

## ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

### 1. ΓΕΝΙΚΑ

<b>ΣΧΟΛΗ</b>	ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ		
<b>ΤΜΗΜΑ/ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ ΤΜΗΜΑΤΑ*</b>	ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ		
<b>ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ ΙΔΡΥΜΑΤΑ**</b>			
<b>ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ: ΤΙΤΛΟΣ Π.Μ.Σ.</b>	ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (MCDA)		
<b>ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ		
<b>ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	MCDA201	<b>ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	A
<b>ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	ΦΥΣΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ		
<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	3	7.5	
<i>Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο 4.</i>			
<b>ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b> <i>Υποβάθρου, Γενικών Γνώσεων, Επιστημονικής Περιοχής, Ανάπτυξης Δεξιοτήτων</i>	Υποβάθρου		
<b>ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:</b>	Όχι		
<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.upatras.gr/courses/MATH1070/">https://eclass.upatras.gr/courses/MATH1070/</a>		

### 2. ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

<p><b>Μαθησιακά Αποτελέσματα</b></p> <p>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.</p> <p>Συμβουλευτείτε το Παράρτημα Α (ξεχωριστό αρχείο στο e-mail)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Περιγραφή του Επιπέδου των Μαθησιακών Αποτελεσμάτων για κάθε ένα κύκλο σπουδών σύμφωνα με Πλαίσιο Προσόντων του Ευρωπαϊκού Χώρου Ανώτατης Εκπαίδευσης</li> <li>Περιγραφικοί Δείκτες Επιπέδων 6, 7 &amp; 8 του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Προσόντων Διά Βίου Μάθησης και Παράρτημα Β</li> <li>Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων</li> </ul> <p>Ο σκοπός του μαθήματος είναι να παρουσιάσει προηγμένα υπολογιστικά υποδείγματα (μαθηματικά μοντέλα) και συναφείς υπολογιστικές μεθόδους εμπνευσμένες από τη φύση και από βιολογικά πρότυπα με εφαρμογή στην επίλυση διαφόρων προβλημάτων όπως βελτιστοποίησης, ταξινόμησης, παλινδρόμησης κλπ. Επίσης, ιδιαίτερη έμφαση δίνεται και σε προβλήματα που χαρακτηρίζονται από αβεβαιότητα, δηλαδή προβλήματα για τα οποία τα διαθέσιμα δεδομένα είναι ελλιπή, σφαλματικά ή ακόμη και ασαφή.</p> <p>Το μάθημα εστιάζει αφενός στην παρουσίαση της μαθηματικής δομής των υπολογιστικών υποδειγμάτων που απορρέουν από τη φύση και από διάφορα βιολογικά πρότυπα και αφετέρου στους αλγορίθμους που τα υλοποιούν. Η συνάφεια και η σύνδεση του μαθήματος με άλλα αντικείμενα εξετάζεται υπό το πρίσμα της στατιστικής θεωρίας της μάθησης και των πιθανο-</p>
--

θεωρητικών βάσεων των φυσικών και βιολογικών υποδειγμάτων με κύρια αναφορά στους εξελικτικούς αλγόριθμους, τη νοημοσύνη σμήνους και τους νευρωνικούς υπολογισμούς.

Με την ολοκλήρωση του μαθήματος αναμένεται ότι οι φοιτητές θα είναι σε θέση να επιλέγουν και να εφαρμόζουν το καταλληλότερο υπολογιστικό υπόδειγμα για να προσεγγίσουν συστηματικά και να επιλύσουν προβλήματα της επιστήμης και της τεχνολογίας. Συγκεκριμένα, αναμένεται ότι οι φοιτητές θα έχουν αναπτύξει τις ακόλουθες δεξιότητες:

- κατανόηση διαφόρων μεθόδων,
- ικανότητα να διακρίνουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα διαφόρων μεθόδων προκειμένου να είναι σε θέση να επιλέξουν και να εφαρμόσουν την καταλληλότερη μέθοδο για το πρόβλημα που καλούνται να επιλύσουν, και
- ικανότητα να εφαρμόζουν αυτές τις μεθόδους στην επίλυση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου.

#### 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.
- Λήψη αποφάσεων.
- Αυτόνομη εργασία.
- Ομαδική εργασία.
- Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον.
- Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης.

### 3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

#### Μέρος Α

Στοιχεία θεωρίας υπολογισμού. Τεχνητή Νοημοσύνη. Μηχανική μάθηση. Νευρωνικά δίκτυα, ασαφής λογική και εξελικτικοί υπολογισμοί. Υπολογιστική της φύσης και υπολογιστική νοημοσύνη. Θέματα βελτιστοποίησης στην υπολογιστική νοημοσύνη. Θεωρητικές θεμελιώσεις και προβλήματα. No-free lunch theorem. Διαφορετικές εκδοχές της βελτιστοποίησης (συνδυαστική, καθολική, τοπική, με περιορισμούς, κλπ.). Πολυ-αντικειμενική βελτιστοποίηση, προβλήματα και εφαρμογές. Εξελικτικοί υπολογισμοί και αλγόριθμοι. Ο γενετικός αλγόριθμος. Βασικές αρχές και μηχανισμοί (επιλογή, διασταύρωση και μετάλλαξη). Τεχνικές εξέλιξης. Γενετικός προγραμματισμός, γραμματική εξέλιξη και εξελικτικές στρατηγικές. Διαφορετικές εκδοχές γενετικών και εξελικτικών αλγορίθμων. Εφαρμογές. Αλγόριθμοι βασισμένοι στην κοινωνική συμπεριφορά πληθυσμού. Νοημοσύνη σμήνους. Βελτιστοποίηση με σμήνος σωματιδίων. Βασική προσέγγιση και διαφορετικές εκδοχές. Ζητήματα αρχικοποίησης, σύγκλισης και τεχνικές εξερεύνησης του χώρου των εφικτών λύσεων. Εξερεύνηση και εκμετάλλευση (exploration and exploitation). Εφαρμογές της βελτιστοποίησης με σμήνος σωματιδίων. Υπολογιστικά μοντέλα αποικίας μурμηγκιών, αποικίας μελισσών κλπ., μιμικό (memetic) και διαφορο-εξελικτικοί αλγόριθμοι.

#### Μέρος Β

Νευρωνικά δίκτυα και νευρωνικοί υπολογισμοί. Βιολογικοί και τεχνητοί νευρώνες. Δομή, βασική λειτουργία, διέγερση και συνάρτηση ενεργοποίησης του νευρώνα. Εκπαίδευση, γενίκευση και μάθηση στα νευρωνικά δίκτυα. Μέθοδοι εκπαίδευσης νευρωνικών δικτύων. Εκπαίδευση με επίβλεψη. Εκπαίδευση χωρίς επίβλεψη. Μάθηση με ενίσχυση (reinforcement learning). Εφαρμογές τεχνητών νευρωνικών δικτύων στην επιστήμη και στη τεχνολογία. Θέματα και προβλήματα ταξινόμησης και παλινδρόμησης. Γραμμικοί και μη γραμμικοί ταξινομητές. Τα νευρωνικά δίκτυα ως ταξινομητές βελτιστοποίησης της συνάρτησης κόστους. Perceptron και perceptron πολλαπλών επιπέδων. Μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης. Πιθανοτικά νευρωνικά δίκτυα. Δίκτυα με ανάδραση, μηχανές Boltzman, δίκτυα με χρονο-καθυστέρηση, δίκτυα ακτινικής βάσης. Εκπαίδευση χωρίς επίβλεψη, διανυσματική κβαντοποίηση και αυτο-οργανούμενοι χάρτες Kohonen. Νευρωνικά δίκτυα

βαθείας μάθησης και εφαρμογές. Στατιστική θεωρία της μάθησης. Ερμηνεία της εξόδου νευρωνικού δικτύου. Ικανότητα ταξινόμησης και χωρητικότητα μνήμης στα νευρωνικά δίκτυα. Ειδικά θέματα στα κυτταρικά αυτόματα, στα τεχνητά ανοσοποιητικά συστήματα (artificial immune systems) και στην υπολογιστική μεμβράνης (membrane computing).

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

<p><b>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ</b> Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</p>	<p>Πρόσωπο με πρόσωπο</p>													
<p><b>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ</b> Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Χρήση Τ.Π.Ε. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ στη διδασκαλία με ηλεκτρονικές διαφάνειες,</li> <li>✓ στην επικοινωνία με τους φοιτητές με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και περιβάλλον τηλεδιασκέψεως.</li> </ul> </li> <li>Υποστήριξη της μαθησιακής διαδικασίας μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας <i>eClass</i>.</li> </ul>													
<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 ώστε ο συνολικός φόρτος εργασίας σε επίπεδο εξαμήνου να αντιστοιχεί στα standards του ECTS</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="587 646 1123 688"><i>Δραστηριότητα</i></th> <th data-bbox="1123 646 1482 688"><i>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="587 688 1123 751">Διαλέξεις</td> <td data-bbox="1123 688 1482 751">39</td> </tr> <tr> <td data-bbox="587 751 1123 814">Μελέτη (μη καθοδηγούμενη)</td> <td data-bbox="1123 751 1482 814">100</td> </tr> <tr> <td data-bbox="587 814 1123 877">Εκπόνηση εργασιών</td> <td data-bbox="1123 814 1482 877">45</td> </tr> <tr> <td data-bbox="587 877 1123 940">Εξέταση</td> <td data-bbox="1123 877 1482 940">3.5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="587 940 1123 1108"><b>Σύνολο Μαθήματος (25 ώρες φόρτου εργασίας ανά πιστωτική μονάδα)</b></td> <td data-bbox="1123 940 1482 1108"><b>187.5</b></td> </tr> </tbody> </table>	<i>Δραστηριότητα</i>	<i>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</i>	Διαλέξεις	39	Μελέτη (μη καθοδηγούμενη)	100	Εκπόνηση εργασιών	45	Εξέταση	3.5	<b>Σύνολο Μαθήματος (25 ώρες φόρτου εργασίας ανά πιστωτική μονάδα)</b>	<b>187.5</b>	
<i>Δραστηριότητα</i>	<i>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</i>													
Διαλέξεις	39													
Μελέτη (μη καθοδηγούμενη)	100													
Εκπόνηση εργασιών	45													
Εξέταση	3.5													
<b>Σύνολο Μαθήματος (25 ώρες φόρτου εργασίας ανά πιστωτική μονάδα)</b>	<b>187.5</b>													
<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, Έκθεση / 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>Η αξιολόγηση κάθε φοιτητή βασίζεται:</p> <p>(a) στη δημόσια παρουσίαση της προσωπικής του εργασίας, βιβλιογραφικής αναζήτησης και κατανόησης σε ένα αντικείμενο που αφορά στο μάθημα,</p> <p>(b) στην ετοιμασία του προσωπικού του φακέλλου που περιλαμβάνει:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) τις εργασίες του μαθήματος,</li> <li>(2) την επεξεργασία του υλικού της παρουσιάσής του,</li> <li>(3) το εκπαιδευτικό υλικό που χρειάστηκε για τη δημόσια παρουσίαση,</li> <li>(4) τις σύντομες περιγραφές για όλες τις παρουσιαζόμενες εργασίες.</li> </ol> <p>(c) ερωτήσεις σύντομης απάντησης επί των (a) και (b).</p> <p>Μικρότερος προβιβασίμος βαθμός: 5 Μέγιστος προβιβασίμος βαθμός: 10</p>													

#### 5. ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Brabazon, A., O'Neill, M. and McGarraghy, S. (2015). *Natural Computing Algorithms*. Springer.
- De Castro, L.N. (2006). *Fundamentals of Natural Computing: Basic Concepts, Algorithms, and Applications*. CRC Press.
- Graupe, D. (2016). *Deep Learning Neural Networks: Design and Case Studies*. World Scientific Publishing Co Inc.
- Hassoun, M. H. (1995). *Fundamentals of Artificial Neural Networks*. MIT Press.
- Haykin, S. S. (1999). *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. Prentice-Hall.
- Nocedal J. and Wright, S.J. (2006). *Numerical Optimization*. 2nd ed. Springer.
- Ortega, J.M. and Rheinboldt, W.C. (2000). *Iterative Solution of Nonlinear Equations in Several Variables*. SIAM.
- Parsopoulos, K.E. and Vrahatis, M.N. (2010). *Particle Swarm Optimization and Intelligence: Advances and Applications*. Information Science Publishing (IGI Global).

- Russell, S.J. and Norvig, P. (2016). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 3rd ed., Pearson Education.
- Smith, M. (1993). *Neural Networks for Statistical Modeling*. Van Nostrand Reinhold.
- Βραχάτης, Μ.Ν. (2012). *Αριθμητική Ανάλυση: Υπερβατικές Εξισώσεις*. Εκδόσεις Κλειδάριθμος.