

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Факультет кібернетики

Кафедра моделювання складних систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

Кашпур О.Ф.

« ____ » _____ 20__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Комп'ютерно-аналітичне моделювання

для студентів

напрямок підготовки **6.040301 «Прикладна математика»**

спеціальність **8.04030101 Прикладна математика**

спеціалізація **«Обчислювальна математика». «Дослідження операцій»,**

«Моделювання та оптимізація систем»

КИЇВ – 2015

Робоча програма **«Комп'ютерно-аналітичне моделювання»** для студентів
напряму підготовки 6.040301 «Прикладна математика» спеціальності
8.04030101 Прикладна математика .

«_____» _____ 20__ року - ____с.

Розробник: **професор, доктор фіз.-мат. наук, професор Стоян В.А.**

Робоча програма дисципліни **«Комп'ютерно-аналітичне моделювання»**
затверджена на засіданні **кафедри моделювання складних систем**

Протокол №від “....” 20__ року

Завідувач кафедри

_____ (Гаращенко Ф.Г.)

Схвалено науково - методичною комісією факультету кібернетики

Протокол від «_____» _____ 20__ року №__

Голова науково-методичної комісії _____ (_____)

«_____» _____ 20__ року

© _____, 20__ рік
© _____, 20__ рік
© _____, 20__ рік

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Комп'ютерно-аналітичне моделювання» є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань «Системні науки та кібернетика» з *напрямку підготовки* 6.040301 «Прикладна математика».

Дана дисципліна є дисципліною вільного вибору студента за напрямом підготовки **6.040301 Прикладна математика**.

Викладається у **другому семестрі першого курсу магістратури в обсязі – 120 год. (4 кредити ECTS)** зокрема: *лекції – 18 год., лабораторні – 18 год., самостійна робота – 82 год., консультації – 2 год.* У курсі передбачено 2 *змістових модуля* та 2 *модульних контрольних роботи*. Завершується дисципліна – **іспитом**.

Метою дисципліни „Комп'ютерно-аналітичне моделювання” є опанування методів побудови математичних моделей дискретно та дискретно-неперервно спостережуваних динамічних процесів в лінійній та квазілінійній постановках, а також моделювання стану розподілених просторово-часових систем, описаних математичною моделлю з неповно визначеним початково-крайовим станом та розв'язання задач керування такими системами.

Завдання дисципліни: Поглибити теоретичні знання з математичного моделювання динаміки просторово розподілених процесів, отримані студентами раніше. Освоїти практичні методи побудови складних програмно-моделюючих комплексів. Набути навиків групової співпраці при побудові сучасних програмних систем.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: постановки задач математичного моделювання стану неповно спостережуваних за початково-крайовим станом розподіленими просторово-часовими системами та методика їх практичної реалізації.

вміти: будувати програмні комплекси по моделюванню стану неповно спостережуваних за початково-крайовим станом розподілених просторово-часових систем та розв'язанню задач керування ним.

Місце дисципліни (в структурно-логічній схемі підготовки фахівців відповідного напрямку). Нормативна навчальна дисципліна „Комп'ютерно-аналітичне моделювання” є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня „магістр”.

Зв'язок з іншими дисциплінами. Навчальна дисципліна „Комп'ютерно-аналітичне моделювання” ґрунтується на теоретичних та практичних результатах, які викладаються в курсах „Математичний аналіз“, „Математичне моделювання“, „Алгебра“, „Рівняння математичної фізики“, „Чисельні методи“ та „Програмування“.

Контроль знань і розподіл балів, які отримують студенти.

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

У змістовий модуль 1 (ЗМ1) Комп'ютерно-аналітичне моделювання лінійних динамічних систем входить тема 1 «Комп'ютерно-аналітичне моделювання лінійних динамічних систем», а у змістовий модуль 2 (ЗМ2) Математичне моделювання нелінійних динамічних систем – тема 2. «Математичне моделювання нелінійних динамічних систем».

Обов'язковим для складання заліку студентом є набрати впродовж семестру не менше 20 балів.

Оцінювання за формами контролю:

| | ЗМ1 | | ЗМ2 | |
|----------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| | <i>Min. – 20 балів</i> | <i>Max. – 50 бали</i> | <i>Min. – 20 бали</i> | <i>Max. – 50 балів</i> |
| Усна відповідь | 5 | 10 | 5 | 10 |
| Доповнення | | | | |
| Модульна контрольна робота | 5 | 20 | 5 | 20 |

Для студентів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум – 20 балів* для одержання іспиту/заліку обов'язковим є відвідування лекцій і успішна робота при виконанні лабораторних робіт

При простому розрахунку отримаємо:

| | Змістовий модуль 1 | Змістовий модуль 2 | залік | Підсумкова оцінка |
|-----------------|--------------------|--------------------|-----------|-------------------|
| <i>Мінімум</i> | 10 | 10 | 10 | 60 |
| Максимум | 30 | 30 | 40 | 100 |

При цьому, кількість балів:

- **0-34** відповідає оцінці «незадовільно» з обов'язковим повторним вивченням дисципліни;
- **35-59** відповідає оцінці «незадовільно» з можливістю повторного складання;
- **60-64** відповідає оцінці «задовільно» («достатньо»);
- **65-74** відповідає оцінці «задовільно»;
- **75 - 84** відповідає оцінці «добре»;
- **85 - 89** відповідає оцінці «добре» («дуже добре»);
- **90 - 100** відповідає оцінці «відмінно».

Шкала відповідності (за умови заліку)

| За 100 – бальною шкалою | За національною шкалою |
|-------------------------|------------------------|
| 90 – 100 | Зараховано |
| 85 – 89 | |
| 75 – 84 | |
| 65 – 74 | |
| 60 – 64 | |
| 0 – 59 | не зараховано |

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Комп'ютерно-аналітичне моделювання лінійних динамічних систем

ТЕМА 1. Комп'ютерно-аналітичне моделювання лінійних динамічних систем. (40 год.)

Математичне моделювання лінійних динамічних систем з неповно визначеним початковим станом. Математичне моделювання лінійних динамічних систем з неповно визначеним крайовим станом. Задачі керування динамікою просторово розподілених процесів.

Змістовий модуль 2. Математичне моделювання нелінійних динамічних систем

ТЕМА 2. Математичне моделювання нелінійних динамічних систем (42 год.)

Нелінійні динамічні системи та проблеми математичного моделювання їх динаміки. Математичні основи побудови ядер математичних моделей дискретизованих за просторово-часовими змінними нелінійних динамічних систем. Особливості побудови інтегральних моделей нелінійних неперервно спостережуваних систем. Особливості постановок та математичного розв'язання задач керування для нелінійних динамічних систем при дискретно та неперервно визначеному бажаному стані.

Консультація перед іспитом (2 год.)

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

| № п/п | Назва лекції | Кількість годин | | |
|--|---|-----------------|--------------------|-------------|
| | | лекції | Лабораторні роботи | С/Р |
| <i>Змістовий модуль 1. Комп'ютерно-аналітичне моделювання лінійних динамічних систем</i> | | | | |
| 1 | Тема 1. Комп'ютерно-аналітичне моделювання лінійних динамічних систем | 8 | 8 | 40 |
| | Математичне моделювання лінійних динамічних систем з неповно визначеним початковим станом | 2 | 1 | 10 |
| | Математичне моделювання динаміки одновимірних просторових процесів з неповно визначеним крайовим станом | 2 | 2 | 10 |
| | Загальний випадок задачі моделювання динаміки розподілених просторово-часових систем | 2 | 2 | 10 |
| | Задачі керування динамікою просторово розподілених процесів | 2 | 2 | 10 |
| | <i>Модульна контрольна робота 1</i> | | 1 | |
| Змістовий модуль 2. Математичне моделювання нелінійних динамічних систем | | | | |
| 5 | Тема 2. Математичне моделювання нелінійних динамічних систем | 10 | 10 | 42 |
| | Нелінійні динамічні системи та проблеми математичного моделювання їх динаміки | 2 | 1 | 8 |
| | Математичні основи побудови ядер математичних моделей дискретизованих за просторово-часовими змінними нелінійних динамічних систем | 2 | 2 | 8 |
| | Особливості побудови інтегральних моделей нелінійних неперервно спостережуваних систем | 2 | 2 | 8 |
| | Особливості побудови функціональних моделей нелінійних неперервно спостережуваних систем | 2 | 2 | 8 |
| | Особливості постановок та математичного розв'язання задач керування для нелінійних динамічних систем при дискретно та неперервно визначеному бажаному стані | 2 | 2 | 10 |
| | <i>Модульна контрольна робота 2</i> | | 1 | |
| | <i>Консультація перед іспитом</i> | | | 2 |
| | <i>Залік</i> | | | |
| | ВСЬОГО | 18 | 18 | 82+2 |

Загальний обсяг 120 годин, в тому числі:

Лекцій – 18 год.,

Лабораторних робіт – 18 год.,

Самостійна робота – 82 год.,

Консультацій – 2 год.,

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

Комп'ютерно-аналітичне моделювання лінійних динамічних систем.

ТЕМА 1. Комп'ютерно-аналітичне моделювання лінійних динамічних систем.— (56 год.)¹

Лекція 1. Математичне моделювання лінійних динамічних систем з неповно визначеним початковим станом. – 2 год.

Постановка задачі. Інтегральна модель системи. Проблеми побудови ядра інтегральної моделі. Проблеми чисельної реалізації алгоритму побудови ядра інтегральної моделі. Система розв'язуючих рівнянь для задачі моделювання динаміки лінійних систем з неповно визначеним початковим станом. Варіанти дискретно та неперервно заданого початкового стану. Чисельна реалізація алгоритму розв'язання задачі. Задачі керування динамічною системою по досягненню нею дискретно та неперервно визначених бажаних станів. [3]

Лабораторне завдання 1. Структура програмного комплексу по моделюванню динаміки розподілених просторово-часових процесів. – 1 год.

1. Комплекс задач і проблем дослідження динаміки розподілених просторово-часових процесів. Місце задач математичного моделювання нелінійних динамічних систем. [5]
2. Модифікація інтерфейсу моделюючого комплексу під нелінійні задачі. [5]

Завдання для самостійної роботи. (10 год.)

1. Алгоритми обчислення контурних інтегралів. [7]
2. Алгоритми побудови функції Гріна просторово зосередженої лінійної динамічної системи. [7]

Лекція 2. Математичне моделювання динаміки одновимірних просторових процесів з неповно визначеним крайовим станом. – 2 год.

Постановка задачі та проблеми її розв'язання. Інтегральна модель системи. Ядро інтегральної моделі в класі зображень по Лапласу. Проблеми переходу в клас оригіналів. Математичне моделювання початково-крайових спостережень за системою. Інтегральне по Лапласу зображення розв'язуючої системи задачі. Інтегральне зображення функцій, моделюючих початково-крайові збурення системи. Проблеми побудови оригіналів моделюючих функцій. Випадки дискретних та неперервних спостережень за початково-крайовим станом. Задача керування динамікою одновимірних просторово розподілених процесів. Випадки дискретно та неперервно визначеного бажаного стану. [7]

Лабораторне завдання 2. Програмна реалізація розв'язку задач математичного моделювання просторово зосереджених лінійних динамічних систем – 2 год.

- Програмна реалізація алгоритму побудови функції Гріна просторово зосереджених лінійних динамічних систем. [7]

¹ (8 год.) – зазначено сумарну кількість годин, передбачених на вивчення теми за усіма видами робіт: лекції, практичні і самостійна робота студента.

- Математичне моделювання динаміки конкретно визначених механічних та екологічних систем. [1,6]

Завдання для самостійної роботи. (10 год.)

1. Побудова оригіналів функцій, перетворених по Лапласу. [7]
2. Алгоритм побудови функції Гріна динаміки одновимірно розподіленої просторово-часової системи. [7]

Лекція 3. Загальний випадок задачі моделювання динаміки розподілених просторово-часових систем. – 2 год.

Постановка задачі та проблеми її розв'язання. Розв'язуюча система рівнянь для задачі математичного моделювання дискретно спостережуваних початково-крайових зовнішньо-динамічних збурень. Математичне моделювання неперервно визначених початково-крайових зовнішньо-динамічних збурень. Особливості чисельної реалізації розв'язків задач математичного моделювання стану розподілених просторово-часових систем в умовах неповноти даних про їх початково-крайові збурення. [1-5]

Лабораторне завдання 3. Математичне моделювання динаміки конкретних розподілених просторово-часових систем в рамках моделюючого комплексу – 2 год.

1. Математична постановка задачі. [1-5]
2. Ввод умов задачі в рамках програмного комплексу, розв'язання задачі та аналіз результатів. [5]

Завдання для самостійної роботи. (10 год.)

1. Математичні постановки прямих та обернених задач поширення екологічних забруднень. [6]
2. Математичні постановки прямих та обернених задач динаміки одно та двовимірних механічних конструкцій. [1]

Лекція 4. Задачі керування динамікою просторово розподілених процесів. – 2 год.

Особливості чисельної реалізації розв'язку. Структура та проблеми побудови комп'ютерно-моделюючого комплексу для дослідження динаміки розподілених просторово-часових систем в прямій та оберненій постановках. [1-5]

Лабораторне завдання 4. Математичне моделювання розв'язку задач керування динаміки конкретних розподілених просторово-часових систем в рамках моделюючого комплексу – 2 год.

1. Математична постановка задачі. [5]
2. Ввод умов задачі в рамках програмного комплексу, розв'язання задачі та аналіз результатів. [5]

Завдання для самостійної роботи. (10 год.)

1. Нелінійні динамічні процеси та особливості їх практичного розв'язання.
2. Методи розв'язання нелінійних алгебраїчних систем.

Модульна контрольна робота – 1 год.

Контрольні запитання та завдання

1. Нелінійні динамічні процеси і варіанти їх моделювання.
2. Критерій математичного моделювання динаміки дискретно розподілених просторово-часових систем.
3. Критерій математичного моделювання динаміки дискретно спостережуваних розподілених просторово-часових систем.
4. Критерій математичного моделювання динаміки неперервно спостережуваних розподілених просторово-часових систем.
5. Алгоритм побудови інтегральних моделей нелінійних дискретно спостережуваних динамічних систем.
6. Алгоритм побудови інтегральних моделей нелінійних дискретно-неперервно спостережуваних динамічних систем.
7. Умови існування розв'язку задачі ідентифікації лінійних дискретно спостережуваних динамічних систем.
8. Умови існування розв'язку задачі ідентифікації лінійних дискретно-неперервно спостережуваних динамічних систем.

Приклад модульної контрольної роботи 1

1. Алгоритм побудови інтегральних моделей нелінійних дискретно спостережуваних динамічних систем.
2. Математичні постановки прямих та обернених задач поширення екологічних забруднень.

МІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

Математичне моделювання нелінійних динамічних систем.

Лекція 5. Нелінійні динамічні системи та проблеми математичного моделювання їх динаміки. – 2 год.

Визначення класу систем, доступних для математичного моделювання їх динаміки в умовах неповноти даних про їх початково-крайовий стан. Критерії розв'язання задачі математичного моделювання стану нелінійних динамічних систем. Інтегральні моделі нелінійних динамічних систем, середньоквадратично узгоджені з диференціальними. [5]

Лабораторне завдання 5. Математичне моделювання квазілінійних динамічних процесів – 1 год.

1. Основи побудови математичної моделі процесу. [3]
2. Особливості програмної реалізації алгоритму побудови математичної моделі динаміки квазілінійної розподіленої просторово-часової системи.[1]

Завдання для самостійної роботи. (8 год.)

1. Постановки задач дослідження нелінійних динамічних систем. [1]
2. Дискретний варіант задачі дослідження динаміки нелінійних систем. [1]

Лекція 6. Математичні основи побудови ядер математичних моделей дискретизованих за просторово-часовими змінними нелінійних динамічних систем. – 2 год.

Інтегральна модель дискретно спостережуваних нелінійних динамічних систем [1]

Лабораторне завдання 6. Програмна реалізація алгоритму математичного моделювання динаміки квазілінійно розподілених просторово-часових систем – 2 год.

1. Реалізація алгоритму побудови функції Гріна квазілінійно розподілених просторово-часових систем. [7]
2. Математичне моделювання квазілінійно розподілених просторово-часових систем в рамках моделюючого комплексу. [5]

Завдання для самостійної роботи. (8 год.)

1. Алгоритм псевдообренення нелінійних алгебраїчних систем.
2. Алгоритм розв'язання нелінійних алгебраїчних систем.

Лекція 7. Особливості побудови інтегральних моделей нелінійних неперервно спостережуваних систем. – 2 год.

Задачі математичного моделювання дискретно та неперервно визначених зовнішньо-динамічних збурень. [1]

Лабораторне завдання 7. Програмна реалізація алгоритму побудови ядер інтегральних моделей нелінійних розподілених просторово-часових систем – 2 год.

1. Математичні основи алгоритму. [1]
2. Програмна реалізація алгоритму.[1]

Завдання для самостійної роботи. (8 год.)

1. Особливості постановки задач побудови інтегральної моделі неперервно спостережуваної нелінійної просторово-часової системи. [1]
2. Проблеми програмної реалізації алгоритму побудови інтегральної моделі неперервно спостережуваної нелінійної просторово-часової системи. [1]

Лекція 8. Особливості побудови функціональних моделей нелінійних неперервно спостережуваних систем. – 2 год.

Задачі математичного моделювання дискретно та неперервно визначених зовнішньо-динамічних збурень. [1]

Лабораторне завдання 8. Програмна реалізація алгоритму побудови ядер функціональних моделей нелінійних розподілених просторово-часових систем – 2 год.

3. Математичні основи алгоритму. [1]
4. Програмна реалізація алгоритму. [1]

Завдання для самостійної роботи. (8 год.)

3. Особливості постановки задач побудови інтегральної моделі неперервно спостережуваної нелінійної просторово-часової системи. [1]
4. Проблеми програмної реалізації алгоритму побудови інтегральної моделі неперервно спостережуваної нелінійної просторово-часової системи. [1]

Лекція 9. Особливості постановок та математичного розв'язання задач керування для нелінійних динамічних систем при дискретно та неперервно визначеному бажаному стані. – 2 год.

Проблеми комп'ютерного моделювання прямих та обернених задач динаміки нелінійних просторово розподілених систем. [5]

Лабораторне завдання 9. Програмна реалізація задач математичного моделювання динаміки розподілених просторово-часових систем – 2 год.

1. Програмна реалізація алгоритму побудови математичної моделі динаміки нелінійної розподіленої просторово-часової системи. [5]
2. Розв'язок задач моделювання динаміки нелінійних розподілених просторово-часових систем. [5]

Завдання для самостійної роботи. (10 год.)

1. Обернені задачі динаміки розподілених просторово-часових систем. [1-5]
2. Алгоритми розв'язання задач керування динамікою розподілених просторово-часових систем. [5]

Модульна контрольна робота. – 1 год.

Контрольні запитання до змістового модуля II.

1. Нелінійні динамічні процеси і варіанти їх моделювання.
2. Критерій математичного моделювання динаміки дискретно розподілених просторово-часових систем.

3. Критерій математичного моделювання динаміки дискретно спостережуваних розподілених просторово-часових систем.
4. Критерій математичного моделювання динаміки неперервно спостережуваних розподілених просторово-часових систем.
5. Алгоритм побудови інтегральних моделей нелінійних дискретно спостережуваних динамічних систем.
6. Алгоритм побудови інтегральних моделей нелінійних дискретно-неперервно спостережуваних динамічних систем.
7. Умови існування розв'язку задачі ідентифікації лінійних дискретно спостережуваних динамічних систем.
8. Умови існування розв'язку задачі ідентифікації лінійних дискретно-неперервно спостережуваних динамічних систем.

Приклад модульної контрольної роботи 2

1. Алгоритм побудови інтегральних моделей нелінійних дискретно спостережуваних динамічних систем.
2. Алгоритм псевдообренення нелінійних алгебраїчних систем.

Рекомендована література

1. Стоян В.А. Математичне моделювання лінійних, квазілінійних і нелінійних динамічних систем. – К.: ВПЦ “Київський університет”, 2011. – 320 с.
2. Стоян В.А. Моделювання та ідентифікація динаміки систем з розподіленими параметрами. – К.: ВПЦ “Київський університет”, 2004. – 184 с.
3. Скопецький В. В., Стоян В. А., Кривонос Ю. Г. Математичне моделювання прямих та обернених задач динаміки систем з розподіленими параметрами. – К.: Наукова думка, 2002 – 361 с.
4. Скопецький В.В., Стоян В.А., Зваридчук В.Б. Математичне моделювання динаміки розподілених просторово-часових процесів. – К.: Сталь, 2008. – 316 с.
5. Стоян В. А. Курс лекцій по моделюванню задач динаміки систем з розподіленими параметрами. – К.: ВІТУС, 2001. – 131 с.

Додаткова література

1. Розвиток методів і технологій моделювання та оптимізації складних систем. За редакцією Ф.Г. Гаращенко, І.А. Куценка, І.І. Харченка. К.: вид-во „Сталь“, 2009. – 668 с.
2. Гладкий А.В., Скопецький В.В. Методи числового моделювання екологічних процесів. – К.: ІВЦ „Видавництво „Політехніка“. – 2005 р. – 148 с.

3. Мартыненко В. С. Операционное исчисление. – К. : Изд-во Киевск. ун-та, 1968. – 103 с.

Запитання на іспит

1. Нелінійні динамічні процеси і варіанти їх моделювання.
2. Критерій математичного моделювання динаміки дискретно розподілених просторово-часових систем.
3. Критерій математичного моделювання динаміки дискретно спостережуваних розподілених просторово-часових систем.
4. Критерій математичного моделювання динаміки неперервно спостережуваних розподілених просторово-часових систем.
5. Алгоритм побудови інтегральних моделей нелінійних дискретно спостережуваних динамічних систем.
6. Алгоритм побудови інтегральних моделей нелінійних дискретно-неперервно спостережуваних динамічних систем.
7. Умови існування розв'язку задачі ідентифікації лінійних дискретно спостережуваних динамічних систем.
8. Умови існування розв'язку задачі ідентифікації лінійних дискретно-неперервно спостережуваних динамічних систем.
9. Нелінійні динамічні процеси і варіанти їх моделювання.
10. Критерій математичного моделювання динаміки дискретно розподілених просторово-часових систем.
11. Критерій математичного моделювання динаміки дискретно спостережуваних розподілених просторово-часових систем.
12. Критерій математичного моделювання динаміки неперервно спостережуваних розподілених просторово-часових систем.
13. Алгоритм побудови інтегральних моделей нелінійних дискретно спостережуваних динамічних систем.
14. Алгоритм побудови інтегральних моделей нелінійних дискретно-неперервно спостережуваних динамічних систем.
15. Умови існування розв'язку задачі ідентифікації лінійних дискретно спостережуваних динамічних систем.
16. Умови існування розв'язку задачі ідентифікації лінійних дискретно-неперервно спостережуваних динамічних систем.

**Завдання для самостійної роботи з елементами дистанційного навчання
з дисципліни «Комп'ютерно-аналітичне моделювання»
на період з 24 січня до 28 лютого 2018 р.**

для студентів

1 курсу магістратури

викладач-лектор: д.ф.-м.н., проф. Стоян В.А. (електронна пошта – v_a_stoyan@ukr.net)

викладач, що проводитиме семінарські заняття – д.ф.-м.н., проф. Стоян В.А. (електронна пошта – v_a_stoyan@ukr.net)

***Види та форми контрольних заходів з перевірки самостійної роботи студентів,
критерії оцінювання***

Контроль за виконанням самостійної роботи студентами здійснюється у двох формах: у січні-лютому за допомогою електронних засобів (електронною поштою), у березні – шляхом проведення письмової контрольної роботи.

Контроль у січні-лютому 2018 р. відбувається у два етапи. Під час **першого етапу** (24 січня – 6 лютого 2018 р.) студенти мають вивчити запропоновані питання визначених тем на базовому рівні. Для підтвердження виконання завдання студенти мають надіслати відповіді на 10 тестових завдань та розгорнуту повну відповідь на одне теоретичне питання викладачу, що проводить семінарські заняття – Стояну В.А. на електронну пошту v_a_stoyan@ukr.net не пізніше **6 лютого 2018 р.** Викладач оцінює виконані завдання в категоріях «**зараховано**» або «**не зараховано**». Щоб отримати оцінку «зараховано» потрібно правильно відповісти на 7 і більше тестових питань та дати відповідь на теоретичне питання. Якщо студент отримає оцінку «не зараховано», у нього є час до **10 лютого** переробити завдання та надіслати їх викладачу повторно. Також на першому етапі студенти мають обрати собі тему для написання реферату для виконання завдання другого етапу самостійної роботи. Завдання першого етапу, які мають бути виконані та надіслані на електронну пошту викладача, подано у **додатку 1**.

На **другому етапі** самостійної роботи (7 лютого – 20 лютого 2018 р.) кожен студент має опанувати одне з питань винесених на самостійну роботу тем на поглибленому рівні. Підтвердженням його роботи в межах цього етапу є написання **реферату** по одному з питань. Тема реферату погоджується з викладачем.

Реферат має включати наступні структурні елементи: титульний аркуш, зміст, основна частина, список використаних джерел та літератури. Оформлення реферату наступне: *інтервал* між рядками 1,5; *шрифт* TimesNewRoman; *кегель* 14; *вирівнювання тексту* – по ширині. Рекомендований обсяг реферату: 8-12 сторінок. Реферат має бути надісланий викладачу, що проводить семінарські заняття – **Стояну В.А.** на електронну пошту v_a_stoyan@ukr.net не пізніше **20 лютого 2018 р.** Викладач оцінює реферат в категоріях «**зараховано**» або «**не зараховано**». Викладач повідомляє студенту електронною поштою, чи зарахований його реферат. Якщо реферат не зарахований, викладач вказує недоліки та вимоги щодо доопрацювання реферату. **Не допускається написання реферату на одну й ту ж тему більш ніж двома студентами академічної групи.** Ідентичні за змістом реферати отримують оцінку «не зараховано», студенти мають повторно підготувати реферати. У разі не зарахування реферату у студента є час до **27 лютого** для його доопрацювання з урахуванням висловлених викладачем зауважень.

Виконання першого етапу самостійної роботи (тестові завдання та одне теоретичне питання) є допуском до другого етапу. **Виконання другого етапу самостійної роботи (написання реферату) є допуском до написання контрольної роботи у березні 2018 р.** Якщо відповіді на питання та реферат здані невчасно без поважних причин, або не

зараховані, студент втрачає можливість написання контрольної роботи та отримання відповідних модульних балів, без можливості перескладання.

На контрольну роботу за підсумками самостійної роботи виносяться всі зазначені нижче теоретичні питання. Робота оцінюється максимум в **10 балів**. Вона включає в себе 5 тестових питань з проблематики, винесеної на самостійну роботу, та одне теоретичне питання. Правильна відповідь на кожне тестове завдання оцінюється в 1 бал. За розгорнуту відповідь на теоретичне питання студент може отримати від 1 до 5 балів. Теоретичне питання на контрольному заході може не співпасти з тим, яке досліджував студент у рефераті.

Критерії оцінювання відповіді студента на теоретичне питання:

- Повнота розкриття питання 1-2 бали;
- Логіка викладення 1 бал;
- Використання основної і додаткової літератури 1 бал;
- Аналітичні міркування, вміння робити висновки 1 бал.

Контрольна робота проводиться на першому семінарському занятті з курсу у березні 2018 р. Її тривалість – 2 академічні години.

Теми та питання для самостійного опрацювання

Для самостійного опанування студентами у період з 24.01 до 28.02.18 р. виносяться наступні теми, передбачені робочою програмою навчальної дисципліни:

Тема 1. Математичне моделювання лінійних динамічних систем з неповно визначеним початковим станом;

Тема 2. Математичне моделювання динаміки одновимірних просторових процесів з неповно визначеним крайовим станом;

Тема 3. Загальний випадок задачі моделювання динаміки розподілених просторово-часових систем.

Опанування тем відбувається шляхом вивчення студентами наступних **питань**, винесених на самостійну роботу:

Тема 1. *Постановка задачі. Інтегральна модель системи. Проблеми побудови ядра інтегральної моделі. Проблеми чисельної реалізації алгоритму побудови ядра інтегральної моделі. Система розв'язуючих рівнянь для задачі моделювання динаміки лінійних систем з неповно визначеним початковим станом. Варіанти дискретно та неперервно заданого початкового стану. Чисельна реалізація алгоритму розв'язання задачі. Задачі керування динамічною системою по досягненню нею дискретно та неперервно визначених бажаних станів.*

Тема 2. *Постановка задачі та проблеми її розв'язання. Інтегральна модель системи. Ядро інтегральної моделі в класі зображень по Лапласу. Проблеми переходу в клас оригіналів. Математичне моделювання початково-крайових спостережень за системою. Інтегральне по Лапласу зображення розв'язуючої системи задачі. Інтегральне зображення функцій, моделюючих початково-крайові збурення системи. Проблеми побудови оригіналів моделюючих функцій. Випадки дискретних та неперервних спостережень за початково-крайовим станом. Задача керування динамікою одновимірних просторово розподілених процесів. Випадки дискретно та неперервно визначеного бажаного стану.*

Тема 3. *Постановка задачі та проблеми її розв'язання. Розв'язуюча система рівнянь для задачі математичного моделювання дискретно спостережуваних початково-крайових*

зовнішньо-динамічних збурень. Математичне моделювання неперервно визначених початково-крайових зовнішньо-динамічних збурень. Особливості чисельної реалізації розв'язків задач математичного моделювання стану розподілених просторово-часових систем в умовах неповноти даних про їх початково-крайові збурення.

Список основної рекомендованої літератури для виконання самостійної роботи на першому етапі:

1. Стоян В.А. Математичне моделювання лінійних, квазілінійних і нелінійних динамічних систем. – К.: ВПЦ “Київський університет”, 2011. – 320 с.
2. Стоян В.А. Моделювання та ідентифікація динаміки систем з розподіленими параметрами. – К.: ВПЦ “Київський університет”, 2004. – 184 с.
3. Скопецький В. В., Стоян В. А., Кривонос Ю. Г. Математичне моделювання прямих та обернених задач динаміки систем з розподіленими параметрами. – К.: Наукова думка, 2002 – 361 с.
4. Скопецький В.В., Стоян В.А., Зваридчук В.Б. Математичне моделювання динаміки розподілених просторово-часових процесів. – К.: Сталь, 2008. – 316 с.
5. Стоян В. А. Курс лекцій по моделюванню задач динаміки систем з розподіленими параметрами. – К.: ВІТУС, 2001. – 131 с.

Таматика першого семінарського заняття (у березні 2018 р.) з дисципліни «Комп'ютерно-аналітичне моделювання»

на тему:

«Програмна реалізація розв'язків задач математичного моделювання динаміки конкретних просторово розподілених динамічних систем в рамках моделюючого комплексу»

Математична постановка задачі. Ввод умов задачі в рамках програмного комплексу. Алгоритм розв'язання задачі та аналіз результатів. Особливості чисельної реалізації розв'язку. Структура та проблеми побудови комп'ютерно-моделюючого комплексу для дослідження динаміки розподілених просторово-часових систем в прямій та оберненій постановках.

Література

1. Стоян В.А. Математичне моделювання лінійних, квазілінійних і нелінійних динамічних систем. – К.: ВПЦ “Київський університет”, 2011. – 320 с.
2. Стоян В.А. Основи лабораторного моделювання просторово розподілених динамічних систем. – К.: ВПЦ “Київський університет”, 2017. – 137 с.