



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών  
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

**ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΕΚΠΑ**  
**ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΑΘΗΝΑ**  
**ΙΔΡΥΜΑ ΙΑΤΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ (ΠΒΕΑΑ)**

**«Επιστήμη Δεδομένων και Τεχνολογίες Πληροφορίας»**  
**(Data Science and Information Technologies)**

**ΟΔΗΓΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**2022-2023**

## **ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΔΠΜΣ**

**Δημήτριος Γουνόπουλος**, Καθηγητής Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, ΕΚΠΑ

## **ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΔΠΜΣ**

**Ηλίας Μανωλάκος**, Καθηγητής του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, ΕΚΠΑ.

**Αλέξανδρος Ντούλας**, Επίκ. Καθηγητής Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, ΕΚΠΑ

**Χαρίλαος Παπαγεωργίου**, Διευθυντής Ερευνών, Ε.Κ. ΑΘΗΝΑ

**Θεόδωρος Δαλαμάγκας**, Διευθυντής Ερευνών, Ε.Κ. ΑΘΗΝΑ

**Αριστοτέλης Χατζηϊωάννου**, Ερευνητής Α', ΙΙΒΕΑΑ Ακαδημίας Αθηνών

**Ευανθία Αναστασιάδου**, Ερευνήτρια Γ', ΙΙΒΕΑΑ Ακαδημίας Αθηνών

## **ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ**

Τη γραμματειακή υποστήριξη του Προγράμματος έχει η Γραμματεία του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών ΕΚΠΑ (email: secretpm@di.uoa.gr)

Την οργάνωση και συντονισμό της διοικητικής και οικονομικής λειτουργίας του ΔΠΜΣ (ακαδημαϊκά θέματα, σύνταξη προϋπολογισμών, συναλλαγή με ΕΛΚΕ/ΕΚΠΑ κλπ), τη διευθέτηση φοιτητικών θεμάτων (διενέργεια ετήσιας προκήρυξης επιλογής φοιτητών, παρακολούθηση τελών φοίτησης φοιτητών, υποτροφίες κλπ) έχει η κα Κων/να Καναβού (email: kkananou@di.uoa.gr)

## **Αντικείμενο -Σκοπός**

Το Διϋδρυματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο «Επιστήμη Δεδομένων και Τεχνολογίες Πληροφορίας» (Data Science and Information Technologies) λειτουργεί με την σύμπραξη του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, του Ερευνητικού Κέντρου ΑΘΗΝΑ και του Ιδρύματος Ιατροβιολογικών Ερευνών της Ακαδημίας Αθηνών (ΙΙΒΕΑΑ).

Σκοπός του ΔΠΜΣ «Επιστήμη Δεδομένων και Τεχνολογίες Πληροφορίας» (Data Science and Information Technologies) είναι η παροχή υψηλού επιπέδου μεταπτυχιακής εκπαίδευσης στο επιστημονικό πεδίο της Πληροφορικής, της Επιστήμης Δεδομένων, της Τεχνητής Νοημοσύνης, της Μηχανικής Μάθησης και της Βιοπληροφορικής.

Το ΔΠΜΣ έχει διεθνή προσανατολισμό. Οδηγεί στην απονομή Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης σε δύο ειδικεύσεις: 1. «Μεγάλα Δεδομένα και Τεχνητή Νοημοσύνη» (1η ειδίκευση, Big Data and Artificial Intelligence) και 2. «Βιοπληροφορική - Επιστήμη Βιοϊατρικών Δεδομένων» (2η ειδίκευση, Bioinformatics - Biomedical data science), μετά την πλήρη και επιτυχή ολοκλήρωση των σπουδών, με βάση το πρόγραμμα σπουδών.

Οι τίτλοι σπουδών απονέμονται από το Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών με αναφορά των συνεργαζόμενων κέντρων/ιδρυμάτων.

Για την ολοκλήρωση του ΔΠΜΣ απαιτούνται συνολικά ενενήντα (90) πιστωτικές μονάδες (ECTS). Τα μαθήματα του ΔΠΜΣ αντιστοιχούν σε εξήντα (60) πιστωτικές μονάδες. Οι υπόλοιπες 30 μονάδες αντιστοιχούν στην εκπόνηση της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας.

## **Πρόγραμμα Σπουδών**

Το ΔΠΜΣ ξεκινά το χειμερινό εξάμηνο εκάστου ακαδημαϊκού έτους. Για την απόκτηση ΔΜΣ απαιτούνται συνολικά ενενήντα (90) πιστωτικές μονάδες (ECTS). Τα μαθήματα του ΔΠΜΣ αντιστοιχούν σε εξήντα (60) πιστωτικές μονάδες. Οι υπόλοιπες 30 μονάδες αντιστοιχούν στην εκπόνηση της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας. Κατά τη διάρκεια των σπουδών, οι μεταπτυχιακοί φοιτητές υποχρεούνται σε παρακολούθηση και επιτυχή εξέταση μεταπτυχιακών μαθημάτων, καθώς και σε εκπόνηση μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας. Οι ελάχιστες διδακτικές ώρες ανά μάθημα είναι τρεις (3) ανά εβδομάδα. Ενδέχεται, φοιτητές που παρουσιάζουν συγκεκριμένες ελλείψεις ως προς το απαραίτητο υπόβαθρο, να κληθούν να παρακολουθήσουν και να εξεταστούν επιτυχώς σε μέχρι τρία (3) κατάλληλα επιλεγμένα προπτυχιακά μαθήματα μέχρι το τέλος του δεύτερου εξαμήνου. Η διδασκαλία των μαθημάτων γίνεται διά ζώσης και με μέσα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Τα μαθήματα οργανώνονται σε εξάμηνα, πραγματοποιούνται σε εβδομαδιαία βάση και διεξάγονται στην αγγλική γλώσσα, εκτός αν, κατ' εξαίρεση, υπάρχει απόφαση της ΕΔΕ για διεξαγωγή τους στην ελληνική γλώσσα.

## **Πρόγραμμα μαθημάτων**

Το πρόγραμμα των μαθημάτων ανά ειδίκευση διαμορφώνεται ως εξής:

## 1. Ειδίκευση: ΜΕΓΑΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

<b>Α΄ Εξάμηνο</b>	
<b>Μαθήματα Υποχρεωτικά</b>	<b>ECTS</b>
(M161) Ανάλυση Δεδομένων Υψηλής Κλίμακας - Big Data Analytics	6
(M149) Συστήματα βάσεων δεδομένων - Database Systems	6
(M164) Τεχνολογίες Γνώσεων - Knowledge Technologies	6
(M430) Μηχανική Μάθηση - Machine Learning	6
<b>Μαθήματα Επιλογής (να επιλεγεί ένα)</b>	
(M402) Αλγόριθμοι Ομαδοποίησης - Clustering Algorithms	6
(M404) Βιοστατιστική - Biostatistics	6
(M401) Επεξεργασία φυσικής γλώσσας - Natural Language Processing	6
(M409) Κοινωνικές Προεκτάσεις των Τεχνολογιών Γνώσης και 4η Βιομηχανική Επανάσταση - Social Implications of the technologies of knowledge and 4rth industrial revolution	6
(M421) Ανάλυση χρονικών δεδομένων και εφαρμογές - Time series data analysis and applications	6
(M413) Εισαγωγή στην Βιοπληροφορική - Introduction to Bioinformatics	6
(M725) Θεωρία Πληροφορίας - Information Theory	6
(M414) Θεωρία και Αλγόριθμοι Βελτιστοποίησης - Optimization - Theory and Algorithms	6
(M460) Ειδικά θέματα Μεγάλων Δεδομένων και Τεχνητής Νοημοσύνης - Special topics in Big data and Artificial Intelligence	6
<b>Σύνολο</b>	<b>30</b>

<b>Β΄ Εξάμηνο</b>	
<b>Μαθήματα Υποχρεωτικά</b>	<b>ECTS</b>
(M401) Νευρωνικά δίκτυα βάθους - Deep Neural Networks	6
(M412) Διαδίκτυο Πραγμάτων - The Internet of things	6
(M411) Διαχείριση Μεγάλων δεδομένων - Big data management	6
(M115) Ανάλυση και Επεξεργασία Εικόνων - Image processing and analysis	6
<b>Μαθήματα Επιλογής (να επιλεγεί ένα)</b>	
(M104) Ανάλυση Γεωμετρικών δεδομένων - Geometric data analysis	6
(M407) Εφαρμογές Επιστήμης Δεδομένων και Τεχνολογιών Πληροφορικής στις Νευροεπιστήμες - Application of Data Science and Information Technologies in Neurosciences	6
(M406) Εφαρμογές Επιστήμης Δεδομένων και Τεχνολογιών Πληροφορικής στην Ιατρική - Applications of Data Science and Information Technologies in Medicine	6

(M408) Καινοτομίες Επιστήμης δεδομένων & Τεχνολογιών Πληροφορικής - Innovations in Data Science and Information Technologies	6
(M403) Αλγόριθμοι στη Μοριακή Βιολογία - Algorithms in Molecular Biology	6
(M410) Μηχανική Μάθηση στην Υπολογιστική Βιολογία - Machine Learning in computational biology	6
(M415) Όραση Υπολογιστών - Computer Vision	6
(M460) Ειδικά θέματα Μεγάλων Δεδομένων και Τεχνητής Νοημοσύνης - Special Topics in Big Data and Artificial Intelligence	6
<b>Σύνολο</b>	<b>30</b>

<b>Γ' Εξάμηνο</b>	
<b>Μαθήματα Υποχρεωτικά</b>	<b>ECTS</b>
Εκπόνηση μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας – MSc Thesis	30
<b>Σύνολο</b>	<b>30</b>

## 2. Ειδίκευση: ΒΙΟΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ – ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

<b>Α' Εξάμηνο</b>	
<b>Μαθήματα Υποχρεωτικά</b>	<b>ECTS</b>
(M416) Βιολογία- Φυσιολογία - Biology -Physiology	6
(M413) Εισαγωγή στην Βιοπληροφορική - Introduction to Bioinformatics	6
(M417) Εισαγωγή στη Βιοτεχνολογία - Introduction to Biotechnology	6
(M430) Μηχανική Μάθηση - Machine Learning	6
<b>Μαθήματα Επιλογής (να επιλεγεί ένα)</b>	
(M402) Αλγόριθμοι Ομαδοποίησης - Clustering Algorithms	6
(M404) Βιοστατιστική - Biostatistics	6
(M401) Επεξεργασία φυσικής γλώσσας - Natural language processing	6
(M409) Κοινωνικές Προεκτάσεις των Τεχνολογιών Γνώσης και 4 <sup>η</sup> Βιομηχανική Επανάσταση - Social Implications of Knowledge Technologies and 4 <sup>th</sup> industrial revolution	6
(M161) Ανάλυση Δεδομένων Υψηλής Κλίμακας - Big Data analytics	6
(M420) Μοριακή Μοντελοποίηση Βιομορίων - Modeling of Biomolecules	6
(M149) Συστήματα βάσεων δεδομένων - Database systems	6
(M164) Τεχνολογίες Γνώσεων - Knowledge Technologies	6
(M480) Ειδικά θέματα Βιοπληροφορικής - Special Topics in Bioinformatics	6
<b>Σύνολο</b>	<b>30</b>

<b>Β' Εξάμηνο</b>	
<b>Μαθήματα Υποχρεωτικά</b>	<b>ECTS</b>
(M103) (Αλγόριθμοι στη) Δομική Βιοπληροφορική - Algorithms in Structural Biology	6
(M403) Αλγόριθμοι στη Μοριακή Βιολογία - Algorithms in Molecular Biology	6
(M410) Μηχανική Μάθηση στην Υπολογιστική Βιολογία - Machine Learning in Computational Biology	6
(M115) Ανάλυση και Επεξεργασία Εικόνων - Image processing and analysis	6
<b>Μαθήματα Επιλογής (να επιλεγεί ένα)</b>	
(M104) Ανάλυση Γεωμετρικών δεδομένων - Geometric Data Analysis	6
(M407) Εφαρμογές Επιστήμης Δεδομένων και Τεχνολογιών Πληροφορικής στις Νευροεπιστήμες - Application of Data Science and Information Technologies in Neurosciences	6
(ME406) Εφαρμογές Επιστήμης Δεδομένων και Τεχνολογιών Πληροφορικής στην Ιατρική - Applications of Data Science and Information Technologies in Medicine	6
(M408) Καινοτομίες Επιστήμης δεδομένων & Τεχνολογιών Πληροφορικής - Innovations in Data Science and Information Technologies	6
(M401) Νευρωνικά Δίκτυα βάθους - Deep Neural Network Architectures	6
(M411) Διαχείριση Μεγάλων δεδομένων - Big Data Management	6
(M480) Ειδικά θέματα Βιοπληροφορικής - Special Topics in Bioinformatics	6
<b>Σύνολο</b>	<b>30</b>
<b>Γ' Εξάμηνο</b>	
<b>Μαθήματα Υποχρεωτικά</b>	<b>ECTS</b>
Εκπόνηση μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας – MSc Thesis	30
<b>Σύνολο</b>	<b>30</b>

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ/ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ

### Αλγόριθμοι στην Δομική Βιοπληροφορική

Γονιδίωμα και πρωτεΐνες, πρωτοταγής, δευτεροταγής και τριτοταγής μοριακή δομή. Πειραματικά δεδομένα NMR και κρυσταλλογραφίας ακτίνων Χ. Σύγκριση και στοίχιση ακολουθιών, στοίχιση με κενά. Δυναμικός προγραμματισμός. Αναζήτηση και χώρος μοριακών διαμορφώσεων (C-space). Γεωμετρία των αποστάσεων. Κινηματική των μορίων, Ευκλείδειοι μετασχηματισμοί Ομοιότητες και αναγνώριση μοριακών δομών, πρόσδεση (docking) μορίου σε υποδοχέα, σχεδιασμός φαρμάκων: μοριακές επιφάνειες (α-σχήματα, τριγωνοποίηση Delaunay), δομές γεωμετρικών δεδομένων, γεωμετρικός κατακερματισμός. Εξόρυξη δεδομένων, αναζήτηση και συσταδοποίηση μοριακών δεδομένων. Δίνονται αλγοριθμικές και προγραμματιστικές εργασίες σε

περιβάλλον Matlab, Python ή R, ενώ υλοποιείται συναφής εργασία με απαιτήσεις βιβλιογραφικής επισκόπησης, σχεδιασμού αλγορίθμων και ανάπτυξης λογισμικού.

### **Αλγόριθμοι στη Μοριακή Βιολογία**

Εισαγωγή στους αλγορίθμους και στην υπολογιστική πολυπλοκότητα. Σχεδιασμός αλγορίθμων και γενικές αλγοριθμικές τεχνικές. Στρατηγικές και μέθοδοι αναζήτησης: τυφλοί, πληροφορημένοι αλγόριθμοι. Αλγόριθμοι “Διαίρει και Βασίλευε”. Δυναμικός προγραμματισμός. Αλγόριθμοι τοπικής και καθολικής στοίχισης ακολουθιών. Αλγόριθμοι προσεγγιστικής στοίχισης. Αλγόριθμοι γράφων και τεχνικές αλληλούχισης. Πιθανοτικοί αλγόριθμοι. Φυλογενετικά δένδρα. Υλοποιήσεις στην γλώσσα Python.

### **Αλγόριθμοι Ομαδοποίησης**

Βασικές ιδέες (τύποι χαρακτηριστικών, μέτρα εγγύτητας), ιεραρχικοί αλγόριθμοι ομαδοποίησης, αλγόριθμοι βελτιστοποίησης συνάρτησης κόστους (k-means, fuzzy c-means, possibilistic c-means), ανταγωνιστικοί αλγόριθμοι εκμάθησης, αλγόριθμοι ομαδοποίησης βασισμένοι σε έννοιες γράφων (π.χ., spectral clustering), αλγόριθμοι ομαδοποίησης βασισμένοι στην έννοια της πυκνότητας (π.χ., DBSCAN), ομαδοποίηση σε υπόχωρους, online ομαδοποίηση, συνδυασμός ομαδοποιήσεων, κριτήρια εγκυρότητας ομάδων/ομαδοποιήσεων.

### **Ανάλυση Γεωμετρικών δεδομένων**

Το μάθημα εστιάζει σε γεωμετρικούς πιθανοκρατικούς, προσεγγιστικούς, και ευριστικούς αλγορίθμους σε υψηλή διάσταση που αντιμετωπίζουν την "κατάρα της διάστασης" (curse of dimensionality). Δειγματοληψία μέσω τυχαίων περιπάτων σε κυρτές και μη-κυρτές περιοχές. Υπολογισμός όγκου κυρτού σώματος. Αναπαράσταση γεωμετρικών αντικειμένων. Δομές γεωμετρικών δεδομένων σε γενική διάσταση, αναζήτηση περιοχής, εύρεση πλησιέστερου γείτονα με δενδρικές δομές, πιθανοκρατικούς πίνακες κατακερματισμού, και τυχαιοκρατική εμπύθιση δεδομένων. Εξόρυξη δεδομένων και αλγόριθμοι συσταδοποίησης (clustering). Εφαρμογές στην βιοπληροφορική και την επεξεργασία εικόνας.

### **Ανάλυση χρονικών δεδομένων και εφαρμογές**

Παραδείγματα χρονικών (time series) δεδομένων. Στασιμότητα, εργοδικότητα, αυτοσυσχέτιση, ετεροσυσχέτιση. Παλινδρόμηση (regression) χρονικών δεδομένων. Στατιστική δοκιμασία (test) πλήθους παραμέτρων. AR, MA, ARMA και ARIMA μοντέλα. Εποχιακά (seasonal) ARIMA μοντέλα. Ανάλυση στο πεδίο συχνοτήτων, φασματική ισχύς, φασματική ανάλυση πολυδιάστατων σειρών. Garch και ARMAX μοντέλα. Περιγραφή στο χώρο κατάστασης, φίλτρα Kalman. Εφαρμογές.

### **Ανάλυση Δεδομένων Υψηλής Κλίμακας**

Στο μάθημα καλύπτουμε τεχνικές εξόρυξης δεδομένων και μηχανικής μάθησης για τη ανάλυση μεγάλων συνόλων δεδομένων και την εξαγωγή πληροφορίας από αυτά. Τα βασικά θέματα που καλύπτονται περιλαμβάνουν: Αλγόριθμοι για συσταδοποίηση και κατηγοριοποίηση, Τεχνικές για εύρεση σημείων σε χώρους μεγάλων διαστάσεων, Αλγόριθμοι για ροές δεδομένων και για χρονοσειρές, Ανάλυση συνδέσμων ιστού, Αλγόριθμοι Μηχανικής Μάθησης για μεγάλα δεδομένα, Τεχνικές μείωσης αριθμού διαστάσεων, Συστήματα και αλγόριθμοι MapReduce.

### **Ανάλυση και Επεξεργασία Εικόνων**

Πρότυπα αποθήκευσης εικόνων: JPEG, DIC. Ενίσχυση αντίθεσης: Κανονικοποίηση ιστογράμματος, εξισορρόπηση ιστογράμματος. Κατωφλίωση: Χειροκίνητη, Επαναληπτική μέθοδος, Μέθοδος Otsu. Γραμμικά και μη γραμμικά φίλτρα: Φίλτρο μέσου όρου, φίλτρο ενδιάμεσης τιμής, φίλτρο Gauss, Mean Shift Filtering, Ανισοτροπική διάχυση. Ανίχνευση Ακμών: Μέθοδοι Prewitt, Sobel, Canny, Laplacian, Marr-Hildreth. Ανίχνευση Σχημάτων: Μετασχηματισμός Hough, ανίχνευση κεντρικού άξονα. Ανίχνευση γωνιών: μέθοδος του Harris, μέθοδος Shi-Tomasi. Τμηματοποίηση: Ανάπτυξη περιοχής, διαχωρισμός και συγχώνευση, ομαδοποίηση, watershed. Μαθηματική Μορφολογία: α) Διαστολή, συστολή, διάνοιξη, αποκλεισμός σε δυαδικές εικόνες και εικόνες κλίμακας γκριζου. β) Εφαρμογές: Εξαγωγή περιγράμματος, Εξαγωγή αντικειμένων, Λέπτυνση, Hit-or-miss, σκελετός εικόνας. Ανίχνευση κινούμενου αντικειμένου Χαρακτηριστικά υφής και παρυφής περιοχών ενδιαφέροντος εικόνας. Παραμετρικές και μη παραμετρικές στατιστικές δοκιμασίες. Έλεγχος κανονικότητας δεδομένων -- παραμετρικές και μη δοκιμασίες. Έλεγχος συσχέτισης χαρακτηριστικών -- παραμετρικές και μη δοκιμασίες.

### **Βιολογία- Φυσιολογία**

Το μάθημα έχει σκοπό να προσφέρει μία εκτεταμένη εισαγωγή στην βασική δομική και λειτουργική μονάδα των έμβιων όντων, το κύτταρο καθώς και στην οργάνωση του σε ιστούς και συστήματα. Έμφαση θα δοθεί στους τομείς: Γενετική πληροφορία (DNA, RNA, πρωτεΐνες). Γενετικός κώδικας (Μεταγραφή, Μετάφραση). Κύτταρο (οργάνωση, δομές και λειτουργία). Κυτταρικός κύκλος. Κυτταρική διαίρεση. Κυτταρική επικοινωνία (Βιοχημική/μοριακή οργάνωση της επικοινωνίας μεταξύ διαφορετικών λειτουργιών, παραδείγματα διαταραχής της ομαλής διασύνδεσης τους). Από το κύτταρο στα συστήματα (αρχές οργάνωσης και λειτουργίας των συστημάτων). Οργάνωση συγκεκριμένων συστημάτων, όπως το καρδιαγγειακό και το ενδοκρινικό με έμφαση στους μηχανισμούς ρύθμισης της συνέργειάς τους, π.χ. μονοπάτια μεταβίβασης του μηνύματος. Φυσιολογία του νευρικού συστήματος (Βασικές αρχές της κυτταρικής και μοριακής νευροβιολογίας και παραδείγματα από λειτουργίες όπως μάθηση και μνήμη). Αρχές γενετικής του ανθρώπου. Μοριακή βάση ασθενειών (Παθογένεση κοινών νόσων, π.χ. καρκίνος, διαβήτης).

### **Βιοστατιστική**

Βασικές έννοιες πιθανοτήτων. Ειδικές μορφές μονοδιάστατων συναρτήσεων πυκνότητας πιθανότητας (Poisson, εκθετική, κανονική, Weibul). Έλεγχος υποθέσεων και σημαντικότητας σε μονοδιάστατες κατανομές. Διαστήματα εμπιστοσύνης Εκτίμηση κατά Bayes. Ανάλυση διασποράς - Ανάλυση Παλινδρόμησης. Πολυμεταβλητή κανονική κατανομή. Πολυμεταβλητή ανάλυση διασποράς και έλεγχος υποθέσεων. Μήτρες συνδιασποράς. Συναρτήσεις διάκρισης κατά Fisher και κατά Bayes. Πολυμεταβλητή παλινδρόμηση, λογαριθμική παλινδρόμηση. Μη παραμετρικός έλεγχος υποθέσεων και μη παραμετρικοί ταξινομητές. Ανάλυση κυρίων συνιστωσών και ανεξαρτήτων συνιστωσών. Ανάλυση και εκτίμηση δεδομένων επιβίωσης.

### **Διαδίκτυο των Πραγμάτων**

Η ύλη του μαθήματος αρχικά καλύπτει τη γενική αρχιτεκτονική Διαδικτύου των Πραγμάτων (ΔτΠ), τη διάρθρωση των συσκευών και τις βασικές αρχές λειτουργίας. Η οργάνωση της μελέτης ακολουθεί την δομή των συσκευών (αισθητήρες/ενεργοποιητές, επεξεργαστική και δικτυακή δυνατότητα). Στο σκέλος των αισθητήρων/ενεργοποιητών καλύπτονται μεταξύ άλλων τα σχετικά πρότυπα, η τεχνολογία των ευφών αισθητήρων καθώς και οι διεπαφές. Στο σκέλος της υπολογιστικής υποδομής επί του κόμβου καλύπτονται θέματα ενσωματωμένου υπολογισμού και



συστημάτων, συνεπεξεργαστών, λογισμικό συστημάτων και λειτουργικά συστήματα. Στο σκέλος της δικτυακής υποδομής καλύπτονται τεχνολογίες με εστίαση στο ΔτΠ όπως τα ZigBee, Lora, UWB, γενικές αρχιτεκτονικές και τοπολογίες δικτύων, πρωτόκολλα δρομολόγησης, κ.α. Μετά τη μελέτη της τεχνολογίας κόμβου μελετώνται τεχνικές και αλγόριθμοι ενδοδικτυακής επεξεργασίας (in-network processing) όπως η σύντηξη δεδομένων και η ανίχνευση συμβάντων (event detection), καθώς και η εννοχήστρωσή τους (κατανομημένη επεξεργασία). Στο ίδιο πλαίσιο εξετάζονται οι εξελιγμένες αρχιτεκτονικές edge και fog computing. Η τεχνολογία του ενδιάμεσου λογισμικού (middleware) καθώς και οι συναφείς αφαιρέσεις (π.χ., βάσεις δεδομένων αισθητήρων, γλώσσες ερωταποκρίσεων) ολοκληρώνουν τα θέματα της ενδοδικτυακής επεξεργασίας και της υποστήριξης των εφαρμογών. Η μελέτη του τρίπτυχου (κόμβος, δίκτυο, εφαρμογή) ολοκληρώνεται με την κάλυψη θεμάτων υπολογιστικού νέφους για το ΔτΠ και Μεγάλα Δεδομένα (Big Data). Τέλος μελετώνται οριζόντια θέματα όπως η ασφάλεια υποδομής ΔτΠ καθώς και η διαχείριση (management) αυτών των υποδομών μεγάλης κλίμακας. Καταλήγοντας καλύπτονται θέματα περιβαλλόντων ανάπτυξης εφαρμογών για ΔτΠ. Στο πλαίσιο του μαθήματος υλοποιείται συναφής εργασία (project) με απαιτήσεις σχεδιασμού και ανάπτυξης.

### **Διαχείριση Μεγάλων δεδομένων**

Το μάθημα πραγματεύεται σύγχρονα θέματα σχετικά με τις αρχές και τα συστήματα διαχείρισης Μεγάλων Δεδομένων. Τα θέματα που θα εξετάσουμε είναι: Το προγραμματιστικό μοντέλο Map-Reduce και συστήματα όπως τα Hadoop, HBase χρησιμοποιώντας Hive/Pig. Το σύστημα αποθήκευσης αρχείων HDFS. Τα συστήματα Spark και TensorFlow. Συστήματα μηνυμάτων και ροών (π.χ. Kafka και Samza). Αποθήκες κλειδιών-τιμών (key value stores). Τεχνικές ανίχνευσης όμοιων αντικειμένων (similarity search, locality-sensitive hashing). Τεχνικές ανάλυσης υπερσυνδέσμων (links) σε μεγάλη κλίμακα (PageRank, Hubs & Authorities). Ομαδοποίηση (clustering). Συστήματα υποδείξεων. Θέματα υπολογιστικής διαφήμισης (computational advertising). Το μάθημα περιλαμβάνει παρουσίαση και μελέτη ερευνητικών θεμάτων καθώς και πρακτική εφαρμογή των θεμάτων αυτών.

### **Ειδικά θέματα Μεγάλων Δεδομένων και Τεχνητής Νοημοσύνης**

Σύγχρονα προβλήματα και τεχνολογίες αιχμής για την επίλυσή τους, οι οποίες χρησιμοποιούν μεθόδους διαχείρισης μεγάλων δεδομένων, τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης. Το μάθημα είναι σεμιναριακού χαρακτήρα, προσφέρεται περιοδικά και το περιεχόμενό του προσαρμόζεται ανάλογα με τον διδάσκοντα. Σκοπό έχει να δώσει την ευκαιρία σε διακεκριμένους επισκέπτες της ημεδαπής ή της αλλοδαπής με αναγνωρισμένο έργο, να διδάξουν θέματα στο πεδίο ενδιαφερόντων τους.

### **Ειδικά θέματα στην Βιοπληροφορική**

Σύγχρονα προβλήματα βιοπληροφορικής και νέες μέθοδοι αντιμετώπισής τους, οι οποίες αντλούν από ολόκληρο το φάσμα των μεθόδων της επιστημονικής αυτής περιοχής. Το μάθημα αυτό είναι σεμιναριακού χαρακτήρα, προσφέρεται περιοδικά και το περιεχόμενό του προσαρμόζεται ανάλογα με τον διδάσκοντα. Σκοπό έχει να δώσει την ευκαιρία σε διακεκριμένους επισκέπτες της ημεδαπής ή της αλλοδαπής με αναγνωρισμένο έργο στον τομέα της βιοπληροφορικής να διδάξουν θέματα στο πεδίο ενδιαφερόντων τους.

### **Εισαγωγή στην Βιοπληροφορική**

Το μάθημα αποσκοπεί στην ένταξη φοιτητών/φοιτητριών στις βασικές έννοιες και εργαλεία της βιοπληροφορικής. Αρχικά γίνεται μια πρώτη εισαγωγή στο λειτουργικό σύστημα GNU/Linux και στη χρήση βασικών εντολών γραμμής εντολών (CLI) καθώς και bash scripting στο εργαστήριο. Επιπροσθέτως γίνεται παρουσίαση και χρήση βασικών προγραμμάτων γραμμής εντολών όπως bedtools, vcftools, samtools κτλ. Στη συνέχεια οι φοιτητές εξοικειώνονται στο εργαστήριο με τη γλώσσα προγραμματισμού R, τη χρήση του IDE RStudio και βασικών εργαλείων που παρέχονται από το αποθετήριο Bioconductor. Ακολούθως, παρουσιάζονται αναλυτικά χαρακτηριστικές περιπτώσεις βιοπληροφορικών αναλύσεων NGS και αντίστοιχα pipeline για: RNAseq (έλεγχος ποιότητας, ανάλυση έκφρασης γονιδίων), de-novo assembly (σε επίπεδο γονιδιώματος και μεταγραφώματος), ChIPSeq, ClipSeq και variant calling (παράδειγμα exome με χρήση GATK). Γίνεται αναφορά σε μοντέλα γονιδιωματικής κλίμακας μεταβολικής και μακρομοριακής έκφρασης (ME-models).

### **Εισαγωγή στην Βιοτεχνολογία**

Εισαγωγή στις έννοιες -ωμικών τεχνολογιών (γενωμικής, πρωτεωμικής, μεταβολομικής κλπ), βιολογίας συστημάτων και παραγωγή, αποθήκευση, ανάλυση και εκτίμησης βιολογικών δεδομένων. Μεθοδολογία μελέτης γονιδιακής αλληλουχίας (DNA sequencing και next generation sequencing, chip arrays). Μελέτη ανθρώπινου γονιδιώματος (Human Genome Project). Μέθοδοι ανάλυσης γονιδίων σε επίπεδο ενός κυττάρου (single-cell genomics). Μεθοδολογίες μελέτης ανθρώπινου πρωτεώματος (φασματομετρία μάζας). Ερευνητικά πεδία Βιοπληροφορικής στα πλαίσια της μελέτης των omics (genomics, transcriptomics, proteomics, metabonomics) και συνδυασμού αυτών (systems biology), βάσεις δεδομένων γενωμικών και πρωτεωμικών αποτελεσμάτων, ανάδειξη βιοδεικτών, γενωμικά και πρωτεωμικά δίκτυα. Εφαρμογές της Βιοτεχνολογίας στο σχεδιασμό φαρμάκων και τη συνθετική βιολογία.

### **Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας (στις Βιοεπιστήμες)**

Εισαγωγή στην Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας με έμφαση στις Βιοεπιστήμες (BioNLP), Γλωσσικά μοντέλα, Συστήματα κατηγοριοποίησης (Text/Topic Classification) - Παραδείγματα και Εφαρμογές, Εξαγωγή και Διασύνδεση Οντοτήτων στις βιοεπιστήμες (BioNLP, Bio-Entity Extraction), Εξαγωγή σχέσεων (Relation Extraction), Ανάλυση συναισθήματος και άποψης με έμφαση σε Ιατρικά Θέματα, Ανάκτηση Πληροφορίας από Κειμενικά Ιατρικά δεδομένα, Συστήματα Ερωταποκρίσεων (Question Answering systems) με εφαρμογές στην Ιατρική, Συστήματα Εξαγωγής πληροφορίας.

### **Εφαρμογές Επιστήμης Δεδομένων και Τεχνολογίες Πληροφορικής στις Νευροεπιστήμες**

Εισαγωγή στις υπολογιστικές μεθόδους των νευροεπιστημών για μεταπτυχιακούς φοιτητές που ενδιαφέρονται να μάθουν περισσότερα για το Νευρικό Σύστημα, πώς τα δίκτυα νευρώνων στον εγκέφαλο ολοκληρώνουν και διαβιβάζουν τα εγκεφαλικά σήματα και πώς η αντίληψη, η νόηση και η μνήμη προκύπτουν από τις ολοκληρωμένες ενέργειες αυτών. Το μάθημα θα καλύψει τις βασικές έννοιες Νευροβιολογίας όπως δομή και λειτουργία του νευρικού κυττάρου, φυσιολογία και παθολογία του νευρικού συστήματος, ζωικά μοντέλα ανθρώπινων νευροεγκεφαλολογικών νόσων (παραγωγή, καταγραφή και ανάλυση συμπεριφορικών δεδομένων), νευρογενωμική και νευροπρωτεωμική ανάλυση του νευρικού συστήματος, ανάλυση των ηλεκτρικών και βιοχημικών ιδιοτήτων νευρώνων, της ανατομίας και φυσιολογίας εγκεφαλικών συστημάτων και της συμπεριφοράς που προκύπτει από τις ενέργειές τους. Ιδιαίτερη έμφαση θα δοθεί στις σύγχρονες μαθηματικές περιγραφές και υπολογιστικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται στον τομέα των υπολογιστικών νευροεπιστημών όπως νευρωνικά πρότυπα Hodgkin-Huxley, θεωρία Cable,

δίκτυα νευρώνων IF (integrate fire) και FR (firing rate), multicompartmental modeling, διάφοροι τύποι νευρωνικών δικτύων (feedforward, associative, stochastic), στοιχεία θεωρίας της πληροφορίας (εντροπία, αμοιβαία πληροφορία, κ.α.), spike-train statistics, μέθοδοι αντιστρόφου συσχετισμού (reverse-correlation methods), κώδικες πληθυσμιακών διανυσμάτων (population vector coding), τοπογραφικοί χάρτες, τεχνικές μάθησης νευρωνικών δικτύων.

### **Εφαρμογές Επιστήμης Δεδομένων και Τεχνολογίες Πληροφορικής στην Ιατρική**

Ιατρικός Φάκελος, Οργάνωση και Διαχείριση ιατρικών βάσεων δεδομένων, Μεγάλα Δεδομένα (Big Data) στην Ιατρική, βιοτρόπεζες. Εφαρμογές της επιστήμης δεδομένων και της τεχνητής νοημοσύνης (AI) στην ιατρική: εφαρμογές στη διάγνωση ασθενειών (καρκίνος, δερματικές παθήσεις, retinopathies κτλ), υποστήριξη σύνθετων ιατρικών αποφάσεων (σχήμα αντιμετώπισης καρκίνου). Εφαρμογές της μηχανικής μάθησης και της βιοπληροφορικής, στη μοντελοποίηση ασθενειών (disease modeling), στην κατανόηση της παθοφυσιολογίας του καρκίνου (immunoncology), στη κατανόηση των νόσων του εγκεφάλου (νόσοι του Alzheimer, Parkinson, ψυχωτικές νόσοι). Νέες τεχνολογίες απεικόνισης και επεξεργασίας μεγάλων δεδομένων για τη χαρτογράφηση και κατανόηση της λειτουργία του εγκεφάλου (fMRI). Εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στη προσωποποιημένη (personalized) ιατρική και στην υποστήριξη των κλινικών δοκιμών νέων φαρμάκων. Αναδυόμενες τεχνολογίες πληροφορικής για την ασφαλή διαχείριση και μεταφορά προσωπικών δεδομένων ιατρικού φακέλου (blockchain).

### **Θεωρία και αλγόριθμοι βελτιστοποίησης**

Εισαγωγικές έννοιες, κυρτά σύνολα, συναρτήσεις κόστους, νόρμες, τοπικά και ολικά βέλτιστα. Κυρτές συναρτήσεις, συνθήκες κυρτότητας, επιγραφήματα και sub-level σύνολα, conjugate συναρτήσεις. Gradient και subgradient. Βελτιστοποίηση με περιορισμούς, κυρτή βελτιστοποίηση, Γραμμικός προγραμματισμός, Εξισωτικοί περιορισμοί και περιορισμοί ανισότητας. Πολλαπλασιαστές Lagrange και δυαδική συνάρτηση Lagrange. Συνθήκες βελτιστότητας, ΚΚΤ συνθήκες. Αλγόριθμοι: Η μέθοδος κατάδυσης και απότομης κατάδυσης, μέθοδος Νεύτωνα. Εισαγωγή στις μεθόδους, εσωτερικού σημείου.

### **Θεωρία Πληροφορίας**

Βασικές έννοιες από τα σώματα Galois, χωρητικότητα καναλιού, αξιόπιστη μετάδοση και το δεύτερο θεώρημα του Shannon, το αθροιστικό Γκαουσιανό κανάλι, βασικές κατηγορίες κωδίκων (γραμμικοί, κυκλικοί, BCH, Reed Solomon, κώδικες αλγεβρικής γεωμετρίας, συγκεραστικοί, Turbo, LDPC), Αποκωδικοποιητές (Berlekamp-Massey, αλγόριθμος Ευκλείδη, φασματικές τεχνικές), διόρθωση καταγιστικών λαθών, συγκεραστικοί κώδικες και αποκωδικοποίηση μέγιστης πιθανοφάνειας. Εργαστηριακή υποστήριξη στο Matlab.

### **Καινοτομίες Επιστήμης δεδομένων και Τεχνολογιών Πληροφορικής**

Το μάθημα διδάσκεται με σεμιναριακό τρόπο από εξειδικευμένους επιστήμονες που έχουν εμπειρία στη μεταφορά τεχνογνωσίας από τα επιστημονικά πεδία του Προγράμματος προς εταιρείες του κλάδου και παρουσιάζει τις σύγχρονες τάσεις στην περιοχή και πώς η επιστημονική πρόοδος διαμορφώνει την καινοτομία. Επίσης πραγματεύεται την αντίστροφη διαδικασία όπου πραγματικές ανάγκες της κοινωνίας κινητοποιούν την επιστημονική κοινότητα σε ορισμένες ερευνητικές κατευθύνσεις Περιγραφή των μελλοντικών κατευθύνσεων του επιστημονικού κλάδου του Προγράμματος.

### **Κοινωνικές Προεκτάσεις των Τεχνολογιών Γνώσης και 4η Βιομηχανική Επανάσταση**

Η Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση στοχεύει στην λείανση των διαφορών μεταξύ φυσικής, ψηφιακής και βιολογικής σφαίρας. Τείνει να ολοκληρώσει σε ένα ενιαίο πλαίσιο τα κυβερνο-φυσικά (cyber-physical) συστήματα, το Διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things), τα μεγάλα δεδομένα (big data), την υπολογιστική στο “σύννεφο” (cloud computing), τη ρομποτική και τα ευφυή συστήματα βασισμένα σε τεχνητή νοημοσύνη. Σε σύγκριση με προηγούμενες βιομηχανικές επαναστάσεις, η τέταρτη εξελίσσεται με εκθετικό και όχι με γραμμικό ρυθμό. Η νέα τεχνολογία δημιουργεί μια νέα πραγματικότητα όχι μόνο στον οικονομικό τομέα, αλλά αλλάζει ριζικά τον τρόπο που θα ζούμε, που θα επικοινωνούμε, τις εργασιακές σχέσεις κτλ. Εγείρει σημαντικά θέματα σχετικά με την απασχόληση και νέες μορφές εργασίας. Το μάθημα αυτό είναι σεμιναριακό και στόχο έχει να παρουσιάσει την νέα πραγματικότητα, τις νέες ευκαιρίες αλλά και προκλήσεις στη νέα εποχή που ανατέλλει.

### **Μηχανική Μάθηση**

Παραμετρικά μοντέλα, γραμμική παλινδρόμηση, ελάχιστα τετράγωνα, υπερπροσαρμογή (overfitting), bias-variance trade off, ridge regression. Εκτίμηση μέγιστης πιθανοφάνειας και μέγιστης εκ των υστέρων (a-posteriori) πιθανότητας. Cross-validation. Ταξινόμηση βασισμένη στη θεωρία αποφάσεων του Bayes (βασικές αρχές, ταξινόμηση με κανονικές κατανομές). Εισαγωγικές έννοιες στα Μπεϋζιανά δίκτυα. Γραμμικοί και μη γραμμικοί ταξινομητές (perceptrons, πολυστρωματικά perceptrons, συναρτήσεις ακτινικής βάσης, μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης). Εισαγωγή στις αρχιτεκτονικές βάθους. Ταξινόμηση αλληλεξαρτώμενων προτύπων (μοντέλα Μαρκοβιανών αλυσίδων, αλγόριθμος Viterbi, κρυμμένα Μαρκοβιανά μοντέλα). Εισαγωγή στην ομαδοποίηση, ο k-means αλγόριθμος. Ταίριασμα προτύπων (ομοιότητα βασισμένη σε τεχνικές αναζήτησης βέλτιστου μονοπατιού. Αρχή βελτιστότητας του Bellman και δυναμικός προγραμματισμός, απόσταση Levenshtein).

### **Μηχανική Μάθηση στην Υπολογιστική Βιολογία**

Μέθοδοι εκτίμησης παραμέτρων μοντέλων κατά Bayes, Μοντέλα μίξης κατανομών, αλγόριθμος EM, μέθοδοι επιλογής βέλτιστων μοντέλων, εξαγωγή χαρακτηριστικών (PCA, PLSR, κτλ), ταξινόμηση δεδομένων χωρίς επιτήρηση (ιεραρχική, k-means, SOM κτλ.), γραφικά μοντέλα, νευρωνικά δίκτυα (feedforward, recurrent), παράλληλη επεξεργασία για μηχανική μάθηση μεγάλων δεδομένων. Εφαρμογές στην Υπολογιστική Βιολογία και τη Βιολογία Συστημάτων: αποκωδικοποίηση αλληλουχιών DNA, ανάλυση και κατηγοριοποίηση δεδομένων γονιδιακής έκφρασης (microarrays, RNAseq), επεξεργασία και κατηγοριοποίηση δεδομένων πρωτεωμικής (proteomics) και μεταβολομικής (metabolomics). Βιολογία δικτύων: Συμπερασμός δικτύων γονιδίων (gene regulatory networks) και πρωτεϊνών από μεγάλα δεδομένα, εξαγωγή μοντέλων συστημάτων από πολυδιάστατα ετερογενή δεδομένα, σύγκριση μοντέλων, οπτικοποίηση πολυδιάστατων δεδομένων. Δυναμικά συστήματα στη βιολογία, Ευστάθεια, στοχαστικότητα, εκτίμηση παραμέτρων δυναμικών συστημάτων από δεδομένα. Αλγόριθμοι στοχαστικής προσομοίωσης βιολογικών δικτύων. Βιολογικά “κυκλώματα”, εφαρμογές στο σχεδιασμό φαρμάκων. Πρακτική εξάσκηση στην επίλυση προβλημάτων με χρήση πραγματικών δεδομένων από πρόσφατες δημοσιεύσεις με χρήση R/Python.

### **Μοριακή Μοντελοποίηση Βιομορίων**

Σύγχρονες υπολογιστικές τεχνικές εφαρμόζονται σε βιομοριακά προβλήματα όπως ο σχεδιασμός φαρμάκων ή η ανάλυση της δομής και δυναμικής πρωτεϊνών. Το μάθημα αναμένεται να πραγματοποιηθεί σε αίθουσα με υπολογιστές ώστε να πραγματοποιούνται διαδραστικές υπολογιστικές ασκήσεις. Το μάθημα επικεντρώνεται σε θεματικές περιοχές όπου οι υπολογιστικές τεχνικές έχουν ισχυρό αντίκτυπο: (1) Δομή και Δυναμική πρωτεϊνών και συσχετισμός με τη δράση τους, (2) Ανάλυση δομής μεμβρανών και μεμβρανικών πρωτεϊνών, (3) Σχεδιασμός φαρμάκων μέσω υπολογιστή. Οι φοιτητές αναμένεται να (1) ενισχύσουν και να εμβαθύνουν την κατανόηση βιολογικών και χημικών εννοιών, (2) αποκτήσουν εμπειρία σε μοντέρνες τεχνικές μοριακής μοντελοποίησης μέσω ασκήσεων σε υπολογιστή, (3) κατανοήσουν την εφαρμογή υπολογιστικών τεχνικών σε προβλήματα ιατρικής και βιολογικής φύσεως.

### **Νευρωνικά Δίκτυα Βάθους**

Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα, Εισαγωγή και Βασικές Αρχές Νευρωνικών Δικτύων Βάθους, Συνελκτικά Νευρωνικά Δίκτυα (Convolutional Neural Networks), παραδείγματα και χρήσεις αυτών, Τεχνικές Κανονικοποίησης, Ακολουθιακά Μοντέλα και χρήσεις, Νευρωνικά Δίκτυα με ανατροφοδότηση - Recurrent Neural Networks, Αναδρομικά Νευρωνικά Δίκτυα Μακράς και Βραχείας Μνήμης (Long Short Term Memory Networks - LSTM), Σύγχρονες Σημασιολογικές Αναπαραστάσεις - Embedding models, Τοπολογίες Νευρωνικών Δικτύων σε αρχιτεκτονικές μεγάλων δεδομένων, Βιβλιοθήκες υλοποίησης.

### **Όραση Υπολογιστών**

Το μάθημα μελετά τη μάθηση αναπαραστάσεων για προβλήματα όρασης υπολογιστών όπως ταξινόμηση, ανίχνευση αντικειμένων, ταίριασμα, αναζήτηση. Περιγράφει μια σειρά κλασσικών μεθόδων από χαμηλού επιπέδου περιγραφείς μέχρι μεσαίου επιπέδου αναπαραστάσεις. Στη συνέχεια μελετά μία προσέγγιση με βάση τα δεδομένα όπου η όλη διαδικασία βελτιστοποιείται σύμφωνα με την τελική εφαρμογή. Περιγράφει με λεπτομέρεια μια σειρά από μοντέλα βαθιάς μάθησης και τα ερμηνεύει σε σχέση με τα κλασσικά μοντέλα. Η έμφαση είναι σε σύγχρονες μεθόδους και εφαρμογές μεγάλης κλίμακας. Κλασσικές μέθοδοι αναπαράστασης: ολική/τοπικοί περιγραφείς, πυκνή/αραιά αναπαράσταση, ανίχνευση χαρακτηριστικών, συνέλιξη, μετασχηματισμός Fourier, φίλτρα Gabor, κωδικοποίηση / συγκέντρωση, λεξικά, μοντέλα bag-of-words, Fisher vectors, VLAD. Κλασσικές μέθοδοι ταίριασματος: γεωμετρικά μοντέλα, αλγόριθμος RANSAC, μετασχηματισμός Hough, ταίριασμα πυραμίδας. Ανίχνευση αντικειμένων: αναζήτηση παραθύρου, γενικευμένος μετασχηματισμός Hough, παραμορφώσιμα μοντέλα. Κλασσικά μοντέλα ταξινόμησης: perceptron, μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης, λογιστική παλινδρόμηση Νευρωνικά δίκτυα, συναρτήσεις ενεργοποίησης, συναρτήσεις σφάλματος. Υπολογισμός παραγώγων, αλγόριθμος back-propagation, υπολογιστικοί γράφοι, αυτόματη διαφορίση. Συνελκτικά δίκτυα, είδη συνέλιξης. Αλγόριθμοι βελτιστοποίησης, αρχικοποίηση παραμέτρων, κανονικοποίηση, αρχιτεκτονικές βάθους. Βαθιά μοντέλα ανίχνευσης αντικειμένων ενός και δύο σταδίων, παραμορφώσιμη συνέλιξη, αρχιτεκτονικές πυραμίδας. Εκμάθηση χωρίς επίβλεψη, βαθιά μοντέλα ταίριασματος και αναζήτησης.

### **Συστήματα βάσεων δεδομένων**

Έλεγχος συνδρομικότητας (σειριοποιησιμότητα, διφασικό κλείδωμα, αισιόδοξος έλεγχος συνδρομικότητας, ειδικοί αλγόριθμοι για B+ δένδρα), Ανάκαμψη (αλγόριθμος προενημερωμένου ημερολογίου και ειδικότερα αλγόριθμος ARIES), Βελτιστοποίηση και Επεξεργασία Επερωτήσεων (αλγόριθμοι ζεύξης με κατακερματισμό και συγχώνευση σάρωση παρουσία μεγάλης μνήμης, αλγόριθμος βελτιστοποίησης βασισμένος στον δυναμικό προγραμματισμό,

πιθανοτικοί αλγόριθμοι βελτιστοποίησης, χρήση ιστογραμμάτων για στατιστική προσέγγιση δεδομένων), Πολυδιάστατες Δομές Δεδομένων (R-δένδρα), Διαχείριση Ενδιάμεσης Μνήμης (αλγόριθμοι αντικατάστασης σελίδων ανάλογα με τη μορφή προσπέλασης δεδομένων), Παράλληλες και Κατανομημένες Βάσεις Δεδομένων (μορφές παραλληλίας, επεξεργασία ερωτημάτων και γενικευμένων ροών δεδομένων σε περιβάλλον νέφους), Βάσεις Δεδομένων για μεγάλα δεδομένα, NoSQL βάσεις δεδομένων, παρελθόν και μέλλον των συστημάτων βάσεων δεδομένων.

## **Τεχνολογίες Γνώσεων**

Το μάθημα αυτό είναι μια εισαγωγή στις τεχνολογίες του Σημαιολογικού Ιστού και των Διασυνδεδεμένων Δεδομένων. Τα θέματα που καλύπτονται είναι: Ανοιχτά δεδομένα. Γράφοι γνώσης. Οντολογίες. Σύγχρονες εφαρμογές. Διασυνδεδεμένα δεδομένα. Το μοντέλο RDF. μοντέλο οντολογιών RDFS. Η γλώσσα ερωτήσεων SPARQL. Γεωχωρικά δεδομένα. Οι γλώσσες ερωτήσεων GeoSPARQL και stSPARQL. Λογικές περιγραφών. Η γλώσσα οντολογιών OWL. Γλώσσες κανόνων. Μηχανική οντολογιών.

## **Διπλωματική εργασία**

Στο 3ο εξάμηνο του Προγράμματος προβλέπεται η εκπόνηση Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας. Ο Επιβλέπων της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας πρέπει να είναι μέλος ΔΕΠ ή Ερευνητής οποιασδήποτε βαθμίδας και να συμμετέχει στο ΔΠΜΣ. Το δεύτερο μέλος της εξεταστικής επιτροπής πρέπει να είναι μέλος ΔΕΠ ή Ερευνητής οποιασδήποτε βαθμίδας που συμμετέχει στο ΔΠΜΣ, ενώ το τρίτο μέλος μπορεί να είναι κάτοχος διδακτορικού διπλώματος, εξειδικευμένο στο θέμα της διπλωματικής εργασίας.

Το αντικείμενο της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας πρέπει να έχει ερευνητικό χαρακτήρα και να είναι πρωτότυπο. Η γλώσσα συγγραφής της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας είναι η αγγλική. Οι οδηγίες συγγραφής και υποβολής της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας (εξώφυλλο, λογότυπος, γραμματοσειρά, ελάχιστος-μέγιστος αριθμός λέξεων κ.λπ.) παρατίθενται στην ιστοσελίδα του Δ.Π.Μ.Σ και ειδικότερα στον παρακάτω ιστότοπο του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών (ΕΚΠΑ): <http://www.di.uoa.gr/department/thesis>. Για να εγκριθεί η εργασία ο φοιτητής οφείλει να την υποστηρίξει ενώπιον της εξεταστικής επιτροπής σε δημόσια παρουσίαση, η οποία πρέπει να ανακοινώνεται στην ιστοσελίδα του ΔΠΜΣ μια εβδομάδα τουλάχιστον πριν την παρουσίαση. Η βαθμολόγηση της διπλωματικής εργασίας (στην κλίμακα 0-10) γίνεται από τον επιβλέποντα με σύμφωνη γνώμη της Τριμελούς επιτροπής.

## **ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥΣ ΦΟΙΤΗΤΕΣ**

### **Τρόπος εισαγωγής φοιτητών στο ΔΠΜΣ**

Η επιλογή των φοιτητών γίνεται σύμφωνα με το νόμο 4485/2017 και τις προβλέψεις του παρόντος Κανονισμού Μεταπτυχιακών Σπουδών. Κάθε Μάιο, με απόφαση της Ε.Δ.Ε., δημοσιεύεται και αναρτάται στην ιστοσελίδα του Τμήματος και του Ιδρύματος προκήρυξη για την εισαγωγή μεταπτυχιακών φοιτητών στο ΔΠΜΣ. Οι σχετικές αιτήσεις μαζί με τα απαραίτητα δικαιολογητικά κατατίθενται στη Γραμματεία του ΔΠΜΣ, σε προθεσμία που ορίζεται κατά την προκήρυξη και μπορεί να παραταθεί με απόφαση της Ε.Δ.Ε. Απαραίτητα δικαιολογητικά είναι: 1. Αίτηση Συμμετοχής 2. Βιογραφικό σημείωμα 3. Επικυρωμένο Αντίγραφο πτυχίου, Βεβαίωση περάτωσης σπουδών ή Αναλυτική Βαθμολογία (σε περίπτωση που δεν έχει ολοκληρωθεί ο Α' κύκλος

σπουδών) 4. Δημοσιεύσεις σε επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια με κριτές, εάν υπάρχουν 5. Αποδεικτικά επαγγελματικής ή ερευνητικής δραστηριότητας, εάν υπάρχουν 6. Φωτοτυπία δύο όψεων της αστυνομικής ταυτότητας 7. Δύο συστατικές επιστολές 8. Πιστοποιητικό γλωσσομάθειας αγγλικής γλώσσας, επιπέδου Γ1 9. Πιστοποιητικό εργασιακής εμπειρίας, εάν υπάρχει. Οι φοιτητές από ιδρύματα της αλλοδαπής πρέπει να προσκομίσουν πιστοποιητικό αντιστοιχίας και ισοτιμίας από τον ΔΟΑΤΑΠ, σύμφωνα με το άρ.34, παρ. 7 του ν. 4485/2017. Η επιλογή των εισακτέων πραγματοποιείται από την ΕΔΕ κατόπιν εισήγησης της τριμελούς επιτροπής που ορίζεται ανά ειδικευση. Συγκεκριμένα, κάθε επιτροπή καταρτίζει και καταθέτει στην ΕΔΕ πίνακα αξιολόγησης των φοιτητών ανά ειδικευση. Η τριμελής επιτροπή εισηγείται κατόπιν εξέτασης του φακέλου των δικαιολογητικών των υποψηφίων και αξιολογώντας τα αποτελέσματα προφορικής συνέντευξης στην οποία καλείται κάθε υποψήφιος, με βάση τα ακόλουθα κριτήρια, τα οποία κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες: Α. Πρωταρχικά κριτήρια - Βαθμός πτυχίου, ή τρέχον Μέσος όρος βαθμολογίας, σε περίπτωση που δεν έχει ολοκληρωθεί ο Α' κύκλος σπουδών (με την προϋπόθεση ολοκλήρωσης του πριν την εγγραφή στο ΔΠΜΣ) - Μέσος όρος βαθμολογίας σε τρία προπτυχιακά μαθήματα σχετικά με το γνωστικό αντικείμενο του ΔΠΜΣ - Επίδοση σε Πτυχιακή εργασία, όπου αυτή προβλέπεται στον Α' κύκλο σπουδών - Πιστοποιημένη γνώση αγγλικής γλώσσας, επιπέδου τουλάχιστον C1 - Συστατικές επιστολές - Ερευνητική ή σχετική εργασιακή δραστηριότητα - Προφορική συνέντευξη ενώπιον επιτροπής Β. Δευτερεύοντα κριτήρια Κατοχή δεύτερου πτυχίου Α' ή Β' κύκλου σπουδών Επιστημονικές δημοσιεύσεις. Οι επιτυχόντες θα πρέπει να εγγραφούν στη Γραμματεία του ΔΠΜΣ εντός τριάντα (30) ημερών από την απόφαση της ΕΔΕ. Σε περίπτωση ισοβαθμίας γίνονται δεκτοί όλοι οι ισοβαθμούντες. Σε περίπτωση μη εγγραφής ενός ή περισσότερων φοιτητών, θα κληθούν αν υπάρχουν, οι επιλαχόντες, με βάση τη σειρά τους στον εγκεκριμένο αξιολογικό πίνακα, να εγγραφούν στο Πρόγραμμα.

### **Υποχρεώσεις και δικαιώματα μεταπτυχιακών φοιτητών**

Οι μεταπτυχιακοί φοιτητές έχουν όλα τα δικαιώματα και τις παροχές που προβλέπονται για τους φοιτητές του Α' κύκλου σπουδών, πλην του δικαιώματος παροχής δωρεάν διδακτικών συγγραμμάτων. Το Ίδρυμα υποχρεούται να εξασφαλίσει στους φοιτητές με αναπηρία ή/ και ειδικές ανάγκες προσβασιμότητα στα προτεινόμενα συγγράμματα και τη διδασκαλία (παρ.3, αρ. 34, ν. 4485/2017). Η Μονάδα Προσβασιμότητας του ΕΚΠΑ εξασφαλίζει την πρόσβαση αυτή καθώς αποστολή της είναι η επίτευξη στην πράξη της ισότιμης πρόσβασης στις ακαδημαϊκές σπουδές των φοιτητών με διαφορετικές ικανότητες και απαιτήσεις, μέσω της παροχής προσαρμογών στο περιβάλλον, Υποστηρικτικών Τεχνολογιών Πληροφορικής και Υπηρεσιών Πρόσβασης. Οι μεταπτυχιακοί φοιτητές καλούνται να συμμετέχουν και να παρακολουθούν σεμινάρια ερευνητικών ομάδων, συζητήσεις βιβλιογραφικής ενημέρωσης, επισκέψεις εργαστηρίων, συνέδρια/ημερίδες με γνωστικό αντικείμενο συναφές με αυτό του ΔΠΜΣ διαλέξεις ή άλλες επιστημονικές εκδηλώσεις του ΔΠΜΣ. Η Ε.Δ.Ε., μετά την εισήγηση της ΣΕ, δύναται να αποφασίσει τη διαγραφή μεταπτυχιακών φοιτητών εάν: - υπερβούν το ανώτατο όριο απουσιών, - υπερβούν τη μέγιστη χρονική διάρκεια φοίτησης στο ΔΠΜΣ, - έχουν παραβιάσει τις κείμενες διατάξεις όσον αφορά την αντιμετώπιση πειθαρχικών παραπτωμάτων από τα αρμόδια πειθαρχικά Όργανα, - αυτοδίκαια, κατόπιν αιτήσεως των μεταπτυχιακών φοιτητών, - υποπέσουν σε παράπτωμα που εμπίπτει στο δίκαιο περί πνευματικής ιδιοκτησίας (ν. 2121/1993) κατά τη

συγγραφή των προβλεπομένων εργασιών τους, - δεν καταβάλουν το προβλεπόμενο τέλος φοίτησης. Για τη συμμετοχή τους στο ΔΠΜΣ «Επιστήμη Δεδομένων και Τεχνολογίες Πληροφορίας» οι μεταπτυχιακοί φοιτητές καταβάλουν τέλη φοίτησης που ανέρχονται στο ποσό των εννιακοσίων (900) ευρώ ανά εξάμηνο και για τρία εξάμηνα.

### **Διάρκεια φοίτησης**

Η χρονική διάρκεια φοίτησης στο ΔΠΜΣ που οδηγεί στη λήψη Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ) ορίζεται σε τρία (3) ακαδημαϊκά εξάμηνα, στα οποία περιλαμβάνεται και ο χρόνος εκπόνησης Διπλωματικής Εργασίας. Ο ανώτατος επιτρεπόμενος χρόνος ολοκλήρωσης των σπουδών, ορίζεται στα πέντε (5) ακαδημαϊκά εξάμηνα, έπειτα από αιτιολογημένη αίτηση του φοιτητή και έγκριση της ΕΔΕ. Για τους εργαζόμενους μεταπτυχιακούς φοιτητές προβλέπεται η δυνατότητα μερικής φοίτησης. Οι φοιτητές αυτής της κατηγορίας πρέπει αποδεδειγμένα να εργάζονται τουλάχιστον είκοσι (20) ώρες την εβδομάδα και να προσκομίσουν σχετική σύμβαση εργασίας και βεβαίωση εργοδότη. Η διάρκεια μερικής φοίτησης δεν μπορεί να ξεπερνάει τα έξι (6) ακαδημαϊκά εξάμηνα.

### **Δυνατότητα αναστολής φοίτησης**

Ο μεταπτυχιακός φοιτητής με αίτησή του μπορεί να ζητήσει αιτιολογημένα αναστολή φοίτησης. Τα εξάμηνα αναστολής της φοιτητικής ιδιότητας δεν προσμετρούνται στην προβλεπόμενη ανώτατη διάρκεια κανονικής φοίτησης. Οι λόγοι αίτησης αναστολής περιλαμβάνουν λόγους υγείας, οικογενειακούς, στράτευσης κτλ. Στην αίτηση πρέπει να αναγράφεται ο αριθμός των εξαμήνων για τα οποία αιτείται η αναστολή σπουδών καθώς και οι λόγοι αναστολής, οι οποίοι πρέπει να τεκμηριώνονται με τα ανάλογα δικαιολογητικά. Η απόφαση αναστολής λαμβάνεται από την ΕΔΕ. Η προσωρινή αναστολή φοίτησης αφορά πλήρη ακαδημαϊκά εξάμηνα και δεν δύναται να υπερβαίνει τα δύο συνεχόμενα εξάμηνα. Κατά τη διάρκεια της αναστολής, ο φοιτητής δεν συμμετέχει στις εκπαιδευτικές και ερευνητικές διαδικασίες του Προγράμματος (παρακολούθηση μαθημάτων, παράδοση ασκήσεων και εργασιών μαθημάτων, συμμετοχή στις εξετάσεις εξαμήνου και τις αντίστοιχες του Σεπτεμβρίου, παράδοση Διπλωματικών εργασιών, ερευνητική δραστηριότητα κ.λπ.).

### **Εξετάσεις- Αξιολόγηση μεταπτυχιακών φοιτητών**

Το εκπαιδευτικό έργο κάθε ακαδημαϊκού έτους διαρθρώνεται σε δύο εξάμηνα σπουδών, το χειμερινό και το εαρινό, έκαστο εκ των οποίων περιλαμβάνει τουλάχιστον 13 εβδομάδες διδασκαλίας και τρεις εβδομάδες εξετάσεων. Τα μαθήματα του χειμερινού και εαρινού εξαμήνου εξετάζονται επαναληπτικώς κατά την περίοδο του Σεπτεμβρίου. Σε περίπτωση κωλύματος διεξαγωγής μαθήματος προβλέπεται η αναπλήρωση του. Η παρακολούθηση των μαθημάτων/εργαστηρίων κ.λπ. είναι υποχρεωτική. Σε περίπτωση που το ποσοστό απουσιών φοιτητή ξεπερνά το 50% στο σύνολο των μαθημάτων, τίθεται θέμα διαγραφής του. Η αξιολόγηση των μεταπτυχιακών φοιτητών και η επίδοσή τους στα μαθήματα που υποχρεούνται να παρακολουθήσουν στο πλαίσιο του ΔΠΜΣ πραγματοποιείται στο τέλος κάθε εξαμήνου με γραπτές ή προφορικές εξετάσεις ή με εκπόνηση εργασιών καθ' όλη τη διάρκεια του εξαμήνου. Ο τρόπος αξιολόγησης ορίζεται από τον διδάσκοντα του κάθε μαθήματος. Η βαθμολόγηση γίνεται στην κλίμακα 1-10. Η βαθμολογία των μαθημάτων κατατίθεται στην Γραμματεία του ΔΠΜΣ



εντός τριάντα (30) ημερών από τη λήξη της εξεταστικής περιόδου. Δεν επιτρέπεται η εξέταση μαθήματος (εξέταση εργασιών, γραπτό διαγώνισμα κτλ) μετά το πέρας της εξεταστικής περιόδου.

### **Δικαιολογητικά και διαδικασία χορήγησης υποτροφιών αριστείας.**

(α) Υποτροφία αριστείας θα δίδεται σε έναν/μία φοιτητή/τρια του Προγράμματος ανά κατεύθυνση ο/η οποίος/α πληροί τις εξής προϋποθέσεις: Έχει ολοκληρώσει τις υποχρεώσεις του/της με τα μαθήματα του 1ου και του 2ου εξαμήνου, έως και το πέρας της εξεταστικής περιόδου του Σεπτεμβρίου, και πριν την έναρξη του 3ου εξαμήνου. Ο μέσος όρος από όλα τα μαθήματα θα πρέπει να είναι ο μεγαλύτερος, συγκριτικά με των υπολοίπων φοιτητών της κατεύθυνσης και του έτους του/της, και ο μέσος όρος αυτός να είναι ίσος με τουλάχιστον 8,5/10. Η υποτροφία συνεπάγεται απαλλαγή από τα τέλη φοίτησης του 3ου εξαμήνου, (β) Υποτροφία αριστείας θα δίδεται επίσης ανά ειδικευση σπουδών σε εξαιρετικής ακαδημαϊκής επίδοσης νεοεισερχόμενους φοιτητές/φοιτήτριες. Η υποτροφία αυτή θα ισοδυναμεί με απαλλαγή από τα τέλη φοίτησης για το 1ο εξάμηνο σπουδών. Ο φοιτητής/φοιτήτρια που θα επιλεγεί θα πρέπει να έχει μέσο όρο προπτυχιακών σπουδών τουλάχιστον οκτώ (8/10) και να μην έχει ίδιους πόρους (από εργασία). Εφόσον ο/η υπότροφος διατηρεί άριστη επίδοση στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα (μέσο όρο μαθημάτων εξαμήνου τουλάχιστον 8,5/10) η υποτροφία αυτή θα παρατείνεται αυτόματα και για το επόμενο ακαδημαϊκό εξάμηνο (μέχρι 3 εξάμηνα). (γ) Απαλλάσσονται από τα τέλη φοίτησης οι φοιτητές του ΔΠΜΣ οι οποίοι είναι πολίτες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, των οποίων το ατομικό εισόδημα, εφόσον διαθέτουν ίδιο εισόδημα, και το οικογενειακό διαθέσιμο ισοδύναμο εισόδημα δεν υπερβαίνουν αυτοτελώς, το μεν ατομικό το εκατό τοις εκατό (100%), το δε οικογενειακό το εβδομήντα τοις εκατό (70%) του εθνικού διάμεσου διαθέσιμου ισοδύναμου εισοδήματος, σύμφωνα με τα πλέον πρόσφατα κάθε φορά δημοσιευμένα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛ.ΣΤΑΤ.). Η απαλλαγή αυτή παρέχεται για τη συμμετοχή σε ένα μόνο ΔΠΜΣ. Σε κάθε περίπτωση, οι απαλλασσόμενοι φοιτητές δεν ξεπερνούν το ποσοστό του τριάντα τοις εκατό (30%) του συνολικού αριθμού των φοιτητών που εισάγονται στο ΔΠΜΣ. Αν οι δικαιούχοι υπερβαίνουν το ποσοστό του προηγούμενου εδαφίου, επιλέγονται με σειρά κατάταξης ξεκινώντας από αυτούς που έχουν το μικρότερο εισόδημα (άρ. 35, παρ. 2, ν. 4485/2017).

### **Κάλυψη εξόδων φοιτητών για συμμετοχή σε συνέδρια**

Το ΔΠΜΣ θα προσφέρει χρηματικό ποσό έως 300 ευρώ ανά φοιτητή, που θα προσαρμόζεται ανάλογα με τις δυνατότητες του προγράμματος, ως έξοδα συμμετοχής σε Συνέδριο για προφορική ανακοίνωση ή παρουσίαση poster εφόσον: Η δημοσίευση ή παρουσίαση έχει άμεση σχέση με τη διπλωματική εργασία του φοιτητή ή με εργασία που έγινε στο πλαίσιο μαθήματος του ΔΠΜΣ, το ΔΠΜΣ αναφέρεται στα στοιχεία της δημοσίευσης, η παρουσίαση στο Συνέδριο γίνεται από τον φοιτητή, και το συνέδριο πληροί συγκεκριμένα ποιοτικά κριτήρια (διεθνές συνέδριο με κρίση πλήρους κειμένου, της IEEE, ACM ή αντίστοιχο).

## **Αξιολόγηση μαθημάτων και διδασκόντων**

Στο τέλος κάθε εξαμήνου πραγματοποιείται αξιολόγηση κάθε μαθήματος και κάθε διδάσκοντος από τους μεταπτυχιακούς φοιτητές σύμφωνα με ανώνυμο ερωτηματολόγιο που καταρτίζεται από το ΔΠΜΣ και συμπληρώνουν οι φοιτητές.

## **ΥΠΟΔΟΜΗ ΔΠΜΣ**

Για την εύρυθμη λειτουργία του ΔΠΜΣ θα διατεθούν στο Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών και στα Ερευνητικά Ιδρύματα που συμμετέχουν στο ΔΠΜΣ, αίθουσες διδασκαλίας και σεμιναρίων, αμφιθέατρα εξοπλισμένα με οπτικοακουστικά μέσα και εργαστήρια.

## **ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ**

Η χρηματοδότηση του ΔΠΜΣ μπορεί να προέρχεται από: α) δωρεές, παροχές, κληροδοτήματα και κάθε είδους χορηγίες φορέων του δημόσιου ή του ιδιωτικού τομέα, β) πόρους από ερευνητικά προγράμματα, γ) πόρους από προγράμματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή άλλων διεθνών οργανισμών, δ) μέρος των εσόδων των Ειδικών Λογαριασμών Κονδυλίων Έρευνας (Ε.Λ.Κ.Ε.), ε) κάθε άλλη νόμιμη πηγή. Επειδή τα λειτουργικά έξοδα του Δ.Π.Μ.Σ. δεν καλύπτονται εξ ολοκλήρου από τις ανωτέρω πηγές χρηματοδότησης, μέρος των λειτουργικών του εξόδων καλύπτεται από τέλη φοίτησης.

## **ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΕΣ ΤΟΥ ΔΠΜΣ**

Οι διδάσκοντες του ΔΠΜΣ, προέρχονται, τουλάχιστον κατά 80%, από: - μέλη Δ.Ε.Π. του Τμήματος και τα συνεργαζόμενα Ερευνητικά Ιδρύματα, - μέλη Ε.Ε.Π., Ε.ΔΙ.Π. και Ε.Τ.Ε.Π. του Τμήματος, κατόχους διδακτορικού διπλώματος -ερευνητές του Ερευνητικού Κέντρου «ΑΘΗΝΑ» και του Ιδρύματος Ιατροβιολογικών Ερευνών της Ακαδημίας Αθηνών (ΙΙΒΕΑΑ), κάτοχοι διδακτορικού διπλώματος, - ομότιμους καθηγητές (άρ. 69, ν. 4386/2016) και αφυπηρητήσαντα μέλη Δ.Ε.Π. του οικείου Τμήματος, - διδάσκοντες σύμφωνα με το π.δ. 407/1980 (Α' 112), - επιστήμονες αναγνωρισμένου κύρους είτε κατόχους διδακτορικού διπλώματος είτε εξαιρετικής τεχνικής εμπειρίας, οι οποίοι μπορεί να απασχολούνται ως ακαδημαϊκοί υπότροφοι με απόφαση της Συνέλευσης και πράξη του Προέδρου του οικείου Τμήματος για τη διεξαγωγή διδακτικού και ερευνητικού έργου. Με απόφαση της ΕΔΕ ανατίθεται διδασκαλία σε: - μέλη ΔΕΠ άλλων Τμημάτων του ίδιου ή άλλου ΑΕΙ, - ερευνητές από ερευνητικά κέντρα του αρ. 13Α, ν. 4310/2014, της Ακαδημίας Αθηνών, - επισκέπτες καταξιωμένους επιστήμονες από την ημεδαπή ή την αλλοδαπή, που έχουν θέση ή προσόντα καθηγητή ή ερευνητή σε ερευνητικό κέντρο ή επιστήμονες αναγνωρισμένου κύρους με εξειδικευμένες γνώσεις ή σχετική εμπειρία στο γνωστικό αντικείμενο του ΔΠΜΣ, - μεταδιδακτορικούς ερευνητές, Έλληνες ή αλλοδαπούς νέους επιστήμονες, κατόχους διδακτορικού διπλώματος (παρ.7, άρ. 16, ν. 4009/2011) ή γίνονται νέες προσλήψεις/συμβάσεις σύμφωνα με τα ανωτέρω (παρ. 1, 2, 5 και 6, αρ. 36, ν. 4485/2017).