

# Δομή Περιγραμμάτων Μαθημάτων ΔΜΠΣ Μαθηματικής Προτυποποίησης

## ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

### (1) ΓΕΝΙΚΑ

<b>ΣΧΟΛΗ</b>	ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ		
<b>ΤΜΗΜΑ</b>	ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ		
<b>ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	Μεταπτυχιακό		
<b>ΔΠΜΣ</b>	ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΤΗ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ		
<b>ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	9582	<b>ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	<b>2</b>
<b>ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	Δίκτυα: Βασικές αρχές και Εφαρμογές		
<b>ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ</b> <i>σε περίπτωση που οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται σε διακριτά μέρη του μαθήματος π.χ. Διαλέξεις, Εργαστηριακές Ασκήσεις κ.λπ. Αν οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται ενιαία για το σύνολο του μαθήματος αναγράψτε τις εβδομαδιαίες ώρες διδασκαλίας και το σύνολο των πιστωτικών μονάδων</i>	<b>ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b>	<b>ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ</b>	
Διαλέξεις – Ασκήσεις	3	6 ECTS	
Εργαστήριο	X		
Εργασίες	X		
<i>Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο (4).</i>			
<b>ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b> <i>γενικού υποβάθρου, ειδικού υποβάθρου, ειδίκευσης γενικών γνώσεων, ανάπτυξης δεξιοτήτων</i>	ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ (μαθήματα που δεν ανήκουν σε κάποια κατεύθυνση)		
<b>ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:</b>	Γραμμική Άλγεβρα Θεωρία Πιθανοτήτων Γνώσεις Στοχαστικών Διεργασιών		
<b>ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:</b>	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ή/και ΑΓΓΛΙΚΗ		
<b>ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS</b>	ΝΑΙ [π.χ. στην Αγγλική, ως υλικό μελέτης (reading course)]		
<b>ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)</b>	[Καταχωρίστε ανάλογα]		

## (2) ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### Μαθησιακά Αποτελέσματα

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

Συμβουλευτείτε το Παράρτημα Α

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

### Γνώσεις:

Σκοπός του μαθήματος είναι να εισάγει τους φοιτητές στο ταχύτατα αναπτυσσόμενο πεδίο των πολύπλοκων δικτύων και των εφαρμογών τους. Στο διεπιστημονικό αυτό πεδίο συναντώνται συστήματα που αποτελούνται από πολλά αλληλεπιδρώντα στοιχεία (πολλούς βαθμούς ελευθερίας) με μεταβολές στο χώρο και στο χρόνο και βρίσκει εφαρμογές τόσο στις κλασσικές επιστήμες, φυσική, χημεία, βιολογία όσο και στις μοντέρνες προσεγγίσεις των κοινωνικών, οικονομικών και βιοιατρικών δικτύων. Οι φοιτητές/τριες 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) τόσο μέσω εργαστηριακών ασκήσεων σε γλώσσα προγραμματισμού R όσο και μέσω της Εργασίας του Μαθήματος.

### Δεξιότητες:

Με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος και σύμφωνα και με τις επιταγές των μεταπτυχιακών κύκλων σπουδών (επίπεδο 7) ο φοιτητής/τρια θα είναι σε θέση να:

- α) Να κατανοήσει τις βασικές αρχές που διέπουν συστήματα που αποτελούνται από πολλά αλληλεπιδρώντα στοιχεία. Οι βασικές αυτές αρχές είναι κοινές, είτε πρόκειται για δίκτυα των κλασσικών (φυσική, χημεία, βιολογία κλπ) είτε των μοντέρνων (οικονομικά, κοινωνιολογία, πληροφορική, κλπ) επιστημών.
- β) Θα αποκτήσει εξειδικευμένη γνώση στον τομέα των δικτύων, που βρίσκουν εφαρμογές τόσο στον φυσικό κόσμο όσο και στην τεχνολογία
- γ) Θα αποκτήσει εξοικείωση με την γλώσσα προγραμματισμού R
- δ) Θα μάθει να καταστρώνει αλγοριθμικές προσεγγίσεις μέσω της γλώσσας R σε προβλήματα με πολλούς βαθμούς ελευθερίας, να αναλύει τις ιδιότητές τους και να προβλέπει την εξέλιξή τους.
- ε) Θα γίνει προσπάθεια, μέσω της Εργασίας του Μαθήματος, οι φοιτητές/τριες να έλθουν σε επαφή με τις νέες ερευνητικές εξελίξεις στο τομέα των δικτύων.

### Γενικές Ικανότητες

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

Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών

Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις

Λήψη αποφάσεων

Αυτόνομη εργασία

Ομαδική εργασία

Εργασία σε διεθνές περιβάλλον

Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον

Παράγωγή νέων ερευνητικών ιδεών

Σχεδιασμός και διαχείριση έργων

Σεβασμός στη διαφορετικότητα και στην πολυπολιτισμικότητα

Σεβασμός στο φυσικό περιβάλλον

Επίδειξη κοινωνικής, επαγγελματικής και ηθικής υπευθυνότητας

και ευαισθησίας σε θέματα φύλου

Ασκήση κριτικής και αυτοκριτικής

Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης

.....

Άλλες...

.....

### Ικανότητες:

Με την επιτυχή παρακολούθηση του μαθήματος καλλιεργείται η ικανότητα για:

- Αυτόνομη εργασία, καθώς στο μάθημα αυτό ο κάθε φοιτητής/τρια αναλαμβάνει ένα διαφορετικό θέμα στο πεδίο των πολύπλοκων δικτύων
- Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών με τη χρήση της γλώσσας προγραμματισμού R
- Λήψη αποφάσεων σχετικά με την επιλογή των δεδομένων που ταιριάζουν στα ενδιαφέροντα των φοιτητών/τριών
- Παραγωγή νέων ερευνητικών ιδεών
- Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της Εργασίας του Μαθήματος και συγκριτική ανάλυση με βάση είδη υπάρχουσες σχετικές εργασίες από τη διεθνή βιβλιογραφία.
- Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης
- Εκπαίδευση και συνεργασίες σε διεθνές περιβάλλον καθώς το συγκεκριμένο ΔΠΜΣ δίνει την δυνατότητα για συμμετοχή και σε φοιτητές/τριες της αλλοδαπής
- Συνέργειες σε διεπιστημονικό περιβάλλον καθώς το επιστημονικό πεδίο των πολύπλοκων δικτύων βρίσκει εφαρμογές τόσο σε παραδοσιακούς (φυσική, χημεία, βιολογία κλπ) όσο και σε μοντέρνους (οικονομικά, κοινωνιολογία, πληροφορική, κλπ) κλάδους της επιστήμης
- Και όπως σε κάθε βαθμίδα της εκπαίδευσης, θα καλλιεργηθούν ιδέες όπως ο σεβασμός στο φυσικό περιβάλλον, ο σεβασμός στη διαφορετικότητα και στην πολυπολιτισμικότητα και η επίδειξη κοινωνικής, επαγγελματικής και ηθικής υπευθυνότητας και ευαισθησίας σε θέματα φύλου

### (3) ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Το μάθημα εστιάζει στη Θεωρία των Πολύπλοκων Δικτύων και στην Ανάλυση πραγματικών δεδομένων από δίκτυα του φυσικού κόσμου με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού R. Συγκεκριμένα, μετά από μία εισαγωγή στις μαθηματικές έννοιες που ποσοτικοποιούν τα δεδομένα από πραγματικά ή τεχνητά δίκτυα, θα αναλυθούν τα τρία βασικά πρότυπα που προσομοιώνουν τα φυσικά δίκτυα: α) Το μοντέλο Erdos-Renyi που αναφέρεται στα δίκτυα τυχαίας συνδεσιμότητας, β) Το μοντέλο Watts and Strogatz που αναφέρεται σε δίκτυα τύπου “μικρού κόσμου” και γ) Το μοντέλο Barabasi-Albert που αναφέρεται σε δίκτυα ελευθέρως κλίμακας (scale-free networks). Το κάθε ένα από τα τρία πρότυπα θα ακολουθείται από παραδείγματα και υλοποίηση του σε γλώσσα προγραμματισμού R. Τέλος, ανάλογα με τα ενδιαφέροντα των φοιτητών θα παρουσιάζονται και άλλα σχετικά κεφάλαια, όπως μορφοκλασματικά δίκτυα (fractal networks), graph neural networks, δίκτυα ενέργειας, κλπ. Η δομή του μαθήματος και οι διδακτικές ώρες είναι ως εξής:

1. Εισαγωγή στη Θεωρία Δικτύων (3 ώρες)
  - Παραδείγματα δικτύων από το φυσικό κόσμο
  - Παραδείγματα δικτύων από την τεχνολογία
  - Βασικοί όροι στη Θεωρία Δικτύων
2. Σημερινές προκλήσεις στα Φυσικά, Κοινωνικά και Οικονομικά Δίκτυα (3 ώρες)
  - Το παράδειγμα του Enron Corpus
  - Εισαγωγή στην γλώσσα R.
3. Θεωρία Γράφων (3 ώρες)
4. Εφαρμογές στην R της Θεωρίας Γράφων (3 ώρες)
5. Τυχαία δίκτυα κατά Erdos-Renyi (3 ώρες)
6. Εφαρμογές του μοντέλου Erdos-Renyi στην R (3 ώρες)
7. Το μοντέλο Watts and Strogatz ( 3 ώρες)
8. Εφαρμογές του μοντέλου Watts and Strogatz στην R (3 ώρες)

9. Δίκτυα ελευθέρως κλίμακας (scale-free) και το μοντέλο Barabasi-Albert (3 ώρες)
10. Εφαρμογές του μοντέλου Barabasi-Albert στην R (3 ώρες)
11. Ένα παράδειγμα από τον φυσικό κόσμο: Το δίκτυο νευρώνων στο εγκέφαλο (3 ώρες)
12. Μορφοκλασματικά (fractal) και ιεραρχικά δίκτυα. Ντετερμινιστικά και Στοχαστικά μορφοκλασματικά δίκτυα (3 ώρες)
13. Εξελισσόμενα (evolving) και πολυεπίπεδα (multilayer) δίκτυα (3 ώρες)

#### Άλλα Θέματα

(ανάλογα και με τα ενδιαφέροντα των φοιτητών)

- Graph Neural Networks: Μια κατηγορία Νευρωνικών Δικτύων η οποία επενεργεί απευθείας επί της δομής ενός δικτύου. Εφαρμογή: Ταξινόμηση κόμβων.
- Graph embeddings: Ο μετασχηματισμός ιδιοτήτων του δικτύου σε ένα ή περισσότερα διανύσματα αριθμητικών τιμών. Embeddings κόμβων και δικτύου.
- Στοχαστικά δίκτυα διαγωγιμότητας (percolation networks).
- Κοινότητες & υποδίκτυα
- Δίκτυα Ενέργειας

#### (4) ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

<p><b>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ</b> Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</p>	<p>Πρόσωπο με πρόσωπο και εξ' αποστάσεως (διαδικτυακή) διδασκαλία</p>																							
<p><b>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ</b> Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</p>	<p>[π.χ.] Χρήση Τ.Π.Ε. στην Επικοινωνία με τους Φοιτητές [πρόγραμμα μαθημάτων, Σημειώσεις, Εργασίες (ανάθεση εργασιών από διδάσκοντα και υποβολή εργασιών από τους σπουδαστές, μέσω του mycourses)</p>																							
<p><b>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b> Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι διδασκαλίας. Διαλέξεις, Σεμινάρια, Εργαστηριακή Άσκηση, Άσκηση Πεδίου, Μελέτη &amp; ανάλυση βιβλιογραφίας, Φροντιστήριο, Πρακτική (Τοποθέτηση), Κλινική Άσκηση, Καλλιτεχνικό Εργαστήριο, Διαδραστική διδασκαλία, Εκπαιδευτικές επισκέψεις, Εκπόνηση μελέτης (project), Συγγραφή εργασίας / εργασιών, Καλλιτεχνική δημιουργία, κ.λπ.  Αναγράφονται οι ώρες μελέτης του φοιτητή για κάθε μαθησιακή δραστηριότητα καθώς και οι ώρες μη καθοδηγούμενης μελέτης σύμφωνα με τις αρχές του ECTS</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Δραστηριότητα</th> <th>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Διαλέξεις</td> <td>36 ώρες</td> </tr> <tr> <td>Μελέτη</td> <td>36 ώρες</td> </tr> <tr> <td>Εργασίες κατ' οίκον</td> <td>12 ώρες</td> </tr> <tr> <td>Εργαστήριο</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Εκπόνηση/Παρουσίαση Εργασίας</td> <td>40 ώρες</td> </tr> <tr> <td>Εκπαιδευτικές επισκέψεις</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σύνολο Μαθήματος</td> <td>[ECTS×13×2,2]</td> </tr> </tbody> </table>	Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου	Διαλέξεις	36 ώρες	Μελέτη	36 ώρες	Εργασίες κατ' οίκον	12 ώρες	Εργαστήριο	-	Εκπόνηση/Παρουσίαση Εργασίας	40 ώρες	Εκπαιδευτικές επισκέψεις	-							Σύνολο Μαθήματος	[ECTS×13×2,2]	
Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου																							
Διαλέξεις	36 ώρες																							
Μελέτη	36 ώρες																							
Εργασίες κατ' οίκον	12 ώρες																							
Εργαστήριο	-																							
Εκπόνηση/Παρουσίαση Εργασίας	40 ώρες																							
Εκπαιδευτικές επισκέψεις	-																							
Σύνολο Μαθήματος	[ECTS×13×2,2]																							
<p><b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ</b> Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης  Γλώσσα Αξιολόγησης, Μέθοδοι αξιολόγησης, Διαμορφωτική ή Συμπερασματική, Δοκιμασία Πολλαπλής Επιλογής, Ερωτήσεις Σύντομης Απάντησης, Ερωτήσεις Ανάπτυξης Δοκιμίων, Επίλυση Προβλημάτων, Γραπτή Εργασία, Εκθεση / Αναφορά, Προφορική Εξέταση, Δημόσια Παρουσίαση, Εργαστηριακή Εργασία, Κλινική Εξέταση Ασθενούς, Καλλιτεχνική Ερμηνεία, Άλλη / Άλλες  Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.</p>	<p>Γλώσσα Αξιολόγησης: Ελληνικά &amp; Αγγλικά (για φοιτητές Erasmus: Αγγλικά)</p> <p>Εργασίες κατ' Οίκον: 30% (Περιλαμβάνει τρεις σειρές ασκήσεων, καθεμία από τις οποίες προσμετράται ως 10% της συνολικής βαθμολογίας)</p> <p>Εκπόνηση/Παρουσίαση Εργασίας: 70 %</p>																							

## (5) ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Barabási, Albert-László, Network science. Cambridge University Press (2018).
2. S. Boccaletti, V. Latora, Y. Moreno, M. Chavez and D.-U. Hwang, Complex networks: Structure and dynamics, Physics Reports 424, 175 – 308 (2006) .
3. R. Gutiérrez, M. Materassi, S. Focardi and S. Boccaletti, Steering complex networks toward desired dynamics, Scientific Reports 10, 20744 (2020) .
4. E. Schöll, Synchronization patterns and chimera states in complex networks: Interplay of topology and dynamics, European Physical Journal: Special Topics 225, pp. 891-919 (2016).