibshirani and J. Friedman (2009). *Elements of Statistical Learning*, 2nd edition, Springer.
2. T. Hastie, R. Tibshirani and M. Wainwright (2015). *Statistical Learning with Sparsity: the Lasso and Generalizations*, Chapman and Hall.
3. G. James, D. Witten, T. Hastie and R. Tibshirani (2013). *Introduction to Statistical Learning with applications in R*, Springer.
4. B. Efron and T. Hastie (2016). *Computer Age Statistical Inference, Algorithms, Evidence, and Data Science*, Cambridge, University Press.
5. B. Efron and R. Tibshirani (1993). *An Introduction to the Bootstrap*, Chapman and Hall.

***Διαχείριση και Επεξεργασία Μεγάλων Δεδομένων Παρατήρησης Γης**

Διδάσκων: Κωνσταντίνος Καράντζαλος, ΣΑΤΜ

Σεμινάριο: Δρ. Α. Τζώτσος (12 ώρες/έτος)

Ώρες διδασκαλίας: 3 ώρες εβδομαδιαία συμπεριλαμβανομένων και των εργαστηριακών ασκήσεων.

Πιστωτικές Μονάδες: 7

Εξάμηνο: 2^ο

Εργαστήρια: Εργαστηριακές ασκήσεις και εργαστηριακά προγραμματιστικά θέματα

Προαπαιτούμενα: Επιτυχή συμπλήρωση των μαθημάτων του πρώτου εξαμήνου.

Μέθοδος Εξέτασης: Παράδοση ασκήσεων, εργασία μαθήματος, και γραπτή εξέταση στο τέλος του εξαμήνου.

Στόχοι: Εισαγωγή στην συλλογή, διαχείριση, ανάλυση, οπτικοποίηση και διάθεση μεγάλων δεδομένων παρατήρησης γης και γεωχωρικών προϊόντων. Σημερινές επιστημονικές και τεχνολογικές προκλήσεις για την εναρμόνιση, συγχώνευση και διαδικτυακή επεξεργασία ετερογενών δεδομένων και παραγωγή γεωχωρικών προϊόντων. Ανάλυση μεγάλων δεδομένων με τεχνικές μηχανικής μάθησης με εφαρμογές στην γεωργία ακριβείας, εκτίμηση της ποιότητας υδάτων, αυτόματη ανίχνευση μεταβολών στο αστικό, φυσικό και θαλάσσιο περιβάλλον.

Περιεχόμενα:

Συλλογή δεδομένων και αυτοματοποίηση διαδικασιών εισαγωγής και ενημέρωσης γεωχωρικών βάσεων.

Μορφές και αναπαραστάσεις φασματικών χωροχρονικών δεδομένων και χαρακτηριστικών τους. Συστήματα και αρχιτεκτονικές αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάλυσης και διάθεσης μεγάλων γεωχωρικών δεδομένων και προϊόντων σε υπολογιστικά συστήματα νέφους.

Οπτικοποίηση δεδομένων και στρατηγικές μείωσης διαστάσεων.

Στατιστικές επεξεργασίες και ανάλυση για εναρμόνιση και συγχώνευση δεδομένων.

Διαδικτυακές επεξεργασίες και υπολογιστικά συστήματα υψηλής απόδοσης για γεωχωρικά δεδομένα.

Ανάλυση δεδομένων και χρονοσειρών για ανίχνευση αλλαγών, αντικειμένων και χαρακτηριστικών.

Ανάλυση μεγάλων δεδομένων με τεχνικές μηχανικής μάθησης με εφαρμογές στην γεωργία ακριβείας, εκτίμηση της ποιότητας υδάτων, αυτόματη ανίχνευση μεταβολών στο αστικό, φυσικό και θαλάσσιο περιβάλλον.

Βιβλιογραφία:

1. Mathieu, P. and Aubrecht, C. (Eds.) 2018. Earth Observation Open Science and Innovation, Springer, 332p., doi: 10.1007/978-3-319-65633-5 (open access)
2. Jiang, Z. and Shekhar, S., 2017. Spatial Big Data Science: Classification Techniques for Earth Observation Imagery Springer, 131p., doi: 10.1007/978-3-319-60195-3
3. Casu, F., Manunta, M., Agram, P., Crippen R., (Eds) 2017. Big Remotely Sensed Data: Tools, Applications and Experiences, Remote Sensing of Environment (Special Issue), Elsevier, Vol.202, 292p.
4. Yu S. and Guo S., 2016. Big Data Concepts, Theories, and Applications, 437p., doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-27763-9> (open access)

*** Συστήματα /Εργαλία Αναλυτικής Δεδομένων**

Διδάσκοντες:

Εργαστήρια: ΟΧΙ

Ώρες διδασκαλίας: 3 ώρες / εβδομάδα

Πιστωτικές Μονάδες: 6

Εξάμηνο : 2ο

Ο σκοπός του μαθήματος είναι:

- (1) η εξοικείωση των φοιτητών με τις τεχνικές, το σχεδιασμό, και τις εφαρμογές συστημάτων διαχείρισης μεγάλων δεδομένων, και συστημάτων διαχείρισης δεδομένων στο νέφος
- (2) η εξοικείωση των φοιτητών με τις δυνατότητες και τις προκλήσεις που παρέχουν οι νέες τεχνολογίες υλικού (new hardware technologies) στο σχεδιασμό συστημάτων διαχείρισης δεδομένων
- (3) η εξοικείωση των φοιτητών με τις τεχνικές, το σχεδιασμό, και τις εφαρμογές συστημάτων διαδραστικής ανάλυσης και οπτικοποίησης δεδομένων

Μέθοδος Εξέτασης: Παράδοση ασκήσεων και εργασιών, γραπτή εξέταση στο τέλος του εξαμήνου.

Περιγραφή του μαθήματος:

Η δεδομενοκεντρική επιστημονική μέθοδος (data-drive scientific method) αναδεικνύεται ως ένας από τους πυλώνες της σύγχρονης επιστήμης και τεχνολογίας. Σε συνδυασμό με τον διαρκώς αυξανόμενο όγκο των δεδομένων (volume), την ταχύτητα με την οποία τα δεδομένα εξελίσσονται αλλά και απαιτούν ανάλυση (velocity), καθώς και την ποικιλία είδους δεδομένων (variety), η επιστήμη των δεδομένων (data science) απαιτεί τόσο την θεωρητική κατανόηση της μοντελοποίησης των δεδομένων όσο και την γνώση πληροφοριακών συστημάτων που επιτρέπουν την ταχεία διαχείριση (data management), ανάλυση (data analysis), και παρουσίαση/οπτικοποίηση των δεδομένων (data visualization), και εν τέλει την εξαγωγή γνώσης (knowledge extraction) και την μηχανική μάθηση (machine learning).

Στο μάθημα αυτό θα συζητηθούν οι βασικές αρχές σχεδιασμού και χρήσης συστημάτων και αλγορίθμων διαχείρισης μεγάλων δεδομένων. Ειδικότερα, θα συζητηθούν τεχνικές υλοποίησης και εφαρμογές για: κλιμακωσιμότητα συστημάτων διαχείρισης δεδομένων (scale-up and scale-out), διαχείριση δεδομένων στο νέφος (cloud data management), συστήματα οπτικοποίησης δεδομένων (data visualization systems), εξερεύνηση δεδομένων (data exploration), και συστήματα για μηχανική μάθηση (data systems for machine learning). Θα χρησιμοποιηθούν παραδείγματα από διάφορες σχετικές περιοχές, τεχνικές που επιτρέπουν χρήση νέων τεχνολογιών όπως αύξηση του αριθμού των υπολογιστικών πυρήνων (CPU cores) και των μονάδων επεξεργασίας γραφικών (GPU), σχεσιακά συστήματα διαχείρισης δεδομένων (relational data management systems), συστήματα διαχείρισης δεδομένων σε μορφή γράφων (graph data systems), αποθήκες δεδομένων κλειδιού-τιμής (key-value systems), και συστήματα διαδραστικής ανάλυσης και οπτικοποίησης (interactive and visual analytics).

Βιβλιογραφία: Η ύλη έχει διαμορφωθεί με βάση πρόσφατες εργασίες σε σχετικά διεθνή περιοδικά.

***Ανάλυση Επιβίωσης και Αξιοπιστίας**

Διδάσκοντες: Χ. Καρώνη, ΣΕΜΦΕ

Ώρες διδασκαλίας: 3 ώρες / εβδομάδα

Εργαστήρια: 1/2 ώρα /εβδομάδα

Πιστωτικές Μονάδες: 7

Εξάμηνο: 2ο

Προαπαιτούμενα: Θεωρία πιθανοτήτων, στατιστική συμπερασματολογία, μοντέλα παλινδρόμησης, γνώσεις υπολογιστή.

Στόχος του μαθήματος: Εκτενής παρουσίαση της στατιστικής μεθοδολογίας ανάλυσης δεδομένων διάρκειας ζωής, δηλαδή, του χρόνου μέχρις ότου προκύψει το γεγονός ενδιαφέροντος, και των παραγόντων που τον επηρεάζει. Εφαρμογές, στο βιο-ιατρικό, τραπεζικό και ασφαλιστικό χώρο κ.ά.

Μέθοδος Εξέτασης: Παράδοση ασκήσεων και εργασιών, γραπτή εξέταση στο τέλος του εξαμήνου.

Περιεχόμενα: Δεδομένα διάρκειας ζωής. Αποκομμένες παρατηρήσεις. Συναρτήσεις επιβίωσης και αξιοπιστίας. Συνάρτηση διακινδύνευσης. Βασικά μοντέλα (Εκθετική, Γάμμα, Weibull, Λογαριθμο-λογιστική, Γενικευμένη Γάμμα, Γενικευμένη F και άλλες κατανομές). Μη-παραμετρική εκτίμηση. Εκτιμητήρια Kaplan-Meier. Εκτιμητήρια Nelson-Aalen. Συγκρίσεις κατανομών επιβίωσης. Έλεγχος log-rank. Προσαρμογή μοντέλων. Έλεγχοι καλής προσαρμογής. Μοντέλα παλινδρόμησης. Μοντέλα αναλογικής διακινδύνευσης (proportional hazards). Το ημι-παραμετρικό μοντέλο του Cox και επεκτάσεις αυτού. Μοντέλα επιταχυνόμενης διακοπής (accelerated failure time). Παλινδρόμηση πρώτης μετάβασης. Προσαρμογή και ανάπτυξη μοντέλου. Διαγνωστικές μέθοδοι, υπόλοιπα Cox-Snell, Schoenfeld κ.ά. Μοντέλα ευπάθειας (frailty). Επαναλαμβανόμενα γεγονότα. Ανταγωνιστικοί κίνδυνοι.

Εφαρμογές με χρήση στατιστικών προγραμμάτων.

Βιβλιογραφία:

- 1) C. Caroni (2017). *First Hitting Time Regression Models*. Wiley-ISTE
- 2) D. Collett (2015). *Modelling Survival Data in Medical Research*. 3rd ed. CRC Press.
- 3) D.W. Hosmer, S. Lemeshow, S. May (2008). *Applied Survival Analysis: Regression Modeling of Time-to-Event Data*. 2nd ed. Wiley.
- 4) J.P. Klein and M.L. Moeschberger (2003). *Survival Analysis*. 2nd ed. Springer.
- 5) J.F. Lawless (2003). *Statistical Models and Methods for Lifetime Data*. 2nd ed. Wiley.
- 6) E.T. Lee, J. W. Wang (2013). *Statistical Methods for Survival Data Analysis*. 4th ed. Wiley.
- 7) Χ. Καρώνη (2009). *Μοντέλα Αξιοπιστίας και Επιβίωσης*. Εκδόσεις Συμεών.

***Υπολογιστική Στατιστική και Στοχαστική Βελτιστοποίηση**

Διδάσκων: Δ. Φουσκάκης, ΣΕΜΦΕ

Ώρες διδασκαλίας: 4 ώρες εβδομαδιαία

Περιγραφή: Εκτίμηση Κατανομών με χρήση Πυρήνων και εφαρμογές. Μη παραμετρική παλινδρόμηση. Στοχαστική Προσομοίωση. Μέθοδοι Παραγωγής Τυχαίων Μεταβλητών: (α) Μέθοδος Αντιστροφής, (β) Μέθοδος Απόρριψης. Τεχνικές Ελάττωσης Διασποράς και Δειγματοληψία Σπουδαιότητας. Μέθοδοι Επαναδειγματοληψίας: (α) Bootstrap, (β) Jackknife. Η μέθοδος Cross-Validation. Στοχαστική Βελτιστοποίηση: (α) Genetic Algorithm, (β) Simulated

Annealing, (γ) Tabu Search. Επιλογή Επεξηγηματικών Μεταβλητών σε Μοντέλα Παλινδρόμησης. Lasso και Ridge Παλινδρόμηση.

***Τεχνορύθμιση και Επιστήμη των Δεδομένων**

Διδάσκοντες: Πέτρος Στεφανέας, Πρόδρομος Τσιαβός, Θεόδωρος Καρούνος

Εργαστήρια: Εργαστήριο μοντελοποίησης UML

Ωρες Διδασκαλίας: 3 **Ωρες Εργαστηρίου:** 1 **Εξάμηνο:** 2^ο

Προαπαιτούμενα: Δεν υπάρχουν

Στόχος του μαθήματος: Η κατανόηση και μοντελοποίηση των τεχνορυθμιστικών ζητημάτων της επιστήμης των δεδομένων

Μέθοδος Εξέτασης: Δύο ατομικές και μια ομαδική εργασία, Προφορική εξέταση και παρουσίαση

Περιεχόμενα: Εισαγωγή στην τεχνο-ρυθμιστική προσέγγιση για την επίλυση προβλημάτων της επιστήμης των δεδομένων. Πολιτικές και Δίκαιο Πνευματικής Ιδιοκτησίας και επιστήμη των δεδομένων. Μοντελοποίηση, πολιτικές και ρύθμιση δημόσιας πληροφορίας. Πρόσβαση στην Πληροφορία και Περαιτέρω Χρήση αυτής. Υποθέσεις Μελέτης από το Χώρο της Δημόσιας Διοίκησης και της επιχειρηματικότητας της πληροφορίας. Γεωχωρική και Μετεωρολογική Πληροφορία. Οικονομικά μοντέλα διαμοιρασμού και πλατφόρμας. Επιστήμη των Δεδομένων στην Έρευνα και την Εκπαίδευση. Πολιτικές, ρύθμιση και τεχνολογίες για την προστασία Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα Μελλοντικές Τάσεις στο χώρο της τεχνορύθμισης: Νομικά ζητήματα από Ψη-φυσικά (rhigital) αντικείμενα, μετα-προϊόντα και το Διαδίκτυο των Πραγμάτων

Βιβλιογραφία:

Benkler, Y., 2006. The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom. Yale University Press, New Haven and London.

Benkler, Y., 2002. Coase's Penguin, or Linux and the Nature of the Firm. Yale Law J. 112, 369.

Bess, M., 1993. Realism, Utopia, and the Mushroom Cloud: Four Activist Intellectuals and their Strategies for Peace, 1945–1989. University of Chicago Press., Chicago.

Budapest Open Access Initiative, 2002. Budapest Open Access Initiative [WWW Document]. URL <http://www.soros.org/openaccess/forum.shtml>

Bush R. and Meyer D. (2002) Some Internet Architectural Guidelines and Philosophy RFC 3439 URL <http://www.rfc-base.org/txt/rfc-3439.txt>

Carpenter, B., 1996. Architectural Principles of the Internet RFC 1958.

Ceruzzi, P.E., 1991. When Computers Were Human. Ann. Hist. Comput. 13, 237–244.

Davies, T. 2012. Evaluating open government data initiatives: can a 5-star framework work? [WWW Document]. URL <http://www.opendataimpacts.net/2011/11/evaluating-open-government-data-initiatives-can-a-5-star-framework-work/> (accessed 9.21.12).

Gershenfield, N. 2005. Fab: the coming revolution on your desktop—from personal computers to personal fabrication. Basic Books, New York.

Gomulkiewicz, R.W., 1999. How Copyleft Uses License Rights to Succeed in the Open Source Revolution and the Implications for Article 2B. Houst. Law Rev. 36.

Gruss, P., 2006. Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities [WWW Document]. Conf. Open Access Knowl. Sci. Humanit. URL <http://www.zim.mpg.de/openaccess-berlin/berlindeclaration.html#top>

Höller, J. (Ed.), 2014. From machine-to-machine to the Internet of things: introduction to a new age of intelligence. Elsevier Academic Press, Amsterdam.

Kallinikos, J., 2001. The age of flexibility : managing organizations and technology. Academia Adacta, Lund.

Lessig, L., 2007. Creative Commons @ 5 Years [WWW Document]. Lessig Lett. URL <http://lists.ibiblio.org/pipermail/cc-lessigletter/2007/000022.html>

Lessig, L., 2005. CC in Review: Lawrence Lessig on How it All Began [WWW Document]. Lessig Lett. URL <http://creativecommons.org/weblog/entry/5668>

Lessig, L., 2002. Introduction to “Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman,” in: Gay, J. (Ed.), Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman. GNU Press.

Littman, J., 1997. Copyright NonCompliance (or Why We Can’t “Just Say Yes” to Licensing). N. Y. Univ. J. Int. Law Policy 29.

MacKenzie Wark, K., 2014. Treating All Culture As Collective Property And A Gift. Freeebay.

Merges, R.P., 2004. Compulsory Licensing vs. the Three “Golden Oldies” Property Rights, Contracts, and Markets. Cato Institute.

Moglen, E., 2005. Anarchism Triumphant: Free Software and the Death of Copyright [WWW Document]. First Monday. URL <http://emoglen.law.columbia.edu/publications/anarchism.ps>

Moglen, E., 1997. The Invisible Barbecue. Columbia Law Rev. 97, 945.

Raymond, E.S., 2001. The cathedral and the bazaar: musings on linux and open source by an accidental revolutionary. O’Reilly, Cambridge, Mass.

Samuelson, P., 2003. Digital Rights Management {and, or, vs.} the Law. Commun. ACM 46, 41–45.

Samuelson, P., 1993. A Case Study on Computer Programs, in: Wallerstein, M.B., Moge, M.E., Schoen, and R.A. (Eds.), Global Dimensions of Intellectual Property Rights in Science and Technology.

Stallman, R.M., 2002. Why Software Should Not Have Owners, in: Gay, J. (Ed.), Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman. GNU Press, p. 224.

Suber, P., 2006. Bethesda Statement on Open Access Publishing [WWW Document]. URL <http://www.earlham.edu/~peters/fos/bethesda.htm>

Tapscott, D., Williams, A.D., 2008. Wikinomics: how mass collaboration changes everything. Atlantic, London.

Troxler, P., 2011. Libraries of the Peer Production Era, in: Open Design Now. Why Design Cannot Remain Exclusive.

Tsiavos, P., 2007. Cultivating Creative Commons: From Creative Regulation to Regulatory Commons. London School of Economics and Political Science, London.

***Μη-Μαρκοβιανές στοχαστικές συναρτήσεις. Στοχαστική δυναμική**

Διδάσκοντες: Γ.Α. Αθανασούλης, Καθηγητής ΣΝΜΜ

Εργαστήρια:

Ώρες διδασκαλίας: 3

Εξάμηνο (1^ο, 2^ο ή 3^ο): 2^ο

Προαπαιτούμενα: Θεωρία Πιθανοτήτων (προπτυχιακή), Μετροθεωρητική Θεωρία Πιθανοτήτων (επιθυμητή), Συνήθεις διαφορικές εξισώσεις

Στόχος του μαθήματος: α) Να αναδείξει την σημασία της στοχαστικής προτυποποίησης σε διάφορα φυσικά και τεχνολογικά προβλήματα

- β) Να αναπτύξει τις θεωρητικές βάσεις της μελέτη και του λογισμού των μη-Μαρκοβιανών στοχαστικών συναρτήσεων, οι οποίες είναι απαραίτητες σε όλες τις μακροσκοπικές εφαρμογές
- γ) Να αναπτύξει μεθόδους επίλυσης (υπολογισμού της πιθανότητας απόκρισης) μη-γραμμικών διαφορικών εξισώσεων υπό γενική στοχαστική διέγερση (uncertainty quantification in non-linear dynamical systems)

Μέθοδος Εξέτασης: Ενδιάμεση εξέταση (30%), τελική εξέταση (70%).

Θα υπάρχει και προαιρετική εργασία με παρουσίαση, η οποία –εφ’ όσον αναληφθεί και είναι επιτυχής– θα δίδει bonus 20% επί του βαθμού που προκύπτει από τις εξετάσεις.

Περιεχόμενα:

(1) Υπόβαθρο θεωρίας πιθανοτήτων. Θεωρία και πείραμα. Ορισμός του επιστημονικού πειράματος. Ντετερμινιστικά και στοχαστικά πειράματα. Ο χώρος πιθανότητας ως μαθηματικό πρότυπο του στοχαστικού πειράματος. Συνολοθεωρητικό υπόβαθρο και μετροθεωρητική κατασκευή της πιθανότητας (επέκταση από ημιάλγεβρες σε σ-άλγεβρες με την βοήθεια του Θεωρήματος Καραθεοδωρή και του Λήμματος του Hopf). Μη μετρήσιμα σύνολα. Μετρήσιμη κάλυψη (μη μετρήσιμων) συνόλων. Μεταφορά της πιθανότητας σε μη μετρήσιμο σύνολο εξωτερικού μέτρου 1.

(2) Μη-Μαρκοβιανές στοχαστικές συναρτήσεις. Ανεπάρκεια της Μαρκοβιανής προσέγγισης. Παραδείγματα από την φυσική και την τεχνολογία (τυρβώδεις ροές, σεισμική κίνηση, ανεμογενείς θαλάσσιοι κυματισμοί, φορτίσεις κατασκευών από άνεμο, σεισμό, κύμα, στατιστική βιοφυσική, στατιστική μηχανική συστημάτων εκτός ισορροπίας). Η ιεραρχία των κατανομών πιθανότητας διαφόρων τάξεων. Συναρτήσεις ροπών. Μέθοδοι κατασκευής μέτρων πιθανότητας σε χώρους συναρτήσεων. Το θεώρημα Kolmogorov και τα προβλήματά του. Η θεώρηση του Doob, διαχωρίσιμες στοχαστικές συναρτήσεις. Χαρακτηριστικό συναρτησιακό. Κατασκευή μέτρων πιθανότητας μέσω του χαρακτηριστικού συναρτησιακού. Θεωρήματα Sazonov και Minlos. Indistinguishable στοχαστικές συναρτήσεις, modifications και versions στοχαστικών συναρτήσεων. Στοχαστική σύγκλιση (L^2 , κατά πιθανότητα, με πιθανότητα 1). Στοιχεία στοχαστικού Λογισμού. Αναλυτικές ιδιότητες στοχαστικών συναρτήσεων (συνέχεια, ολοκληρωσιμότητα, διαφορισιμότητα). Ακρότατα και τομές διαφορισίμων στοχαστικών συναρτήσεων.

(3) Στοχαστικές διαφορικές εξισώσεις – Στοχαστική δυναμική. Παραδείγματα στοχαστικών διαφορικών εξισώσεων από την τεχνολογία και την Φυσική (ταλαντώσεις κατασκευών υπό την επίδραση στοχαστικών διεγέρσεων από άνεμο, κύμα ή σεισμό. Διάδοση ηχητικών κυμάτων σε μεγάλες αποστάσεις στην θάλασσα, διάδοση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων σε μεγάλες αποστάσεις στην ατμόσφαιρα). Τυχαίες διεγέρσεις (additive excitation) ή/και τυχαίοι συντελεστές (multiplicative excitation) με συνεχή συνδιακύμανση γενικής μορφής (όχι λευκός θόρυβος). Μη Μαρκοβιανές αποκρίσεις. Η έννοια της λύσης μιας στοχαστικής διαφορικής εξίσωσης στην περίπτωση αυτή. Εξίσωση Liouville και στοχαστική εξίσωση Liouville (ενός χρόνου, δύο χρόνων, κοκ). Η ιεραρχία LMN των δυναμικών εξισώσεων για τις συναρτήσεις κατανομής πιθανότητας διαφόρων τάξεων της απόκρισης. Το Θεώρημα Novikov-Furutsu και η χρήση του για την παραγωγή (κλειστών, προσεγγιστικών) δυναμικών εξισώσεων εξέλιξης της συνάρτησης κατανομής πιθανότητας πρώτης τάξεως (γενικευμένες εξισώσεις Fokker-Planck-Kolmogorov). Εφαρμογές σε συγκεκριμένα δυναμικά συστήματα (ταλαντωτές).

Βιβλιογραφία:

- **Σημειώσεις του διδάσκοντος** (ανανεωνόμενες κάθε χρόνο)
- **Doob**, J.L., 1953 /1990, Stochastic Processes, John Wiley & Sons, Wiley Classics Library Edition Published 1990
- **Gikhman**, I.I.,-**Skorokhod**, A.V., 1996, Introduction to the Theory of Random Processes, Dover Publ.
- **Kree**, P., **Soize**, Ch., 1986, Mathematics of Random Phenomena. Random Vibrations of Mechanical Structures, Kluwer Academic Publishers
- **Li**, J., **Chen**, J., 2009, Stochastic dynamics of structures, John Wiley and Sons
- **Loeve**, M., 1977, 1978, Probability theory, Vol. I & Vol. II, Springer-Verlag, New York,
- **Lukacs**, E., 1968, Stochastic Convergence, Raytheon Education Company
- **Parthasarathy**, K.R., 1967, Probability Measures on Metric Spaces, Academic Press
- **Pugachev**, V.S., **Sinitsyn**, I. N., 2001, Stochastic Systems. Theory and Applications, World Scientific,
- **Skorokhod**, A.V., 2005, Basic Principles and Applications of Probability Theory, Springer
- **Sobczyk**, K., 1991, Stochastic Differential Equations. Kluwer Academic Publishers,
- **Soong**, T.T., **Grigoriu** M, 1993, Random Vibration of Mechanical and Structural Systems, Prentice Hall, New Jersey,
- **Stark**, H., **Woods**, J.W., 1986, Probability, random processes, and estimation theory for engineers, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey,
- **Σπηλιώτη**, I. 2010, [Σημειώσεις Θεωρίας Μέτρου Σε Απειροδιάστατους Χώρους 2010 \(pdf\)](#)

***Συστημική & Δικτυακή Βιολογία**

Διδάσκουσα: Μαρία Κλάπα ΣΕΜΦΕ

Ώρες διδασκαλίας: 3 ώρες / εβδομάδα (39 ώρες/ εξάμηνο)

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Εξάμηνο φοίτησης: εαρινό

Προαπαιτούμενα: Γραμμική Άλγεβρα, Γραμμικός/Μη Γραμμικός Προγραμματισμός, Στατιστική Ανάλυση, Θεωρία Δικτύων/Γράφων (επιθυμητή αλλά όχι προαπαιτούμενη βασική γνώση βιολογίας)

Μέθοδος Εξέτασης: Παράδοση ασκήσεων και εργασιών, προφορική παρουσίαση σύγχρονης δημοσίευσης/εργασίας, & γραπτή εξέταση στο τέλος του εξαμήνου.

Στόχος του μαθήματος: Να εισάγει τους μεταπτυχιακούς φοιτητές στη Συστημική Βιολογία, το σύγχρονο πεδίο στις επιστήμες ζωής που αφορά στην ολιστική θεώρηση της βιολογικής λειτουργίας μέσω της ποσοτικοποίησης της αφθονίας πλήθους βιομορίων και της συνδυαστικής ανάλυσης πολλαπλών τύπων βιολογικών δεδομένων για την εξαγωγή βιολογικών συμπερασμάτων. Ο μεγάλος όγκος δεδομένων που προκύπτουν από τις νέες πειραματικές μεθόδους βιομοριακής ανάλυσης υψηλής-απόδοσης (ομικές τεχνολογίες) έδωσε τη δυνατότητα να μελετηθούν τα βιολογικά συστήματα ως δυναμικά δίκτυα βιομοριακών δικτύων (Δικτυακή Βιολογία). Στο μάθημα θα παρουσιαστούν οι μέθοδοι διαχείρισης και υπολογιστικής ανάλυσης του μεγάλου όγκου αυτών των βιολογικών (ομικών) δεδομένων με μεθόδους πολυπαραμετρικής στατιστικής ανάλυσης, μαθηματικής μοντελοποίησης και θεωρίας δικτύων/γράφων.

Περιεχόμενα: Βασικές έννοιες/αρχές βιολογίας κυττάρου/βιοχημείας, Περιγραφή της

Επανάστασης της Συστημικής Βιολογίας, Είδη Βιομοριακών Δικτύων, Γενική Περιγραφή των Ομικών Πειραματικών Μεθόδων & Δεδομένων, Βιολογικές Βάσεις Δεδομένων, Προκλήσεις στη Διαχείριση Μεγάλου Όγκου Βιολογικών Δεδομένων, Μέθοδοι Πολυπαραμετρικής Στατιστικής Ανάλυσης Ομικών Δεδομένων, Δίκτυα Γονιδιακής Ρύθμισης, Πρωτεϊνικά Δίκτυα, Μεταβολικά Δίκτυα, Μέθοδοι Ανακατασκευής & Ανάλυσης Δομής & Δυναμικής Βιομοριακών Δικτύων, Συνδυαστικές Αναλύσεις Βιομοριακών Δικτύων, Εφαρμογές.

Βιβλιογραφία:

- 1) A. Malcolm Campbell & Laurie J. Heyer. Discovering Genomics, Proteomics & Bioinformatics, Cold Spring Harbor Laboratory Press (CHSL Press), Benjamin Cummings (2003).
- 2) V. Helms. Principles of Computational Cell Biology: From Protein Complexes to Cellular Networks, Wiley-VCH (2008).
- 3) H. Bolouri. Computational Modeling of Gene Regulatory Networks. Imperial College Press (2011).
- 4) G. Stephanopoulos, A. Aristidou, J. Nielsen. Metabolic Engineering. Academic Press (2008).

***Ειδικά Θέματα Μαθηματικής Προτυποποίησης στην Επιστήμη των Δεδομένων**

5) ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ III: Χρηματοοικονομική Τεχνολογία

***Ανάλυση Καταστάσεων Χρηματοοικονομικής Πληροφόρησης**

Διδάσκοντες: Ιωάννης Ντόκας, Σοφία Κατσιμάρδου, Παναγιώτης Γιαννάκης

Εργαστήρια: ΟΧΙ, **Ώρες διδασκαλίας:** 3, **Πιστωτικές Μονάδες:** 6, **Εξάμηνο:** 1^ο

Προαπαιτούμενα: Αρχές Χρηματοοικονομικής Λογιστικής

Στόχος του μαθήματος: Η αποκωδικοποίηση της χρηματοοικονομικής πληροφόρησης, που δημοσιεύουν οι οικονομικές μονάδες, αποτελεί βασική παράμετρο στο στάδιο της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Ειδικότερα η περαιτέρω επεξεργασία της λογιστικής πληροφόρησης παρέχει εκτιμήσεις σχετικά με το επίπεδο ρευστότητας μιας επιχείρησης, την κερδοφορία και γενικότερα την ποιότητα διοίκησης. Το συγκεκριμένο τρίπτυχο ανάλυσης συνθέτει το θεωρητικό υπόβαθρο των υποδειγμάτων πρόβλεψης αποτυχίας και αναλύεται στο υποδείγμα Courtis (1978). Σκοπός του μαθήματος είναι αρχικά η παρουσίαση των χρηματοοικονομικών καταστάσεων και η κατανόηση της σπουδαιότητάς τους ως μέσω κοινοποίησης χρηματοοικονομικών πληροφοριών. Στη συνέχεια γίνεται παρουσίαση των χρηματοοικονομικών εργαλείων, που χρησιμοποιούνται στην διαδικασία πληροφοριακής αποκωδικοποίησης των δημοσιευθέντων λογιστικών μεγεθών, με ανάλυση των σχετικών μεθόδων. Σε ότι αφορά την ανάλυση με αριθμοδείκτες, δίνεται έμφαση σε ζητήματα ομαδοποίησης αυτών ανά πεδίο ανάλυσης, καθώς και στην αντιμετώπιση ζητημάτων όπως ακραίες τιμές χρονοσειρών, ύπαρξη μη κανονικότητας, στατιστικοί έλεγχοι για την επιλογή των κατάλληλων δεικτών σε ένα αξιόπιστο υπόδειγμα ανάλυσης. Επίσης αναλύονται ειδικά θέματα που αφορούν την διαχείριση του κεφαλαίου κίνησης, το νεκρό σημείο, καθώς και την μερισματική πολιτική.

Μέθοδος Εξέτασης: Γραπτές Εξετάσεις

Περιεχόμενα: Είδη Χρηματοοικονομικών Καταστάσεων, Μέθοδοι ανάλυσης Λογιστικών Καταστάσεων, Αριθμοδείκτες και κριτήρια ομαδοποίησης τους, κατηγορίες αριθμοδεικτών, ανάλυση του υποδείγματος Courtis, Κατάσταση Ταμειακών Ροών, στατιστική επεξεργασία και διαδικασία επιλογής αριθμοδεικτών.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία:

1. W.T. Harison, C.T. Horngren, C.W., Thomas «Χρηματοοικονομική Λογιστική» Broken Hill Publishers, Ελληνική Έκδοση, 2015
2. T R Robinson, H V Greuning, E Henry, Michael A Broihahn. "International Financial Statement Analysis. CFA Institute Investment Series

3. P P Peterson, F J Fabozzi “ Analysis of Financial Statements”, second edition , Willey 2006

***Αποτίμηση αξιόγραφων και διαχείριση χρηματοοικονομικών επενδύσεων**

Διδάσκοντες: Χρήστος Μπούρας

Εργαστήρια: -

Ώρες διδασκαλίας: 3 ώρες κάθε εβδομάδα

Πιστωτικές Μονάδες: 6

Εξάμηνο : 3^ο

Προαπαιτούμενα: δεν υπάρχουν προαπαιτούμενα

Στόχος του μαθήματος: Στόχος του μαθήματος είναι η παρουσίαση θεωρητικών και εμπειρικών υποδειγμάτων αποτίμησης χρηματοοικονομικών αξιόγραφων.

Μέθοδος Εξέτασης: Γραπτές εξετάσεις

Περιεχόμενα:

Το Μοντέλο Παρούσας Αξίας

Η υπόθεση της αποτελεσματικότητας της αγοράς (The Efficient Market Hypothesis)

Απόδοση στην λήξη (yield-to-maturity)

Καμπύλη αποδόσεων

Duration

Modified Duration

Το Υπόδειγμα του τυχαίου περίπατου (The random walk model)

Το μοντέλο ανάπτυξης Gordon

Το δυναμικό υπόδειγμα Gordon

Το μοντέλο αποτίμησης αξιογράφων CAPM (The Capital Asset Pricing Model)

Το μοντέλο αποτίμησης αξιογράφων του καταναλωτή (The Consumption Capital Asset Pricing Model)

Μοντέλα μεταβαλλόμενης διακύμανσης των αποδόσεων των αξιογράφων (Models of Changing Volatility of Asset Returns)

Μοντέλα Ιδιοσυγκρασιακής μεταβλητότητας (Models with Idiosyncratic Volatility)

Το Τριπαραγοντικό μοντέλο CAPM των Fama και French

Μοντέλα με χρονικά μεταβαλλόμενα beta και ασφάλιστρα κινδύνου (Models with time varying betas and risk premia)

Βιβλιογραφία:

Δημήτρης Μαλλιαρόπουλος, 2011. “Αποτίμηση Αξιογράφων και Επιλογή Χαρτοφυλακίου”, σημειώσεις. http://web.xrh.unipi.gr/attachments/097_DMalliaropoulos.2016,notes.pdf

Andreas Krause, 2001. “An Overview of Asset Pricing Models”.

http://people.bath.ac.uk/mnsak/Research/Asset_pricing.pdf

J.H. Cochrane, 2000. “Asset Pricing”. Princeton University Press.

T. Koller, M. Goedhart, D. Wessels. “Valuation, Measuring and Managing the Value of Companies”. John Wiley & Sons editions, fifth edition.

Aswath Damodaran, Damodaran on Valuation: Security Analysis for Investment and Corporate Finance

A. Saunders, M. M. Cornett. “financial institutions management: a risk management approach”. McGraw-Hill editions.

Διάφορα papers από τη διεθνή βιβλιογραφία

***Υπόδειγμα Πρόβλεψης Αποτυχίας**

Διδάσκοντες: Ιωάννης Ντόκας, Σοφία Κατσιμάρδου

Εργαστήρια: ΟΧΙ

Ώρες διδασκαλίας: 3

Πιστωτικές Μονάδες: 6

Εξάμηνο: 2^ο

Προαπαιτούμενα: Ανάλυση Καταστάσεων Χρηματοοικονομικής Πληροφόρησης, Οικονομετρία.

Στόχος του μαθήματος: Στο σύγχρονο οικονομικό περιβάλλον η βιωσιμότητα των επιχειρήσεων αποτελεί την βασική προϋπόθεση για την ομαλή λειτουργία του παραγωγικού συστήματος μιας οικονομίας. Η αναγκαιότητα αυτής της συνθήκης υπαγορεύεται από το γεγονός ότι οι επιχειρήσεις αποτελούν έναν από τους βασικούς πυλώνες του οικονομικού κυκλώματος (οι άλλοι δύο είναι το κράτος και τα νοικοκυριά). Τα τελευταία πενήντα χρόνια, στην διεθνή βιβλιογραφία της χρηματοοικονομικής και λογιστικής επιστήμης, κυριαρχεί το ζήτημα της πρόβλεψης αποτυχίας των επιχειρήσεων. Η ανάπτυξη υποδειγμάτων πρόβλεψης αποτυχίας αποσκοπεί στην διερεύνηση των αιτιών που οδηγούν μια επιχείρηση σε αποτυχία, ενώ παράλληλα εξετάζεται η δυνατότητα πρόβλεψης και αποφυγής της αποτυχίας. Σκοπός του μαθήματος είναι η παρουσίαση των καταγεγραμμένων έως σήμερα υποδειγμάτων πρόβλεψης αποτυχίας και η συγκριτική παρουσίαση αυτών. Τα υποδείγματα αυτά διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία θα μπορούσε να χαρακτηριστεί από υποδείγματα που προέρχονται από την οικονομετρία. Τέτοιου είδους υποδείγματα είναι η μονομεταβλητή ανάλυση (Beaver, 1966), η πολυμεταβλητή διακριτή ανάλυση (Altman, 1968), η λογιστική παλινδρόμηση Logit (Ohlson, 1980). Η δεύτερη κατηγορία αφορά μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης, όπως τα νευρωνικά δίκτυα (Odom και Sharda, 1990), τα rough sets (McKee, 2000), η ανάλυση προσομοίωσης (Cohen, Doumpos, Neofytou, & Zorounidis, 2012), και τα Support vector machines (SVM) (Fan & Palaniswami, 2000; Gestel et al., 2006). Στη τρίτη κατηγορία ανήκουν μέθοδοι επιχειρησιακής έρευνας όπως η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (DEA) (Charnes, Cooper, και Rhodes, 1978) και τα συστήματα λήψης αποφάσεων (Decision Support Systems – DSS). Τέλος, η τέταρτη κατηγορία περιλαμβάνει στοχαστικές μεθόδους που ανήκουν στην οικογένεια των hazard models (Shumway, 2001), όπως το panel logit υπόδειγμα (Tinoco και Wilson, 2013).

Διδακτικό Υλικό

***Μικροοικονομία**

Διδάσκοντες: Παναγιώτης Γ. Μιχαηλίδης, ΣΕΜΦΕ **Εργαστήρια:** Όχι

Ώρες Διδασκαλίας: 3 ώρες εβδομαδιαία, **Πιστωτικές Μονάδες:** 6 **Εξάμηνο:** 1ο

Προαπαιτούμενα: Λογισμός Μίας & Πολλών Μεταβλητών, Γραμμική Άλγεβρα.

Στόχος του Μαθήματος: Η μελέτη της συμπεριφοράς του καταναλωτή, των επιχειρήσεων, η ύπαρξη γενικής ισορροπίας στην αγορά και η λήψη αποφάσεων με χρήση θεωρίας παιγνίων.

Μέθοδος Εξέτασης: Ενδιάμεση εξέταση (50%), και γραπτή τελική εξέταση (50%).

Περιεχόμενα:

- Παραγωγή
- Χώρος Παραγωγής και Συναρτήσεις
- Μεγιστοποίηση Κέρδους και Ελαχιστοποίηση Κόστους, Δυναμικότητα
- Καμπύλες Παραγωγής και Κόστους, Ελαστικότητες
- Θεωρία Χρησιμότητας
- Μεγιστοποίηση Χρησιμότητας και Ελαχιστοποίηση Δαπάνης, Δυναμικότητα
- Έμμεση συνάρτηση Χρησιμότητας, Συνάρτηση Ζήτησης, Ελαστικότητες
- Γενική Ισορροπία
- Άριστες κατανομές Pareto και Ανταγωνιστικές Ισορροπίες
- Μερική Ισορροπία σε Ανταγωνιστικές Οικονομίες

- Θεωρήματα Ευημερίας
- Θεωρία Παιγνίων
- Ανηγμένη Αναπαράσταση Παιγνίων
- Κυρίαρχες και Κυριαρχούμενες Στρατηγικές
- Ισορροπίες Nash

Βιβλιογραφία: Mass Collel A. Whinston D. M. and J. Green, Microeconomic Theory, Oxford University Press, NY, 1995 ---- Επιστημονικά Άρθρα

*Αρχές Χρηματοοικονομικής Θεωρίας

Διδάσκοντες: Ιωάννης Πολυράκης

Εξάμηνο: 1ο

Μέθοδοι Εξέτασης: Πρόοδοι και εργασίες

Στόχος του μαθήματος είναι η εισαγωγή στις βασικές αρχές που θεμελιώνεται μαθηματικά η χρηματοοικονομική θεωρία και μια πρώτη επαφή με το μαθηματικό χρηματοοικονομικό μοντέλο. Επίσης δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στα χρηματοοικονομικά παράγωγα προϊόντα

Περιεχόμενα: Διαμέριση πληροφορίας και δένδρο πληροφόρησης, αγορές χρηματοοικονομικών τίτλων, επενδυτικές στρατηγικές, χαρτοφυλάκια, απουσία κερδοσκοπίας, πρώτοθελελειώδες θεώρημα. Στοιχεία από τη θεωρία μέτρου και στοχαστικής ανάλυσης, martingales, αποτελεσματικές αγορές, τιμολόγηση. Δικαιώματα προαίρεσης ευρωπαϊκού και αμερικάνικου τύπου, εξωτικά δικαιώματα, τιμολόγηση δικαιωμάτων, αντιστάθμιση, the hedging problem. Πλήρωση χρηματοοικονομικών αγορών με δικαιώματα. Συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (futures), συμφωνίες ανταλλαγής (swaps).

Βιβλιογραφία:

J.C. Hull, Options, Futures and Other Derivatives, Prentice Hall, 2000.

S. LeRoy-J. Werner, Principles of Financial Economies, Cambridge University Press, 2001.

M. Magill M. Quinzii, Theory of Incomplete Markets, MIT Press, 1998.

S. Ross, An introduction to Mathematical Finance, Options and Other Topics, Cambridge University Press, 1999.

*Μαθηματικά Οικονομικά (Θεωρία Ισορροπίας)

Διδάσκοντες: Ιωάννης Πολυράκης

Εξάμηνο: 2ο

Μέθοδοι Εξέτασης: Πρόοδοι και εργασίες

Στόχος του μαθήματος είναι η θεωρία της ισορροπίας στην οικονομία και στη θεωρία παιγνίων

Περιεχόμενα:

Ανταγωνιστικές Οικονομίες: Σχέσεις προτίμησης, συναρτήσεις χρησιμότητας, αναπαράσταση σχέσεων προτίμησης με συναρτήσεις χρησιμότητας. Σύνολο πρόπολογισμού, μεγιστοποίηση συναρτήσεων χρησιμότητας, συνάρτηση ζήτησης.

Η έννοια της κατανομής, κατανομή άριστη και ασθενώς άριστη κατά Pareto, κατανομή ισορροπίας, θεωρήματα ευημερίας. Οικονομίες παραγωγής. Ισορροπία σε ανταγωνιστικές οικονομίες παραγωγής.

Θεωρία Παιγνίων: Εισαγωγή στη θεωρία παιγνίων, παίγνια καθαρής και παίγνια μεικτής στρατηγικής, ανταγωνιστικά παίγνια, το θεώρημα mini-max, το θεώρημα ύπαρξης ισορροπίας κατά Nash, ακολουθιακά παίγνια.

Βιβλιογραφία:

Ι. Πολυράκης, Θέματα Ανάλυσης και Θεωρία Γενικής Ισορροπίας στην Οικονομία, Αθήνα 2016.

C.D. Aliprantis, D.J. Brown O. Bourkinshaw Existence and Optimality of Competitive Equilibria, Springer Verlag 1990.

A.Mas-Colell, M.D. Winshon, J.R.Green, Microeconomic Theory, Oxford University Press Cambridge 1995.

C.D. Aliprantis, S.K. Chakrabarti, Games and Decision Making, Oxford University Press, 2011, Second Edition.

K.C. Border, Fixed points theorems with applications in economics and game theory, Cambridge University Press, 1985.

* **Στοχαστικός Λογισμός και Εφαρμογές στη Χρηματοοικονομική**

Διδάσκων: Β. Παπανικολάου

Ώρες Διδασκαλίας: 4

Πιστωτικές Μονάδες: 8

Προαπαιτούμενα: Μετροθεωρητική Θεωρία Πιθανοτήτων

Μέθοδος Εξέτασης: Γραπτή εξέταση στο τέλος του εξαμήνου

Περιεχόμενα:

- Στοχαστικές ανελίξεις, Διυλίσεις, Χρόνοι διακοπής, συνεχή martingales.
- Κίνηση Brown.
- Στοχαστική ολοκλήρωση Ito
- Στοχαστικές ανελίξεις Ito, formula του Ito.
- Θεώρημα αναπαράστασης martingale, Θεώρημα Girsanov.
- Στοχαστικές Διαφορικές Εξισώσεις. Θεωρήματα ύπαρξης και μοναδικότητας ισχυρών λύσεων. Ασθενείς λύσεις.
- Θεώρημα Feynman-Kac
- Μοντέλο Black-Scholes. Αποτίμηση δικαιωμάτων Ευρωπαϊκού τύπου. Εξίσωση Black-Scholes.
- European options. Black-Scholes formula.

Βιβλιογραφία

1. **Friedman, A.** Stochastic Differential Equations and Applications, Vol.1, Academic Press, 1975.
2. **Karatzas, I.- Shreve, S.E.** Brownian motion and stochastic calculus, Springer-Verlag, 1991.
3. **Oksendal, B.** Stochastic Differential Equations, 5th ed., Springer, 2000.
4. **Σπηλιώτης, Ι.** Στοχαστικές Διαφορικές Εξισώσεις και Εφαρμογές στα Χρηματοοικονομικά, Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα 2004.

***Χρηματοοικονομικά Παράγωγα**

Διδάσκοντες: Αθανάσιος Τριανταφύλλου, Απόστολος Μιντζέλας

Εργαστήρια: Matlab

Ώρες διδασκαλίας: 3 ώρες εβδομαδιαία

Εξάμηνο : 2^ο

Προαπαιτούμενα: Στοχαστικές Ανελίξεις, Αποτίμηση αξιόγραφων και διαχείριση χρηματοοικονομικών επενδύσεων

Στόχος του μαθήματος: Στόχος του μαθήματος είναι η εκμάθηση της δομής και των τεχνικών τιμολόγησης των χρηματοοικονομικών παραγώγων. Βασική επιδίωξη μέσα από αυτό το μάθημα είναι η κατανόηση των τεχνικών και μοντέλων που χρησιμοποιούνται στον χρηματοοικονομικό κλάδο για την αποτίμηση χρηματοοικονομικών παραγώγων. Θα δοθεί έμφαση σε πραγματικά παραδείγματα (case studies) με την χρησιμοποίηση λογισμικών πακέτων (excel, VBA, matlab).

Μέθοδος Εξέτασης: Γραπτή εξέταση στο τέλος του εξαμήνου και προαιρετική εργασία

Περιεχόμενα:

Βασικές Εισαγωγικές Έννοιες και Δομή των Αγορών Παραγώγων. Συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (Futures) και προθεσμιακά συμβόλαια (Forwards). Χαρακτηριστικά συμβολαίων και υποκείμενες αξίες. Ημερήσια αποτίμηση θέσεων. Υπολογισμός περιθωρίου ασφάλισης. Οργάνωση συναλλαγών. Οργάνωση εκκαθάρισης.

Θεωρία Αποτίμησης ΣΜΕ. Το μοντέλο κόστους επιβάρυνσης. Αποτίμηση ΣΜΕ έναντι αποτίμησης Προθεσμιακών Συμβολαίων. Τεκμαρτό Επιτόκιο Επαναγοράς, Τεκμαρτό Επιτόκιο Επαναπώλησης

και Διενέργεια Arbitrage. Αντιστάθμιση Κινδύνου με ΣΜΕ. Λόγος Αντιστάθμισης. Αποτίμηση ΣΜΕ επί Μετοχικών Δεικτών, με κόστη συναλλαγής, διακριτά μερίσματα. Αντιστάθμιση με τη Χρήση Μετοχικών Δεικτών. Ρύθμιση του beta ενός χαρτοφυλακίου. Αντιστάθμιση αναμενόμενης θέσης.

Δικαιώματα προαίρεσης. Χαρακτηριστικά, βασικές θέσεις με δικαιώματα, στρατηγικές και σύνθετες θέσεις, διαγράμματα κέρδους – ζημίας. Όρια Arbitrage σε Δικαιώματα. Put-Call Parity. Ευρωπαϊκά και Αμερικανικά Δικαιώματα με/χωρίς μερίσματα. Διωνυμικό μοντέλο αποτίμησης. Εξαγωγή μοντέλου για μια περίοδο, για δυο περιόδους και για περισσότερες περιόδους. Ευρωπαϊκού τύπου δικαιώματα αγοράς και πώλησης σε μετοχές με σταθερή μερισματική απόδοση, σε μετοχές που αποκόπτουν μέρισμα σε διακριτές στιγμές, Αμερικανικού τύπου δικαιώματα αγοράς και πώλησης σε μετοχές που αποκόπτουν μέρισμα σε διακριτές στιγμές. Μοντέλο Αποτίμησης Black-Scholes. Το μοντέλο Black Scholes σαν στρατηγική αντιστάθμισης. Κερδοσκοπικές στρατηγικές χρησιμοποιώντας δικαιώματα προαίρεσης.

Αντιστάθμιση. Δημιουργία του αντισταθμισμένου χαρτοφυλακίου. Διατήρηση της αντιστάθμισης. Εφαρμογή σε περιπτώσεις αποκοπής διακριτών μερισμάτων. Εφαρμογή σε περιπτώσεις αποκοπής συνεχούς μερισματικής απόδοσης. Συντελεστές Ευαισθησίας για Δικαιώματα. Ελληνικά γράμματα (Greek letters): Δέλτα, Γάμμα, Θήτα, Vega. Rho Εισαγωγή στα Εξωτικά Δικαιώματα. Εφαρμογή στα δικαιώματα με φράγματα (barrier options).

Εισαγωγή στις συμφωνίες ανταλλαγής επιτοκίων (interest rate swaps)

Εισαγωγή στην έννοια του πιστωτικού κινδύνου. Πιστωτικός κίνδυνος και Πιστωτικά παράγωγα προϊόντα (credit default swaps).

Νουμερικές μέθοδοι αποτίμησης των παραγώγων προϊόντων. Χρησιμοποίηση του λογισμικού πακέτου MatLab για την αποτίμηση παραγώγων προϊόντων χρησιμοποιώντας νουμερικές (numerical) μεθόδους.

Βιβλιογραφία:

- Brandimarte, P. (2006). "Numerical Methods in Finance and Economics: A Matlab Based Introduction" (Wiley)
- Dubowski Charles (1998). Financial Derivatives (McGraw Hill)
- Hull (2009, 9th ed.) Options, Futures and Other Derivatives (Prentice Hall)
- Kolb, Robert (1996): Financial derivatives (Blackwell)
- Kolb, Robert W. (1991): Natenberg S. (1994): Understanding Futures Markets (Miami, FL: Kolb Publishing Co.)
- Ross, S. (1999). "An Introduction to Mathematical Finance, Options and Other Topics", (Cambridge University Press)
- Black, F., Scholes, M. (1973). "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", Journal of Political Economy, 81, 637-659
- Black, Fischer. "How we came up with the option formula." Journal of Portfolio Management 15(2), 4-8
- Cox, J., Ross, S. and Rubinstein, M. (1979). "Option Pricing: A Simplified Approach", Journal of Financial Economics, 7, 229-264
- Merton, R. (1973). "Theory of Rational Option Pricing", Bell Journal of Economics and Management Science, 4, 141-183
- Merton, R. C. (1974). "On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest rates." Journal of finance, 29(2), 449-470.
- Merton, R. (1976). "Option Pricing when Underlying Stock Returns are discontinuous", Journal of Financial Economics, 3, 141-183

*** Χρηματοοικονομική Διοίκηση**

Διδάσκοντες: Απόστολος Γ. Χριστόπουλος, Ιωάννης Κατσαμποξάκης

Εργαστήρια: OXI

Ώρες διδασκαλίας: 3 ώρες

Εξάμηνο: 1ο

Προαπαιτούμενα: Κανένα

Στόχος του μαθήματος: Ο βασικός στόχος της χρηματοοικονομικής διοίκησης είναι η μεγιστοποίηση του πλούτου των μετόχων της υπό εξέταση εταιρείας. Η μεγιστοποίηση αυτή επιτυγχάνεται όταν οι αποφάσεις που λαμβάνονται ως προς την επιλογή των επενδύσεων και του τρόπου χρηματοδότησής τους είναι ο άριστος. Στο πλαίσιο του μαθήματος εξετάζονται περιπτώσεις λήψης αποφάσεων υπό συνθήκες βεβαιότητας και αβεβαιότητας σε θεωρητικό και σε πρακτικό επίπεδο με τη μορφή case studies.

Μέθοδος Εξέτασης: Τελική εξέταση 80%, ερευνητική εργασία 20%

Περιεχόμενα:

1. Αξιολόγηση και Αποτίμηση – Απόδοση και Κίνδυνος • Διαχρονική αξία χρήματος, προεξοφλητικό επιτόκιο, χρονική διάρθρωση επιτοκίων, καμπύλες αποδόσεων • Πώς η χρηματοοικονομική διαφοροποιείται από τη μικροοικονομική ως προς τη λήψη των αποφάσεων • Απόδοση και κίνδυνος • Εισαγωγή στα αξιόγραφα και την αποτίμησή τους • Η έννοια της αποτελεσματικής αγοράς • Αξιολόγηση επενδύσεων υπό συνθήκες βεβαιότητας και αβεβαιότητας • Συγκρότηση καθαρών ταμιακών ροών • Διαχείριση τόκων, χρεολυσίων, αποσβέσεων, υπολειμματικής αξίας, πληθωρισμού, κεφαλαίου κίνησης • Κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων (ΚΠΑ, IRR, ΔΑ, ΜΛΑ) • Εξέταση αποφάσεων ειδικού τύπου, όπως η απόκτηση μηχανήματος μέσω αγοράς της μετρητοίς ή δανείου ή μέσω χρηματοδοτικής μίσθωσης κτλ • Διαχείριση κινδύνων και ανοσοποίηση Πιστωτικών Ιδρυμάτων (κίνδυνοι αγοράς, ρευστότητας κτλ), διάρκεια, τροποποιημένη διάρκεια, κυρτότητα. 2. Διαχείριση και Χρηματοδότηση Εταιρίας • Κεφαλαιακή διάρθρωση και άριστη ποσότητα χρέους • Μέσο σταθμικό κόστος κεφαλαίου • Μόχλευση και κίνδυνος 3. Ειδικά Θέματα Άντλησης Κεφαλαίων • Αγορές χρήματος και κεφαλαίου • Εξηγείται ο τρόπος προσδιορισμού των επιτοκίων, η αγορά δανειακών κεφαλαίων και ο πληθωρισμός • Διεθνείς χρηματοπιστωτικές αγορές και προσδιοριστικοί παράγοντες συναλλαγματικών ισοτιμιών • Παρουσίαση των προϋποθέσεων και του κόστους άντλησης κεφαλαίων από το χρηματιστήριο εξηγώντας έννοιες όπως μακροπρόθεσμος δανεισμός και επιστροφή κεφαλαίων 4. Τεχνικές Διαχείρισης του Κινδύνου • Χαρτοφυλάκιο και διαφοροποίηση, Υπόδειγμα Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων και συντελεστής β • Παράγωγα χρηματοοικονομικά προϊόντα (forwards, futures, options, swaps): Αποτίμηση, Αντιστάθμιση και Κερδοσκοπία 5. Ειδικά Θέματα Διαχείρισης Κεφαλαίων • Αξιολόγηση επενδύσεων σε χαρτοφυλάκια τίτλων • Οικονομικοί κύκλοι και επενδυτικές στρατηγικές 6. Τρόποι διαχείρισης χαρτοφυλακίου σε χρηματοπιστωτικά ιδρύματα • Εισαγωγή στη διαχείριση κινδύνων χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων μέσω της παρουσίασης των τρόπων διαχείρισης ενεργητικού και παθητικού για την αντιμετώπιση του κινδύνου ρευστότητας και των κινδύνων αγοράς (επιτοκίων) 6. Αποτίμηση Εταιριών • Αποτίμηση εταιριών μέσα από συγκριτική αξιολόγηση • Υπόδειγμα προεξόφλησης μερισμάτων (DDM) • Υπόδειγμα προεξόφλησης ταμειακών ροών (DCF) • Οικονομική προστιθέμενη αξία (EVA)

Βιβλιογραφία:

1. Brealey, R. and Stewart, M. (2007). Principles of Corporate Finance. Irwin/McGraw-Hill, 7th ed. Ελληνική 2. Brigham, E. (1986). Fundamentals of Financial Management. The Dryden Press. 3. Damodaran, A. (2014). Εφαρμοσμένη Χρηματοοικονομική για Επιχειρήσεις. Ελληνική έκδοση Broken Hill. 4. Damodaran, A. (2001). The Dark Side of Valuation. Financial Times Prentice Hall 5. Foster, G. (1986). Financial statement Analysis. Prentice Hall 6. Giddy, I. (1993). Global Financial Markets D.C. Heath and Company 7. Haugen, R. (2000). Modern Investment Theory. Prentice Hall. 5th ed. 8. Ross, S., Westerfield, R. and Jaffe, J. (2017). Χρηματοοικονομική Επιχειρήσεων, Ελληνική Έκδοση Broken Hill. 9. Saunders, A., and Cornett, M. ((2017). Διοίκηση Χρηματοπιστωτικών Ιδρυμάτων & Διαχείριση Κινδύνων. Ελληνική έκδοση Broken Hill. 10. Strong, R. (1994). Speculative Markets. Harper Collins College Publishers. 11. Βασιλείου, Δ. και Ηρειώτης, Ν. (2008). Χρηματοοικονομική Διοίκηση: Θεωρία και Πρακτική. Εκδόσεις Rosili. 12.

***Παίγνια και Λήψη Αποφάσεων**

Διδάσκων: Παναγιώτης Παπαδόπουλος, Ernst & Young, Data Analytics Performance Improvement

Ώρες Διδασκαλίας: 3 ώρες εβδομαδιαία

Προαπαιτούμενα μαθήματα: Στοιχειώδης ανάλυση και θεωρία πιθανοτήτων

Μέθοδος Εξέτασης: Παράδοση ασκήσεων, ενδιάμεσο διαγώνισμα και γραπτή εξέταση στο τέλος του εξαμήνου

Εξάμηνο: Χειμερινό

Σκοπός του μαθήματος: Σκοπός του μαθήματος είναι να εισάγει το φοιτητή στις βασικές έννοιες της σύγχρονης θεωρίας παιγνίων και στη λήψη αποφάσεων κάτω από συνθήκες αβεβαιότητας

Επισκόπηση Μαθήματος:

Η θεωρία παιγνίων αποτελεί ένα βασικό εργαλείο στο στρατηγικό σχεδιασμό επιχειρήσεων και οργανισμών. Κύριο αντικείμενο της θεωρίας παιγνίων είναι η μελέτη του τρόπου λήψεων αποφάσεων σε καταστάσεις αλληλεξάρτησης, ενώ έχει ένα εύρος εφαρμογών στο χώρο των χρηματοοικονομικών και της οργάνωσης του βιομηχανικού κλάδου.

Σε αυτό το πλαίσιο, ο σκοπός του μαθήματος είναι η εξοικείωση των φοιτητών με τις έννοιες, τα εργαλεία και το πλαίσιο λογικής της θεωρίας παιγνίων, καθώς επίσης και η ανάδειξη της χρησιμότητας της στην ανάλυση πολύπλοκων καταστάσεων ιδιαίτερα στον κόσμο των επιχειρήσεων.

Το μάθημα θα είναι ένας συνδυασμός θεωρίας και πράξης και στο τέλος οι φοιτητές θα πρέπει να έχουν αναπτύξει την ικανότητα για αναλυτική και συστηματική χρήση των στρατηγικών εννοιών και μεθοδολογιών. Πιο πρακτικά, η εξοικείωση με τη θεωρία παιγνίων θα βοηθήσει τους φοιτητές να προσεγγίσουν και να αναλύσουν στρατηγικές επαφές σε διάφορες επιχειρηματικές περιπτώσεις, να δώσει το πλαίσιο συντονισμού, συνεργασίας, διαφοροποίησης και διαπραγμάτευσης, να ενσωματώσει στοιχεία ψυχολογίας και συμπεριφοράς, να εφαρμόζει τις βασικές τεχνικές επίλυσης σε ένα παίγνιο και να ερμηνεύει με επιχειρησιακούς όρους τη λύση που προκύπτει, καθώς και να βοηθήσει τις εταιρίες και οργανισμούς να αυξήσουν την αξία των αναλύσεων τους.

Περιεχόμενο Διδασκαλίας:

- Επισκόπηση μαθήματος: τύποι παιχνιδιών, ορθολογικότητα, απεικόνιση παιχνιδιών
- Λήψη αποφάσεων υπό καθεστώς αβεβαιότητας: προτιμήσεις, αναμενόμενη ωφέλεια, αποστροφή ρίσκου
- Γενικά για την ισορροπία: τέλεια και γνήσια ισορροπία
- Παίγνια σε κανονική μορφή: η λύση Minimax, εισαγωγή στην ισορροπία Nash, Hawk Doves παίγνια, μεικτές στρατηγικές, κυρίαρχες στρατηγικές
- Ανταγωνιστικά και συνεργατικά παίγνια: Cournot & Bertrand.
- Ρίσκο κ Μπαζεζιανά παίγνια: καθολικά παίγνια, αποκλίσεις από το Μπαζεζιανό περιβάλλον
- Δυναμικά παίγνια: μακροχρόνια αλληλεπίδραση, επαγωγή προς τα εμπρός, υποπαιγνιακές ισορροπίες, διαδοχική ορθολογικότητα
- Επαναλαμβανόμενα παιχνίδια: μηχανές Moore, πεπερασμένα και άπειρα επαναλαμβανόμενα, θεωρία Φολκ
- Στρατηγική επικοινωνίας: αρχές δημοπρασίας (beauty auction), διαπραγματεύσεις, λύση Nash, παίγνια στην αγορά

Βιβλιογραφία:

- [1] C. D. Aliprantis and S. Chakrabarti, *Games and Decision Making*, Oxford University Press, 2000.
- [2] D. Fudenberg and J. Tirole, *Game Theory*, The MIT Press, 1991
- [3] R. B. Myerson, *Game Theory: Analysis of Conflict*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1991.

- [4] **M. J. Osborne and A. Rubinstein**, *A Course in Game Theory*, The MIT Press, 1994
[5] *Handbook of Game Theory*, North-Holland Publishing Company. (Several Volumes.)
[6] **Δ. Βολιώτης**, *Διαλέξεις στη Θεωρία Παιγνίων, Πληροφορία και λήψη αποφάσεων*, Εκδόσεις Πεδίο, 2015.
[7] "Theory of Games and Economic Behavior" by von Neumann and Morgenstern
[8] "An introduction to Game Theory" by- Martin J Osborne
[9] *Competitive Strategy: Options and Games*- Avinash K Dixit
[10] *The Art Of Strategy* - Avinash K Dixit
[11] Reading: Osborne, Chapter 9, Oxford, EK, Chapter 16.

* **Χρηματοοικονομική Οικονομετρία**

Διδάσκοντες: **Ι. Λεβεντίδης, Ηρ. Κόλλιας**

Εργαστήρια: -

Ώρες διδασκαλίας: Τρεις (3)

Εξάμηνο : 2^ο

Προαπαιτούμενα: -

Στόχος του μαθήματος: Η διδασκαλία Οικονομετρικών Μεθόδων οι οποίες χρησιμοποιούνται στη Χρηματοοικονομική.

Μέθοδος Εξέτασης: Γραπτές εξετάσεις στο τέλος του εξαμήνου.

Περιεχόμενα: Στατιστικές έννοιες χρονολογικών σειρών. Το αυτοπαλινδρομικό υπόδειγμα πρώτης τάξης: AR(1). Το αυτοπαλινδρομικό υπόδειγμα p -τάξης: AR(p). Το υπόδειγμα κινητού μέσου q -τάξης: MA(q). Μεικτά υποδείγματα: Το γενικό υπόδειγμα ARMA(p, q). Μη στάσιμες χρονολογικές σειρές: Το μεικτό ολοκληρωμένο υπόδειγμα (p, d, q) τάξης: ARIMA(p, d, q). Μέγιστη πιθανοφάνεια, πληροφορία Fisher, κάτω φράγμα Cramér-Rao. Διανυσματική αυτοπαλινδρόμηση (υπόδειγμα VAR(p)). Το υπόδειγμα ARCH(p). Το υπόδειγμα GARCH(p, q). Bootstrap.

Βιβλιογραφία: 1. Verbeek, M. (2008). *A guide to modern econometrics*. John Wiley & Sons. 2. Hamilton, J. D. (1994). *Time series analysis* (Vol. 2). Princeton: Princeton university press. 3. Dinardo, J., Johnston, J. (1997). *Econometric methods*. Fourth Edition, McGraw-Hill Companies, Inc.

* **Ανάλυση Επιβίωσης και Αξιοπιστίας**

Διδάσκοντες: **Χ. Καρώνη**, ΣΕΜΦΕ

Ώρες διδασκαλίας: 3 ώρες / εβδομάδα

Εργαστήρια: 1/2 ώρα /εβδομάδα

Εξάμηνο: 2ο

Προαπαιτούμενα: Θεωρία πιθανοτήτων, στατιστική συμπερασματολογία, μοντέλα παλινδρόμησης, γνώσεις υπολογιστή.

Στόχος του μαθήματος: Εκτενής παρουσίαση της στατιστικής μεθοδολογίας ανάλυσης δεδομένων διάρκειας ζωής, δηλαδή, του χρόνου μέχρις ότου προκύψει το γεγονός ενδιαφέροντος, και των παραγόντων που τον επηρεάζει. Εφαρμογές, στο βιο-ιατρικό, τραπεζικό και ασφαλιστικό χώρο κ.ά.

Μέθοδος Εξέτασης: Παράδοση ασκήσεων και εργασιών, γραπτή εξέταση στο τέλος του εξαμήνου.

Περιεχόμενα: Δεδομένα διάρκειας ζωής. Αποκομμένες παρατηρήσεις. Συναρτήσεις επιβίωσης και αξιοπιστίας. Συνάρτηση διακινδύνευσης. Βασικά μοντέλα (Εκθετική, Γάμμα, Weibull, Λογαριθμο-λογιστική, Γενικευμένη Γάμμα, Γενικευμένη F και άλλες κατανομές). Μη-παραμετρική εκτίμηση. Εκτιμήτρια Kaplan-Meier. Εκτιμήτρια Nelson-Aalen. Συγκρίσεις κατανομών επιβίωσης. Έλεγχος log-rank. Προσαρμογή μοντέλων. Έλεγχοι καλής προσαρμογής. Μοντέλα παλινδρόμησης. Μοντέλα αναλογικής διακινδύνευσης (proportional hazards). Το ημι-παραμετρικό μοντέλο του Cox και επεκτάσεις αυτού. Μοντέλα επιταχυνόμενης διακοπής (accelerated failure time).

Παλινδρόμηση πρώτης μετάβασης. Προσαρμογή και ανάπτυξη μοντέλου. Διαγνωστικές μέθοδοι, υπόλοιπα Cox-Snell, Schoenfeld κ.ά. Μοντέλα ευπάθειας (frailty). Επαναλαμβανόμενα γεγονότα. Ανταγωνιστικοί κίνδυνοι.

Εφαρμογές με χρήση στατιστικών προγραμμάτων.

Βιβλιογραφία:

- 1) C. Caroni (2017). *First Hitting Time Regression Models*. Wiley-ISTE
- 2) D. Collett (2015). *Modelling Survival Data in Medical Research*. 3rd ed. CRC Press.
- 3) D.W. Hosmer, S. Lemeshow, S. May (2008). *Applied Survival Analysis: Regression Modeling of Time-to-Event Data*. 2nd ed. Wiley.
- 4) J.P. Klein and M.L. Moeschberger (2003). *Survival Analysis*. 2nd ed. Springer.
- 5) J.F. Lawless (2003). *Statistical Models and Methods for Lifetime Data*. 2nd ed. Wiley.
- 6) E.T. Lee, J. W. Wang (2013). *Statistical Methods for Survival Data Analysis*. 4th ed. Wiley.
- 7) Χ. Καρώνη (2009). *Μοντέλα Αξιοπιστίας και Επιβίωσης*. Εκδόσεις Συμεών.

***Στοχαστικές Αριθμητικές Μέθοδοι και Εφαρμογές στα Χρηματοοικονομικά**

Διδάσκοντες: Α. Παπαπαντολέων

Εργαστήρια: Όχι

Ώρες διδασκαλίας: 4

Εξάμηνο: 3^ο

Προαπαιτούμενα: Απαιτούμενες γνώσεις προσφέρονται στα μαθήματα “Θεωρία Πιθανοτήτων” ή “Θεωρία Μέτρου” και “Στοχαστικές Διαφορικές Εξισώσεις και Εφαρμογές στα Χρηματοοικονομικά”.

Στόχος του μαθήματος:

Μέθοδος Εξέτασης: 2 ή 3 ασκήσεις προγραμματισμού, τελική εξέταση (γραφτή ή προφορική)

Περιεχόμενα: Εισαγωγή - Στόχοι του μαθήματος και εφαρμογές - Επανάληψη βασικών θεμάτων από τα χρηματοοικονομικά μαθηματικά - Ψευδοτυχαίοι αριθμοί - Μέθοδος Monte Carlo - Ανάλυση σφάλματος και διαστήματα εμπιστοσύνης - Μέθοδοι μείωσης της διασποράς - Μέθοδος Quasi Monte Carlo - Προσομοίωση τροχιών στοχαστικών διαδικασιών - Στοχαστικές Διαφορικές Εξισώσεις (ΣΔΕ) - Μέθοδος Euler-Maruyama για ΣΔΕ - Ασθενής και ισχυρή σύγκλιση του σχήματος Euler-Maruyama - Ανάλυση σφάλματος και ρυθμός σύγκλισης - Μέθοδος Multilevel Monte Carlo - Εισαγωγή στην ανάλυση Fourier - Μέθοδος Fourier για την αποτίμηση παραγώγων - Μερικές διαφορικές εξισώσεις (ΜΔΕ) για την αποτίμηση παραγώγων - Θεώρημα Feynman-Kac - Λύση ΜΔΕ μέσω πεπερασμένων διαφορών-Ειδικά θέματα.

Βιβλιογραφία:

- iii. C. Bayer, A. Paparantoleon, R. Tempone: Computational Finance, Lecture Notes, 2018.
- iv. P. Glasserman: Monte Carlo Methods in Financial Engineering, Springer, 2003.
- v. A. Hirsu: Computational Methods in Finance, Chapman & Hall/CRC, 2012.
- vi. P. Kloeden, E. Platen: Numerical Solution of Stochastic Differential Equations, Springer, 1992.
- vii. R. Seydel: Tools for Computational Finance, Springer, 2009.

* **Μακροοικονομική Θεωρία**

Διδάσκων: Π. Μιχαηλίδης

Ώρες Διδασκαλίας: 3 ώρες εβδομαδιαίως

Προαπαιτούμενα: Εισαγωγή στην Οικονομική Θεωρία

Μέθοδος Εξέτασης: Ενδιάμεση εξέταση και Γραπτή Εξέταση στο Τέλος του Εξαμήνου
Στόχος: Να γνωρίσουν οι φοιτητές μια πλειάδα σύγχρονων μακροοικονομικών υποδειγμάτων.

Περιεχόμενα:

Η αγορά αγαθών, η αγορά χρήματος και γενική ισορροπία με σταθερές τιμές. Συνολική προσφορά και συνολική ζήτηση. Η αγορά εργασίας και το φυσικό ποσοστό ανεργίας. Προσδιορισμός του εισοδήματος και των τιμών βραχυχρόνια και μεσοπρόθεσμα. Ανεργία, πληθωρισμός και καμπύλη Phillips. Οικονομικές διακυμάνσεις, οικονομική πολιτική και ορθολογικές προσδοκίες. Αξιοπιστία οικονομικής πολιτικής και προσδοκίες. Συσσώρευση κεφαλαίου και μεγέθυνση. Τεχνολογική πρόοδος και νεοκλασικό υπόδειγμα μεγέθυνσης. Άριστη οικονομική μεγέθυνση. Μεγιστοποίηση κοινωνικής ευημερίας. Στοχαστικά υποδείγματα μεγέθυνσης. Υποδείγματα επικαλυπτόμενων γενεών. Το υπόδειγμα τιμολόγησης κεφαλαίου. Τα μικροθεμέλια της αγοράς εργασίας. Υποδείγματα γενικής ισορροπίας με ορθολογικές προσδοκίες.

Βιβλιογραφία

O. Blanchard, *Macroeconomics*, 2nd ed. Prentice-Hall, 2000.

O. Blanchard and S. Fischer, *Lectures on Macroeconomics*, MIT, 1989.

C. Azariadis, *Intertemporal Macroeconomics*, Blackwell, 1993.

R. A. Becker and J. H. Boyd III, *Capital Theory, Equilibrium Analysis and Recursive Utility*, Blackwell, 1997

L. Ljungqvist and T. Sargent, *Recursive Macroeconomic Theory*, The MIT Press, 2000

D. Romer, *Advanced Macroeconomics*, McGraw-Hill, 1996

T. Sargent, *Dynamic Macroeconomic Theory*, 2nd edition, Harvard Univ. Press, 1989

N. Stockey and R. Lucas, *Recursive Methods in Economic Dynamics*, Harvard Univ. Pres, 1989.

***Ειδικά Θέματα Μαθηματικής Προτυποποίησης στη Χρηματοοικονομική Μηχανική**

2.9 Γλώσσα διδασκαλίας του Προγράμματος

Γλώσσα διδασκαλίας είναι προφανώς η **Ελληνική** και για το λόγο αυτό προωθείται η ταχύρρυθμη διδασκαλία της ελληνικής γλώσσας στους αλλοδαπούς Μ.Φ.. Σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να προβλεφθεί για αλλοδαπούς Μ.Φ. και ξενόγλωσση διδασκαλία. Στόχος όμως του Προγράμματος είναι να μπορέσει να λειτουργήσει μόλις αυτό απαιτηθεί με βάση την **Αγγλική γλώσσα**. Έτσι τα κυριότερα στοιχεία του Προγράμματος θα δομηθούν συγχρόνως και στην αγγλική γλώσσα (Ιστοσελίδα, εκπαιδευτικό υλικό, δημοσιότητα, κλπ). Αρχικός στόχος να δημιουργηθούν σημειώσεις σε υψηλό ποσοστό στην Αγγλική γλώσσα επί του συνόλου των μαθημάτων. Επίσης θα γίνει προσπάθεια, ακόμα και στην πρώτη φάση - που πιθανόν οι σπουδαστές να είναι μόνο Έλληνες - ορισμένα μαθήματα να προσφερθούν στην αγγλική γλώσσα, για καλύτερη εξοικείωση αυτών με την αγγλική ορολογία (και τη γλώσσα γενικότερα). Πάντως αν υπάρξουν αλλοδαποί σπουδαστές, είναι δυνατόν άμεσα να γίνονται όλες οι παραδόσεις στην Αγγλική γλώσσα. Για τους σπουδαστές εκείνους - ιδίως της κατεύθυνσης των Χρηματοοικονομικών Τεχνολογιών- για τους οποίους πιθανόν να παρουσιασθεί πρόβλημα ορολογίας θα υπάρξει συνεργασία με το Κέντρο Ξένων Γλωσσών του ΕΜΠ για αντίστοιχα ταχύρρυθμα μαθήματα.

2.10 Αριθμός εισακτέων μεταπτυχιακών φοιτητών

Σύμφωνα με το εδάφιο 1.16 του παρόντος Κανονισμού, ο συνολικός αριθμός των εισακτέων μεταπτυχιακών φοιτητών κάθε έτος στο ΔΠΜΣ ορίζεται κατ' ανώτατο όριο σε **πενήντα (50)**.

2.11 Διδακτικό προσωπικό και υλικοτεχνική υποδομή

Το διδακτικό προσωπικό στο ΔΠΜΣ ΜιΝα καθορίζεται με βάση όσα ορίζονται στο εδάφιο 1.12 του παρόντος Κανονισμού.

Η απαραίτητη υλικοτεχνική υποδομή (αίθουσες διδασκαλίας, εργαστήρια, βιβλιοθήκες, υπολογιστές) θα διατίθενται από τις συνεργαζόμενες Σχολές και Ινστιτούτα. Η ΕΔΕ εισηγείται στα αρμόδια όργανα του ΕΜΠ τα απαραίτητα μέτρα για την ενίσχυση της υποδομής αυτής και την εξεύρεση των αναγκαίων πόρων για την απόκτηση ή ανανέωση της ίδιας υλικοτεχνικής υποδομής του ΔΠΜΣ.

2.12 Αναλυτικός Προϋπολογισμός - Κόστος λειτουργίας - Πηγές

Το ετήσιο συνολικό κόστος λειτουργίας του Π.Μ.Σ. που αφορά στις λειτουργικές δαπάνες ανέρχεται στο ποσό των 60.000 Ευρώ και αναλύεται σε κατηγορίες δαπανών ως εξής:

Κατηγορία δαπάνης	Κόστος σε €
Ανθρώπινο δυναμικό – Εξωτερικοί Συνεργάτες- Υποτροφίες- Γραμματειακή Υποστήριξη.	€45.000
Προμήθεια εκπαιδευτικού υλικού	€ 6.000,00
Αναλώσιμα	€ 4.000,00
Δαπάνες Δημοσιότητας	€ 3.000,00
Άλλες Δαπάνες	€ 2.000,00
Σύνολο	€ 60.000

Μέρος του ανωτέρω κόστους θα καλυφθεί από τον προϋπολογισμό του ΕΜΠ και το υπόλοιπο ποσό μπορεί να καλυφθεί από επιχορηγήσεις φορέων του δημοσίου ή του ιδιωτικού τομέα, δωρεές, ερευνητικά προγράμματα, κ.λ.π.

2.13 Διάρκεια λειτουργίας του προγράμματος

Οι συνεργαζόμενοι φορείς εκτιμούν, με βάση τα σημερινά δεδομένα, ότι τόσο η ανάγκη μεταπτυχιακής εκπαίδευσης στην προτεινόμενη κατεύθυνση, όσο και η δυνατότητα υποστήριξης της λειτουργίας του προγράμματος, επιβάλλει την λειτουργία του, τουλάχιστον για τα επόμενα 8 χρόνια (2018 – 2026)

2.14 Μεταβατικές και τελικές διατάξεις

1. Οι μεταπτυχιακοί φοιτητές που έχουν εισαχθεί στο πρόγραμμα μέχρι και το ακαδημαϊκό έτος 2017-2018 θα περατώσουν τις σπουδές τους σύμφωνα με τις διατάξεις της προηγούμενης Υπουργικής Απόφασης υπ' αριθμ 209833/Ζ1 (ΦΕΚ τ.Β' 3649/31-12-2014).

Όσα θέματα δεν προβλέπονται στην παρούσα απόφαση θα ρυθμίζονται από τα αρμόδια όργανα σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΜΕ ΠΡΟΤΑΣΗ

ΤΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΤΟΥ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

" *Μαθηματική Προτυποποίηση σε Σύγχρονες Τεχνολογίες και την Χρηματοοικονομική* "

ΜΕ ΕΠΙΣΠΕΥΔΟΥΣΑ ΤΗ ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΚΑΙ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΥΣΕΣ ΤΙΣ ΣΧΟΛΕΣ

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΛΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΥ Ε.Μ.Π.

ΑΠΟΝΕΜΕΙ

στον/ην

ο οποίος τον (μήνα, έτος) εκπλήρωσε τις υποχρεώσεις του

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

(MASTER OF SCIENCE)

ΣΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: " *ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
ΚΑΙ ΤΗΝ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ* " και στην Κατεύθυνση

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΑΙΧΜΗΣ Η' ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ Η'

ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕ ΒΑΘΜΟ "....."

Αθήνα,

Ο Διευθυντής του Προγράμματος

Ο Γραμματέας της Επισπεύδουσας Σχολής

Ο Πρύτανης

HELLENIC REPUBLIC

the NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS

BY RECOMMENDATION
OF THE SPECIAL INTERDEPARTMENTAL COMMITTEE
OF THE INTERDISCIPLINARY POSTGRADUATE SPECIALIZATION PROGRAMME
“MATHEMATICAL MODELING IN MODERN TECHNOLOGIES AND FINANCIAL ENGINEERING”
UNDER THE COORDINATION OF THE SCHOOL OF APPLIED MATHEMATICAL AND PHYSICAL
SCIENCES
AND THE PARTICIPATION OF THE SCHOOLS OF
ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING
CHEMICAL ENGINEERING
NAVAL ARCHITECTURE AND MARINE ENGINEERING
RURAL AND SURVEYING ENGINEERING
OF THE NTUA

AWARDS

.....
who in (month, year) , fulfilled all the academic requirements

POSTGRADUATE SPECIALIZATION DIPLOMA
MASTER OF SCIENCE
in the scientific field of

“MATHEMATICAL MODELING IN MODERN TECHNOLOGIES AND FINANCIAL ENGINEERING”
IN THE SPECIALTY OF
MODERN TECHNOLOGIES OR DATA SCIENCE OR FINANCIAL ENGINEERING
with the grade (e.g. “*Very Good*”)

Athens, Greece, (date)

The Director of the Postgraduate Programme The Secretary of the School of The Rector

Η απόφαση αυτή να επικυρωθεί στη Σύγκλητο του Ιδρύματος.

Ο ΠΡΥΤΑΝΗΣ

ΙΩΑΝΝΗΣ Κ. ΓΚΟΛΙΑΣ

Κοινοποίηση:

- Γραφείο Πρύτανη
- Γραφείο Αναπλ. Πρύτανη Ακαδ. Υποθ. & Διοικ. Μέριμνας
- Γραμματεία Συγκλήτου
- Δ/νση Σπουδών, Τμήμα Μετ. Σπουδών & Ερευνας

Ακριβές Αντίγραφο
Ο Αναπλ. Προϊστ. της Διεκπ/σης

	Προϊστ. Τμήματος	Προϊστ Δ/νσης	Προϊστ. Γεν. Δ/νσης	Ο Αναπλ. Πρύτανης
Μονογραφή				
Ημερομηνία				