

# 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>	9555	<b>ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	3
<b>ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	Ειδικά Κεφάλαια σε Πολύπλοκα Συστήματα		
<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>	
<i>Διαλέξεις – Ασκήσεις</i>	3	6	
<i>Εργαστήριο</i>	X		
<i>Εργασίες</i>	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		
<b>ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:</b>	Δυναμικά συστήματα και μαθηματική θεωρία χάους, Αριθμητικές μέθοδοι, Διαφορικές εξισώσεις		
<b>ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:</b>	ΕΛΛΗΝΙΚΗ		
<b>ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS</b>	ΝΑΙ		
<b>ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)</b>	<a href="https://mathtechfin.math.ntua.gr/?page_id=384">https://mathtechfin.math.ntua.gr/?page_id=384</a>		

## (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:

Οι φοιτητές/τριες που παρακολουθούν το μάθημα εξοικειώνονται με τις βασικές έννοιες της Πολυπλοκότητας και αποκτούν εξειδικευμένες γνώσεις για τις μεθοδολογίες οι οποίες χρησιμοποιούνται στην μελέτη και μαθηματική προτυποποίηση των πολύπλοκων συστημάτων στο χρόνο (χαμιλτόνια συστήματα, μη-γραμμικά κύματα, χρονοσειρές, κλασικό και κβαντικό χάος, εντροπίες), το χώρο (φράκταλς, πολύπλοκα υλικά, χωρική πολυπλοκότητα) και στο χωρόχρονο συμπεριλαμβανομένων των πολύπλοκων δικτύων και συστημάτων μερικών μη-γραμμικών διαφορικών εξισώσεων. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις διεπιστημονικές εφαρμογές των πολύπλοκων συστημάτων είτε σε βασικές επιστήμες όπως η Αστρονομία, η Φυσική και η Ιατρική όσο και σε τεχνολογίες αιχμής όπως η Φωτονική, Νανοτεχνολογία και η Κβαντική τεχνολογία.

### Δεξιότητες:

Με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής/τρια θα είναι σε θέση να:

- Κατανοήσει το βασικό εννοιολογικό και μεθοδολογικό υπόβαθρο των πολύπλοκων συστημάτων, το ευρύ πεδίο εφαρμογών τους σε πολλά γνωστικά πεδία όπως και τη σχέση τους με τα απλούστερα γραμμικά μοντέλα από τη μία πλευρά και από την άλλη με το πεδίο της μηχανικής μάθησης και γενικότερα της επιστήμης των δεδομένων
- Εξηγήσει πολύπλοκες συμπεριφορές που συναντιούνται σε εύρος συστημάτων με βάση το υπόβαθρο των πολύπλοκων συστημάτων
- Υπολογίσει τη χρονική εξέλιξη μη γραμμικών δυναμικών συστημάτων, τις ιδιότητες μη-γραμμικών κυμάτων, τη μορφοκλασματική (φράκταλ) διάσταση πολύπλοκων δομών στο χώρο και χρόνο και τις βασικές παραμέτρους πολύπλοκων δικτύων.
- Γενικεύσει τα εννοιολογικά και μεθοδολογικά εργαλεία που διδάσκεται στο μάθημα διερευνώντας την εφαρμογή τους σε νέα συστήματα και γνωστικά πεδία
- Παραγάγει νέα μαθηματικά πρότυπα για την περιγραφή της συμπεριφοράς πολύπλοκων συστημάτων και να διερευνήσει τις ιδιότητές τους
- Προβλέπει /αξιολογεί τις προτεινόμενες λύσεις από μαθηματικά πρότυπα πολύπλοκων συστημάτων αξιοποιώντας τα υπάρχοντα πειραματικά δεδομένα και συνδυάζοντας όπου χρειάζεται πληροφορίες από διαφορετικά πεδία

### 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

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

Αυτόνομη εργασία	Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής
Ομαδική εργασία	Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης
Εργασία σε διεθνές περιβάλλον	.....
Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον	Άλλες...
Παράγωγή νέων ερευνητικών ιδεών	.....

#### **Ικανότητες:**

Με την επιτυχή παρακολούθηση του μαθήματος καλλιεργείται η ικανότητα για:

- Αυτόνομη εργασία με προσδιορισμό του προβλήματος, σχεδιασμό και υλοποίηση της μεθοδολογίας αντιμετώπισής του, εξαγωγή των αποτελεσμάτων και κριτική αποτίμησή τους σε σχέση με το αρχικό πρόβλημα. Να τονισθεί ότι το μάθημα εξετάζεται με τη ανάληψη και παρουσίαση ερευνητικής εργασίας.
- Παράγωγή νέων ερευνητικών ιδεών αφού η επιστήμη της πολυπλοκότητας είναι πρόσφατη και ο/η φοιτητής/τρια έχουν την ευκαιρία στο μάθημα να παρακολουθήσουν τη γέννηση και εξέλιξη των ιδεών και μεθόδων και να συζητήσουν τη λογική που τις δημιούργησε
- Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών για την προετοιμασία της ερευνητικής εργασίας του μαθήματος
- Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις με δεδομένο ότι ένα βασικό χαρακτηριστικό των πολύπλοκων συστημάτων είναι η μη-αναμενόμενη συμπεριφορά και η ανάδυση νέων δομών που προκαλούν τα υφιστάμενα μεθοδολογικά μας εργαλεία.
- Παράγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης που υποστηρίζεται τόσο από την εργασία που ζητείται να ετοιμάσει ο/η φοιτητής/τρια που έχει έντονο ερευνητικό προσανατολισμό όσο και από την ίδια τη φύση των πολύπλοκων συστημάτων που απαιτούν ευλύγιστη και δημιουργική σκέψη για την αντιμετώπισή τους.

### **(3) ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ**

<p>A. Πολύπλοκα συστήματα στο χρόνο  Δυναμικά Συστήματα – Χαμιλτονιανή Δυναμική; Μη-γραμμικά κύματα (Βασική Θεωρία &amp; 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.</p> <p>B. Πολύπλοκα συστήματα στο χώρο  Μορφοκλασματικές δομές (Fractals); Μέτρα χωρικής πολυπλοκότητας &amp; εφαρμογές; Χωρική πολυπλοκότητα – το παράδειγμα της ναυτεχνολογίας.</p> <p>Γ. Χωροχρονική Πολυπλοκότητα  Πολύπλοκα δίκτυα και εφαρμογές; Δίκτυα νευρώνων στον εγκέφαλο: δομή και δυναμική; Πολυπλοκότητα γλωσσικών κειμένων.</p>
--

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

<p><b>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ</b>  <i>Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</i></p>	<p>Πρόσωπο με πρόσωπο και σε περίπτωση ανάγκης εξ αποστάσεως εκπαίδευση</p>										
<p><b>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ</b>  <i>Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</i></p>	<p>Χρήση Τ.Π.Ε. στην Επικοινωνία με τους Φοιτητές [πρόγραμμα μαθημάτων, Σημειώσεις, Εργασίες (ανάθεση εργασιών από διδάσκοντα και υποβολή εργασιών από τους σπουδαστές)]</p>										
<p><b>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b>  <i>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,</i></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th><b>Δραστηριότητα</b></th> <th><b>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Διαλέξεις</td> <td>39 ώρες</td> </tr> <tr> <td>Μελέτη</td> <td>48 ώρες</td> </tr> <tr> <td>Εργασίες κατ' οίκου</td> <td>10 ώρες</td> </tr> <tr> <td>Εργαστήριο</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Δραστηριότητα</b>	<b>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</b>	Διαλέξεις	39 ώρες	Μελέτη	48 ώρες	Εργασίες κατ' οίκου	10 ώρες	Εργαστήριο	-
<b>Δραστηριότητα</b>	<b>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</b>										
Διαλέξεις	39 ώρες										
Μελέτη	48 ώρες										
Εργασίες κατ' οίκου	10 ώρες										
Εργαστήριο	-										

<p>Καλλιτεχνική δημιουργία, κ.λπ.</p> <p>Αναγράφονται οι ώρες μελέτης του φοιτητή για κάθε μαθησιακή δραστηριότητα καθώς και οι ώρες μη καθοδηγούμενης μελέτης σύμφωνα με τις αρχές του ECTS</p>	Εκπόνηση/Παρουσίαση Εργασίας	24 ώρες
	Σύνολο Μαθήματος	[6×13×2,2]=171.6
<p><b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ</b></p> <p>Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης</p> <p>Γλώσσα Αξιολόγησης, Μέθοδοι αξιολόγησης, Διαμορφωτική ή Συμπερασματική, Δοκιμασία Πολλαπλής Επιλογής, Ερωτήσεις Σύντομης Απάντησης, Ερωτήσεις Ανάπτυξης Δοκιμίων, Επίλυση Προβλημάτων, Γραπτή Εργασία, Έκθεση / Αναφορά, Προφορική Εξέταση, Δημόσια Παρουσίαση, Εργαστηριακή Εργασία, Κλινική Εξέταση Ασθενούς, Καλλιτεχνική Ερμηνεία, Άλλη / Άλλες</p> <p>Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.</p>	<p>Γλώσσα Αξιολόγησης: Ελληνικά (για φοιτητές Erasmus: Αγγλικά)</p> <p>Εργασία κατ' Οίκον: 20 %</p> <p>Εκπόνηση/Παρουσίαση Εργασίας: 80 %</p>	

### (5) ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<p>-Βιβλία</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. G. Nicolis and C. Nicolis, <i>Foundations of Complex Systems</i>, World Scientific 2012.</li> <li>2. A. L. Barabasi, <i>Network Science</i>, Cambridge University Press, 2016.</li> <li>3. P. Meakin, <i>Fractals, Scaling and Growth far from Equilibrium</i>, Cambridge University Press, 1998.</li> <li>4. Τ. Μπούντης, <i>Fractals</i>, Leader Books, 2004 (Στα Ελληνικά).</li> <li>5. A.J. Lichtenberg and M.A. Lieberman, <i>Regular and Chaotic Dynamics (2nd Edition)</i>, Springer-Verlag, 2010.</li> <li>6. S. H. Strogatz, <i>Nonlinear dynamics and Chaos: with applications to Physics, Biology, Chemistry and Engineering</i>, (2nd Edition), WestView Press 2015.</li> </ol> <p>-Συναφή επιστημονικά περιοδικά</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nature Complexity <a href="https://www.nature.com/npjcomplex/">https://www.nature.com/npjcomplex/</a></li> <li>2. Chaos, Solitons and Fractals <a href="https://www.sciencedirect.com/journal/chaos-solitons-and-fractals">https://www.sciencedirect.com/journal/chaos-solitons-and-fractals</a></li> <li>3. Physical Review E <a href="https://journals.aps.org/pre/">https://journals.aps.org/pre/</a></li> </ol>
--