

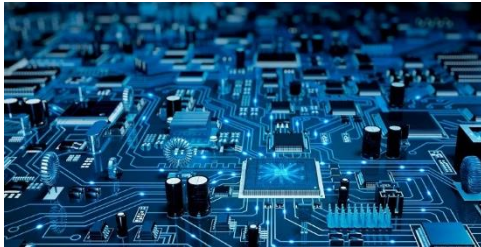


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΚΑΙ
ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ**



ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ 2022-2023

Περιεχόμενα

| | |
|---|----|
| Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στις «Εφαρμογές της Φυσικής στην Ατμόσφαιρα και στην Ηλεκτρονική» | 3 |
| Κανονισμός Μεταπτυχιακών Σπουδών..... | 4 |
| Ειδίκευση: Ηλεκτρονική – Κυκλώματα και Συστήματα | 5 |
| Ειδίκευση: Ηλεκτρονική και Επεξεργασία της Πληροφορίας | 13 |
| Ειδίκευση: Εφαρμοσμένη Μετεωρολογία και Φυσική Περιβάλλοντος | 23 |

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στις «Εφαρμογές της Φυσικής στην Ατμόσφαιρα και στην Ηλεκτρονική»

Το Τμήμα Φυσικής της Σχολής Θετικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Πατρών οργανώνει και λειτουργεί από το ακαδημαϊκό έτος 2018–2019 Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΠΜΣ) στις «Εφαρμογές της Φυσικής στην Ατμόσφαιρα και στην Ηλεκτρονική» με ειδικεύσεις:

- «Ηλεκτρονική – Κυκλώματα και Συστήματα» («Electronics – Circuits and Systems»)
- «Ηλεκτρονική και Επεξεργασία της Πληροφορίας» («Electronics and Information Processing»)
- «Εφαρμοσμένη Μετεωρολογία και Φυσική Περιβάλλοντος» («Applied Meteorology and Environmental Physics»)

Η οργάνωση και η ανάπτυξη ΠΜΣ στην επιστήμη της Φυσικής της Ατμόσφαιρας και της Ηλεκτρονικής βρίσκεται σε άμεση σχέση με τις άλλες Θετικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, τον τομέα της Ενέργειας, την Ιατρική, την προστασία του Περιβάλλοντος και γενικά τις προκλήσεις της σύγχρονης Κοινωνίας. Είναι ζωτικής σημασίας για την κοινωνική και την οικονομική ανάπτυξη της χώρας μας. Το ιδρυόμενο πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών θα συμβάλλει στην πρόοδο της γνώσης και στην ανάπτυξη της τεχνολογίας τόσο στην Ηλεκτρονική, όσο και στη Φυσική της Ατμόσφαιρας και του Περιβάλλοντος. Σκοπός του ΠΜΣ είναι η αναβάθμιση των σπουδών σε συγκεκριμένες ειδικότητες της Φυσικής με την απονομή Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ), η βελτίωση της ανταγωνιστικότητας του Ελληνικού Επιστημονικού Δυναμικού, καθώς και ο περιορισμός της διαρροής προς χώρες της αλλοδαπής των καλύτερων από τους πτυχιούχους των Τμημάτων Φυσικής και άλλων Τμημάτων των Ελληνικών ΑΕΙ και ΑΤΕΙ.

Σκοπός του προγράμματος είναι:

- α. η εκπαίδευση σε προχωρημένα και εξειδικευμένα θέματα Ηλεκτρονικής καθώς και Φυσικής της Ατμόσφαιρας και Περιβάλλοντος με έμφαση στην Σχεδίαση και Ανάπτυξη Ολοκληρωμένων Κυκλωμάτων και Συστημάτων, στην Υπολογιστική Όραση, στην Μηχανική Μάθηση, στην Αναγνώριση Προτύπων, στην Συγχώνευση της Πληροφορίας, καθώς και στη Φυσική της Ατμόσφαιρας και του Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος, τη Μετεωρολογία, Κλιματολογία, Δορυφορική Τηλεπισκόπηση, Πρόγνωση Καιρού και στην Κλιματική Αλλαγή, ως επίσης στην εξοικείωση στη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών, στην προώθηση της επιστημονικής αριστείας και έρευνας, στην καλλιέργεια και ανάπτυξη ηγετικών δυνατοτήτων,
- β. η διεύρυνση και προώθηση της θεωρητικής και εφαρμοσμένης γνώσης στα επί μέρους αντικείμενα του ΠΜΣ,
- γ. η παραγωγή επιστημόνων ικανών να ακολουθήσουν διδακτορικές σπουδές σε συναφείς επιστημονικές περιοχές,
- δ. η δημιουργία στελεχών με ισχυρό θεωρητικό υπόβαθρο και αναβαθμισμένες δεξιότητες στα σύγχρονα επιμέρους αντικείμενα του ΠΜΣ, ικανών να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις του σύγχρονου περιβάλλοντος,
- ε. ο εφοδιασμός των φοιτητών με γνώσεις και αναλυτικά ερευνητικά εργαλεία που θα τους επιτρέψουν να εργαστούν ως επαγγελματικά στελέχη σε θέσεις αυξημένης ευθύνης στον ιδιωτικό τομέα ή ακόμα στην κεντρική κυβέρνηση και στην περιφερειακή και τοπική αυτοδιοίκηση.

Στην ειδίκευση «Ηλεκτρονική - Κυκλώματα και Συστήματα» γίνονται κατ' αρχήν δεκτοί απόφοιτοι των Τμημάτων Φυσικής, Ηλεκτρολόγων Μηχανικών, Πληροφορικής και Η/Υ, καθώς και άλλων Τμημάτων Σχολών Θετικών Επιστημών και Πολυτεχνικών Σχολών της Ελλάδας ή της αλλοδαπής κατά την κρίση της επιτροπής επιλογής.

Στην ειδίκευση «Ηλεκτρονική και Επεξεργασία της Πληροφορίας» γίνονται δεκτοί απόφοιτοι των Τμημάτων Φυσικής, Μηχανικοί Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, Ηλεκτρολόγοι Μηχανικοί, καθώς και άλλων Τμημάτων Σχολών Θετικών Επιστημών και Πολυτεχνικών Σχολών της Ελλάδας ή της αλλοδαπής καθώς και πτυχιούχοι Τμημάτων ΤΕΙ κατά την κρίση της επιτροπής επιλογής.

Στην ειδίκευση «Εφαρμοσμένη Μετεωρολογία και Φυσική Περιβάλλοντος» γίνονται κατ' αρχήν δεκτοί απόφοιτοι των Τμημάτων Φυσικής, Μαθηματικών και Γεωλογίας, καθώς και άλλων Τμημάτων Σχολών Θετικών Επιστημών, Πολυτεχνικών Σχολών ή άλλων, της Ελλάδας ή της αλλοδαπής, κατά την κρίση της επιτροπής επιλογής.

Η χρονική διάρκεια για την απονομή του Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ) ορίζεται σε τρία (3) εξάμηνα.

Για τη λήψη Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ) οι φοιτητές υποχρεούνται να παρακολουθήσουν και να εξεταστούν επιτυχώς σε όλα τα υποχρεωτικά μαθήματα καθώς και τα μαθήματα επιλογής κατά τα δυο εξάμηνα (Α' και Β' εξάμηνα) και να εκπονήσουν επιτυχώς διπλωματική εργασία κατά το Γ' εξάμηνο.

Κανονισμός Μεταπτυχιακών Σπουδών

Ο Κανονισμός Μεταπτυχιακών Σπουδών του ΠΜΣ στις «Εφαρμογές της Φυσικής στην Ατμόσφαιρα και στην Ηλεκτρονική» έχει δημοσιευτεί στο ΦΕΚ 3781/τ. ΔΕΥΤΕΡΟ/3.9.2018, τροποποιήθηκε με το ΦΕΚ 3058/τ. ΔΕΥΤΕΡΟ/23.7.2020 και είναι διαθέσιμος στην ιστοσελίδα του ΠΜΣ.

Το πρόγραμμα και το περιεχόμενο των μαθημάτων διαμορφώνεται ανά εξάμηνο και ανά ειδίκευση, όπως παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Μαθησιακά αποτελέσματα

Το ΠΜΣ «Εφαρμογές της Φυσικής στην Ατμόσφαιρα και στην Ηλεκτρονική» στοχεύει στην επίτευξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων και προσόντων σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό και το Εθνικό Πλαίσιο Προσόντων Ανώτατης Εκπαίδευσης επιπέδου 7.

Πιο συγκεκριμένα, ο απόφοιτος από κάθε ειδίκευση του προγράμματος θα μπορεί:

- να κατανοεί τα επιστημονικά θέματα που σχετίζονται με τις ειδικεύσεις του ΠΜΣ
- να διαθέτει επαρκή γνώση των μεθόδων αναλυτικής προσομοίωσης των σχετικών διεργασιών
- να αξιοποιεί σύγχρονες μεθόδους, ψηφιακά εργαλεία και μετρήσιμους δείκτες για την αξιολόγηση μετρήσεων, αποτελεσμάτων και θεωρητικών υπολογισμών
- να συνδυάζει πειραματικές και αναλυτικές μεθόδους ή/και μέσα σε συνέργεια με θεωρητικούς υπολογισμούς

Το πρόγραμμα και το περιεχόμενο των μαθημάτων διαμορφώνεται ανά εξάμηνο και ανά ειδίκευση, όπως παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Ειδίκευση: Ηλεκτρονική – Κυκλώματα και Συστήματα

| ΚΩΔΙΚΟΣ | ΜΑΘΗΜΑ | ECTS | ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΕΣ |
|-------------------|--|------|---|
| A' ΕΞΑΜΗΝΟ | | | |
| ECS01 | Αναλογικά VLSI Κυκλώματα | 7 | Σπ. Βλάσσης Κ. Ψυχαλίνος |
| ECS02 | Ψηφιακά VLSI Κυκλώματα | 7 | Γ. Θεοδωρίδης |
| ECS03 | Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος και Εικόνας - Εργαστήριο | 8 | Β. Αναστασόπουλος |
| ECS04 | Σχεδιασμός Συστημάτων με Μικροελεγκτές | 8 | Κ. Γιαννακόπουλος |
| B' ΕΞΑΜΗΝΟ | | | |
| ECS05 | Ευφυής Ανάλυση Δεδομένων και Αναγνώριση Προτύπων | 8 | Β. Αναστασόπουλος Γ. Κούκιου |
| ECS06 | Τηλεπικοινωνιακά VLSI Κυκλώματα | 8 | Γ. Οικονόμου Γρ. Καλύβας |
| ECS07 | Ειδικά Θέματα VLSI | 7 | Κ. Ψυχαλίνος Σπ. Βλάσσης Γ. Σουλιώτης |
| ECS08 | Σχεδιασμός Ψηφιακών Συστημάτων με FPGAs | 7 | Δ. Μπακάλης |
| Γ' ΕΞΑΜΗΝΟ | | | |
| ECS09 | Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία | 30 | |

| ECS01 | Αναλογικά VLSI Κυκλώματα |
|-------------------------------|--|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Τελεστικοί Ενισχυτές πολλαπλών βαθμίδων. • Σχεδιαστικά θέματα Τελεστικών Ενισχυτών και προδιαγραφές. • Τελεστικοί Ενισχυτές Διαγωγιμότητας (OTAs): βασικές αρχές λειτουργίας και τυπικά κυκλώματα επεξεργασίας σήματος. • Μεταφορείς ρεύματος (Current Conveyors): βασικές αρχές λειτουργίας και τυπικά κυκλώματα επεξεργασίας σήματος. • Τεχνικές σχεδίασης ηλεκτρονικών φίλτρων: leapfrog, multi-feedback structures, cascade. |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Στο τέλος αυτού του μαθήματος ο φοιτητής θα έχει περαιτέρω αναπτύξει τις ακόλουθες δεξιότητες:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ικανότητα να σχεδιάζει αναλογικά ολοκληρωμένα CMOS κυκλώματα και συστήματα. • Ικανότητα να εφαρμόζει μεθοδολογία στη λύση σχεδιαστικών προβλημάτων. |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. P. Gray, P. Hurst, S. Lewis, R. Meyer, "Analysis and Design of Analog Integrated Circuits", J. Wiley & Sons, 2001. 2. B. Razavi, "Design of analog CMOS integrated circuits", McGraw Hill, 2001. 3. D. Johns, K. Martin, "Analog integrated circuit design", J. Wiley & Sons, 1997. 4. P. Allen, D. Holberg, "CMOS analog circuit design", Oxford University Press 2002. 5. W. Sansen, "Analog design essentials", Springer 2006. 6. T. Deliyannis, Y. Sun and J. K. Fidler: "Continuous-Time Active Filter Design" CRC Press, 1999. |

| ECS02 | Ψηφιακά VLSI Κυκλώματα |
|-------------------------------|--|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Τεχνολογία CMOS: Τεχνολογίες ημιαγωγών πυριτίου και CMOS τρανζίστορ, Κανόνες φυσικού σχεδιασμού, Θετικές επιπτώσεις της τεχνολογίας CMOS, Θέματα σχεδιασμού με υπολογιστή, Κατασκευαστικά θέματα. • Χαρακτηρισμός Κυκλωμάτων και Εκτίμηση Απόδοσης: Εκτίμηση καθυστέρησης, Logical effort και κλιμάκωση μεγθών MOS τρανζίστορ, Διασυνδέσεις, Περιθώρια σχεδίασης, Κατανάλωση ισχύος, Βαθμονόμηση MOS τρανζίστορ, Σχεδιαστικές ανοχές, Αξιοπιστία, και Επιπτώσεις νανοκλίμακας. • Σχεδίαση Συνδυαστικής Λογικής: Οικογένειες κυκλωμάτων, Ελλοχεύοντες κίνδυνοι, Ειδικές οικογένειες κυκλωμάτων, Σχεδιασμός για χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, Σύγκριση οικογενειών κυκλωμάτων. • Σχεδίασης Ακολουθιακής Λογικής: Στατικά ακολουθιακά κυκλώματα, Σχεδίαση μανδαλωτών και flip-flops, Δυναμικά ακολουθιακά κυκλώματα, Συγχρονιστές, Διοχέτευση κύματος (wave pipelining). • Τεχνικές Εξομοίωσης Κυκλωμάτων: Μοντέλα στοιχείων και κυκλωμάτων, Χαρακτηρισμός στοιχείων και κυκλωμάτων με εξομοίωση, εξομοιώσεις διασυνδέσεων. |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Οι στόχοι του μαθήματος είναι η σε βάθος κατανόηση των παρακάτω θεμάτων:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CMOS τεχνολογία, σχεδίαση και κατασκευή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων • Εκτίμηση της καθυστέρησης ενός ολοκληρωμένου κυκλώματος και σχεδίαση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων υψηλής ταχύτητας • Σχεδίαση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων χαμηλής κατανάλωσης ισχύος • Σχεδίαση συνδυαστικών κυκλωμάτων με διαφορετικές οικογένειες σχεδιασμού (static, dynamic, domino, pass logic κλπ.) και η μελέτη των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών αυτών <p>Μετά την ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής:</p> |

-
- Θα έχει αποκτήσει εκτενές θεωρητικό υπόβαθρο στα κύρια ζητήματα/προβλήματα (ταχύτητα, κατανάλωση ισχύος, επιφάνεια ολοκλήρωσης, αξιοπιστία) που αφορούν στο σχεδιασμό ολοκληρωμένων κυκλωμάτων
 - Θα είναι σε θέση να εφαρμόζει κατάλληλες σχεδιαστικές τεχνικές αντιμετώπισης των παραπάνω προβλημάτων
 - Θα γνωρίζει σε βάθος τις διαφορετικές οικογένειες και σχεδιαστικές τεχνικές για την υλοποίηση συνδυαστικών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τους
 - Μέσω των εργαστηριακών ασκήσεων, θα αποκτήσει εμπειρία στη σχεδίαση, ανάλυση λειτουργίας και βελτιστοποίηση των υλοποιήσεων για συνδυαστικά ολοκληρωμένα κυκλώματα καθώς επίσης και στο σχεδιασμό ολοκληρωμένων κυκλωμάτων με CAD εργαλεία σχεδιασμού.

-
- Βιβλιογραφία*
- “Σχεδίαση Ολοκληρωμένων Κυκλωμάτων CMOS VLSI”, N.H. Weste, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Τέταρτη Έκδοση, 2010.
 - “Ψηφιακά Ολοκληρωμένα Κυκλώματα: Μια σχεδιαστική προσέγγιση”, J. Rabaey, A. Chandrakasan, B. Nikolic, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2006.
-

| ECS03 | Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος και Εικόνας - Εργαστήριο |
|-------------------------------|--|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Εισαγωγικά - Χρώμα - Σχηματισμός Εικόνας - Εφαρμογές: Μεταφορά χρώματος 2. Βελτίωση εικόνας - φιλτράρισμα 3. Ανίχνευση ακμών 4. Κατάτμηση εικόνας 5. Περιγραφείς: HOG-Harris- SIFT 6. Περίληψη video 7. Δειγματοληψία, κβάντιση, ψηφιακές ακολουθίες, μετασχηματισμός Z 8. Fourier, DFT, FFT, Spectral analysis, η σημασία της Φάσης 9. Φίλτρα και Adaptive Filters 10. Image analysis (Συμπλήρωμα κυρίως σε shape και Texture) 11. Image restoration και Inverse problems 12. Superresolution 13. Thermal Imaging |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Ο φοιτητής θα μπορεί να κατανοήσει τον χώρο των δισδιάστατων σημάτων μέσα από την επεξεργασία της εικόνας.</p> <p>Επίσης τα αντίστροφα προβλήματα με το αντικείμενο της αποκατάστασης της εικόνας καθώς και θέματα που εγγίζουν την τεχνητή νοημοσύνη από την ανάλυση της εικόνας.</p> <p>Τέλος ο φοιτητής θα γνωρίσει ειδικές στατιστικές/στοχαστικές διαδικασίες και θέματα εκτίμησης άγνωστων δειγμάτων.</p> |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | <p>Ψηφιακή Επεξεργασία και Ανάλυση Εικόνας Ν. Παπαμάρκος 2010</p> <p>Image Processing Randy Crane Prentice Hall</p> <p>Machine Vision Rammesh Jai, R. Kasturi and B. G. Schunck McGraw Hill</p> <p>Digital Image Processing Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods Addison-Wesley (Sd)</p> <p>Antonίου “Digital Signal Processing”</p> <p>Mitra “Digital Signal Processing – A computer based approach”</p> <p>S. Fotopoulos “Digital Signal Processing –Basic concepts and applications” (in Greek)</p> |
| ECS04 | Σχεδιασμός Συστημάτων με Μικροελεγκτές |
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Εισαγωγή: Συστήματα λήψης και καταγραφής σημάτων, μικροελεγκτές και αισθητήρες, ενσωματωμένα συστήματα. • Εισαγωγή στους αισθητήρες: Γενικά χαρακτηριστικά – περιορισμοί, είδη και διατάξεις αισθητήρων, τρόποι σύνδεσης και βαθμονόμηση. • Αρχιτεκτονική μικροελεγκτών: Οικογένειες – κατηγορίες μικροελεγκτών. Πλατφόρμα Arduino (δομή και χαρακτηριστικά). Δομή – δυνατότητες και βασικά αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του Atmega328, περιφερειακές μονάδες και διακοπές. • Εισαγωγή στον προγραμματισμό του Arduino: Περιβάλλον Arduino IDE, προγραμματισμός μικροελεγκτών σε C, δομή του Sketch, τύποι δεδομένων / τελεστές. Ανάπτυξη και κλήση συναρτήσεων, κλήση συναρτήσεων από βιβλιοθήκη, δημιουργία βιβλιοθήκης. Bitwise τελεστές και διαχείριση καταχωρητών. • Αρχιτεκτονική και προγραμματισμός των περιφερειακών μονάδων του Atmega328: Διαχείριση ψηφιακών και αναλογικών εισόδων/εξόδων, διαχείριση timers και διακοπών. Επικοινωνία μέσω σειριακής θύρας, SPI, I2C και Ethernet. • Συστήματα λήψης, καταγραφής και υπολογιστές: Εργαλεία διαχείρισης, επεξεργασίας και καταγραφής σημάτων στον υπολογιστή. Βασικά |

| | |
|-------------------------------|---|
| | <p>χαρακτηριστικά, οργάνωση και διαχείριση αρχείων πληροφορίας. LabVIEW και συστήματα συλλογής δεδομένων. Παραδείγματα εφαρμογών και συστημάτων.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Εισαγωγή: Πλατφόρμα Raspberry Pi 3 και αρχιτεκτονικές System on Chip (SoC). Αρχιτεκτονικές IoT και συστήματα επίβλεψης και αναγνώρισης. Λειτουργικά συστήματα και προγραμματισμός σε Python. |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής θα μπορεί:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. να περιγράφει τις βασικές αρχές του διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) και των ενσωματωμένων συστημάτων 2. να διακρίνει τις διαφορές μεταξύ μικροεπεξεργαστών και μικροελεγκτών 3. να περιγράφει γενικά την αρχιτεκτονική, τα χαρακτηριστικά και τα πλεονεκτήματα των μικροελεγκτών 4. να περιγράφει αναλυτικά την αρχιτεκτονική και τα χαρακτηριστικά του μικροελεγκτή ATmega328 (AVR CPU, ALU, καταχωρητές, I/O θύρες, διαχείριση χρονιστών και διακοπών, κτλ) 5. να περιγράφει τη διαδικασία μετατροπής αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (A/D) και το αντίστροφο (D/A) 6. να περιγράφει τη διαδικασία παραγωγής σημάτων PWM (Pulse Width Modulation) 7. να περιγράφει και χρησιμοποιεί διάφορες εκδόσεις της πλατφόρμας Arduino 8. να περιγράφει και χρησιμοποιεί τα πρωτόκολλα επικοινωνίας UART, I²C και SPI 9. να εγκαθιστά και χρησιμοποιεί το περιβάλλον Arduino IDE 10. να χρησιμοποιεί σχεδιαστικά εργαλεία (π.χ. Fritzing) 11. να χρησιμοποιεί on-line εργαλεία εξομίωσης (π.χ. Tinkercad, Wokwi) 12. να προγραμματίζει σε γλώσσα προγραμματισμού Arduino 13. να διαχειρίζεται τις αναλογικές και ψηφιακές εισόδους/εξόδους του Arduino 14. να διασυνδέει, προγραμματίζει και υλοποιεί projects με διάφορους αισθητήρες (π.χ. θερμοκρασίας, πίεσης, υπερήχων, υπερύθρων, κτλ) 15. να διασυνδέει, προγραμματίζει και υλοποιεί projects με διάφορα πρόσθετα (π.χ. lcd οθόνη, servo, EEPROM, real time clock, ethernet shield, wifi module, bluetooth module, κτλ) 16. να χρησιμοποιεί και υλοποιεί projects με εργαλείο διαχείρισης, επεξεργασίας και καταγραφής σημάτων στον υπολογιστή (LabVIEW) 17. να προγραμματίζει το Arduino μέσω LabVIEW (LabVIEW LINX Toolkit) 18. να περιγράφει, προγραμματίζει και χρησιμοποιεί την πλατφόρμα Raspberry Pi |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Fiore M. James, Embedded Controllers: Using C and Arduino, version 2.0, May 2015. 2. Boxal John, Arduino Workshop: A Hands-on Introduction with 65 Projects, No Starch Press, 2013. 3. Gertz Emily, Di Justo Patrick, Environmental Monitoring with Arduino, O'Reilly, 2012. 4. Wheat Dale, Arduino Internals, Apress, 2011. 5. Banzi Massimo, Getting Started with Arduino, O'Reilly, 2011. 6. Evans Brian, Beginning Arduino Programming, Apress 2011. 7. Purdum Jack, Beginning C for Arduino, Apress, 2012. 8. Παπάζογλου Παναγιώτης, Λιωνής Σπύρος-Πολυχρόνης, Ανάπτυξη Εφαρμογών με το Arduino, Εκδόσεις Τζιόλα, 2016. |

9. Παπάζογλου Παναγιώτης, Αρχιτεκτονική & Προγραμματισμός του Μικροελεγκτή AVR, Εκδόσεις Τζιόλα, 2018.
10. Αργυρίου Αθανάσιος, Αισθητήρες Ημιαγωγών, Αισθητήρες Θερμικοί, Μηχανικοί, Μαγνητικοί, Αισθητήρες Ακτινοβολίας και Χημικοί Αισθητήρες, Παν/κές Σημειώσεις, Τμ. Φυσικής Παν/μιο Πατρών, 2004.
11. Ζυγούρης Ευάγγελος, Καλαντζόπουλος Αθανάσιος, Σχεδίαση Συστημάτων με Μικροελεγκτές, Εργαστηριακές Ασκήσεις 1-9, Τμ. Φυσικής, Εργ. Ηλεκτρονικής, Παν/μιο Πατρών, 2017.
12. Rajankar Aswin, "Raspberry Pi Computer Vision Programming", Packt Publishing, May 2015.

| ECS05 | Ευφυής Ανάλυση Δεδομένων και Αναγνώριση Προτύπων |
|-------------------------------|---|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Βασικές έννοιες στην κλασική θεωρία ταξινόμησης (Bayes). Ο λόγος πιθανοφάνειας σαν κριτήριο διαχωρισμού πληθυσμών. Εφαρμογή της θεωρίας σε κανονικές (Gaussian)στατιστικές συμπεριφορές πληθυσμών. 2. Απόσταση Mahalanobis. Διαχωρισμός του χώρου των χαρακτηριστικών ανάλογα με τα στατιστικά στοιχεία των πληθυσμών και τη συσχέτιση των χαρακτηριστικών. 3. Συσχέτιση χαρακτηριστικών πληθυσμού. Βαθμός συσχέτισης. Σπουδαιότητα χαρακτηριστικών. Διαστατικότητα ενός προβλήματος ταξινόμησης. Υποβιβασμός διαστατικότητας και σημαντικές διαστάσεις. 4. Τεχνητά Δίκτυα Νευρωνίων. Προβλήματα που μπορούν να λύσουν. Απλές δομές Νευρωνικών Δικτύων. 5. Εκτίμηση Παραμέτρων. Υπολογισμός κατανομής εξαρτημένων τυχαίων μεταβλητών. 6. Μαθηματική Μορφολογία. 7. Θεωρία ανίχνευσης σήματος. Βασικές έννοιες. Neyman-Pearson criterion. Ανιχνευτές σταθερού ρυθμού εσφαλμένου συναγερμού. 8. Σύνθεση πληροφορίας, σε απλά δεδομένα, σε χαρακτηριστικά και σε αποφάσεις. 9. Τηλεπισκόπηση 10. Παραδείγματα σύνθεσης πληροφορίας σε τηλεπισκόπηση. 11. Σύνθεση αποφάσεων 12. Υπερδειγματοληψία – Noise shaping - Κωδικοποιητές ΣΔ. |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Ο φοιτητής θα μπορεί να κατανοήσει τον χώρο των χαρακτηριστικών σε ένα πρόβλημα ταξινόμησης και να διαχωρίσει ποια χαρακτηριστικά είναι σημαντικά και πως θα χαράξει τις καμπύλες διαχωρισμού των πληθυσμών.</p> <p>Επιπλέον θα γνωρίζει τον τρόπο που συμπεριφέρονται τα δίκτυα νευρωνίων και πως χωρίζουν τον χώρο των χαρακτηριστικών σε περιοχές συγκεκριμένων πληθυσμών.</p> <p>Θα γνωρίζει επίσης βασικά θέματα ανίχνευσης σημάτων σε θόρυβο.</p> <p>Τέλος θα έλθει σε επαφή με θέματα μαθηματικής μορφολογίας αλλά και σύνθεσης πληροφορίας σε διάφορα επίπεδα (Χαρακτηριστικά, raw data, αποφάσεις.</p> |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | <p>R.O. Duda, P.E. Hart and D. G. Stork, "Pattern Classification", Wiley, 2nd Edition, 2001.</p> <p>H. L. Van Trees, "Detection, Estimation and Modulation Theory", Wiley, 1971.</p> <p>Σημειώσεις ή δημοσιεύσεις στην υπόλοιπη ύλη.</p> |

| ECS06 | Τηλεπικοινωνιακά VLSI Κυκλώματα |
|------------------------------|---|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Ηλεκτρονικός Θόρυβος. • Δικτυώματα προσαρμογής για RF εφαρμογές. |

| | |
|-------------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Γραμμικότητα κυκλωμάτων. • Βασικές τοπολογίες δεκτών και προδιαγραφές δέκτη. • Εισαγωγή στο βρόχο κλειδωμένης φάσης. |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Στο τέλος αυτού του μαθήματος ο φοιτητής θα έχει περαιτέρω αναπτύξει τις ακόλουθες δεξιότητες:</p> <p>Ικανότητα να σχεδιάζει ολοκληρωμένα CMOS κυκλώματα και συστήματα για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές.</p> <p>Ικανότητα να εφαρμόζει μεθοδολογία στη λύση σχεδιαστικών προβλημάτων.</p> |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. B. Razavi, "RF Microelectronics", Prentice Hall, 1998. 2. C. Bowik, "RF Circuit Design", Newnes 1997. 3. S. Haykin: «Συστήματα Επικοινωνίας», Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2009. |

| ECS07 | Ειδικά Θέματα VLSI |
|-------------------------------|---|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Εισαγωγή στη σχεδιαστική πλατφόρμα Cadence. • Εισαγωγή στη φυσική σχεδίαση (layout design) MOS κυκλωμάτων. • Εφαρμογές αναλογικών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων. • Εκπόνηση εργασίας σε υλοποίηση πρακτικής εφαρμογής. |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Στο τέλος αυτού του μαθήματος ο φοιτητής θα έχει περαιτέρω αναπτύξει τις ακόλουθες δεξιότητες:</p> <p>Ικανότητα να σχεδιάζει αναλογικά ολοκληρωμένα CMOS κυκλώματα και συστήματα.</p> <p>Ικανότητα να εφαρμόζει μεθοδολογία στη λύση σχεδιαστικών προβλημάτων.</p> |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. T. Lee, "The design of CMOS Radio Frequency Integrated Circuits", Cambridge University Press, 2004. 2. Y. Ding, R. Harjani, "High-Linearity CMOS RF Front-End Circuits", Springer 2004. 3. R. Sarpeshkar, "Ultra Low Power Bioelectronics: Fundamentals, Biomedical Applications, and Bio-Inspired Systems", Cambridge University Press, 2010. |

| ECS08 | Σχεδιασμός Ψηφιακών Συστημάτων με FPGAs |
|-------------------------------|--|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <ul style="list-style-type: none"> • FPLDs, CPLDs και FPGAs. Η περίπτωση των FPGAs της Intel (πρώην Altera). • Μικροεπεξεργαστικά συστήματα. Αρχιτεκτονικές συνόλου εντολών. Αριθμητική για υπολογιστές. Σχεδίαση κεντρικής μονάδας επεξεργασίας. Μνήμη. Είσοδος/Εξοδος. • Σχεδίαση συστημάτων ενός επεξεργαστή σε προγραμματιζόμενο κύκλωμα. Η περίπτωση του επεξεργαστή Nios II της Intel. • Η γλώσσα περιγραφής υλικού VHDL. Λογική σχεδίαση κυκλωμάτων, περιγραφή και εξομίωσή τους με χρήση της VHDL και του Quartus Prime της Intel. • Εργαστηριακή εξάσκηση: Σχεδίαση και περιγραφή σε γλώσσα VHDL μίας πολύ απλής κεντρικής μονάδας επεξεργασίας. Υλοποίηση με χρήση της εκπαιδευτικής/αναπτυξιακής κάρτας DE10-Standard της Terasic. |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Ο φοιτητής που ολοκληρώνει επιτυχώς το μάθημα μπορεί να:</p> <p>χρησιμοποιεί τη γλώσσα VHDL για τη σχεδίαση ψηφιακών κυκλωμάτων και ψηφιακών συστημάτων.</p> <p>να χρησιμοποιεί βασικά εργαλεία υλικού/λογισμικού για τη σχεδίαση συστημάτων με σκοπό την υλοποίησή τους σε FPGAs.</p> |

Βιβλιογραφία

1. J. Carpinelli, Computer Systems Organization & Architecture, Addison Wesley, 2001.
 2. J. Hamblen, T. Hall & M. Furman, Rapid Prototyping of Digital Systems (SoPC edition), Springer, 2008.
 3. M. Morris Mano & M. Ciletti, Ψηφιακή Σχεδίαση, 6η Έκδοση, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2018.
 4. S. Brown & Z. Vranesic, Σχεδίαση Ψηφιακών Συστημάτων με τη Γλώσσα VHDL, 3η Βελτιωμένη Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2021.
 5. W. Kleitz, Ψηφιακά Ηλεκτρονικά, 8η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2011.
 6. P. P. Chu, Embedded SoPC Design with Nios II Processor and VHDL Examples, J. Wiley, 2011.
 7. Ε. Ζυγούρης, Δ. Μπακάλης, Σχεδίαση Ψηφιακών Κυκλωμάτων με VHDL, Εργαστηριακές Ασκήσεις, Εργαστήριο Ηλεκτρονικής, Τμήμα Φυσικής, Παν/μιο Πατρών, 2020.
-

Ειδίκευση: Ηλεκτρονική και Επεξεργασία της Πληροφορίας

| ΚΩΔΙΚΟΣ | ΜΑΘΗΜΑ | ECTS | ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΕΣ |
|--|--|------|---|
| Α' ΕΞΑΜΗΝΟ | | | |
| EIP107 | Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας και Στατιστική Επεξεργασία Σήματος | 8 | Β. Αναστασόπουλος |
| EIP108 | Σχεδίαση Συστημάτων με Μικροελεγκτές | 7 | Κ. Γιαννακόπουλος |
| EIP109 | Μηχανική Όραση - εκμάθηση | 8 | Β. Αναστασόπουλος Γ. Οικονόμου |
| | Μάθημα επιλογής | 7 | |
| Β' ΕΞΑΜΗΝΟ | | | |
| EIP206 | Ευφυής Ανάλυση Δεδομένων - Αναγνώριση Προτύπων | 8 | Β. Αναστασόπουλος Γ. Κούκιου |
| EIP207 | Ψηφιακές Τηλεπικοινωνίες | 8 | Γ. Οικονόμου Θ. Χρυσικός |
| EIP208 | Σχεδίαση Ψηφιακών Συστημάτων με FPGAs | 7 | Δ. Μπακάλης |
| | Μάθημα επιλογής | 7 | |
| Γ' ΕΞΑΜΗΝΟ | | | |
| EIP311 | Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία | 30 | |
| ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ (σε παρένθεση το εξάμηνο διδασκαλίας) | | | |
| EIP120 | Μετρήσεις και Διαχείριση Δεδομένων στις Ατμοσφαιρικές Επιστήμες (Α') | 7 | Αθ. Αργυρίου |
| EIP121 | Συστήματα Κινητών Επικοινωνιών (Α') | 7 | Σ. Κωτσόπουλος |
| EIP122 | Τεχνολογίες και προγραμματισμός διαδικτύου (Α') | 7 | Ι. Γαροφαλάκης, Α. Κομνηνός, Δ. Κουτσομητρόπουλος |
| EIP220 | Επεξεργασία Ομιλίας και Φυσικής Γλώσσας (Β') | 7 | Κ. Σγάρμπας, Ν. Φακωτάκης |
| EIP221 | Ατμοσφαιρικά Γεωφυσικά και Σήματα Τηλεπισκόπησης (Α') | 7 | Γ. Κούκιου |
| EIP222 | Βιοϊατρικά Σήματα και Εικόνες (Β') | 7 | Γ. Παναγιωτάκης Σ. Σκιαδόπουλος |

| EIP107 | Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας και Στατιστική Επεξεργασία Σήματος |
|-------------------------------|--|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Δισδιάστατα Σήματα (Ιδιότητες, δισδιάστατη εικόνα, φάσμα FFT). 2. Απόκτηση δισδιάστατης εικόνας (αισθητήρες, σφάλματα, δειγματοληψία κβάντιση. Οπτικοί αισθητήρες, SAR, Near Infrared, Thermal Infrared, X-rays, Ηλεκτρονικά: CCDs). 3. Φυσιολογία του οφθαλμού. 4. Χρώμα, Χρωματικοί χώροι, Μετατροπές σε χρωματικούς χώρους, Η συμπεριφορά του οφθαλμού στο χρώμα, Ίσες χρωματικές αποστάσεις. 5. 2-D Γραμμικά Φίλτρα. 6. Τρισδιάστατα σήματα-video, Φασματικό περιεχόμενο, Φίλτρα ταχυτήτων. 7. Αποκατάσταση εικόνας (αντίστροφα προβλήματα, αιτίες παραμόρφωσης-τρόπος διόρθωσης). 8. Βελτίωση εικόνας. 9. Ανάλυση εικόνας. 10. Μαθηματική Μορφολογία. 11. Υφή. 12. Τμηματοποίηση εικόνας. 13. Τεχνικές Superresolution. 14. Τυχαίες διαδικασίες, Bernoulli Process, Binary white noise, Random walk, Discrete Wiener Process, Markov processes, Markov chains. 15. Hidden Markov models, Viterbi algorithm. 16. Estimation. Linear prediction |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Ο φοιτητής θα μπορεί να κατανοήσει τον χώρο των δισδιάστατων σημάτων μέσα από την επεξεργασία της εικόνας.</p> <p>Επίσης τα αντίστροφα προβλήματα με το αντικείμενο της αποκατάστασης της εικόνας καθώς και θέματα που εγγίζουν την τεχνητή νοημοσύνη από την ανάλυση της εικόνας.</p> <p>Τέλος ο φοιτητής θα γνωρίσει ειδικές στατιστικές/στοχαστικές διαδικασίες και θέματα εκτίμησης άγνωστων δειγμάτων.</p> |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | <p>Anil Jain K. "Fundamentals of Digital Image Processing", PHI Learning Pvt. Ltd.</p> <p>Digital Image Processing by Gonzalez and Woods</p> <p>William K Pratt, "Digital Image Processing", John Willey</p> <p>Burge and Burger, Principles of digital image processing</p> <p>IEEE transactions on Image processing</p> |

| EIP108 | Σχεδίαση Συστημάτων με Μικροελεγκτές |
|------------------------------|--|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Εισαγωγή: Συστήματα λήψης και καταγραφής σημάτων, μικροελεγκτές και αισθητήρες, ενσωματωμένα συστήματα. • Εισαγωγή στους αισθητήρες: Γενικά χαρακτηριστικά – περιορισμοί, είδη και διατάξεις αισθητήρων, τρόποι σύνδεσης και βαθμονόμηση. • Αρχιτεκτονική μικροελεγκτών: Οικογένειες – κατηγορίες μικροελεγκτών. Πλατφόρμα Arduino (δομή και χαρακτηριστικά). Δομή – δυνατότητες και βασικά αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του Atmega328, περιφερειακές μονάδες και διακοπές. • Εισαγωγή στον προγραμματισμό του Arduino: Περιβάλλον Arduino IDE, προγραμματισμός μικροελεγκτών σε C, δομή του Sketch, τύποι δεδομένων / τελεστές. Ανάπτυξη και κλήση συναρτήσεων, κλήση συναρτήσεων απο βιβλιοθήκη, δημιουργία βιβλιοθήκης. Bitwise τελεστές και διαχείριση καταχωρητών. |

- **Αρχιτεκτονική και προγραμματισμός των περιφερειακών μονάδων του Atmega328:** Διαχείριση ψηφιακών και αναλογικών εισόδων/εξόδων, διαχείριση timers και διακοπών. Επικοινωνία μέσω σειριακής θύρας, SPI, I2C και Ethernet.
- **Συστήματα λήψης, καταγραφής και υπολογιστές:** Εργαλεία διαχείρισης, επεξεργασίας και καταγραφής σημάτων στον υπολογιστή. Βασικά χαρακτηριστικά, οργάνωση και διαχείριση αρχείων πληροφορίας. LabVIEW και συστήματα συλλογής δεδομένων. Παραδείγματα εφαρμογών και συστημάτων.
- **Εισαγωγή:** Πλατφόρμα Raspberry Pi 3 και αρχιτεκτονικές System on Chip (SoC). Αρχιτεκτονικές IoT και συστήματα επίβλεψης και αναγνώρισης. Λειτουργικά συστήματα και προγραμματισμός σε Python.

*Μαθησιακά
αποτελέσματα*

Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής θα μπορεί:

1. να περιγράφει τις βασικές αρχές του διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) και των ενσωματωμένων συστημάτων
2. να διακρίνει τις διαφορές μεταξύ μικροεπεξεργαστών και μικροελεγκτών
3. να περιγράφει γενικά την αρχιτεκτονική, τα χαρακτηριστικά και τα πλεονεκτήματα των μικροελεγκτών
4. να περιγράφει αναλυτικά την αρχιτεκτονική και τα χαρακτηριστικά του μικροελεγκτή ATmega328 (AVR CPU, ALU, καταχωρητές, I/O θύρες, διαχείριση χρονιστών και διακοπών, κτλ)
5. να περιγράφει τη διαδικασία μετατροπής αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (A/D) και το αντίστροφο (D/A)
6. να περιγράφει τη διαδικασία παραγωγής σημάτων PWM (Pulse Width Modulation)
7. να περιγράφει και χρησιμοποιεί διάφορες εκδόσεις της πλατφόρμας Arduino
8. να περιγράφει και χρησιμοποιεί τα πρωτόκολλα επικοινωνίας UART, I²C και SPI
9. να εγκαθιστά και χρησιμοποιεί το περιβάλλον Arduino IDE
10. να χρησιμοποιεί σχεδιαστικά εργαλεία (π.χ. Fritzing)
11. να χρησιμοποιεί on-line εργαλεία εξομοίωσης (π.χ. Tinkercad, Wokwi)
12. να προγραμματίζει σε γλώσσα προγραμματισμού Arduino
13. να διαχειρίζεται τις αναλογικές και ψηφιακές εισόδους/εξόδους του Arduino
14. να διασυνδέει, προγραμματίζει και υλοποιεί projects με διάφορους αισθητήρες (π.χ. θερμοκρασίας, πίεσης, υπερήχων, υπερύθρων, κτλ)
15. να διασυνδέει, προγραμματίζει και υλοποιεί projects με διάφορα πρόσθετα (π.χ. lcd οθόνη, servo, EEPROM, real time clock, ethernet shield, wifi module, bluetooth module, κτλ)
16. να χρησιμοποιεί και υλοποιεί projects με εργαλείο διαχείρισης, επεξεργασίας και καταγραφής σημάτων στον υπολογιστή (LabVIEW)
17. να προγραμματίζει το Arduino μέσω LabVIEW (LabVIEW LINX Toolkit)
18. να περιγράφει, προγραμματίζει και χρησιμοποιεί την πλατφόρμα Raspberry Pi

Βιβλιογραφία

1. Fiore M. James, Embedded Controllers: Using C and Arduino, version 2.0, May 2015.
2. Boxal John, Arduino Workshop: A Hands-on Introduction with 65 Projects, No Starch Press, 2013.
3. Gertz Emily, Di Justo Patrick, Environmental Monitoring with Arduino, O'Reilly, 2012.
4. Wheat Dale, Arduino Internals, Apress, 2011.

-
5. Banzi Massimo, Getting Started with Arduino, O'Reilly, 2011.
 6. Evans Brian, Beginning Arduino Programming, Apress 2011.
 7. Purdum Jack, Beginning C for Arduino, APress, 2012.
 8. Παπάζογλου Παναγιώτης, Λιωνής Σπύρος-Πολυχρόνης, Ανάπτυξη Εφαρμογών με το Arduino, Εκδόσεις Τζιόλα, 2016.
 9. Παπάζογλου Παναγιώτης, Αρχιτεκτονική & Προγραμματισμός του Μικροελεγκτή AVR, Εκδόσεις Τζιόλα, 2018.
 10. Αργυρίου Αθανάσιος, Αισθητήρες Ημιαγωγών, Αισθητήρες Θερμικοί, Μηχανικοί, Μαγνητικοί, Αισθητήρες Ακτινοβολίας και Χημικοί Αισθητήρες, Παν/κές Σημειώσεις, Τμ. Φυσικής Παν/μιο Πατρών, 2004.
 11. Ζυγούρης Ευάγγελος, Καλαντζόπουλος Αθανάσιος, Σχεδίαση Συστημάτων με Μικροελεγκτές, Εργαστηριακές Ασκήσεις 1-9, Τμ. Φυσικής, Εργ. Ηλεκτρονικής, Παν/μιο Πατρών, 2017.
 12. Rajankar Aswin, "Raspberry Pi Computer Vision Programming", Packt Publishing, May 2015.
-

| EIP109 | Μηχανική Όραση – εκμάθηση |
|-------------------------------|---|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <p>Ομαδοποίηση k-means, fcm , vlad, Ασαφής λογική Γραμμική παλινδρόμηση, logistic regression, linear SVM Μη-γραμμική παλινδρόμηση, Μη γραμμική ταξινόμηση, kernel SVM, k-NN, κλπ Τεχνικές ανάκτησης εικόνας Απεικονίσεις χαμηλής διάστασης Φίλτρα Gabor PCA και LDA για αναγνώριση προσώπου ICA analysis Συμπύεση –κωδικοποίηση –Αραιή αναπαράσταση NMF, Archetypal analysis(?) Spectral clustering-Graphs -MST Neural networks Συνελκτικά Νευρωνικά δίκτυα 3D Σχήματα περιγραφή –ανάλυση – ταξινόμηση</p> |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Ο φοιτητής θα μπορεί να κατανοήσει τους λόγους για τους οποίους αναζητείται η ελαχιστοποίηση συνάρτησης σφάλματος, και σε ποιες σύγχρονες εφαρμογές μας είναι απαραίτητες οι διαδικασίες βελτιστοποίησης.</p> |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Machine Learning: A Bayesian and Optimization Perspective (Net Developers) 19 May 2015 by Sergios Theodoridis. • Pattern Recognition and Machine Learning (Information Science and Statistics) 2007 by Christopher M. Bishop. • The Elements of Statistical Learning Book by Jerome H. Friedman, Robert Tibshirani, and Trevor Hastie. |

| EIP206 | Ευφυής Ανάλυση Δεδομένων – Αναγνώριση Προτύπων |
|------------------------------|---|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Βασικές έννοιες στην κλασσική θεωρία ταξινόμησης (Bayes) Ο λόγος πιθανοφάνειας σαν κριτήριο διαχωρισμού πληθυσμών. Εφαρμογή της θεωρίας σε κανονικές (Gaussian)στατιστικές συμπεριφορές πληθυσμών. 2. Απόσταση Mahalanobis. Διαχωρισμός του χώρου των χαρακτηριστικών ανάλογα με τα στατιστικά στοιχεία των πληθυσμών και τη συσχέτιση των χαρακτηριστικών. 3. Συσχέτιση χαρακτηριστικών πληθυσμού. Βαθμός συσχέτισης. Σπουδαιότητα χαρακτηριστικών. Διαστατικότητα ενός προβλήματος ταξινόμησης. Υποβιβασμός διαστατικότητας και σημαντικές διαστάσεις. |

4. **Τεχνητά Δίκτυα Νευρωνίων.** Προβλήματα που μπορούν να λύσουν. Απλές δομές Νευρωνικών Δικτύων.
5. **Εκτίμηση Παραμέτρων.** Υπολογισμός κατανομής εξαρτημένων τυχαίων μεταβλητών.
6. **Μαθηματική Μορφολογία.**
7. **Θεωρία ανίχνευσης σήματος.** Βασικές έννοιες. Neyman-Pearson criterion. Ανιχνευτές σταθερού ρυθμού εσφαλμένου συναγερμού.
8. **Σύνθεση πληροφορίας, σε απλά δεδομένα, σε χαρακτηριστικά και σε αποφάσεις.**
9. **Τηλεπισκόπηση**
10. **Παραδείγματα σύνθεσης πληροφορίας σε τηλεπισκόπηση.**
11. **Σύνθεση αποφάσεων**
12. **Υπερδειγματοληψία – Noise shaping - Κωδικοποιητές ΣΔ.**

Μαθησιακά αποτελέσματα Ο φοιτητής θα μπορεί να κατανοήσει τον χώρο των χαρακτηριστικών σε ένα πρόβλημα ταξινόμησης και να διαχωρίσει ποια χαρακτηριστικά είναι σημαντικά και πως θα χαράξει τις καμπύλες διαχωρισμού των πληθυσμών. Επιπλέον θα γνωρίζει τον τρόπο που συμπεριφέρονται τα δίκτυα νευρωνίων και πως χωρίζουν τον χώρο των χαρακτηριστικών σε περιοχές συγκεκριμένων πληθυσμών. Θα γνωρίζει επίσης βασικά θέματα ανίχνευσης σημάτων σε θόρυβο. Τέλος θα έλθει σε επαφή με θέματα μαθηματικής μορφολογίας αλλά και σύνθεσης πληροφορίας σε διάφορα επίπεδα (Χαρακτηριστικά, raw data, αποφάσεις).

Βιβλιογραφία R.O. Duda, P.E. Hart and D. G. Stork, "Pattern Classification", Wiley, 2nd Edition, 2001.
H. L. Van Trees, "Detection, Estimation and Modulation Theory", Wiley, 1971.
Σημειώσεις ή δημοσιεύσεις στην υπόλοιπη ύλη.

| EIP207 | Ψηφιακές Τηλεπικοινωνίες |
|------------------------------|---|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <p>A. Ψηφιακές Επικοινωνίες</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Εισαγωγή στα Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα και Στοχαστικές Διαδικασίες 2. Θεωρία Πληροφορίας και Ψηφιακή Μετάδοση, Χωρητικότητα Διαύλου. 3. Μετάδοση βασικής ζώνης στο δίαυλο AWGN. 4. Ψηφιακές Διαμόρφωσεις και Αστερισμοί (ASK, PSK, FSK, QPSK, QAM), Γεωμετρική Αναπαράσταση Σήματος. 5. Ζωνοπερατή μετάδοση και Γραμμικοί αντισταθμιστές. Αναλυτικό σήμα, Ζωνοπερατός –Βαθυπερατός Μετασχηματισμός Σήματος. Διασυμβολική παρεμβολή (ISI), Κυματομορφές Nyquist. 6. Βέλτιστος Δέκτης, Ανιχνευτής Μέγιστης Πιθανοφάνειας, Πιθανότητα Σφάλματος. 7. Συστήματα ευρέως φάσματος (spread-spectrum). Ψευδοτυχαίες Ακολουθίες Θορύβου, Συστήματα Ορθογώνιας Πολυπλεξίας Διαίρεσης Συχνότητας (OFDM). <p>B. Ασύρματες Επικοινωνίες</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ηλεκτρομαγνητισμός – Θεμελίωση των ψηφιακών επικοινωνιών. Εισαγωγή στα σύγχρονα συστήματα ψηφιακών επικοινωνιών. Επισκόπηση αναλογικής και ψηφιακής κινητής τηλεφωνίας. 2. Σύγχρονα ασύρματα δίκτυα, Ασύρματο backhaul, Small cells, 5G: προοίμιο, Smart World, Internet-of-Things και Ψηφιακές Επικοινωνίες. 3. Αναδυόμενες ασύρματες τεχνολογίες και πρωτόκολλα ψηφιακών επικοινωνιών. Ευρυζωνικότητα και Ψηφιακές επικοινωνίες: ορισμός και |

| | |
|-------------------------------|--|
| | <p>απαιτήσεις δικτυακής σχεδίασης και φυσικού επιπέδου. Υποδείγματα ευρυζωνικότητας στις ψηφιακές επικοινωνίες.</p> <p>4. Αναδυόμενες ψηφιακές επικοινωνίες: 5G-over-microwave, IoT: Industry 4.0 & Digital/Smart Health.</p> |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Σε επίπεδο Γνώσεων:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Να κατανοεί αναλυτικά και σε βάθος τα επιμέρους στοιχεία ενός ψηφιακού συστήματος επικοινωνίας, και τις λειτουργίες που καθένα επιτελεί καθώς και την επίδραση των διαφόρων παραμέτρων σχεδίασης του στις επιδόσεις του. - Γνωρίζει τα βασικά χαρακτηριστικά, λειτουργία και επιδόσεις των βασικών ψηφιακών τεχνικών διαμόρφωσης (ASK, PSK, FSK, QAM, QPSK,...), - Να γνωρίζει την λειτουργία και τα όρια επιδόσεων των τεχνικών πολυπλεξίας CDMA και OFDM. - Να έχει καλή γνώση των βασικών αρχών σχεδίασης, επιδόσεων και λειτουργίας, των σύγχρονων ασύρματων δικτύων επικοινωνίας. <p>Σε επίπεδο Δεξιοτήτων</p> <ul style="list-style-type: none"> - Δυνατότητα υπολογισμού της φασματικής απόδοσης των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων ψηφιακής διαμόρφωσης καθώς και της χωρητικότητας των ψηφιακών καναλιών. - Να μπορούν να συγκρίνουν μεταξύ τους σε συγκεκριμένο πρόβλημα τις διάφορες τεχνικές ψηφιακής διαμόρφωσης. - Να μπορούν να υπολογίζουν τον μέγιστο αριθμό χρηστών σε συστήματα πολυπλεξίας και να ρυθμίζουν κατάλληλα προς τον σκοπό αυτό τις παραμέτρους των συστημάτων αυτών. <p>Σε επίπεδο Ικανοτήτων</p> <ul style="list-style-type: none"> - Να σχεδιάζουν και να αξιολογούν ασύρματα ψηφιακά συστήματα επικοινωνίας.. - Να ελέγχουν και αξιολογούν την ορθή λειτουργία σύγχρονων ψηφιακών τηλεπικοινωνιακών συστημάτων - Να ρυθμίζουν για βέλτιστη λειτουργία τις βασικές παραμέτρους των τεχνικών CDMA και OFDM. - Δεδομένων προδιαγραφών να επιλέγουν το κατάλληλο ψηφιακό σύστημα ασύρματης μετάδοσης. |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Γ. Καραγιαννίδης: «Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα», Εκδόσεις Τζιόλα, 2012. 2. S. Haykin: «Συστήματα Επικοινωνίας», Εκδόσεις Παπασπηρίου, 2009. 3. J. G. Proakis & M. Salehi, «Συστήματα Επικοινωνιών», 2^η έκδοση, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Αθηνών 4. J. R. Barry, E. A. Lee, and D. G. Messerschmitt, “Digital Communication”, 3rd edition, Kluwer. |

| EIP208 | Σχεδίαση Ψηφιακών Συστημάτων με FPGAs |
|------------------------------|---|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <ul style="list-style-type: none"> • FPLDs. CPLDs και FPGAs. Η περίπτωση των FPGAs της Intel (πρώην Altera). • Μικροεπεξεργαστικά συστήματα. Αρχιτεκτονικές συνόλου εντολών. Αριθμητική για υπολογιστές. Σχεδίαση κεντρικής μονάδας επεξεργασίας. Μνήμη. Είσοδος/Εξοδος. • Σχεδίαση συστημάτων ενός επεξεργαστή σε προγραμματιζόμενο κύκλωμα. Η περίπτωση του επεξεργαστή Nios II της Intel. • Η γλώσσα περιγραφής υλικού VHDL. Λογική σχεδίαση κυκλωμάτων, περιγραφή και εξομοίωσή τους με χρήση της VHDL και του Quartus Prime της Intel. • Εργαστηριακή εξάσκηση: Σχεδίαση και περιγραφή σε γλώσσα VHDL μίας πολύ απλής κεντρικής μονάδας επεξεργασίας. Υλοποίηση με χρήση της εκπαιδευτικής/αναπτυξιακής κάρτας DE10-Standard της Terasic. |

| | |
|-------------------------------|---|
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | Ο φοιτητής που ολοκληρώνει επιτυχώς το μάθημα μπορεί να: χρησιμοποιεί τη γλώσσα VHDL για τη σχεδίαση ψηφιακών κυκλωμάτων και ψηφιακών συστημάτων. Να χρησιμοποιεί βασικά εργαλεία υλικού/λογισμικού για τη σχεδίαση συστημάτων με σκοπό την υλοποίησή τους σε FPGAs. |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | 1. J. Carpinelli, Computer Systems Organization & Architecture, Addison Wesley, 2001. 2. J. Hamblen, T. Hall & M. Furman, Rapid Prototyping of Digital Systems (SoPC edition), Springer, 2008. 3. M. Morris Mano & M. Ciletti, Ψηφιακή Σχεδίαση, 6η Έκδοση, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2018. 4. S. Brown & Z. Vranesic, Σχεδίαση Ψηφιακών Συστημάτων με τη Γλώσσα VHDL, 3η Βελτιωμένη Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2021. 5. W. Kleitz, Ψηφιακά Ηλεκτρονικά, 8η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2011. 6. P. P. Chu, Embedded SoPC Design with Nios II Processor and VHDL Examples, J. Wiley, 2011. 7. Ε. Ζυγούρης, Δ. Μπακάλης, Σχεδίαση Ψηφιακών Κυκλωμάτων με VHDL, Εργαστηριακές Ασκήσεις, Εργαστήριο Ηλεκτρονικής, Τμήμα Φυσικής, Παν/μιο Πατρών, 2020. |

| | |
|---------------|--|
| EIP120 | Μετρήσεις και Διαχείριση Δεδομένων στις Ατμοσφαιρικές Επιστήμες |
|---------------|--|

| | |
|------------------------------|--|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Οι ατμοσφαιρικές παράμετροι και οι μετρήσεις τους. <ol style="list-style-type: none"> a. Η έννοια της βαθμονόμησης - παραδείγματα. b. Συστήματα συλλογής δεδομένων: προγραμματισμός – ανάκτηση πρωτογενών μετρήσεων. c. Έλεγχος ποιότητας ατμοσφαιρικών δεδομένων. 2. Βάσεις δεδομένων ατμοσφαιρικών παραμέτρων <ol style="list-style-type: none"> a. Οι σημαντικότερες κεντρικές βάσεις ατμοσφαιρικών δεδομένων. b. Ανάκτηση δεδομένων από βάσεις: Παραδείγματα – Εφαρμογές. 3. Διαχείριση & απεικόνιση δεδομένων με τις γλώσσες προγραμματισμού R και Python. 4. Οι ατμοσφαιρικές χρονοσειρές <ol style="list-style-type: none"> a. Η έννοια της χρονοσειράς – στασιμότητα. b. Πρότυπα χρονοσειρών. c. Χώρος του χρόνου: διακριτά και συνεχή δεδομένα. d. Χώρος των συχνοτήτων: Αρμονική & φασματική ανάλυση. e. Εφαρμογές σε R και Python. |
|------------------------------|--|

| | |
|-------------------------------|--|
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | Στο τέλος του μαθήματος, ο φοιτητής θα μπορεί να γνωρίζει: Την εφαρμογή στατιστικών μεθόδων σε ατμοσφαιρικά δεδομένα. Τον έλεγχο υποθέσεων και την στατιστική πρόγνωση ατμοσφαιρικών παραμέτρων. |
|-------------------------------|--|

| | |
|---------------------|--|
| <i>Βιβλιογραφία</i> | Wilks, D.S., (2006). Statistical methods in the atmospheric sciences. Academic Press, 2nd ed., von Storch, H., Zwiers, F.W. (1999). Statistical analysis in climate research. Cambridge University Press. |
|---------------------|--|

| | |
|---------------|---------------------------------------|
| EIP121 | Συστήματα Κινητών Επικοινωνιών |
|---------------|---------------------------------------|

| | |
|------------------------------|--|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | Αρχιτεκτονική των επίγειων ασύρματων δικτύων τεχνολογιών GSM, GPRS, EDGE, UMTS και WiFi, Αρχιτεκτονική των δορυφορικών δικτύων, Διεπαφές, Πρωτόκολλα επικοινωνίας των επίγειων και των δορυφορικών δικτύων, Σύγκλιση των τεχνολογιών των ασύρματων δικτύων, κυψελωτά ασύρματα δίκτυα, κυψελωτή ιδέα, ανάλυση επιπέδου του ραδιοδικτύου (φορητές συσκευές, σταθμοί εκπομπής |
|------------------------------|--|

| | |
|-------------------------------|--|
| | <p>– λήψης, ελεγκτήρας σταθμού βάσης, κεραιοσυστήματα κυψελών), ανάλυση επιπέδου μεταγωγής (ψηφιακά κέντρα και ψηφιακό κέντρο πύλη), τοπολογίες διασύνδεσης ψηφιακών κέντρων, ενσύρματη και ασύρματη διασύνδεση επιπέδου ραδιοδικτύου με το επίπεδο μεταγωγής, ανάλυση επιπέδου διαχείρισης (OMC), ανάλυση των βάσεων δεδομένων HLR, VLR και EIR, ανάλυση του κέντρου πιστοποίησης (AuC), παραμετροποίηση της διασύνδεσης δικτύων διαφορετικών παρόχων κινητών επικοινωνιών, Ισολογισμός ισχύων, εφαρμογές (εκτίμηση θέσης φορητής συσκευής, αξιολόγηση μοντέλου ασύρματου καναλιού μέσω πεδιομετρήσεων)</p> |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Στο τέλος αυτού του μαθήματος ο φοιτητής θα μπορεί να έχει:</p> <p>εμπεδώσει όλες τις αναγκαίες γνώσεις στην αρχιτεκτονική και στα πρωτόκολλα των σύγχρονων ασύρματων δικτύων.</p> <p>αναπτύξει δεξιότητες στις εκτιμήσεις των ηλεκτρικών και των ηλεκτρομαγνητικών παραμέτρων του αναγκαίου RF εξοπλισμού στο επίπεδο του ραδιοδικτύου και στην υλοποίηση πρωτοκόλλων</p> |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | <p>1) Σταύρος Κωτσόπουλος, «ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ - ΚΙΝΗΤΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ», Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών.</p> <p>2) The Internet Engineering Task Force (IETF), Επιλεγμένες σειρές από Τηλεπικοινωνιακά Πρωτόκολλα υπό τη μορφή: Requests for Comments (RFC).</p> <p>3) Επιλεγμένα επιστημονικά άρθρα.</p> |

| EIP122 | Τεχνολογίες και προγραμματισμός διαδικτύου |
|-------------------------------|--|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Το Διαδίκτυο (Internet) και ο Παγκόσμιος Ιστός (WWW). Η αρχιτεκτονική του Internet, βασικά πρωτόκολλα, βασικές εφαρμογές 2. Πρωτόκολλα του Internet. Οικογένεια πρωτοκόλλων TCP/IP, IP, UDP, TCP, πρωτόκολλα εφαρμογών 3. Εξυπηρετητές Παγκόσμιου Ιστού (WWW Servers). Ρόλος, αρχιτεκτονική, λειτουργίες, δυνατότητες, είδη 4. Proxy Servers. Ρόλος, αρχιτεκτονική, λειτουργίες, δυνατότητες, transparent proxies 5. Φυλομετρητές Παγκόσμιου Ιστού (WWW Browsers). Ρόλος, λειτουργίες, δυνατότητες, είδη, URLs 6. Βασικές Υπηρεσίες & Αρχιτεκτονική Internet & WWW. Αρχιτεκτονική υπηρεσιών, μοντέλο, δυναμικές σελίδες, δυναμικές εφαρμογές 7. Η Γλώσσα HTML, CSS και εισαγωγή στη D-HTML. Βασική δομή, ετικέτες, παρουσίαση βασικών ετικετών, φόρμες, CSS, Δυναμική HTML 8. Client-Side Scripting: Προχωρημένα θέματα D-HTML, Javascript. Δυναμικές σελίδες HTML, μορφή και χαρακτηριστικά εφαρμογών που εκτελούνται στον πελάτη/φυλλομετρητή η γλώσσα Javascript, συντακτικά στοιχεία της Javascript, αντικείμενα και μέθοδοι 9. Server-Side Scripting: PHP και PHP + MySQL. Η γλώσσα PHP, βασικοί κανόνες, συντακτικά στοιχεία, εφαρμογές που εκτελούνται στον εξυπηρετητή, χρήση δεδομένων από Βάση Δεδομένων σε εφαρμογές PHP 10. Ανάλυση εννοιών XML, XSLT. Η γλώσσες XML, τύποι εγγράφων – DTD, transformations - XSLT 11. AJAX (Asynchronous JavaScript και XML) 12. Web Services |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Στο τέλος αυτού του μαθήματος ο φοιτητής θα μπορεί να έχει:</p> <p>εμπεδώσει όλες τις αναγκαίες γνώσεις στην αρχιτεκτονική και στα πρωτόκολλα του διαδικτύου.</p> |

| | |
|---------------------|--|
| | αναπτύξει δεξιότητες στις εκτιμήσεις των παραμέτρων, του αναγκαίου εξοπλισμού και των τεχνικών δεξιοτήτων για την υλοποίηση web services |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | Χ. Δουληγέρης, Ε. Κοπανάκη, Ρ. Μαυροπόδη, "Τεχνολογίες Διαδικτύου", Εκδόσεις Νηρηίδες, 2004 |

| EIP220 | Επεξεργασία Ομιλίας και Φυσικής Γλώσσας |
|-------------------------------|---|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Μοντελοποίηση ήχου. Κωδικοποίηση κυματομορφής PCM, ADPCM, Διαμόρφωση Δέλτα, VQ, βέλτιστη κβάντιση. Γραμμική πρόβλεψη. Αναλογικοί κωδικοποιητές φωνής. Ψηφιακοί κωδικοποιητές φωνής, (LPC, CELP). • Ομομορφική επεξεργασία φωνής. Σύνθεση φωνής. Αναγνώριση φωνής, αναγνώριση ομιλητή. Μαρκοβιανά μοντέλα, Νευρωνικά δίκτυα . • Υλικό ψηφιακής επεξεργασίας φωνής (digital signal processing (DSP) chips - TI, AT&T, Motorola and Motorola CVSD and ADPCM chips). Πρότυπα στάνταρ κωδικοποίησης φωνής. Μετασχηματισμός φωνής. |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | Ο φοιτητής θα μπορεί να κατανοήσει τον χώρο της ομιλίας και φυσικής γλώσσας μέσα από διάφορες τεχνικές, καθώς και των ποιοτικών χαρακτηριστικών τους |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Deller, J., J. Proakis, and J. Hansen. "Discrete-Time Processing of Speech Signals". New York: Macmillan, 1993. • Gersho, A. and R. M. Gray. "Vector Quantization and Signal Compression". Boston: Kluwer, 1992. • Jayant, N. S. and P. Noll. "Digital Coding of Waveforms: Principles and Applications to Speech and Video". Signal Processing Series, ed.A. V. Oppenheim. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984. • Kleijn, W. B. and K. K. Paliwal, ed. "Speech Coding and Synthesis". Amsterdam: Elsevier, 1995. • Lee, C.-H., F. K. Soong, and K. K. Paliwal, ed. "Automatic Speech & Speaker Recognition: Advanced Topics. International Series in Engineering & Computer Science, Natural Language Processing & Machine Translation: Multimedia Systems & Applications". Boston:Kluwer Academic Publishers, 1996. • Owens, F. J. "Signal Processing of Speech". New York: McGraw-Hill, 1993. • Rabiner, L. and B.-H. Juang. "Fundamentals of Speech Recognition. Signal Processing", ed. A. Oppenheim. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1993. |

| EIP221 | Ατμοσφαιρικά Γεωφυσικά και Σήματα Τηλεπισκόπησης |
|------------------------------|--|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <p>Πηγές πληροφορίας σε γεωφυσικά σήματα και σήματα τηλεπισκόπησης. Φυσική της δημιουργίας των σημάτων αυτών. Ιδιότητες των μέσων διάδοσης στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα και τα κύματα πίεσης. Αλληλεπίδραση των κυμάτων (ΗΜ και πίεσης) με την ύλη.</p> <p>Συστήματα τηλεπισκόπησης - Βασικές αρχές (πηγές Radar, ορατού φωτός, υπερύθρου και υπεριώδους). Υπάρχοντα δορυφορικά μέσα τηλεπισκόπησης (LAND SATS, SPOT, JERS, SIR, SENTINEL). Κυριότερες εφαρμογές (Μετεωρολογικές - Ωκεανογραφικές - Περιβαλλοντικές - Εξόρυξης πετρελαίου και ορυκτών - Γεωγραφικών πληροφοριών).</p> <p>Μέθοδοι σύνθεσης δεδομένων σε μία ενιαία αναπαράσταση. Σύνθεση πολυφασματικών, υπερφασματικών και θερμικών δεδομένων με εικόνες στο ορατό.</p> <p>Τεχνικές παρακολούθησης κατολισθήσεων με δορυφορικά δεδομένα. Παράγοντες που τις επηρεάζουν τις κατολισθήσεις και βαθμός στον οποίο της επηρεάζουν. Μέθοδοι σύνθεσης πληροφορίας για να γίνει δυνατή η κατασκευή χάρτη επικινδυνότητας για κατολισθήσεις.</p> |

| | |
|-------------------------------|--|
| | <p>Φυσική λειτουργία συσκευής Γεωραντάρ. Λειτουργία της συσκευής σε διαφορετικά modes. Εκπαίδευση σε σήματα Γεωραντάρ που θα ληφθούν στο πεδίο.</p> <p>Σήματα SAR και InSAR. Φυσική λειτουργία των αισθητήρων και τρόπος σχηματισμού των εικόνων. Πλεονεκτήματα των αισθητήρων αυτών. Τρόποι αποφυγής σφαλμάτων και artifacts.</p> |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Στο τέλος αυτού του μαθήματος ο φοιτητής θα έχει περαιτέρω αναπτύξει τις ακόλουθες δεξιότητες:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Να αναγνωρίζει το είδος των διαθέσιμων δεδομένων καθώς και την φυσική διαδικασία λήψης των. Να μπορεί να διαβάζει τα διάφορα είδη δεδομένων. - Τις δυνατότητες για αναπαράσταση που έχει κάθε ένα διαφορετικό είδος δεδομένων. Να μπορεί να αξιολογεί την ακρίβεια τους και την ανάλυσή τους. - Να αναγνωρίζει τις απεικονιστικές δυνατότητες των εικόνων. - Να εκτελεί βασικές διαδικασίες επεξεργασίας εικόνας στο δεδομένα αυτά. - Να γνωρίζει βασικές μεθόδους σύνθεσης (fusion) των δεδομένων σε μία ενιαία αναπαράσταση. - Να γνωρίζει τις βασικές λειτουργίες του Γεωραντάρ. |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Floyd F. Sabins, Remote Sensing: Principles and Interpretation, 3th ed., 1996 2. John A. Richards, Remote Digital Image Analysis: An Introduction, 5th ed., 2013 3. John R. Jensen, Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective, 2nd ed., 1996 4. Paul A. Longley, Michael F. Goodchild, David J. Maguire, David W. Rhind, Geographic Information Systems and Science, 1st ed., 2001. 5. Παρουσιάσεις μαθήματος |

| ΕΙΡ222 Βιοϊατρικά Σήματα και Εικόνες | |
|---|---|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Συστήματα καταγραφής (αναλογικά και ψηφιακά) ιατρικού σήματος και ιατρικής εικόνας. Σχηματισμός και επεξεργασία εικόνας. Χαρακτηριστικά ποιότητας σήματος και εικόνας Χαρακτηριστικά μεταφοράς του απεικονιστικού συστήματος. • Ακτινογράφιση. Ψηφιακή ακτινογράφιση. Μαστογραφία. Ακτινοσκόπηση. Υπολογιστική ακτινοσκόπηση. Τομογραφία. Απεικόνιση με ραδιοϊσότοπα. Υπέρηχοι. Πυρηνικός Μαγνητικός Συντονισμός(MRI). Φασματοσκοπία με MRI. • Αντίληψη και ερμηνεία εικόνων. • Απεικόνιση της Ηλεκτρικής συμπεριφοράς των ιστών. EKG, EEG. • Διασφάλιση και έλεγχος ποιότητας στα Ιατρικά συστήματα απεικόνισης. |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Ο φοιτητής θα μπορεί να κατανοήσει τον χώρο του ιατρικού σήματος και εικόνας μέσα από διάφορες τεχνικές, καθώς και των ποιοτικών χαρακτηριστικών τους</p> |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | <ul style="list-style-type: none"> • "The physics of medical Imaging" by S. Webb IoP, Publishing Lt.D, 1988. • "Biomedical Signal Processing" by A. Cohen, CRC press, Inc., 1986, Florida • Sprawls Perry Jr., "Physical Principles of Medical Imaging". Medical Physics Publishing Madison, Wisconsin, 1995. • Seibert J. Anthony, Filipow Larry J., Andriole Katherine P. (eds.) "Practical Digital Imaging and PACS". American Association of Physicists in Medicine, Medical Physics Monograph No. 25, Medical Physics Publishing Madison, Wisconsin, 1999. |

Ειδίκευση: Εφαρμοσμένη Μετεωρολογία και Φυσική Περιβάλλοντος

| ΚΩΔΙΚΟΣ | ΜΑΘΗΜΑ | ECTS | ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΕΣ |
|-------------------|---|------|-----------------|
| A' ΕΞΑΜΗΝΟ | | | |
| AME11 | Δυναμική και Συνοπτική Μετεωρολογία | 10 | Ι. Κιουτσιούκης |
| AME12 | Μετρήσεις και Διαχείριση Δεδομένων στις Ατμοσφαιρικές Επιστήμες | 10 | Αθ. Αργυρίου |
| AME13 | Αλληλεπίδραση Ακτινοβολίας – Ατμόσφαιρας | 10 | Αν. Καζαντζίδης |
| B' ΕΞΑΜΗΝΟ | | | |
| AME25 | Ατμοσφαιρικές Προσομοιώσεις | 9 | Ι. Κιουτσιούκης |
| AME26 | Στατιστικές Μέθοδοι στις Ατμοσφαιρικές Επιστήμες | 9 | Α. Αργυρίου |
| AME27 | Ενεργειακή Μετεωρολογία | 8 | Αν. Καζαντζίδης |
| AME28 | Διαχείριση Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης | 4 | Σ. Πανδής |
| Γ' ΕΞΑΜΗΝΟ | | | |
| AME31 | Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία | 30 | |

| AME11 | Δυναμική και Συνοπτική Μετεωρολογία |
|-----------------------|---|
| Περιεχόμενα μαθήματος | <p>1. Στοιχεία θερμοδυναμικής στην ατμόσφαιρα</p> <p>a. Αδιαβατικές μεταβολές στην ατμόσφαιρα</p> <p>b. Θερμοδυναμικά διαγράμματα</p> <p>c. Ευστάθεια στην ατμόσφαιρα – χρήση θερμοδυναμικών διαγραμμάτων</p> <p>d. Έργο και κινητική ενέργεια στις κατακόρυφες ατμοσφαιρικές κινήσεις</p> <p>2. Κίνηση του ατμοσφαιρικού αέρα</p> <p>a. Σχετική και απόλυτη κίνηση</p> <p>b. Δυνάμεις που προκαλούν την κίνηση</p> <p>c. Γενικές εξισώσεις κίνησης</p> <p>d. Ειδικές περιπτώσεις κίνησης</p> <p>3. Μεταβολή του ανέμου και της βαροβαθμίδας</p> <p>a. Θερμικός άνεμος</p> <p>b. Οριζόντια μεταβολή της θερμοκρασίας</p> <p>c. Τοπικές θερμομετρικές μεταβολές</p> <p>d. Κατακόρυφη μεταβολή της θέσης και της έντασης των συστημάτων πίεσης</p> <p>4. Χρονικές μεταβολές των παραμέτρων ροής</p> <p>a. Θεωρήματα Kelvin και Bjerkness</p> <p>b. Φυσική ερμηνεία της κυκλοφορίας – Εφαρμογή στην ανάπτυξη κατακόρυφης κυκλοφορίας (αύρες)</p> <p>c. Εξίσωση βαρομετρικής πίεσης – Θεωρία Bjerkness – Holboe</p> |

| | |
|-------------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> d. Συνιστώσες οριζόντιας επιτάχυνσης e. Εφαρμογές της εξίσωσης του στροβιλισμού f. Θεωρία κυμάτων Rossby <p>5. Στοιχεία ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Η έννοια της τύρβης – Τυρβώδης διακύμανση b. Εξισώσεις κίνησης για τη μέση ροή c. Κατακόρυφη δομή του ανέμου d. Στρώμα Ekman |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Στο τέλος αυτού του μαθήματος ο φοιτητής θα μπορεί να:</p> <p>Γνωρίζει για τους ανέμους, τους μηχανισμούς οι οποίοι θέτουν σε κίνηση τον ατμοσφαιρικό αέρα και την εξέλιξη των ανέμων.</p> <p>Κατανοεί τους διάφορους μηχανισμούς της κίνησης της ατμόσφαιρας.</p> <p>Κατανοεί το πως η προηγούμενη γνώση εφαρμόζεται στην πρόγνωση του καιρού και του κλίματος.</p> <p>Γνωρίζει σε βάθος τις απαιτούμενες έννοιες μαθηματικών, θερμοδυναμικής και μηχανικής των ρευστών</p> |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | <p>Εισαγωγή στη Δυναμική Μετεωρολογία, Διονυσίου Μεταξά, Αριστείδη Μπαρτζώκα, Εκδόσεις Παν/μίου Ιωαννίνων, Ιωάννινα, 1993.</p> <p>An Introduction to Dynamic Meteorology, James Holton, Elsevier Academic Press, London, 2004.</p> <p>Dynamic Meteorology – A Basic Course, Adrian Gordon, Warwick Grace, Peter Schwerdtfeger, Roland Byron – Scott, Arnold Publishers, London, 1998.</p> <p>Fluid Mechanics of the Atmosphere, Robert A. Brown, Academic Press, New York, 1991.</p> |
| AME12 | Μετρήσεις και Διαχείριση Δεδομένων στις Ατμοσφαιρικές Επιστήμες |
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Οι ατμοσφαιρικές παράμετροι και οι μετρήσεις τους. <ul style="list-style-type: none"> a. Η έννοια της βαθμονόμησης - παραδείγματα. b. Συστήματα συλλογής δεδομένων: προγραμματισμός – ανάκτηση πρωτογενών μετρήσεων. c. Έλεγχος ποιότητας ατμοσφαιρικών δεδομένων. 2. Βάσεις δεδομένων ατμοσφαιρικών παραμέτρων <ul style="list-style-type: none"> a. Οι σημαντικότερες κεντρικές βάσεις ατμοσφαιρικών δεδομένων. b. Ανάκτηση δεδομένων από βάσεις: Παραδείγματα – Εφαρμογές. 3. Διαχείριση & απεικόνιση δεδομένων με τις γλώσσες προγραμματισμού R και Python. 4. Οι ατμοσφαιρικές χρονοσειρές <ul style="list-style-type: none"> a. Η έννοια της χρονοσειράς – στασιμότητα. b. Πρότυπα χρονοσειρών. c. Χώρος του χρόνου: διακριτά και συνεχή δεδομένα. d. Χώρος των συχνοτήτων: Αρμονική & φασματική ανάλυση. e. Εφαρμογές σε R και Python. |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Στο τέλος του μαθήματος, ο φοιτητής θα μπορεί να γνωρίζει:</p> <p>Τα είδη ατμοσφαιρικών μετρήσεων και δεδομένων.</p> <p>Τις διεθνείς βάσεις δεδομένων των ατμοσφαιρικών δεδομένων και την αξιοποίησή τους.</p> <p>Τις ατμοσφαιρικές χρονοσειρές, την επεξεργασία και ανάλυσή τους.</p> |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | <p>Wilks, D.S., (2006). Statistical methods in the atmospheric sciences. Academic Press, 2nd ed.,</p> <p>von Storch, H., Zwiers, F.W. (1999). Statistical analysis in climate research. Cambridge University Press.</p> |

| ΑΜΕ13 | Αλληλεπίδραση Ακτινοβολίας – Ατμόσφαιρας |
|-------------------------------|---|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <p>1. Εισαγωγή: Η ηλιακή και η γήινη ακτινοβολία, Η δομή της ατμόσφαιρας , Ακτινομετρικά μεγέθη, Νόμοι διάδοσης της ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα</p> <p>2. Σκέδαση και Απορρόφηση στην ατμόσφαιρα: Απορρόφηση και σκέδαση από μόρια, τα αιωρούμενα σωματίδια και τα νέφη, Επίδραση της λευκαύγειας του εδάφους, Πολλαπλή σκέδαση</p> <p>3. Μοντέλα διάδοσης της ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα: Τρόποι επίλυσης της εξίσωσης διάδοσης της ακτινοβολίας, Εφαρμογές στο υπεριώδες, το ορατό, το κοντινό και μακρινό υπέρυθρο, Κλιματικά μοντέλα, Αναλυτικά μοντέλα μίας και τριών διαστάσεων</p> <p>4. Μετρήσεις της ηλιακής ακτινοβολίας: Επίγειες μετρήσεις: φασματοφωτόμετρα και όργανα ευρέως φάσματος, τεχνικές μέτρησης, βαθμονόμηση και ποιοτικός έλεγχος Δορυφορικές εκτιμήσεις: όργανα, τεχνικές βαθμονόμησης και ποιοτικός έλεγχος</p> <p>5. Ειδικές εφαρμογές: Συνεργατική χρήση μοντέλων και μετρήσεων για την εκτίμηση ατμοσφαιρικών παραμέτρων, Ενεργειακό ισοζύγιο στην ατμόσφαιρα</p> |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Στο τέλος αυτού του μαθήματος ο φοιτητής θα μπορεί να:</p> <p>Γνωρίζει τους μηχανισμούς αλληλεπίδρασης της ηλιακής και γήινης ακτινοβολίας με τα συστατικά της ατμόσφαιρας</p> <p>Κατανοεί το πως η προηγούμενη γνώση εφαρμόζεται στη μεταβολή του φασματικού ακτινοβολιακού ισοζυγίου από τα αιωρούμενα σωματίδια, τα νέφη κ.α.</p> <p>Κατανοεί τη χρήση των παραπάνω στην τηλεπισκόπηση της ατμοσφαιρας και το ενεργειακό ισοζύγιο.</p> |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | <p>1. Atmospheric Radiation: a Primer with Illustrative Solutions, Wiley-VCH, 2014</p> <p>2. Radiation and Climate, I.M. Vardavas, F. W. Taylor, Oxford University Press, 2007.</p> <p>3. Fundamentals of Atmospheric Radiation: An Introduction with 400 Problems. Craig F. Bohren and Eugene E. Clothiaux, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2006.</p> <p>4. An introduction to atmospheric radiation, Kuo-Nan Liou, Academic Press, 1980.</p> <p>5. Atmospheric Radiaton, J. Coakley and P. Yang, Wiley-VCH, 2014</p> |
| ΑΜΕ25 | Ατμοσφαιρικές Προσομοιώσεις |
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <p>1. Η διαδικασία μοντελοποίησης</p> <p>2. Θεμελιώδεις Εξισώσεις: διατήρηση ενέργειας, μάζας & ορμής</p> <p>3. Σύστημα συντεταγμένων - διακριτοποίηση</p> <p>4. Φυσικές παραμετροποιήσεις: οριακό στρώμα, νέφη, ακτινοβολία, χημεία</p> <p>5. Μέθοδοι επίλυσης</p> <p>6. Τεκμηρίωση Ατμοσφαιρικών Μοντέλων</p> <p>7. Προγνωστική Ικανότητα - Ensemble Forecasting</p> |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Στο τέλος του μαθήματος, ο φοιτητής θα μπορεί να γνωρίζει:</p> <p>Την εφαρμογή στατιστικών μεθόδων σε ατμοσφαιρικά δεδομένα.</p> <p>Τον έλεγχο υποθέσεων και την στατιστική πρόγνωση ατμοσφαιρικών παραμέτρων</p> |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | <p>Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability, Eugenia Kalnay. Cambridge University Press, (2002).</p> <p>Fundamentals of Atmospheric Modeling, Mark Z. Jacobson, Cambridge University Press, (2005).</p> <p>Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change, Wiley-Interscience, John H. Seinfeld and Spyros N. Pandis, (2006)</p> <p>Mesoscale Meteorological Modeling, Roger Pielke, Academic Press, (2001).</p> |

| ΑΜΕ26 | Στατιστικές Μέθοδοι στις Ατμοσφαιρικές Επιστήμες |
|-------------------------------|---|
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Στατιστική και αβεβαιότητες στις ατμοσφαιρικές επιστήμες. 2. Πιθανότητες – ανασκόπηση. 3. Εμπειρικές κατανομές και διερευνητική ανάλυση δεδομένων. 4. Παραμετρικές κατανομές. 5. Έλεγχος υποθέσεων. 6. Στατιστική πρόγνωση. |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Στο τέλος αυτού του μαθήματος ο φοιτητής θα μπορεί να:</p> <p>Γνωρίζει για τον τρόπο με τον οποίο περιγράφονται μαθηματικά οι διάφορες ατμοσφαιρικές διεργασίες.</p> <p>Κατανοεί βασικές παραμετροποιήσεις ατμοσφαιρικών διεργασιών.</p> <p>Κατανοεί το πως η προηγούμενη γνώση υλοποιείται μέσω προγραμματισμού στην πρόγνωση του καιρού και του κλίματος.</p> <p>Κατανοεί τη λειτουργία ατμοσφαιρικών και κλιματικών μοντέλων.</p> |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | <p>Wilks, D.S., (2006). Statistical methods in the atmospheric sciences. Academic Press, 2nd ed.,</p> <p>von Storch, H., Zwiers, F.W. (1999). Statistical analysis in climate research. Cambridge University Press.</p> |
| ΑΜΕ27 | Ενεργειακή Μετεωρολογία |
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <p>Ηλιακή Ενέργεια</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ηλιακή Ακτινοβολία και Ατμόσφαιρα 2. Ημιεμπειρικά και Φυσικά Μοντέλα με τη Χρήση Δορυφορικών Δεδομένων 3. Βάσεις Δεδομένων και Μεταβλητότητα του Ηλιακού Δυναμικού 4. Πρόγνωση της Ηλιακής Ακτινοβολίας σε Διάφορες Χωρικές και Χρονικές Κλίμακες: Ψηφιακές Απεικονίσεις του Ουράνιου Θόλου, Δορυφορικά Δεδομένα, Μοντέλα Πρόγνωσης Καιρού <p>Αιολική Ενέργεια</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Συστήματα Ανέμων 2. Κατακόρυφη Κατανομή του Ανέμου σε Επίπεδο και Πολύπλοκο Γεωγραφικό Ανάγλυφο 3. Υπεράκτιος Άνεμος 4. Φυσική των Αιολικών Πάρκων 5. Σύγχρονες Μέθοδοι για την Αποτίμηση του Αιολικού Δυναμικού |
| <i>Μαθησιακά αποτελέσματα</i> | <p>Στο τέλος αυτού του μαθήματος ο φοιτητής θα μπορεί να:</p> <p>Γνωρίζει τους μηχανισμούς αλληλεπίδρασης της ηλιακής ακτινοβολίας και του ανέμου με τα συστατικά της ατμόσφαιρας και την επιφάνεια</p> <p>Κατανοεί το πως η προηγούμενη γνώση εφαρμόζεται στην εκτίμηση του ηλιακού και αιολικού δυναμικού</p> <p>Κατανοεί τη χρήση των παραπάνω σε ηλιακά και αιολικά πάρκα.</p> |
| <i>Βιβλιογραφία</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Solar Energy Forecasting and Resource Assessment, Academic Press, 2013 2. Wind Energy Meteorology, Springer, 2013 |
| ΑΜΕ28 | Διαχείριση Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης |
| <i>Περιεχόμενα μαθήματος</i> | <p>Η Ατμόσφαιρα. Εισαγωγικά στοιχεία, χρόνοι μεταφοράς στην ατμόσφαιρα, ενώσεις του θείου, ενώσεις του αζώτου, οργανικές ενώσεις, όζον, ατμοσφαιρικά σωματίδια, τοξικές ενώσεις, νομοθεσία.</p> <p>Η Χημεία της Τροπόσφαιρας. Βασικός φωτοχημικός κύκλος των NO₂, NO και O₃, ατμοσφαιρική χημεία των CO και NO_x, χημεία της φορμαλδεΰδης, χημεία της</p> |

καθαρής ατμόσφαιρας, τροποσφαιρικό όζον, ο ρόλος των οργανικών ενώσεων και του NO_x στον σχηματισμό του όζοντος.

Η Χημεία της Υγρής Φάσης. Το νερό στην ατμόσφαιρα, απορρόφηση ρύπων στα σύννεφα, σχηματισμός θειικού οξέως, σχηματισμός νιτρικού οξέως.

Ατμοσφαιρικά Σωματίδια. Χημική σύσταση και κατανομή μεγέθους, θερμοδυναμικές αρχές, το νερό και τα αεροζόλ, θερμοδυναμική των ατμοσφαιρικών σωματιδίων, τα οργανικά συστατικά των αεροζόλ, πρωτογενείς και δευτερογενείς ενώσεις.

Υγρή εναπόθεση και όξινη βροχή. Γενικές αρχές, συλλογή αερίων ρύπων από την βροχή, συλλογή σωματιδίων από την βροχή, όξινη εναπόθεση, σύνθεση διεργασιών που οδηγούν στην όξινη βροχή.

Μαθησιακά αποτελέσματα Μάθηση της εφαρμογής των βασικών αρχών της κλασσικής και χημικής θερμοδυναμικής, χημικής κινητικής, ρευστομηχανικής, μεταφοράς μάζας και ενέργειας για την επίλυση προβλημάτων ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Βιβλιογραφία

1. Seinfeld J. H. and Pandis S. N., Atmospheric Chemistry: Air Pollution to Global Change, 2nd edition, John Wiley and Sons, New York, 2006.
2. Λαζαρίδης Μ., Ατμοσφαιρική Ρύπανση με Στοιχεία Μετεωρολογίας, 2η έκδοση, Εκδ. Τζιόλα, 2010.
3. Γεντεκάκης Ι., Ατμοσφαιρική Ρύπανση, Κλειδάριθμος, 2010.
4. Finlayson-Pitts B. J. and J. N. Pitts, Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere, Academic Press, 1999.
5. Jacobson M. Z., Fundamentals of Atmospheric Modeling, Cambridge University Press, 1999.
6. Jacobson M. Z., Atmospheric Pollution: History, Science, and Regulation, Cambridge University Press, 2002.
7. Cooper C. D. and F. C. Alley, Έλεγχος Αέριας Ρύπανσης, Εκδόσεις Τζιόλα, 2004.
