Statistinis modeliavimas

DALYKO (MODULIO) APRAŠAS

Dalyko (modulio) pavadinimas	Kodas
Statistinis modeliavimas	

Dėstytojas (-ai)	Padalinys (-iai)
Koordinuojantis: doc. Martynas Manstavičius **Kitas (-i):**	Matematikos ir informatikos fakultetas Matematinės analizės katedra Naugarduko g. 24, Vilnius

Studijų pakopa	Dalyko (modulio) lygmuo	Dalyko (modulio) tipas
pirmoji	-	Pasirenkamasis

Įgyvendinimo forma	Vykdymo laikotarpis	Vykdymo kalba (-os)
Auditorinė	6 semestras	lietuvių

Reikalavimai studijuojančiajam	
Išankstiniai reikalavimai: Tikimybių teorijos ir matematinės statistikos pagrindai	**Gretutiniai reikalavimai (jei yra):** nėra

Dalyko (modulio) apimtis kreditais	Visas studento darbo krūvis	Kontaktinio darbo valandos	Savarankiško darbo valandos
5	125	48	77

Dalyko (modulio) tikslas: studijų programos ugdomos kompetencijos		
Dalyko tikslas – supažindinti su statistiniu modelių kūrimo ir imitacijos metodais. Ugdomos kompetencijos: mokėjimas naudotis specializuota statistine-ekonometrine programine įranga, gebėjimas modeliuoti reiškinius matematinėmis ir statistinėmis priemonėmis.		
Dalyko (modulio) studijų siekiniai	**Studijų metodai**	**Vertinimo metodai**
Baigę dalyką studentai žino statistinio modeliavimo metodus ir kai kuriuos algoritmus, moka juos taikyti praktiškai	Tradicinė paskaita Praktiniai užsiėmimai Dalykinės literatūros studijavimas	Apklausa raštu, atliktų užduočių pristatymas žodžiu

Temos	**Kontaktinio darbo valandos**						**Savarankiškų studijų laikas ir užduotys**	
	Paskaitos	Konsultacijos	Seminarai	Pratybos	Laboratoriniai darbai	**Visas kontaktinis darbas**	**Savarankiškas darbas**	**Užduotys**
1. Sistemos. Modeliai. Modeliavimas. Monte Karlo metodas	**2**					**2**	**3**	Studijuoti [1, 1 skyrių, 1-10 psl.] Savarankiškai sugalvoti aktualių sistemų ir modelių pavyzdžių, jei reikia, pakartoti reikalingas tikimybių teorijos sąvokas.

2. Atsitiktiniai, kvaziatsitiktiniai, pseudoatsitiktiniai skaičiai. Pseudoatsitiktinių skaičių generavimas	**5**			**2**		**7**	**16**	Studijuoti [1, 2-3 skyrius, 11-34 psl.] Sudaryti keletą pseudoatsitiktinių skaičių generavimo programėlių (kodų) kokia nors pasirinkta programavimo kalba ir palyginti įvairius analizuotus algoritmus; siūloma remtis [2] ir [4] šaltiniais.
3. Statistiniai testai	**5**			**2**		**7**	**14**	Studijuoti [1, 4 skyrių, 35-60 psl.] Pritaikyti įvairius statistinius testus anksčiau sudarytų pseudoatsitiktinių skaičių sekų savybėmis tikrinti. Galima remtis ir [2] [4]
4. Įvairių atsitiktinių dydžių generavimas	**4**			**2**		**6**	**10**	Studijuoti [1, 5 skyrių, 61-78 psl.] Gauti įvairių atsitiktinių dydžių imčių iš tolygiai pasisikirsčiusių pseudoatsitiktinių skaičių sekų.
5. Sekų atsitiktinumo samprata. Atsitiktinumo laipsniai	**1**					**1**	**4**	Studijuoti [1, 8 skyrių, 128-141 psl.] Išspręsti skyriuje minimus uždavinius
6. Bendra Monte Karlo metodo taikymo schema. Apibrėžtinio integralo skaičiavimas Monte Karlo metodu	**3**			**4**		**7**	**7**	Studijuoti [1, 7 skyrių, 116-122 psl.] Konkrečių apibrėžtinių integralų skaičiavimas (sudarant programas (kodus) kokia nors pasirinkta programavimo kalba), panaudojant skirtingus tankius ir gautas pseudoatsitiktinių skaičių sekas
7. Tiesinių lygčių sistemos sprendimas Monte Karlo metodu. Sumų skaičiavimas	**1**					**1**	**4**	Studijuoti [1, 7 skyrių, 116-127 psl.]

8. Markovo grandinių Monte Karlo metodas	**11**			**6**		**17**	**19**	Studijuoti [1, 6 skyrių, 79-115 psl.] Markovo grandinių imitavimas, naudojant sugeneruotas pseudoatsitiktinių skaičių sekas. Markovo grandinių taikymas paprastų minimizavimo uždavinių sprendimui
Iš viso	**32**			**16**		**48**	**77**	

Pastaba. Savarankiško darbo laikas taip pat apima pasirengimą egzaminui.

Vertinimo forma	**Svoris proc.**	**Atsiskaitymo laikas**	**Vertinimo kriterijai**
Praktinės užduotys	50	Balandžio-gegužės mėn.	Pateikiamos penkios užduotys. Kiekviena užduotis vertinama iki 1 balo. Gali būti atlikta dalis užduoties. Tuomet vertinama dalimi balo (procentiškai teisingai atliktai užduoties daliai).
Egzaminas (raštu) (2 val. trukmės)	50	Birželio mėn.	Egzamine pateikiamos penkios užduotys. Kiekviena vertinama iki 1 balo. Gali būti atlikta dalis užduoties. Tuomet vertinama dalimi balo (procentiškai teisingai atliktai užduoties daliai). Šio dalyko įgytų kompetencijų galutinis įvertinimas yra praktinių užduočių ir egzamino įvertinimų suma.

Autorius	**Leidimo metai**	**Pavadinimas**	**Periodinio leidinio nr. ar leidinio tomas**	**Leidimo vieta ir leidykla ar internetinė nuoroda**
Privalomoji literatūra				
1. G. Stepanauskas	2008-2012	Statistinis modeliavimas (paskaitų konspektas)		VMA (Moodle) emokymai.vu.lt
2. D. E. Knuth	1998	The Art of Computer Programing: Seminumerical Algorithms, Vol. 2	II	Addison-Wesley
3/ O. Haggstrom	2002	Finite Markov Chains and Algorithmic Applications		Cambridge University Press, London
4. I. Deak	1990	Random Number Generators and Simulation		Akademiai Kiado, Budapest
Papildoma literatūra				
5. I. Manno	1999	Introduction to the Monte-Carlo Method		Akademiai Kiado, Budapest
6. G. S. Fishman	1996	Monte Carlo: Concepts, Algorithms, and Applications		Springer

COURSE UNIT DESCRIPTION

Course unit title	Code
Statistical modelling (Monte Carlo methods)	

Lecturer(s)	Department, Faculty
Coordinating: assoc. prof. Martynas Manstavičius	Department of Mathematical Analysis Faculty of Mathematics and Informatics

Study cycle	Type of the course unit
first	Elective/Individual Studies

Mode of delivery	Semester or period when it is delivered	Language of instruction
face-to-face	spring	Lithuanian

Requisites	
Prerequisites: Calculus/Mathematical Analysis, Introductory course on Probability Theory and Mathematical Statistics	**Co-requisites (if relevant):**

Number of ECTS credits allocated	Student's workload (total)	Contact hours	Individual work
5	125	48	77

Purpose of the course unit: programme competences to be developed		
The aim is to acquaint students with the creation process of statistical models and general Monte Carlo simulation methods. Developed competences include the ability to use programming languages and/or specialized statistical/econometric software for pseudo-random number generation, testing, and use in modelling real-world phenomena.		
Learning outcomes of the course unit	**Teaching and learning methods**	**Assessment methods**
Students will demonstrate the skill to use general mathematical methods to create statistical models and employ appropriate number-theoretical algorithms for random variate generation	demonstrations, individual lab assignments, consultations, case studies	presentation of programming assignments, written final exam
Students will be able to demonstrate the ability to use generated pseudo-random numbers in standard and Markov chain Monte Carlo methods to compute definite integrals and in statistical applications		

Course content: breakdown of the topics	Contact hours							Individual work: time and assignments	
	Lectures	Tutorials	Seminars	Workshops	Laboratory work	Internship/work placement	**Contact hours, total**	**Individual work**	**Assignments**
1. Systems in general. Models and simulation. Monte Carlo method.	2						**2**	**3**	Read [1, Chap. 1, pp. 1-10], describe several important examples of systems and models; review, if necessary, required concepts from probability theory and mathematical statistics
2. Random, quasi-random, pseudo-random numbers. Generation of pseudo-random numbers	5				2		**7**	**16**	Read [1, Chaps. 2-3, pp. 11-34], create several simple programs to generate pseudo-random numbers, using familiar programming languages, and compare various algorithms; one can also use [2] and/or [4]
3. Statistical tests to check the quality of the generated sequences	5				2		**6**	**10**	Read [1, Chap. 4, pp. 35-60]. Use several statistical tests to compare the quality of generated pseudo-random number sequences; one can also use [2] and/or [4]
4. Simulation of samples from various statistical distributions	4				2		**6**	**10**	Read [1, Chap. 5, pp. 61-78], obtain samples of needed random variables using simulated pseudo-random sequences
5. The concept of randomness of a sequence. Degrees of randomness	1						**1**	**4**	Read [1, Chap. 8, pp. 128-141], solve problems at the end of the chapter, individually study recommended literature
6. General idea of Monte Carlo method. Computation of definite integrals using Monte Carlo methods	3				4		**7**	**7**	Read [1, Chap. 7, pp. 116-122], compute particular definite integrals using various Monte Carlo methods, simulated pseudo-random sequences, and computer programming
7. Solving linear systems using Monte Carlo methods. Computation of sums	1						**1**	**4**	Read [1, Chap. 7, pp. 116-127]
8. Markov Chain Monte Carlo method	11				6		**17**	**19**	Read [1, Chap. 6, pp. 79-115], simulate Markov chains using generated pseudo-random sequences. Use Markov chains to solve simple optimization problems
Total	**32**				**16**		**48**	**77**	

Note: Individual work hours also include preparation for the final exam.

Assessment strategy	Weight %	Deadline	Assessment criteria
Practical assignment (problem set)	50	end of May	Five individualized problems are assigned: the first involves generation of 2 sequences of pseudo-random numbers; the second involves statistical testing to select the better of the two sequences; the third requires obtaining samples of specified probability distributions; the fourth deals with Monte Carlo method for definite integral computation; and the fifth is left for simulation of a Markov chain with specified properties. The standard grading scheme is applied. A grade of 10 is awarded if between 95 and 100% of available points are collected. A grade of 9 is given if between 85 and 94% of points are collected. Similarly, for grades 8 and lower.
Final exam	50	during the exam period	A 2-hour long exam contains 5 open-book theoretical/practical questions, to check mastery of theoretical concepts and theorems in particular settings. The standard grading scheme is used.
External exam procedure is allowed; the grading scheme is as described above. If the practical assignment was completed before, it is counted as is. Otherwise, the student may submit solutions until the final exam day.			

Author	Publishing year	Title	Issue of a periodical or volume of a publication; pages	Publishing house or internet site
Required reading				
1. G. Stepanauskas	2008-2012	Statistical modelling (lecture notes/slides)		VMA (Moodle) emokymai.vu.lt
2. D. E. Knuth	1998	The Art of Computer Programing: Seminumerical Algorithms	Vol. 2	Addison-Wesley
3. O. Haggstrom	2002	Finite Markov Chains and Algorithmic Applications		Cambridge University Press, London
4. I. Deak	1990	Random Number Generators and Simulation		Akademiai Kiado, Budapest
Recommended reading				
5. I. Manno	1999	Introduction to the Monte-Carlo Method		Akademiai Kiado, Budapest
6. G. S. Fishman	1996	Monte Carlo: Concepts, Algorithms, and Applications		Springer