

## ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

### 1. ΓΕΝΙΚΑ

|  |   |                           |                |
|--|---|---------------------------|----------------|
| <b>ΣΧΟΛΗ</b>   | ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ   |                           |                |
| <b>ΤΜΗΜΑ</b>   | ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ   |                           |                |
| <b>ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>   | ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟ   |                           |                |
| <b>ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>   | MAT_AM467   | <b>ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>    | 8 <sup>ο</sup> |
| <b>ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>  | ΧΑΟΣ ΚΑΙ ΦΡΑΚΤΑΛΣ   |                           |                |
| <b>ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ</b><br>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 | <b>ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b>  | <b>ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ</b> |                |
| Διαλέξεις και Φροντιστήριο   | 4   | 6                         |                |
| <i>Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο 4.</i>   |   |                           |                |
| <b>ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b><br><i>Υποβάθρου, Γενικών Γνώσεων, Επιστημονικής Περιοχής, Ανάπτυξης Δεξιοτήτων</i>  | Ελεύθερης Επιλογής  |                           |                |
| <b>ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:</b>  | Συνιστώμενη προαπαιτούμενη γνώση: ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΔΙΑΦΟΡΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ I και II, ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ                        |                           |                |
| <b>ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:</b>   | Ελληνική  |                           |                |
| <b>ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS</b>   | Ναι   |                           |                |
| <b>ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)</b>  | <a href="https://eclass.math.upatras.gr/courses/MATHDEP160/">https://eclass.math.upatras.gr/courses/MATHDEP160/</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 Πλαίσιο Προσόντων του Ευρωπαϊκού Χώρου Ανώτατης Εκπαίδευσης
- Περιγραφικοί Δείκτες Επιπέδων 6, 7 & 8 του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Προσόντων Διά Βίου Μάθησης και Παράρτημα Β
- Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων

Στο μάθημα αυτό, ο φοιτητής διδάσκεται τους τρόπους με τους οποίους διακριτά και συνεχή δυναμικά συστήματα – πλήθος από τα οποία απαντώνται τόσο στη φύση όσο και σε εφαρμογές της καθημερινής ζωής – δύνανται να εμφανίσουν χαοτική δυναμική. Η συνειδητοποίηση η οποία τις τελευταίες δεκαετίες έχει προκαλέσει επανάσταση στην επιστημονική σκέψη, ότι σχετικά απλές μη γραμμικές εξισώσεις μπορούν να παρουσιάσουν εξαιρετικά περίπλοκη συμπεριφορά και ότι ένα ντετερμινιστικό σύστημα μπορεί να συμπεριφέρεται με τρόπο τελείως απρόβλεπτο, αποτελεί πρωταρχικό στόχο του μαθήματος. Δεύτερος πυλώνας του μαθήματος είναι η διδασκαλία της έννοιας της μορφοκλασματικής (fractal) γεωμετρίας, συμπεριλαμβανομένης και της κλασματικής διάστασης, που εκφράζει την πολύπλοκη δομή των χαοτικών συστημάτων στο χώρο.

Ειδικότερα, τα επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα είναι να αποκτήσει ο φοιτητής:

- Την ικανότητα να βρίσκει και να αναγνωρίζει την ευστάθεια σημείων ισορροπίας (και τροχιών) που απορρέουν από διακριτά μη-γραμμικά δυναμικά συστήματα.

- Την κατανόηση της έννοιας του "χάους" και του σημαντικού ρόλου που διαδραματίζει στις σύγχρονες θετικές επιστήμες, και την ικανότητα να αναγνωρίζει τον εκάστοτε τρόπο μετάβασης από τάξη σε χάος.
- Την κατανόηση της έννοιας της αυτό-ομοιότητας και της κλασματικής διάστασης, και την ικανότητα εύρεσης της, καθώς και την κατανόηση της στενής σχέσης που υπάρχει μεταξύ των εννοιών "χάος" και "φράκταλ".
- Την εξοικείωση με τις πιο διάσημες fractal δομές, και τις αντίστοιχες χαστικές δυναμικές, και την ικανότητα να τις περιγράψει στη γλώσσα των Μαθηματικών.

#### 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

Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής

Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης

- Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών.
- Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις.
- Αυτόνομη εργασία.
- Παραγωγή νέων ερευνητικών ιδεών.
- Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης.

### 3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Μη γραμμικά δυναμικά συστήματα, με έμφαση στα συστήματα διακριτού χρόνου (απεικονίσεις), μιας, δυο και τριών διαστάσεων. Η λογιστική απεικόνιση και το μοντέλο πρόγνωσης εξέλιξης πληθυσμών. Μηχανικά παραδείγματα μη προβλέψιμης συμπεριφοράς (π.χ. το διπλό εκκρεμές), ευστάθεια και περιοδικές τροχιές, γραφική ανάλυση. Μετάβαση στο χάος μέσω: (1) Διακλαδώσεων διπλασιασμού περιόδων, (2) Διαλειπτότητας και (3) Διάσπασης σχεδόν περιοδικών τροχιών. Ανάλυση των αντίστοιχων διακλαδώσεων: διχάλας, μετακρίσιμη, σάγματος – κόμβου και διακλάδωση οριακού κύκλου (Hopf). Μέθοδος επανακανονικοποίησης (renormalization) και οι «παγκόσμιες» σταθερές του Feigenbaum. Παράξενοι (χαστικοί) ελκυστές και απεικονίσεις σε δύο ή περισσότερες διαστάσεις. Τα μοντέλα των Hénon και Lorenz. Μορφοκλασματικά σύνολα (fractals), διάσταση χωρητικότητας αυτών και η διάσταση Hausdorff. Τριαδικό σύνολο του Cantor. Τρίγωνο του Sierpinski και το επονομαζόμενο Chaos Game. Νιφάδα και τετράγωνο του Koch. Fractals πολλών κλιμάκων (multifractals) και η θεωρία των γενικευμένων διαστάσεων. Σύνολα Julia, Mandelbrot set. Αναλλοίωτα σύνολα, συμβολική δυναμική και η θεωρία του χάους του Smale. Μη γραμμική ανάλυση χαστικών χρονοσειρών και εφαρμογές στις θετικές επιστήμες.

#### 4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

| <p><b>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ</b><br/>Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</p>   | <p>Διαλέξεις (πρόσωπο με πρόσωπο)</p>   |  |                      |                                 |           |    |                                |    |                           |    |                                     |    |                                   |   |  |            |
|---|---|--|----------------------|---------------------------------|-----------|----|--------------------------------|----|---------------------------|----|-------------------------------------|----|-----------------------------------|---|--|------------|
| <p><b>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ</b><br/>Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</p>   | <p>✓ Χρήση ΤΠΕ στη διδασκαλία και στα φροντιστήρια, καθώς και στην επικοινωνία με τους φοιτητές.<br/>✓ Ιστοσελίδα του μαθήματος.<br/>✓ Χρήση της ηλεκτρονικής πλατφόρμας MyMath του Τμήματος.</p> <p><u>Χρήση μαθηματικών προγραμμάτων στην αίθουσα διδασκαλίας:</u><br/>Στις διαλέξεις, εκτός από την επίλυση παραδειγμάτων και ασκήσεων στον πίνακα, γίνεται συχνή χρήση μαθηματικών προγραμμάτων ως ουσιώδους εργαλείου τόσο για την εποπτική κατανόηση των fractals και των μεταβάσεων στο χάος, όσο και για τον ακριβή υπολογισμό των κλασματικών διαστάσεων περίπλοκων μορφοκλασματικών δομών.</p>  |  |                      |                                 |           |    |                                |    |                           |    |                                     |    |                                   |   |  |            |
| <p><b>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b><br/>Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι διδασκαλίας.<br/>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.</p> <p>Αναγράφονται οι ώρες μελέτης του φοιτητή για κάθε μαθησιακή δραστηριότητα καθώς και οι ώρες μη καθοδηγούμενης μελέτης ώστε ο συνολικός φόρτος εργασίας σε επίπεδο εξαμήνου να αντιστοιχεί στα standards του ECTS</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="586 642 1105 674"><b>Δραστηριότητα</b></th> <th data-bbox="1105 642 1433 674"><b>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="586 674 1105 716">Διαλέξεις</td> <td data-bbox="1105 674 1433 716">52</td> </tr> <tr> <td data-bbox="586 716 1105 758">Επίλυση προτεινόμενων ασκήσεων</td> <td data-bbox="1105 716 1433 758">28</td> </tr> <tr> <td data-bbox="586 758 1105 800">Μελέτη (μη καθοδηγούμενη)</td> <td data-bbox="1105 758 1433 800">40</td> </tr> <tr> <td data-bbox="586 800 1105 842">Προετοιμασία για την τελική εξέταση</td> <td data-bbox="1105 800 1433 842">27</td> </tr> <tr> <td data-bbox="586 842 1105 884">Διάρκεια γραπτής τελικής εξέτασης</td> <td data-bbox="1105 842 1433 884">3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="586 884 1105 1073"><b>Σύνολο Μαθήματος (25 ώρες φόρτου εργασίας ανά πιστωτική μονάδα)</b></td> <td data-bbox="1105 884 1433 1073"><b>150</b></td> </tr> </tbody> </table> |  | <b>Δραστηριότητα</b> | <b>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</b> | Διαλέξεις | 52 | Επίλυση προτεινόμενων ασκήσεων | 28 | Μελέτη (μη καθοδηγούμενη) | 40 | Προετοιμασία για την τελική εξέταση | 27 | Διάρκεια γραπτής τελικής εξέτασης | 3 | <b>Σύνολο Μαθήματος (25 ώρες φόρτου εργασίας ανά πιστωτική μονάδα)</b> | <b>150</b> |
| <b>Δραστηριότητα</b>  | <b>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</b>   |  |                      |                                 |           |    |                                |    |                           |    |                                     |    |                                   |   |  |            |
| Διαλέξεις   | 52  |  |                      |                                 |           |    |                                |    |                           |    |                                     |    |                                   |   |  |            |
| Επίλυση προτεινόμενων ασκήσεων  | 28  |  |                      |                                 |           |    |                                |    |                           |    |                                     |    |                                   |   |  |            |
| Μελέτη (μη καθοδηγούμενη)   | 40  |  |                      |                                 |           |    |                                |    |                           |    |                                     |    |                                   |   |  |            |
| Προετοιμασία για την τελική εξέταση   | 27  |  |                      |                                 |           |    |                                |    |                           |    |                                     |    |                                   |   |  |            |
| Διάρκεια γραπτής τελικής εξέτασης   | 3   |  |                      |                                 |           |    |                                |    |                           |    |                                     |    |                                   |   |  |            |
| <b>Σύνολο Μαθήματος (25 ώρες φόρτου εργασίας ανά πιστωτική μονάδα)</b>  | <b>150</b>  |  |                      |                                 |           |    |                                |    |                           |    |                                     |    |                                   |   |  |            |
| <p><b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ</b><br/>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><b>Γλώσσα Αξιολόγησης:</b> Ελληνική<br/><b>Γλώσσα Αξιολόγησης για Φοιτητές Erasmus:</b> Αγγλική</p> <p><b>Μέθοδοι Αξιολόγησης:</b> Γραπτή τελική εξέταση (100%) που περιλαμβάνει:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Θεωρία,</li> <li>✓ Επίλυση ασκήσεων,</li> <li>✓ Εφαρμογές του Χάους και των Φράκταλ στις Φυσικές Επιστήμες.</li> </ul> <p>Μικρότερος προβιβάσιμος βαθμός: 5<br/>Μέγιστος προβιβάσιμος βαθμός: 10</p>  |  |                      |                                 |           |    |                                |    |                           |    |                                     |    |                                   |   |  |            |

#### 5. ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Α. Μπούντης, «Ο Θαυμαστός Κόσμος των Fractal», Liberal Books, 2004. ISBN: 9607901525. Κωδικός Ευδόξου: 50659163
- Α. Μπούντης, «Δυναμικά Συστήματα και Χάος», Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 1995. ISBN: 978-960-7510-22-8. Κωδικός Ευδόξου: 9617
- H.O. Peitgen, H. Jürgen & D. Saupe, «Chaos and Fractals», Εκδ. 2/2004, HEAL-Link Springer ebooks. ISBN: 9780387218236. Κωδικός Ευδόξου: 73268278