



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΑ - ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ

**Αναπροσαρμογή μαθημάτων του Π.Μ.Σ. «Στατιστική και Αναλογιστικά – Χρηματοοικονομικά Μαθηματικά» ανά εξάμηνο, κατεύθυνση/ειδίκευση και είδος (Υ/Ε) για το ακαδημαϊκό έτος 2023-2024.**

Η Συνέλευση του Τμήματος Στατιστικής και Αναλογιστικών – Χρηματοοικονομικών Μαθηματικών της Σχολής Θετικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Αιγαίου, στη συνεδρίασή της με αριθμ. 24η/12.07.2023 (θέμα 4.3), αποφάσισε την **αναπροσαρμογή μαθημάτων** του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο «Στατιστική και Αναλογιστικά – Χρηματοοικονομικά Μαθηματικά» **ανά εξάμηνο, κατεύθυνση/ειδίκευση και είδος (Υ/Ε) για το ακαδημαϊκό έτος 2023-2024**, ως εξής:

Α΄ ΕΞΑΜΗΝΟ			
Τίτλος Μαθήματος	Κατηγορία Μαθήματος (Υ/Ε)		Π.Μ. (ECTS)
	Ειδίκευση Αναλογιστικά – Χρηματοοικονομικά Μαθηματικά	Ειδίκευση Στατιστική και Ανάλυση Δεδομένων	
Διερευνητική Στατιστική και Ανάλυση Δεδομένων	E	Υ	6
Εφαρμοσμένη Στατιστική και Τεχνικές Προσομοίωσης	Υ	Υ	6
Ανάλυση Παλινδρόμησης και Ανάλυση Διακύμανσης	Υ	Υ	6
Στατιστική κατά Bayes	Υ	Υ	6
Στοχαστικές Διαδικασίες	Υ	Υ	6
Χρηματοοικονομικές Αγορές και Χρηματοοικονομικά Προϊόντα	Υ	E	6
Σύνολο ECTS:			<b>30</b>

Β΄ ΕΞΑΜΗΝΟ		
Τίτλος Μαθήματος	Κατηγορία Μαθήματος	Π.Μ.



	(Y/E)		(ECTS)
	Ειδίκευση Αναλογιστικά – Χρηματοοικονομικά Μαθηματικά	Ειδίκευση Στατιστική και Ανάλυση Δεδομένων	
Αναλογιστικά Πρότυπα Γενικών Ασφαλίσεων	Y	E	6
Συμβάντα Ζωής	E	E	6
Συνταξιοδοτικά Σχήματα και Κοινωνική Ασφάλιση	E	E	6
Γραμμικά και Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα	E	Y	6
Μέτρηση και Διαχείριση Κινδύνου	E	E	6
Μέτρο και Πιθανότητες	E	E	6
Χρονοσειρές	E	E	6
Οικονομετρία	E	E	6
Μηχανική μάθηση	E	E	6
Στατιστικές Τεχνικές Εξόρυξης Μεγάλων Δεδομένων	E	Y	6
Στατιστικός Έλεγχος Ποιότητας	E	E	6
Χρηματοοικονομική Μοντελοποίηση	E	E	6
Χρηματοοικονομικά Μαθηματικά	Y	E	6
Επιτόκια και Ομόλογα	E	E	
Θέματα Βιοστατιστικής	E	E	6
Θεωρία Ακραίων Φαινομένων	E	E	6
Παράγωγα	E	E	6
Υπολογιστική Στατιστική	E	E	6
Δειγματοληψία	E	E	6
Δυναμικός Προγραμματισμός - Θεωρία Στοχαστικού Ελέγχου	E	E	6
Βελτιστοποίηση Χαρτοφυλακίου	E	E	6
Ασφαλίσεις κατά Ζημιών	E	E	6
Ειδικά Θέματα Στοχαστικών Διαδικασιών	E	E	6
Σύγχρονα Συστήματα Προβλέψεων Μοντελοποίησης	E	E	6
Αριθμητικές Μέθοδοι	E	E	6
Θεωρία Αποφάσεων και Παιγνίων	E	E	6
Μεθοδολογία Εκπόνησης Μελέτης	E	E	6



Εφαρμοσμένη Πολυμεταβλητή Ανάλυση και Big Data	E	E	6
Μαθηματική Στατιστική	E	E	6
Στοχαστικές Ανελίξεις	E	E	6
<b>Σύνολο ECTS:</b>			<b>30</b>

Γ' ΕΞΑΜΗΝΟ				
Κωδικός	Τίτλος Μαθήματος	Κατηγορία Μαθήματος (Y/E)		Π.Μ. (ECTS)
		Ειδίκευση Αναλογιστικά – Χρηματοοικονομικά Μαθηματικά	Ειδίκευση Στατιστική και Ανάλυση Δεδομένων	
	Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία	Y	Y	30
<b>Σύνολο ECTS:</b>			<b>30</b>	

Πέραν των μαθημάτων, το ως άνω πρόγραμμα συμπληρώνεται με κύκλους σεμιναριακών διαλέξεων σε επιλεγμένα θέματα Στατιστικής και Αναλογιστικών – Χρηματοοικονομικών Μαθηματικών από ειδικούς ερευνητές/επιστήμονες/επαγγελματίες για την παροχή εξειδικευμένων γνώσεων και δεξιοτήτων στους φοιτητές/φοιτήτριες του προγράμματος. Η παρακολούθησή τους είναι υποχρεωτική και αποδίδει δύο (2) πιστωτικές μονάδες (ECTS), οι οποίες δεν συνυπολογίζονται στον ελάχιστο αριθμό των πιστωτικών μονάδων (ECTS) που απαιτούνται για την απόκτηση του Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών.

Σύντομη περιγραφή των μαθημάτων του Π.Μ.Σ.

Μαθήματα Α' Εξαμήνου
<p style="text-align: center;"><b>Διερευνητική Στατιστική και Ανάλυση Δεδομένων</b></p> <p>Εκμάθηση των στατιστικών λογισμικών, SPSS, MATLAB μέσω των κυριότερων μεθόδων πολυμεταβλητής ανάλυσης, προσομοίωσης, ανάλυσης παλινδρόμησης, απαραμετρικής στατιστικής, πειραματικών σχεδιασμών και μοντέλων ανάλυσης κατηγορικών δεδομένων (Cox, Kaplan -Meier), λογαριθμικά γραμμικά μοντέλα, επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (repeatedmeasures). Εισαγωγή στο Statistics toolbox του Matlab. Η δομή των δεδομένων και η αντίστοιχη θεωρία θα αναπτύσσονται στο μάθημα. Η ανάλυση θα γίνεται με τη χρήση των στατιστικών λογισμικών και τα αποτελέσματα των αναλύσεων θα παρουσιάζονται γραπτώς και, ανάλογα με το διαθέσιμο χρόνο, προφορικώς.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Εφαρμοσμένη Στατιστική και Τεχνικές Προσομοίωσης</b></p> <p><b>Μέρος Α:</b> Εισαγωγή στη γλώσσα προγραμματισμού R. Βασικές λειτουργίες και έννοιες (Αριθμητικές πράξεις και παραστάσεις, Ορισμός και διαχείριση αντικειμένων, Είδη και τύποι αντικειμένων, Κατασκευή απλών και πολλαπλών γραφημάτων).</p> <p><b>Μέρος Β:</b> Στοιχεία περιγραφικής στατιστικής, κατανομές και τυχαίοι αριθμοί, εκτίμηση παραμέτρων (με σημείο και διάστημα), έλεγχοι υποθέσεων, μη παραμετρικοί έλεγχοι υποθέσεων.</p> <p><b>Μέρος Γ:</b> Τεχνικές Προσομοίωσης με R.</p>



### Ανάλυση Παλινδρόμησης και Ανάλυση Διακύμανσης

Απλή γραμμική παλινδρόμηση, Πολλαπλή παλινδρόμηση, Επιλογή βέλτιστου γραμμικού μοντέλου, Ανάλυση διασποράς.

### Στατιστική κατά Bayes

Ο πυρήνας κατανομής και υπολογισμός αθροισμάτων και ολοκληρωμάτων με την χρήση πυρήνων. Το θεώρημα του Bayes για πυκνότητες. Οι prior και posterior κατανομές. Οι prior και posterior κατανομές πρόγνωσης. Ανταλλαξιμότητα, υπό συνθήκη ανταλλαξιμότητα και το θεώρημα του De Finetti. Διαδοχική ανάλυση και διαδοχική ενημέρωση της πληροφορίας στη Στατιστική κατά Bayes, παραδείγματα. Ο a-posteriori κίνδυνος και οι συναρτήσεις απώλειας. Γραμμικές και τετραγωνικές συναρτήσεις απώλειας και οι αντίστοιχοι σημειακοί εκτιμητές κατά Bayes, η 01 □ συνάρτηση απώλειας. Στοιχεία θεωρίας αποφάσεων κατά Bayes. Εκτίμηση πιθανότητας επιτυχίας από Binomial και Negative Binomial δεδομένα. Οι beta-binomial και negative-beta-binomial κατανομές πρόγνωσης. A-priori κατανομές που είναι μίξεις κατανομών, η περίπτωση ασαφών αρχικών πεποιθήσεων και παραδείγματα. Η κατά Bayes επάρκεια. Η Εκθετική οικογένεια κατανομών και η εύρεση του φυσικού συζυγούς prior. Κανονική δειγματοληπτική κατανομή και μονοπαραμετρική εκτίμηση του μέσου είτε της διασποράς. Υποδείγματα με Poisson και gamma δειγματοληπτικές κατανομές. Περιπτώσεις εκτίμησης εκτός εκθετικής οικογένειας. Ομοιόμορφη δειγματοληπτική κατανομή και το μοντέλο uniform-pareto. Περιπτώσεις μη συζυγούς εκτίμησης. Αντικειμενικοί, improper και Jeffrey's priors, και αρχή του Jeffrey. Κανονική δειγματοληπτική κατανομή και πολυπαραμετρική εκτίμηση του μέσου και της διασποράς. Κανονική πολυδιάστατη δειγματοληπτική κατανομή και πολυπαραμετρική εκτίμηση του μέσου διανύσματος και του πίνακα διασποράς. Πολυωνυμική δειγματοληπτική κατανομή και πολυπαραμετρική εκτίμηση της κατανομής πιθανότητας πραγματοποίησης.

### Στοχαστικές Διαδικασίες

Προχωρημένες έννοιες της θεωρίας πιθανοτήτων και των στοχαστικών διαδικασιών. Διαδικασίες martingale, διαδικασία Poisson και ιδιότητες της, κίνηση Brown και ιδιότητες της, στοχαστικό ολοκλήρωμα και στοχαστικός λογισμός, διαδικασίες διάχυσης, αλλαγή μέτρου, διαδικασίες Levy.

### Χρηματοοικονομικές Αγορές και Χρηματοοικονομικά Προϊόντα

Δομή και λειτουργίες των Χρηματοοικονομικών Ιδρυμάτων (Τράπεζες, Ασφαλιστικοί οργανισμοί, Αμοιβαία Κεφάλαια και hedgefunds), δομή και μηχανισμοί λειτουργίας χρηματιστηρίων και OTC αγορών, Επιτόκια, Εμπορεύματα, Συνάλλαγμα, Μετοχές, Ομόλογα, Παράγωγα, Ενυπόθηκα δάνεια και τιλοποίηση.

### Μαθήματα Β' Εξαμήνου

#### Αναλογιστικά Πρότυπα Γενικών Ασφαλίσεων

Συνήθεις κατανομές στις γενικές ασφαλίσεις (Διακριτές – Ζημιοκατανομές), Ασφαλιστικά μοντέλα συχνότητας - σφοδρότητας του κινδύνου. Μέθοδοι εκτίμησης παραμετρικών στατιστικών - αναλογιστικών προτύπων, Έλεγχοι υποθέσεων, Μπεϋσιανή μέθοδος. Δημιουργία νέων κατανομών (Πολλαπλασιασμός με μια σταθερά, Ύψωση σε δύναμη, Εκθετικότητα, Συνένωση, Αποκοπή και τροποποίηση στο μηδέν, Σύνθετες κατανομές, συλλογικό μοντέλο κινδύνου και συνέλιξη, Ατομικό μοντέλο κινδύνου, Μικτά μοντέλα, Όρια ίδιας κράτησης, Εκπίπτουσες - ανά πληρωμή και ανά ζημία, Εκπίπτουσα δικαιοχρησίας, Δεσμευμένος μέσος ουράς, Συνασφάλιση - εκπίπτουσες και όρια).



Μαρκοβιανές αλυσίδες και συστήματα Bonus-Malus, Μη ομογενής ανέλιξη γέννησης, ανέλιξη Poisson, Έκθεση στον κίνδυνο, Σύνθετη ανέλιξη Poisson, Μεικτή ανέλιξη Poisson, Ανελιξεις με μετάδοση. Αντασφάλιση. Θεωρία και πιθανότητα χρεοκοπίας. Στοιχεία και μέθοδοι για τον υπολογισμό του ασφαλιστρου. Ταξινόμηση των κινδύνων και κριτήρια. Θεωρία της αξιοπιστίας (credibility), μερική και πλήρης αξιοπιστία, αξιοπιστία κατά Bayes, πρότυπα αξιοπιστίας Buhlmann και Buhlmann-Straub, ιεραρχική αξιοπιστία. Διαχείριση κινδύνου και Ασφάλιση, Μαθηματική διατύπωση μέτρων κινδύνων, Συνεπή μέτρα κινδύνου, συναρτήσεις μέτρων κινδύνου. Τιμολόγηση και ασφάλιστρα, Αρχές υπολογισμού ασφαλιστρων (Αρχή της μαθηματικής ελπίδας, Αρχή της Τυπικής Απόκλισης και Διασποράς, Η εκθετική αρχή, Η αρχή της μέσης τιμής, Η Ελβετική αρχή, Η αρχή του ποσοστημορίου, Αρχή της Ωφελιμότητας). Μέτρα κινδύνου συνδεδεμένα με κεφάλαια (Αξία σε κίνδυνο, Αξία σε κίνδυνο Ουράς). Μέτρα Κινδύνου Παραμόρφωσης (Μετασχηματισμός αναλογικού κινδύνου, Μετατροπή Esscher, Μετασχηματισμός Wang). Solvency II, Minimum Capital Requirement, Solvency Capital Requirement, Solvency Ratio.

### Συμβάντα Ζωής

Δείκτες και συναρτήσεις θνησιμότητας. Σχεδιασμός και στατιστική συμπερασματολογία δεδομένων θνησιμότητας περιόδου - γενεάς (απογραφική και ευθεία μέθοδος, έκθεση στον κίνδυνο, εκτίμηση Kaplan-Meier και Nelson-Aalen). Μέθοδοι εξομάλυνσης (παραμετρικές και ημιπαραμετρικές μέθοδοι), στατιστικοί έλεγχοι καλής προσαρμογής. Προσαρμογή παραμετρικών προτύπων. Θνησιμότητα και θεωρία reliability. Κατασκευή πίνακα θνησιμότητας. Στοχαστικά μοντέλα πρόβλεψης θνησιμότητας. Κίνδυνος μακροβιότητας. Θεωρία πολλαπλών απαυξημάτων. Είδη ατομικής ασφάλισης ζωής (ισόβιες, πρόσκαιρες, επιβίωσης, μικτές), αναλογιστική παρούσα αξία και ράντες ζωής. Αρχές υπολογισμού ασφαλιστρων και μαθηματικά ασφάλιστρα. Μαθηματικά αποθέματα, τροποποιημένα αποθέματα, αξία εξαγοράς, τροποποίηση συμβολαίων. Από κοινού ασφαλίσεις, ασφαλίσεις επί πολλών κεφαλών, κληροδοτικές ράντες. Πρότυπα Markov και εξισώσεις Kolmogorov.

### Συνταξιοδοτικά Σχήματα και Κοινωνική Ασφάλιση

Θεωρία πληθυσμού. Θεωρία, σχεδιασμός και δομή των συνταξιοδοτικών σχημάτων, στατιστικά στοιχεία και αναλογιστικές υποθέσεις, βασικές αναλογιστικές συναρτήσεις, βασικές έννοιες συνταξιοδοτικού κόστους. Μέθοδοι κοστολόγησης: Ανάλυση αναλογιστικού κέρδους/ζημίας. Κόστος συνταξιοδότησης. Κόστος Επικουρικών Παροχών. Σύγκριση των μεθόδων κοστολόγησης, ανάλυση ευαισθησίας, περιουσιακά στοιχεία και επενδύσεις ενός σχήματος, αναλογιστική παρακολούθηση ενός σχήματος. Στάσιμος και Ωριμος Πληθυσμός, Βασικές έννοιες συνταξιοδοτικών σχημάτων, Συνταξιοδοτικό Ταμείο, Ταμεία Επαγγελματικής Ασφάλισης, Ορισμοί ηλικιών, Αναλογιστικές υποθέσεις, Αναλογιστικές μέθοδοι κοστολόγησης, Αποτίμηση παροχών, Μισθολογική κλίμακα, Κεκτημένη παροχή, Κόστος ή εισφορές, Αναλογιστική υποχρέωση, Συμπληρωματική υποχρέωση, Ακάλυπτη υποχρέωση, Αναλογιστικό κέρδος/ζημία, Συμπληρωματικές παροχές. Ατομικές μέθοδοι κοστολόγησης (πιστωτικής μονάδας, Μέθοδος Κανονικής Εισαγωγικής Ηλικίας, Μέθοδος Ασφαλιστρου σε Ατομικό Επίπεδο με μισθολογική αύξηση, Η μέθοδος Ασφαλιστρου σε Ατομικό Επίπεδο, Κόστος συνταξιοδότησης, Κόστος Επικουρικών Παροχών, Κέρδη και Ζημιές, Ομαδικές μέθοδοι κοστολόγησης (Η μέθοδος Frozen Initial Liability, Frozen Initial Liability (Entry-Age-Normal), Frozen Initial Liability (Attained-Age-Normal), Frozen Initial Liability ως ποσοστό του μισθού, Η μέθοδος Aggregate, Η μέθοδος Aggregate (Entry-Age-Normal), Η μέθοδος Individual Aggregate. Κοινωνική ασφάλιση. Βασικές αρχές της κοινωνικής ασφάλισης, αναλογιστική θεώρηση του διανεμητικού συστήματος και άλλων χρηματοδοτικών σχημάτων, δομή και διάρθρωση



της κοινωνικής ασφάλισης στην Ελλάδα, επισκόπηση της κοινωνικής ασφάλισης στο διεθνή χώρο, πρόσφατες εξελίξεις και τάσεις.

#### **Γραμμικά και Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα**

Πολυμεταβλητή κανονική κατανομή, τετραγωνικές μορφές, φασματική ανάλυση. Μέθοδοι εκτίμησης και στατιστική συμπερασματολογία με χρήση πινάκων για γενικά γραμμικά και γενικευμένα γραμμικά μοντέλα. Μεικτά Γραμμικά μοντέλα, Μη Γραμμικά μοντέλα, Γενικευμένα Μη Γραμμικά μοντέλα. Εφαρμογές με ανάλυση συνεχών και διακριτών δεδομένων με χρήση των στατιστικών πακέτων.

#### **Μέτρηση και Διαχείριση Κινδύνου**

Χρηματοοικονομικοί κίνδυνοι και μέτρα κινδύνου, θεσμικό πλαίσιο, οικονομικό κεφάλαιο και κεφαλαιακή επάρκεια, διαχείριση ενεργητικού παθητικού, αξία σε κίνδυνο (VaR), Backtesting, Mapping, αναμενόμενο υπερβάλλον έλλειμμα (Expected Shortfall), Φασματικά μέτρα κινδύνου, Συνεπή μέτρα κινδύνου, κίνδυνος αγοράς, κίνδυνος επιτοκίων, κίνδυνος ρευστότητας, πιστωτικός κίνδυνος.

#### **Μέτρο και Πιθανότητες**

Άλγεβρα, σ-άλγεβρα, μέτρο, εξωτερικό μέτρο, μέτρο Lebesgue, μέτρο Lebesgue-Stieltjes και συνάρτηση κατανομής, μετρήσιμες συναρτήσεις, ολοκλήρωμα Lebesgue, σύγκριση ολοκληρώματος Lebesgue και Riemann, μετρήσιμες συναρτήσεις και ολοκλήρωμα, σύγκλιση ακολουθιών μετρήσιμων συναρτήσεων, μέτρο γινόμενο, θεώρημα Fubini, προσημασμένο μέτρο, θεώρημα Radon-Nikodym, βασικές έννοιες θεωρίας πιθανοτήτων, δεσμευμένη πιθανότητα και μέση τιμή, ισχυροί νόμοι των μεγάλων αριθμών.

#### **Χρονοσειρές**

Βασικές έννοιες και μεθοδολογικά εργαλεία στην ανάλυση χρονοσειρών. Φίλτρα και μέθοδοι εξομάλυνσης. Υποδείγματα ARIMA, SARIMA. Η μεθοδολογία δημιουργίας ενός στοχαστικού υποδείγματος κατά Box-Jenkins. Συγκριτική μελέτη της μεθοδολογίας Box-Jenkins και της κλασσικής οικονομετρικής μεθοδολογίας. Υποδείγματα με αυτοπαλίνδρομη υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητα. Προβλήματα λόγω μη στασιμότητας, ψευδείς συσχετίσεις. Η τεχνική Monte Carlo για προσδιορισμό κρίσιμων τιμών, πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα. Έλεγχοι Dickey Fuller και λοιποί συναφείς έλεγχοι. Η έννοια της στατιστικής ισορροπίας, συνολοκλήρωση και υποδείγματα διόρθωσης σφάλματος.

#### **Οικονομετρία**

Εισαγωγικές έννοιες – Διαδικασία Οικονομετρικής Ανάλυσης. Γενικευμένα ελάχιστα τετράγωνα, θεωρία και πράξη. Εφαρμοσμένη οικονομετρία: συναρτήσεις κόστους, παραγωγής, κατανάλωσης. Εισαγωγή στα οικονομετρικά συστήματα διαρθρωτικών εξισώσεων.

#### **Μηχανική μάθηση**

Βασικές έννοιες, Αποτιμήσεις ομοιότητας: αποστάσεις αριθμητικών δεδομένων, μέτρα ομοιότητας κατηγορικών δεδομένων (μέτρα Jaccard, cosine) και ακολουθιών τους (απόσταση Levenshtein), Μάθηση χωρίς επίβλεψη (unsupervised learning): αλγόριθμος K-means, αλγόριθμος DBSCAN, ιεραρχική ομαδοποίηση, κανόνες συσχέτισης (association rules). Νευρωνικά Δίκτυα (Neural Networks): απλό μοντέλο Perceptron του ενός νευρώνα και καταλήγει στα βαθιά νευρωνικά δίκτυα (deep learning networks): βασικές έννοιες τεχνητών νευρωνικών δικτύων (ΤΝΔ), αρχιτεκτονικές ΤΝΔ (πρόσθια τροφοδότηση - feed forward, οπίσθια τροφοδότηση - feed backward), πολυεπίπεδα ΤΝΔ, συναρτήσεις μετάβασης (transfer functions), εκπαίδευση Perceptron, μάθηση με οπισθοδιάδοση σφάλματος (Backpropagation ΤΝΔ), ανατροφοδοτούμενα ΤΝΔ (Δίκτυα Hopfield).



Μάθηση με ενίσχυση (reinforcement learning): ορισμός ενισχυτικής μάθησης και βασικές έννοιες, πράκτορες, μοντελοποίηση, αλγόριθμος Q-learning. Αξιολόγηση Μοντέλων και Επικύρωση: μέθοδος διασταυρούμενης επικύρωσης (cross validation), μέθοδοι αναζήτησης πλέγματος (grid search) για επιλογή αλγορίθμου και υπερ-παραμέτρων (Hyperparameter tuning and model selection), μέτρα απόδοσης (performance measures). Επεξηγησιμότητα: τοπική (Local interpretable model-agnostic explanation, DeepLIFT, Shapley values), ολική (Integrated gradients).

#### Στατιστικές Τεχνικές Εξόρυξης Μεγάλων Δεδομένων

Τι είναι η εξόρυξη δεδομένων, τύποι δεδομένων, ποιότητα δεδομένων, προεπεξεργασία δεδομένων. Ταξινόμηση η γενική προσέγγιση, δέντρα αποφάσεων. Ταξινομητές βασισμένοι σε κανόνα. Ταξινομητές κλασικοί, Bayesian και νευρωνικοί. Ταξινομητές πλησιέστερων γειτόνων. Σχέδια σύνδεσης. Ανάλυση συμπλέγματος, ομοιότητα, απόσταση, χαρακτηριστικά αλγορίθμων ομαδοποίησης. Ιεραρχική ομαδοποίηση, Μοντέλα μεγάλου όγκου δεδομένων.

#### Στατιστικός Έλεγχος Ποιότητας

Εισαγωγικές έννοιες ποιότητας και ποιοτικού ελέγχου, διαγράμματα ελέγχου για τη μέση τιμή, τη διακύμανση, P και c-διαγράμματα, διαγράμματα σωρευτικών αθροισμάτων (cusums), δειγματοληπτικός έλεγχος για την αποδοχή συνόλων ομοίων προϊόντων, μονοδειγματικά και διπλά δειγματικά σχέδια, χαρακτηριστική καμπύλη.

#### Χρηματοοικονομική Μοντελοποίηση

1. Μοντελοποίηση Επιτοκίων και μέσω αυτών τιμολόγηση Ομολόγων με χρήση Στοχ. Διαφ. Εξισώσεων, όπως Vasicek, CIR, Hull-White.  
2. Μοντελοποίηση Πιστωτικού Κινδύνου με Λογιστική Παλινδρόμηση, Τεχνικές Πολυμεταβλητής Στατιστικής Ανάλυσης (Διακριτική Ανάλυση, PCA κλπ.)  
3. Μοντελοποίηση της Απόδοσης Περιουσιακών Στοιχείων (CAPM, APT, Fama-French)  
4. Τεχνικές Προσομοίωσης (Μέθοδος Αντιστροφής, Φράγματος κλπ.) για τη χρήση των κατάλληλων μέτρων κινδύνου κατά κατανομή.

#### Χρηματοοικονομικά Μαθηματικά

Επιτόκιο και συναρτήσεις επιτοκίου, παρούσα και συσσωρευμένη αξία, Αγορές χρήματος και κεφαλαίου, Είδη αξιόγραφων (ομόλογα, μετοχές, παράγωγα). Εισαγωγή στις βασικές έννοιες και στο φορμαλισμό των χρηματοοικονομικών μαθηματικών: κατανάλωση, επενδύσεις, arbitrage, ισορροπία, μέτρα πιθανότητας Arrow-Debreu, τιμολόγηση συγκυριακών συμβολαίων, αντισταθμιστικά χαρτοφυλάκια, πλήρεις και μη πλήρεις αγορές, κίνδυνος και απόδοση. Το διωνυμικό μοντέλο, το γενικό διακριτό μοντέλο, το μοντέλο Black-Scholes.

#### Επιτόκια και Ομόλογα

Μοντέλα για τα επιτόκια (Ho-Lee, Vasicek, HJM), εισαγωγή στα αξιόγραφα σταθερού εισοδήματος και στις μεθόδους αποτίμησης τους.

#### Θέματα Βιοστατιστικής

Προχωρημένα θέματα βιοστατιστικής που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για το διδάσκοντα και τους φοιτητές (π.χ. σχεδιασμός καμπύλης ROC, bootstrapping, πειραματικός σχεδιασμός, μοντέλα MCMC και HMM, κλπ). Εφαρμογές με χρήση κατάλληλου λογισμικού.

#### Θεωρία Ακραίων Φαινομένων



1. Η υποεκθετική κλάση, κατανομές με μακριές ουρές, ιδιότητες κατανομών με βαριές ουρές, ασύμπτωτες της πιθανότητας χρεοκοπίας, χαρακτηρισμός της υποεκθετικότητας.
2. Σταθμισμένα αθροίσματα, ανανεωτικό μοντέλο με επιτόκιο, συνελκτική ισοδυναμία, δομή της υποεκθετικότητας, κατανομή γινομένου.
3. Ιδιότητα της αναισθησίας, υποεκθετικότητα σαν αιτία του μεγάλου άλματος, οι κατανομές Kluerppelberg, το μέγιστο του τυχαίου περίπατου, ασθενής ισοδυναμία.
4. Σύνθετος τοκισμός, μοντέλα κινδύνου με επιτόκιο, μοντέλα κινδύνου σε πεπερασμένο ορίζοντα.
5. Απόλυτη χρεοκοπία στο κλασικό μοντέλο, πιστωτικό και επενδυτικό επιτόκιο, ανανεωτικό μοντέλο, κατανομές μεγάλων αλμάτων.

#### Παράγωγα

Γενικά περί παραγώγων, δικαιώματα (options), προθεσμιακά συμβόλαια (Forwards) και συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (futures), ανταλλαγές (swaps). Βασικές ιδιότητες και χαρακτηριστικά, ιδιότητες των τιμών (π.χ. put-call parity), τρόποι χρήσης τους (κερδοσκοπία, αντιστάθμιση), στρατηγικές trading με δικαιώματα, το διωνυμικό μοντέλο αποτίμησης παραγώγων, το μοντέλο Black and Scholes, κίνδυνοι παραγώγων (Greeks), Αμερικάνικα παράγωγα, Πιστωτικά παράγωγα.

#### Υπολογιστική Στατιστική

Μέθοδοι Monte-Carlo, προσομοίωση, στοχαστικοί αλγόριθμοι και ο ισχυρός νόμος των μεγάλων αριθμών. Παραγωγή ψευδοτυχαίων αριθμών με γραμμικές αναδρομικές σχέσεις. Τα test Kolmogorov-Smirnov και Anderson-Darling. Πολυδιάστατη ολοκλήρωση κατά Monte-Carlo. Δειγματοληψία με την μέθοδο της αντιστροφής. Η μέθοδος δειγματοληψίας αποδοχής-απόρριψης για πεπερασμένο και μη πεπερασμένο στήριγμα. Η μέθοδος Majorization και προσαρμοστική (adaptive) δειγματοληψία με πάνω και κάτω κέλυφος (upper and lower hull). Αλυσίδες Markov και δειγματοληψία Markov Chain Monte Carlo (MCMC). Η μέθοδος Metropolis-Hastings και ο δειγματολήπτης Gibbs. Θα δοθούν αριθμητικά παραδείγματα από την στατιστική κατά Bayes που δεν επιδέχονται αναλυτική λύση. Όλα τα παραδείγματα και οι αλγόριθμοι πραγματοποιούνται σε περιβάλλον R. Το μάθημα δεν προϋποθέτει πρότερη γνώση της γλώσσας προγραμματισμού R.

#### Δειγματοληψία

Απλή τυχαία δειγματοληψία, Στρωματοποιημένη δειγματοληψία, Συστηματική δειγματοληψία, δειγματοληψία κατά συστάδες, καθορισμός σφαλμάτων, οργάνωση ερωτηματολογίου, Σύγκριση μεθόδων δειγματοληψίας, εφαρμογές δειγματοληψίας, η διαδικασία της δειγματοληπτικής έρευνας.

#### Δυναμικός Προγραμματισμός - Θεωρία Στοχαστικού Ελέγχου

Ο Στοχαστικός Δυναμικός Προγραμματισμός αφορά την μοντελοποίηση και επίλυση προβλημάτων αποφάσεων, για κάποιο συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα και κάτω από συνθήκες αβεβαιότητας. Τέτοιου είδους προβλήματα αφορούν την εύρεση του συνόλου των άριστων πολιτικών, δηλαδή των χρονικών ακολουθιών αποφάσεων που μεγιστοποιούν την αναμενόμενη ανταμοιβή (είτε γενικότερα την αναμενόμενη χρησιμότητα) στο δεδομένο χρονικό ορίζοντα. Κάτω από την υπόθεση, ότι μια απόφαση στο παρόν σχετίζεται με την επέκταση στο μέλλον των αναμενόμενων επιπτώσεων που απορρέουν από αυτή την απόφαση, τα Στοχαστικά Δυναμικά Προβλήματα συνήθως παρουσιάζονται στη μορφή μιας συναρτησιακής εξίσωσης Bellman που μπορεί να επιλυθεί με βέλτιστο τρόπο (ακριβώς είτε κατά προσέγγιση) κάνοντας χρήση προς τα πίσω ή προς τα εμπρός αναδρομικών αλγορίθμων.

#### Βελτιστοποίηση Χαρτοφυλακίου





1. Η Βελτιστοποίηση κατά Markowitz (Μεγιστοποίηση Απόδοσης-Ελαχιστοποίηση Κινδύνου) σε μία περίοδο και σε πεπερασμένο χρόνο, χρησιμοποιώντας τη VaR, το ES και κυρτά μέτρα κινδύνου
2. Βελτιστοποίηση κατά Markowitz σε Συνεχή Χρόνο-Η Εξίσωση Hamilton-Jacobi-Bellman για διάφορες συναρτήσεις ωφελιμότητας και για συναρτήσεις ωφελιμότητας που παράγονται από συνεπή και κυρτά μέτρα κινδύνου.
3. Αριθμητικές εφαρμογές

#### Ασφαλίσεις κατά Ζημιών

Τιμολόγηση. Είδη καλύψεων, όρια, απαλλαγές. Μέτρηση της έκθεσης στον κίνδυνο, συχνότητα και σφοδρότητα του κινδύνου. Βασικά χαρακτηριστικά ενός κινδύνου (rating factors), στοιχεία και μέθοδοι για τον υπολογισμό του ασφαλιστρού. Ταξινόμηση των κινδύνων, κριτήρια για την ταξινόμηση (σχετικότητα, αθροιστικές και πολλαπλασιαστικές διαβαθμίσεις του ασφαλιστρού, αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της ταξινόμησης, συστήματα bonus-malus). Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα και εφαρμογές στις γενικές ασφαλίσεις. Πρότυπα ασφαλίσεων κατά ζημιών. Διαχρονική εξέλιξη των αποζημιώσεων μιας χρήσης ή ενός ασφαλιστικού έτους, αποθέματα εκκρεμών ζημιών και επιμερισμένων (ALAE) και μη επιμερισμένων (ULAE) εξόδων διακανονισμού, μέθοδοι αποθεματοποίησης (loss reserving) συνολικές και δομικές, τριγωνικές μέθοδοι διαχρονικής εξέλιξης των αποζημιώσεων (chain ladder κλπ.), μέθοδος του προσδοκώμενου δείκτη ζημιών, μέθοδος Reid, μέθοδος Bornhuetter-Ferguson. Μεταβλητότητα και έλεγχος της επάρκειας των αποθεμάτων (έλεγχος ευαισθησίας, τεστ ανθεκτικότητας, στοχαστικός βέλτιστος έλεγχος). Αντασφάλιση (καθαρό κόστος της αντασφάλισης, τιμολόγηση μη αναλογικών καλύψεων, μέθοδος burning cost).

#### Ειδικά θέματα Στοχαστικών διαδικασιών

Ενδεικτικά: Σημειακές Διαδικασίες-Μέτρα Poisson-Κινήσεις Levy-Τυχαία Μέτρα-Τυχαία Πεδία-Wiener Chaos -Εφαρμογές αυτών στα Αναλογιστικά, στα Χρηματοοικονομικά και στη Στατιστική.

#### Σύγχρονα Συστήματα Προβλέψεων Μοντελοποίησης

Εισαγωγή στα μοντέλα Kalman Filter, VAR, VARMAX, ARCH, Random Coefficient, co-integration, error-correction. Ανάλυση της αρχιτεκτονικής των Νευρωνικών Δικτύων και των στατιστικών τεχνικών της Αναγνώρισης Προτύπων. Εφαρμογές στον τομέα της βιομηχανίας και της οικονομίας.

#### Αριθμητικές Μέθοδοι

Αριθμοί μηχανής και αριθμητική στον υπολογιστή. Τα σφάλματα στρογγύλευσης και η επίδρασή τους στους υπολογισμούς. Ευστάθεια αλγορίθμων. Κατάσταση προβλημάτων. Επίλυση μη-γραμμικών εξισώσεων. Η μέθοδος της διχοτόμησης. Η γενική επαναληπτική μέθοδος. Το θεώρημα σταθερού σημείου του Banach. Η μέθοδος του Νεύτωνα και η μέθοδος της τέμνουσας. Γραμμικά συστήματα και η μέθοδος απαλοιφής του Gauss. Η μέθοδος του Gauss με μερική και ολική οδήγηση και η ανάλυση LU. Νόρμες διανυσμάτων και πινάκων. Επαναληπτικές μέθοδοι Gauss-Seidel και Jacobi. Πολυωνυμική παρεμβολή. Παρεμβολή Lagrange και Newton. Παρεμβολή με γραμμικές και κυβικές splines. Μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων. Αριθμητική ολοκλήρωση. Μέθοδοι (α) ορθογωνίου (β) τραπεζίου (γ) Simpson. Αριθμητική διαφόριση και τύποι πεπερασμένων διαφορών.

#### Θεωρία Αποφάσεων και Παιγνίων

Προβλήματα στατιστικών αποφάσεων, συνάρτηση κινδύνου και απώλειας, τυχαίοι κανόνες αποφάσεων, κριτήρια αποφάσεων minimax και Bayes και



εφαρμογές στην επίλυση στατιστικών παιγνίων, πλήρεις και ουσιαστικά πλήρεις κλάσεις κανόνων αποφάσεων, εφαρμογές σε θέματα εκτιμητικής και ελέγχου υποθέσεων, κ.α.

#### Μεθοδολογία Εκπόνησης Μελέτης

Εκπόνηση εξατομικευμένης μελέτης γύρω από συγκεκριμένο θέμα που περιλαμβάνει όλες τις φάσεις της μελέτης από το σχεδιασμό και την υλοποίηση και τα παραδοτέα. Το project δίνει την ευκαιρία στο φοιτητή να εντρυφήσει συνήθως σε κάποια εφαρμογή της μεθοδολογίας της κατεύθυνσής του, να αναπτύξει και να καλλιεργήσει την ερευνητική ικανότητα, να εμβαθύνει στη σχετική μεθοδολογία και να εξοικειωθεί με διάφορα επιστημονικά αντικείμενα όπου εφαρμόζεται η μεθοδολογία αυτή. Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται είτε μέσα στα πλαίσια ερευνητικών προγραμμάτων μελών ΔΕΠ είτε στα πλαίσια μελετών που αναλαμβάνει το Τμήμα για συλλογή, ανάλυση και παρουσίαση δεδομένων.

#### Εφαρμοσμένη Πολυμεταβλητή Ανάλυση και Big Data

Επεξεργασία πολυμεταβλητών δεδομένων και μεγάλης κλίμακας δεδομένων, συμπερασματολογία με την πολυμεταβλητή κανονική κατανομή, κατανομή Wishart, ανάλυση κυρίων συνιστωσών, παραγοντική ανάλυση, κανονική συσχέτιση, ταξινόμηση παρατηρήσεων, ανάλυση συστάδων, ταξινόμηση και ομαδοποίηση μεγάλης κλίμακας δεδομένων, διακριτική ανάλυση, νευρωνικά δίκτυα, αυτοοργανώσιμοι χάρτες. Εφαρμογές με χρήση των λογισμικών SPSS και R.

#### Μαθηματική Στατιστική

Εκθετική οικογένεια κατανομών. Η έννοια της σημειακής εκτίμησης. Μέσο τετραγωνικό σφάλμα, αμερόληψία, (ελάχιστη) επάρκεια, πληρότητα. Αμερόληπτες εκτιμήτριες ομοιόμορφα ελάχιστης διασποράς. Πληροφορία Fisher. Ανισότητα Cramer-Rao. Ancillarity και το θεώρημα του Basu. Εκτίμηση με τη μέθοδο των ροπών. Εκτίμηση με τη μέθοδο μέγιστης πιθανοφάνειας. Κεντρικό οριακό θεώρημα, μέθοδος δέλτα, συνέπεια, ασυμπτωτική κανονικότητα και αποδοτικότητα, ασυμπτωτική σχετική αποδοτικότητα, ασυμπτωτικές ιδιότητες εκτιμητριών μέγιστης πιθανοφάνειας. Εκτίμηση με διάστημα. Κατασκευή διαστημάτων εμπιστοσύνης με τη μέθοδο της αντιστρεπτής ποσότητας, ελάχιστου μήκους και ίσων ουρών. Έλεγχοι στατιστικών υποθέσεων και έλεγχοι σημαντικότητας. Το λήμμα Neyman-Pearson και ισχυρότατοι έλεγχοι. Η ιδιότητα του μονότονου λόγου πιθανοφανειών και ομοιόμορφα ισχυρότατοι έλεγχοι. Αμερόληπτοι και αμερόληπτοι ομοιόμορφα ισχυρότατοι έλεγχοι. Το τεστ γενικευμένου πηλίκου πιθανοφανειών και ασυμπτωτική θεωρία.

#### Στοχαστικές Ανεξίξεις

Μαρκοβιανές αλυσίδες σε χρόνο διακριτό και διακριτό χώρο καταστάσεων, σε συνεχή χρόνο και διακριτό χώρο καταστάσεων, διαδικασία Poisson και γενικεύσεις της, κλαδωτές αλυσίδες, γεννήσεως - θανάτου, ουρές αναμονής και εφαρμογές.