

ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

(1) ΓΕΝΙΚΑ

ΣΧΟΛΗ	ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ		
ΤΜΗΜΑ	ΠΜΣ «Εγκέφαλος και Νους»		
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	7 (2 ^{ος} κύκλος – Μεταπτυχιακές Σπουδές)		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	E&N-103	ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	Εαρινό
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	Εισαγωγή στις Υπολογιστικές Νευροεπιστήμες		
ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ <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>	ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ	
Διαλέξεις	6	6	
ΩΔΕ Προγράμματος Σπουδών: 30			
<i>Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο (δ).</i>			
ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ <i>γενικού υποβάθρου, ειδικού υποβάθρου, ειδίκευσης, γενικών γνώσεων, ανάπτυξης δεξιοτήτων</i>	Γενικού υποβάθρου		
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:	Κανένα ή Δεν προβλέπονται		
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:	Ελληνική (Αγγλική εφόσον ζητηθεί)		
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS	Ναι		
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)	https://elearn.uoc.gr/course/view.php?id=4413		

(2) ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

<p>Μαθησιακά Αποτελέσματα</p> <p><i>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.</i></p> <p><i>Συμβουλευτείτε το Παράρτημα Α</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Η κατανόηση της σχέσης μεταξύ του εγκεφάλου, της μάθησης και μνήμης, αλλά και της συμπεριφοράς είναι μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις των νευροεπιστημών. Στόχος της ενότητας είναι να εισάγει τους φοιτητές/τριες στις βασικές αρχές των υπολογιστικών νευροεπιστημών, μιας επιστημονικής περιοχής που γνωρίζει σημαντική άνθηση τα τελευταία χρόνια. Η περιοχή αυτή αποτελεί πεδίο σύζευξης μεταξύ της νευροφυσιολογίας και ανατομίας του κεντρικού νευρικού συστήματος από την πλευρά των πειραματικών επιστημών και των μεθόδων μοντελοποίησης, μηχανικής μάθησης και ανάλυσης δεδομένων από την πλευρά των μαθηματικών και της πληροφορικής.</p> <p>Στόχος των ενοτήτων των υπολογιστικών νευροεπιστημών είναι να εισάγει τους φοιτητές/τριες στη μελέτη των πολύπλοκων νευρωνικών κυκλωμάτων που προκαλούν τη νοητική δραστηριότητα: αντίληψη, προγραμματισμένη δράση και σκέψη. Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο αυτά τα δίκτυα παράγουν τις γνωστικές λειτουργίες του εγκεφάλου είναι μια από τις ύστατες προκλήσεις της επιστήμης.</p>
--

Ειδικότερα οι φοιτητές/τριες μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος αποκτούν εξειδικευμένη γνώση για:

- τις βασικές έννοιες επιστημονικού προγραμματισμού, γραμμικής άλγεβρας, διαφορικών εξισώσεων, πιθανοτήτων και στατιστικής.
- τα διάφορα είδη της Μηχανικής Μάθησης (supervised, unsupervised, reinforcement learning) και πώς αυτά χρησιμοποιούνται για την ανάλυση πειραματικών δεδομένων.
- τη μοντελοποίηση απλών, φαινομενολογικών αλλά και πολύπλοκων βιοφυσικών νευρωνικών μοντέλων και την ενσωμάτωσή των σε δίκτυα νευρώνων.
- τους μαθηματικούς τρόπους εκμάθησης ενός δικτύου νευρώνων.
- τη συναπτική πλαστικότητα και το πώς χρησιμοποιείται σε δίκτυα νευρώνων με σκοπό την κατανόηση και επεξήγηση φαινομένων κατά τη μάθηση και δημιουργία μνήμης.

Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος οι φοιτητές/τριες θα μπορούν να:

- επιδεικνύουν μια συνολική εκτίμηση των γνώσεων που συνιστούν το αντικείμενο της ενότητας.
- κατανοούν τις βασικές θεωρίες, έννοιες και αρχές που διέπουν τις υπολογιστικές νευροεπιστήμες.
- αναπαράγουν την γνώση που απέκτησαν και να τη μεταδώσουν με σαφή και μη διφορούμενο τρόπο σε εξειδικευμένο και μη κοινό.

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

.....

Άλλες...

.....

- Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών.
- Αυτόνομη εργασία.
- Ομαδική εργασία.
- Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον.
- Παραγωγή νέων ερευνητικών ιδεών.
- Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής.
- Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης.
- Εφαρμογή της γνώσης στην πράξη

(3) ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

- Introduction to the Module and basic principles of scientific programming with Python
- Basic principles of linear algebra, differential equations, probability, statistics and examples of using Python to solve relevant problems
- Principal Component Analysis (PCA)
- Spike statistics and Information Theory
- Introduction to Artificial Neural networks
- Supervised learning, gradient descent, local extrema
- Problem formulation, data collection and analysis – Practical examples of learning with Artificial

Neural Networks

- Introduction to reinforcement learning – model-based and model-free.
- Spiking neuron models – Biophysical, FitzHugh-Nagumo, Integrate-and-Fire, Izhikevich models
- Plasticity, adaptation and learning in biological systems

(4) ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.	Πρόσωπο με πρόσωπο	
ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές	Χρήση Διαφανειών/ταινιών από Υπολογιστή για τη Διδασκαλία. Χρήση Διαδικτυακής πλατφόρμας για την ανάρτηση των παραδόσεων και ασκήσεων. Επικοινωνία μέσω της ιστοσελίδας του μαθήματος και ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.	
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι διδασκαλίας. Διαλέξεις, Σεμινάρια, Εργαστηριακή Άσκηση, Άσκηση Πεδίου, Μελέτη & 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	Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου
	Διαλέξεις	30
	Αυτοτελής Μελέτη	120
	Σύνολο Μαθήματος (25 ώρες φόρτου εργασίας ανά πιστωτική μονάδα)	150
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης Γλώσσα Αξιολόγησης, Μέθοδοι αξιολόγησης, Διαμορφωτική ή Συμπερασματική, Δοκιμασία Πολλαπλής Επιλογής, Ερωτήσεις Σύντομης Απάντησης, Ερωτήσεις Ανάπτυξης Δοκιμών, 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.	Γλώσσα: Ελληνική (Αγγλική εφόσον ζητηθεί). Γραπτή Εξέταση (επιπλέον, προφορική σε ειδικές περιπτώσεις φοιτητών, π.χ. με δυσλεξία) με ερωτήσεις σύντομης ανάπτυξης και επίλυσης προβλημάτων. Απαιτείται προβιβάσιμος βαθμός. Τα κριτήρια αξιολόγησης αναφέρονται ρητά στον Οδηγό Σπουδών και γνωστοποιούνται στους φοιτητές/τριες στην αρχή του Μαθήματος.	

(5) ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Arbib, Michael A., ed. *The handbook of brain theory and neural networks*. MIT press, 2003.
- Ermentrout, Bard, and David H. Terman. *Mathematical foundations of neuroscience*. Vol. 35. New York: springer, 2010.
- Izhikevich, Eugene M. *Dynamical systems in neuroscience*. MIT press, 2007.
- Sutton, Richard S., and Andrew G. Barto. *Reinforcement learning: An introduction*. MIT press, 2018.
- Sterratt, David, et al. *Principles of computational modelling in neuroscience*. Cambridge

university press, 2023.

- Gerstner, Wulfram, et al. *Neuronal dynamics: From single neurons to networks and models of cognition*. Cambridge University Press, 2014.
- Dayan, Peter, and Abbott, Laurence F. *Theoretical neuroscience: computational and mathematical modeling of neural systems*. MIT press, 2005.

On line resources:

Neuromatch Academy Precourse <https://precourse.neuromatch.io/> :

- Python Workshops 1 & 2 (WOD1, WOD2)
- Linear Algebra (WOD3)
- Calculus (WOD4)
- Statistics (WOD5)