

Національна Академія наук України
Державне космічне агентство України
Інститут технічної механіки
Відділ системного аналізу та проблем керування



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник з науково-дослідної
роботи
член-кореспондент НАН України

В.І. Тимошенко

« 21 » жовтня 2016 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОКЗ 2.2 Математичне моделювання та комп'ютерні технології

(шифр із ОПП і повна назва навчальної дисципліни)

здобувачів освітньо-наукового рівня доктора філософії зі спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

рівень освіти _____ третій (освітньо-науковий)

галузь знань _____ 15 Автоматизація та приладобудування

спеціальність, напрямок _____ 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва)

факультет/центр _____ Аспірантура ІТМ НАНУ і ДКАУ, відділ № 9
(назва)

вид дисципліни _____ обов'язкова _____
(обов'язкова/вибіркова)

Робоча навчальна програма дисципліни «Математичне моделювання та комп'ютерні технології» складена на основі освітньо-кваліфікаційної характеристики та освітньо-професійної програми підготовки аспірантів фахового напрямку «151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Розробник: Саричев Олександр Павлович, д.т.н., ст. наук. співроб., пров. наук. співроб. відділу системного аналізу та проблем керування (відділ № 9).

*Робоча навчальна програма розглянута
на семінарі відділу № 9: протокол № 7 від 19.10.2016 р.*

Завідуючий відділу № 9 _____ Алтатов А.П.

1. Мета дисципліни. Вивчення статистичних методів моделювання складних систем за даними спостережень їхнього функціонування в умовах структурної невизначеності – при відсутності апріорної інформації про склад вхідних змінних, що впливають на вихідні змінні, та невідомою мірою статистичної залежності між випадковими складовими в моделях.

2. Завдання вивчення дисципліни. Оволодіння навичками математичного моделювання структурно-невизначених явищ і об'єктів у процесі наукових досліджень і при описі станів та функціонування технічних систем у різних галузях діяльності.

3. Попередні вимоги до оволодіння або вибору навчальної дисципліни. Для успішного вивчення курсу достатньо базових знань вищої математики, у тому числі теорії ймовірностей, математичної статистики та матричного аналізу.

4. Результати навчання за дисципліною та їх співвідношення із програмними результатами навчання. Знання математичного забезпечення для створення нових систем автоматизації об'єктів та процесів у різних галузях діяльності, для виконання теоретичних досліджень об'єктів автоматизації, для модернізації та експлуатації існуючих систем автоматизації.

5. Розподіл навчальних годин, семестр 3

Форма навчання	Денна
Курс	2
Усього за навчальним планом, (годин)	180/4
Аудиторні заняття, годин:	54
- лекції	36
- лабораторні	
- практичні (семінарські)	18
Самостійна робота, годин:	126
- підготовка до лекції	50
- підготовка до лабораторних робіт	
- підготовка до практичних занять	32
- підготовка до домашніх завдань	
- опрацювання тем, які не викладаються на лекціях	20
- підготовка до комплексної контрольної роботи (іспит)	24
Виконання індивідуальних завдань, годин:	
- рефератів, аналітичних оглядів, есе та ін.	
- розрахункових, графічних, розрахунково-графічних робіт	
- курсових робіт (проектів)	
Контрольні заходи, годин:	4
- підсумковий контроль	Іспит

6. Структура навчальної дисципліни.

3 семестр

Форма навчання денна.

6.1. Зміст розділів дисципліни.

Розділ 1. Математичне моделювання структурно-невизначених систем у класі регресійних і авторегресійних моделей.

Тема 1. Одновимірна регресія в умовах структурної невизначеності (6 годин).

Задачі моделювання систем за результатами спостереження та їхні особливості в умовах структурної невизначеності. Класи моделей, що розглядаються. Критерій регулярності в методі групового урахування аргументів (МГУА). Проблема розбиття даних на навчальні та перевіряючі вибірки в МГУА. Дослідження критерію регулярності МГУА в схемі повторних спостережень. Дослідження залежності J -функціонала якості моделі від складу множини регресорів. Статистичний критерій для перевірки редукції моделі оптимальної складності в умовах повторних спостережень. Усереднений критерій регулярності МГУА. Дослідження усередненого критерію регулярності. Умова редукції моделі оптимальної складності для усередненого критерію регулярності.

Тема 2. Векторна регресія в умовах структурної невизначеності (4 години).

Багатомірна за виходом регресія. Априорні припущення про систему. Вивід формул для оцінювання коефіцієнтів. Ітераційна процедура оцінювання коефіцієнтів. Дослідження процедури на основі методу статистичних випробувань (комп'ютерна технологія). Системний критерій регулярності МГУА в задачі векторної регресії. Дослідження системного критерію регулярності в схемі повторних спостережень. Випадок пропущеного регресора. Випадок зайвого регресора. Умова редукції моделі оптимальної складності для системного критерію регулярності.

Тема 3. Пошук оптимальної множини регресорів у задачах одновимірної та векторної регресії (2 години).

Дві схеми пошуку оптимальної множини регресорів. Багатоетапний ітераційний алгоритм пошуку оптимальної множини регресорів у задачі одновимірної регресії. Багатоетапний ітераційний алгоритм пошуку оптимальної множини регресорів у задачі векторної регресії.

Тема 4. Одновимірна авторегресія в умовах структурної невизначеності (4 години).

Одновимірний по виходу авторегресія. Априорні припущення про динамічний об'єкт. Оцінювання коефіцієнтів в авторегресійній моделі. Критерій регулярності МГУА для одновимірної авторегресії. Дослідження критерію регулярності МГУА в схемі квазіповторних спостережень. Випадок пропущеного регресора. Випадок зайвого регресора. Умова редукції для одновимірної авторегресійної моделі оптимальної складності.

Тема 5. Векторна авторегресія в умовах структурної невизначеності (6 годин).

Векторна за виходом авторегресія. Априорні припущення про динамічну систему. Оцінювання коефіцієнтів у системах авторегресійних моделей. Системний критерій регулярності МГУА. Дослідження системного критерію регулярності МГУА. Випадок пропущеного регресора. Дослідження схеми квазіповторних спостережень на основі методу статистичних випробувань (комп'ютерна технологія). Випадок зайвого регресора. Побудова ітераційної процедури оцінювання коефіцієнтів у системі авторегресійних моделей. Дослідження ітераційної процедури на основі методу статистичних випробувань (комп'ютерна технологія).

Розділ 2. Статистична класифікація станів об'єктів на основі моделей дискримінації, регресії та авторегресії.

Тема 6. Класифікація станів об'єкта на основі дискримінантного аналізу в умовах структурної невизначеності (6 годин).

Класифікація станів об'єкта на основі дискримінантного аналізу. Постановка задачі. Пошук оптимальної множини ознак у задачі дискримінантного аналізу, що засновано на розбитті спостережень на навчальні та перевірочні підвибірки. Існування дискримінантної функції, оптимальної за складом включених до неї ознак. Пошук оптимальної множини ознак у задачі дискримінантного аналізу, що засновано на ковзному іспиті. Існування дискримінантної функції, оптимальної за складом включених до неї ознак. Умова редукції оптимальної дискримінантної функції в способі з розбиттям на навчальні й перевірочні підвибірки. Умова редукції оптимальної дискримінантної функції в способі ковзного іспиту.

Тема 7. Класифікація станів об'єкта, що описуються векторної регресією (4 години).

Постановка задачі. Побудова систем регресійних моделей за навчальними вибірками двох класів станів. Класифікація на основі двох систем регресійних моделей. Теоретичні значення ймовірностей правильної та помилкової класифікацій. Вирішальне правило класифікації за результатами ідентифікації двох систем регресійних моделей. Класифікація станів динамічної системи, що описуються векторної авторегресією (4 години).

Тема 8. Класифікація станів об'єкта, що описуються векторної авторегресією (4 години).

Класифікація станів об'єкта, що описуються системами авторегресійних моделей. Априорні припущення про динамічну систему. Побудова систем авторегресійних моделей за навчальними вибірками двох класів станів. Вирішальне правило класифікації на основі двох систем авторегресійних моделей. Класифікація на основі двох систем авторегресійних моделей. Теоретичні значення ймовірностей правильної та помилкової класифікацій. Імовірності правильної та помилкової класифікацій за результатами ідентифікації двох систем авторегресійних моделей.

6.2. Розподіл навчальних годин по темам.

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин*				Примітки**			
		лекції	Практичні	Лабораторні заняття	Самостійна робота	2019/20 н.р.	2020/21 н.р.	2021/22 н.р.	2022/23 н.р.
3 семестр									
<i>Розділ 1. Математичне моделювання структурно-невизначених систем у класі регресійних і авторегресійних моделей.</i>									
1	Тема 1. Одновимірна регресія в умовах структурної невизначеності. <i>Самостійно. Сформулювати задачу одновимірної регресії в рамках власного дисертаційного дослідження.</i>	6	4		28				
2	Тема 2. Векторна регресія в умовах структурної невизначеності. <i>Самостійно. Сформулювати задачу багатовимірної регресії в рамках власного дисертаційного дослідження.</i>	4	2		16				

3	Тема 3. Пошук оптимальної множини регресорів у задачах одновимірної та векторної регресії.	2	2		4				
4	Тема 4. Одновимірна авторегресія в умовах структурної невизначеності. <i>Самостійно. Сформулювати задачу одновимірної авторегресії в рамках власного дисертаційного дослідження.</i>	4	2		14				
5	Тема 5. Векторна авторегресія в умовах структурної невизначеності. <i>Самостійно. Сформулювати задачу багатовимірної регресії в рамках власного дисертаційного дослідження.</i>	6	2		16				
Розділ 2. Статистична класифікація станів об'єктів на основі моделей дискримінації, регресії та авторегресії.									
6	Тема 6. Класифікація станів об'єкта на основі дискримінантного аналізу в умовах структурної невизначеності. <i>Самостійно. Сформулювати задачу класифікація на основі дискримінантного аналізу в рамках власного дисертаційного дослідження.</i>	6	2		12				
7	Тема 7. Класифікація станів об'єкта, що описуються системами регресійних моделей. <i>Самостійно. Сформулювати задачу класифікація на основі систем регресійних моделей в рамках власного дисертаційного дослідження.</i>	4	2		6				
8	Тема 8. Класифікація станів динамічної системи, функціонування якої описується векторної авторегресією. <i>Самостійно. Сформулювати задачу класифікація на основі систем авто-регресійних моделей в рамках власного дисертаційного дослідження.</i>	4	2		6				
	Підготовка до комплексної контрольної роботи (іспит)				24				
	Всього	36	18		126				

7. Схема формування оцінки.

7.1. Шкала відповідності оцінювання.

Оцінка	Зараховано / Не зараховано	Бали
Відмінно	Зараховано	90-100
Добре		82-89
		75-81
		64-74
Задовільно		60-63
Незадовільно	Не зараховано	0-59

7.2. Форми та організація оцінювання.

Поточне оцінювання.

Форма оцінювання	Терміни оцінювання (тиждень)	Максимальна кількість балів
Контрольне тестування за темами	(2-16)	20
Оцінювання рівня виконання завдань для самостійної роботи	(14-17)	20
Іспит	семестр	60
Максимальна кількість балів за поточне оцінювання		100

8. Рекомендована література.

Основна література

1. Айвазян С. А. Прикладная статистика: Исследование зависимостей / С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. – М. : Финансы и статистика, 1985. – 488 с.
2. Андерсон Т. Введение в многомерный статистический анализ / Т. Андерсон; пер. с англ. – М. : Физматгиз. – 1963. – 500 с.
3. Бард Й. Нелинейное оценивание параметров / Й. Бард; пер. с англ. М. : Статистика, 1979. – 349 с.
4. Вучков И. Прикладной линейный регрессионный анализ / И. Вучков, Л. Бояджиева, Е. Солаков; пер. с болг. – М. : Финансы и статистика, 1987. – 239 с.
5. Джонстон Дж. Эконометрические методы / Дж. Джонстон; пер. с англ. – М. : Статистика, 1980. – 448 с.
6. Ермаков С. М. Математическая теория оптимального эксперимента / Ермаков С. М., Жиглявский А. А. – М. : Наука, 1987. – 320 с.
7. Сарычев А. П. Идентификация состояний структурно-неопределенных систем / А.П. Сарычев. – Днепропетровск : НАН Украины и НКА Украины, Ин-т технической механики, 2008. – 268 с.
8. Александр Сарычев. Моделирование сложных систем в условиях структурной неопределённости: регрессионные и авторегрессионные модели / LAP LAMBERT Academic Publishing RU, Saarbrücken, Deutschland. – 2016. – 274 p.
9. Рао С. Р. Линейные статистические методы и их применения / С.Р. Рао; пер. с англ. – М. : Наука, 1968. – 548 с.
10. Себер Дж. Линейный регрессионный анализ / Дж. Себер; пер. с англ. – М. : Мир, 1980. – 456 с.
11. Фукунага К. Введение в статистическую теорию распознавания образов / К. Фукунага; пер. с англ. – М.: Наука, 1979. – 368 с.
12. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука / Р. Шеннон; пер. с англ. М. : Мир, 1978. – 418 с.
13. Green W. H. Econometric Analysis / W.H. Green. – Fifth edition. New Jersey : 2002. – 1056 p.

Додаткова література

1. Гантмахер Ф. Р. Теория матриц / Ф.Р. Гантмахер. Изд. четвертое. М. : Наука, 1988. – 548 с.
2. Ермаков С. М. Метод Монте-Карло и смежные вопросы / С.М. Ермаков. – М. : Наука, 1975. – 472 с.
3. Коваленко И. Н. Теория вероятностей / И.Н. Коваленко, Б.В. Гнеденко. – К. : Вища школа, 1990. – 258 с.
4. Обнаружение изменения свойств сигналов и динамических систем: пер. с англ. / М. Бассвиль, А. Вилски, А. Банвенист и др.; под. ред. М. Бассвиль, А. Банвениста. – М. : Мир, 1989. – 278 с.
5. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности / С. А. Айвазян, В. М. Бухштабер, И. С. Енюков и др. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 608 с.
6. Справочник по теории вероятностей и математической статистике / В.С. Королук, Н.И. Портенко, А.В. Скороход, А.Ф. Турбин. – М. : Наука, 1985. – 640 с.
7. Хорн Р., Джонсон Ч. Матричный анализ / Р. Хорн, Ч. Джонсон; пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 656 с.

9. Інформаційні ресурси.

1. Методичні матеріали з дисципліни.
2. Бібліотека ІТМ НАНУ та ДКАУ.
3. Бібліотека ДНУ.
4. Електронні посібники.
5. Інтернет-ресурси.

10. Перелік питань з навчальної дисципліни «Математичне моделювання та комп'ютерні технології».

1. Задачі моделювання систем за результатами спостереження і їхні особливості в умовах структурної невизначеності.
2. Проблема розбиття даних на навчальні й перевіірочну вибірки в методі групового урахування аргументів у задачі одновимірної регресії.
3. Дослідження залежності J -функціонала якості одновимірної регресії від складу множини регресорів. Випадок пропущених регресорів.
4. Дослідження залежності J -функціонала якості одновимірної регресії від складу множини регресорів. Випадок зайвих регресорів.
5. Критерій регулярності у задачі одновимірної регресії в схемі повторних спостережень.
6. Критерій регулярності у задачі одновимірної регресії в схемі повторних спостережень. Випадок пропущеного регресора.
7. Критерій регулярності у задачі одновимірної регресії в схемі повторних спостережень. Випадок зайвого регресора.
8. Статистичний критерій для перевірки редукції одновимірної регресії оптимальної складності в умовах повторних спостережень.
9. Усереднений критерій регулярності у задачі одновимірної регресії.
10. Усереднений критерій регулярності. Випадок пропущеного регресора.
11. Усереднений критерій регулярності. Випадок зайвого регресора.
12. Усереднений критерій регулярності. Умова редукції моделі оптимальної складності.
13. Багатомірна за виходом (векторна) регресія. Апріорні припущення про систему. Вивід формул для оцінювання коефіцієнтів.
14. Ітераційна процедура оцінювання коефіцієнтів у векторній регресії.
15. Дослідження процедури векторної регресії на основі методу статистичних випробувань (комп'ютерна технологія).
16. Системний критерій регулярності у задачі векторної регресії.
17. Системний критерій регулярності в схемі повторних спостережень. Випадок пропущеного регресора.
18. Системний критерій регулярності в схемі повторних спостережень. Випадок зайвого регресора.
19. Умова редукції моделі оптимальної складності для системного критерію регулярності.
20. Багатоетапний ітераційний алгоритм пошуку оптимальної множини регресорів у задачі одновимірної регресії.
21. Багатоетапний ітераційний алгоритм пошуку оптимальної множини регресорів у задачі векторної регресії.
22. Одновірна за виходом авторегресія. Апріорні припущення про динамічний об'єкт.
23. Оцінювання коефіцієнтів в одновимірній авторегресивній моделі.
24. Критерій регулярності для одновимірної авторегресії в схемі квазіповторних спостережень. Випадок пропущеного регресора.
25. Критерій регулярності для одновимірної авторегресії в схемі квазіповторних спостережень. Випадок зайвого регресора.
26. Умова редукції для одновимірної авторегресивної моделі оптимальної складності для критерію регулярності.
27. Векторна за виходом авторегресія. Апріорні припущення про динамічну систему.
28. Оцінювання коефіцієнтів у системах авторегресійних моделей.
29. Системний критерій регулярності для систем авторегресійних моделей.
30. Дослідження системного критерію регулярності у схемі квазіповторних спостережень. Випадок пропущеного регресора.

31. Дослідження схеми квазіповторних спостережень на основі методу статистичних випробувань (комп'ютерна технологія).
32. Дослідження системного критерію регулярності у схемі квазіповторних спостережень. Випадок зайвого регресора.
33. Ітераційна процедура оцінювання коефіцієнтів у системах авторегресійних моделей.
34. Дослідження ітераційної процедури оцінювання коефіцієнтів у системах авторегресійних моделей на основі методу статистичних випробувань (комп'ютерна технологія).
35. Класифікація станів об'єкта на основі дискримінантного аналізу в умовах структурної невизначеності. Постановка задачі.
36. Пошук оптимальної множини ознак у задачі дискримінантного аналізу, що засновано на розбитті спостережень на навчальні та перевірочні підвибірки.
37. Пошук оптимальної множини ознак у задачі дискримінантного аналізу, що засновано на ковзному іспиті.
38. Існування дискримінантної функції, що оптимальна за складом включених до неї ознак.
39. Умова редукції оптимальної дискримінантної функції у способі з розбиттям на навчальні й перевірочні вибірки.
40. Умова редукції оптимальної дискримінантної функції в способі ковзного іспиту.
41. Класифікація станів об'єкта, що описуються системами регресійних моделей. Постановка задачі.
42. Побудова систем регресійних моделей за навчальними вибірками двох класів станів.
43. Класифікація на основі двох систем регресійних моделей. Теоретичні значення ймовірностей правильної й помилкової класифікацій.
44. Вирішальне правило класифікації за результатами ідентифікації двох систем регресійних моделей.
45. Класифікація станів динамічної системи, функціонування якої описується векторної авторегресією. Постановка задачі.
46. Побудова систем авторегресійних моделей за навчальними вибірками двох класів станів.
47. Вирішальне правило класифікації на основі двох систем авторегресійних моделей. Теоретичні значення ймовірностей правильної й помилкової класифікацій.
48. Вирішальне правило класифікації на основі двох систем авторегресійних моделей. Імовірності правильної й помилкової класифікацій за результатами ідентифікації двох систем авторегресійних моделей.
49. Приклади практичних задач, що поставлені та вирішені на основі статистичних методів моделювання в умовах структурної невизначеності.