

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ  
КАФЕДРА МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник декана  
з навчальної роботи

\_\_\_\_\_ Кашпур О.Ф.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 року

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ для студентів**

галузь знань	<b>12 “Інформаційні технології”</b>
спеціальність	<b>121 “Інженерія програмного забезпечення”</b>
освітній рівень	<b>бакалавр</b>
освітня програма	<b>Програмна інженерія</b>
вид дисципліни	<b>обов’язкова</b>

Форма навчання	<b>денна</b>
Навчальний рік	<b>2019/2020</b>
Семестр	<b>5</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>3</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<b>українська</b>
Форма заключного контролю	<b>залік</b>

Викладач: канд. фіз.-мат. наук, доцент **Матвієнко В.Т.** (лекції)

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.

на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.

Розробник: Матвієнко Володимир Тихонович, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри моделювання складних систем.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри моделювання складних систем

\_\_\_\_\_ Д.І. Черній

Протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 року №\_\_

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ к.ф.-м-н, доцент Л.Л. Омельчук

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 року

Затверджено вченою радою факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 року №\_\_

Голова вченої ради факультету \_\_\_\_\_ А.В. Анісімов

**1. Мета дисципліни** – ознайомлення та набуття теоретичних практичних знань в галузі моделювання систем. Запропоновані методи, алгоритми та приклади побудови та аналізу математичних моделей для деяких задач механіки, біології. Особлива увага приділяється параметричним методам ідентифікації систем. У ході навчання студенти ознайомляться з основними алгоритмами ідентифікації параметрів динамічних систем. Теоретичні результати підкріплюються демонстрацією результатів чисельних експериментів.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни.** Для успішного вивчення дисципліни «**Моделювання систем**» академічний рівень студента повинен відповідати наступним вимогам:

1. Знати:

1. стандартні курси математичного аналізу, лінійної алгебри, дискретної математики, диференціальних рівнянь, дослідження операцій, чисельних методів;
2. програмні засоби моделювання систем.

2. Вміти:

1. Застосовувати основні алгоритми по фільтрації, реставрації, розпізнаванню при обробці інформації.
2. Застосовувати алгоритми цифрової обробки інформації.

3. Володіти:

1. розв'язувати системи лінійних алгебраїчних рівнянь з параметрами, розв'язувати диференціальні рівняння, досліджувати функції та функціонали на екстремум, володіти навичками побудови, аналізу та застосуванню математичних моделей при розв'язанні прикладних задач.

**3. Анотація навчальної дисципліни.** Навчальна дисципліна “Моделювання систем” є обов'язковою навчальною дисципліною за програмою “Програмна інженерія”.

У ході навчання студенти ознайомляться з основними підходами в побудові математичних систем. Розглядаються методи побудови та аналізу математичних моделей для деяких задач механіки, біології, економіки. Особлива увага приділяється параметричним методам ідентифікації динамічних систем. В процесі навчання студенти ознайомляться з основними алгоритмами ідентифікації параметрів динамічних систем. Задачі параметричної ідентифікації виникають в багатьох областях прикладних наук.

Теоретичні результати підкріплюються демонстрацією результатів чисельних експериментів.

Дана дисципліна належить до обов'язкових навчальних дисциплін. Викладається у 5 семестрі 3 курсу в **обсязі – 90 год., (3 кредити ECTS)** зокрема: лекції – 26 год., консультації – 2 год., самостійна робота – 48 год. У курсі передбачено 2 змістових частини та 2 контрольні роботи. Завершується дисципліна – **заліком**.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні:

**Знати:**

1. Знати методи та алгоритми побудови статичних моделей.
2. Знати методи та алгоритми побудови динамічних моделей.

**Вміти:**

1. Застосовувати набуті знання при моделюванні практичних систем .
2. Модифікувати алгоритми побудови систем при розв'язуванні конкретних задач.
3. Кваліфіковано застосовувати на практиці алгоритми та математичні методи побудови систем.

Навчальна дисципліна «Моделювання систем» є обов'язковою навчальною дисципліною освітньо-професійної програми підготовки фахівців за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти галузі знань 12 «Інформаційні технології» в рамках освітньо-професійної програми «Програмна інженерія».

**4. Завдання (навчальні цілі).** Основними завданнями дисципліни «Моделювання систем» є набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) відповідно до кваліфікації «бакалавра комп'ютерних наук». Зокрема, розвивати:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- здатність приймати обґрунтовані рішення;
- здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

**5. Результати навчання за дисципліною.**

<i>Результат навчання</i> <i>(1. знати; 2. вміти; 3. комунікація;</i> <i>4. автономність та відповідальність)</i>		<i>Форми</i> <i>(та/або</i> <i>методи і</i> <i>технології)</i> <i>викладання і</i> <i>навчання</i>	<i>Методи оцінювання</i> <i>та пороговий</i> <i>критерій</i> <i>оцінювання (за</i> <i>необхідністю)</i>	<i>Відсоток у</i> <i>підсумковій</i> <i>оцінці з</i> <i>дисципліни</i>
<b>Код</b>	<b>Результат навчання (РН)</b>			
1.1	Знати побудову моделей з використанням перетворення Фур'є.	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота	Контрольна робота №1, усні відповіді	10%
1.2	Знати методи побудови статичної моделі для системи з декількома входами і декількома виходами.	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота	Контрольна робота №1, усні відповіді	15%
1.3	Знати градієнтні методи ідентифікації параметрів динамічної системи.	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота	Контрольна робота №2, усні відповіді	10%
1.4	Знати параметричну ідентифікація з використанням функцій чутливості динамічних систем.	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота	Контрольна робота №2, усні відповіді	15%
1.5	Знати метод практичної стійкості в параметричних динамічних системах.	Лекції, самостійна робота	Усні відповіді	10%
2.1	Побудова лінійної моделі для системи з декількома входами і декількома виходами.	Лабораторні заняття, самостійна робота	Тестування знань студентів.	10%
2.2	Ідентифікація параметрів динамічної системи методом мінімізації квадратичної похибки.	Лабораторні заняття, самостійна робота.	Тестування знань студентів.	10%
2.3	Ідентифікація параметрів системи з використанням функцій чутливості	Лабораторні заняття,	Тестування знань студентів.	10%

	динамічних моделей.	самостійна робота		
3.1	Обґрунтовувати власний погляд на задачу, спілкуватися з колегами з питань проектування та розробки моделей, розв'язування задач, скласти письмові звіти.	Лабораторна робота, самостійна робота	Реферат	5%
4.1	Організувати свою самостійну роботу для досягнення результату.	Лабораторна робота, самостійна робота	Реферат	5%

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання.

Програмні результати навчання	Результати вивчення дисципліни									
	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 1.4	РН 1.5	РН 2.1	РН 2.2	РН 2.3	РН 3.1	РН 4.1
<b>ПРН-1.</b> Знати, аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

## 7. Схема формування оцінки

### 7.1 Форми оцінювання студентів

#### Семестрове оцінювання:

Максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом: **100 балів:**

1. Контрольна робота №1: РН 1.1, РН 1.2 – **25/15 балів.**
2. Контрольна робота № 2: РН 1.3, РН 1.4 – **25/15 балів.**
3. Усні відповіді: РН 1.5 – **10/6 балів.**
4. Тестування знань студентів: РН 2.1, РН2.2, РН2.3 – **30/18 балів.**
5. Реферат: РН 3.1, РН 4.1 – **10/6 балів.**

#### Підсумкове оцінювання (у формі заліку):

- Залікові бали визначаються як сума оцінок/балів за всіма успішно оціненими результатами навчання передбачених даною програмою.
- Оцінки нижче від мінімального порогового рівня не додаються.
- Мінімальний пороговий рівень для сумарної оцінки за всіма компонентами становить 60% від максимально можливої кількості балів.

### Запитання для підготовки до контрольних робіт

1. Спостереження та вимірювання.
2. Етапи побудови моделі.
3. Теорема відліків.
4. Побудова моделей з допомогою Фур'є перетворення.
5. Оцінка параметрів методом найменших квадратів.

6. Побудова статичної моделі з допомогою регресійного методу.
7. Статична модель для системи з декількома входами і декількома виходами.
8. Побудова лінійної моделі на основі псевдоінверсних операторів.
9. Побудова лінійної моделі методом вінерівського оцінювання.
10. Параметрична оцінка в лінійних моделях методом регресії.
11. Параметрична оцінка лінійних моделях з використанням обмежень.
12. Алгоритм оцінки параметру в лінійних моделях методом сингулярного розкладу.
13. Градієнтні методи ідентифікації параметрів моделі.
14. Параметрична ідентифікація з використанням функцій чутливості.
15. Модель задачі томографії та способи її розв'язування.
16. Оцінка інтенсивності поверхні випромінювання.
17. Ідентифікація неперервних систем методом квазілінеаризації.
18. Ідентифікація по критерію максимуму функції правдоподібності.
19. Метод практичної стійкості в параметричних моделях.
20. Ідентифікація дискретних систем методом квазілінеаризації.
21. Синтез дискретної моделі по максимізації її керованості.
22. Математична модель лінійного прискорювача та задачі пов'язані з нею.
23. Модель мікросупутника та способи керування ним.
24. Адаптивна ідентифікація в лінійних моделях.
25. Множинна оцінка параметрів для лінійних моделей з шумом.
26. Модальні спостерігачі з максимізацією області початкових збурень.
27. Синтез моделі з забезпеченням заданих власних значень.

## 7.2 Організація оцінювання

### Терміни проведення форм оцінювання:

1. Контрольна робота № 1: до 5 тижня семестру.
2. Контрольна робота № 2: до 13 тижня семестру.
3. Усні відповіді: протягом навчального періоду.
4. Тестування знань: протягом навчального періоду.
5. Реферат: до 10 тижня семестру.

Студенти мають право на одне перескладання кожної контрольної роботи у визначений викладачем термін.

У випадку відсутності студентів з поважних причин відпрацювання та перездачі контрольних робіт здійснюються у відповідності до «Положення про організацію освітнього процесу» від 07.05.2018 року.

У випадку встановлення фактів порушення студентами академічної доброчесності передбачених пунктом 9.8.2 «Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка» що діє від 07.05.2018, вони будуть притягнуті до відповідальності передбаченої пунктом 9.8.3 цього положення.

## 7.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Зараховано / Passed</b>	60-100
<b>Не зараховано / Fail</b>	0-59

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план занять

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	лаб. роботи	с/р
<b>Частина 1. Моделювання систем</b>				

<b>Лінійні та нелінійні параметричні динамічні системи.</b>				
1	Класифікація типів моделей. Основні задачі дослідження складних систем [2,5].	2		2
2	Спостереження та вимірювання. Теорема відліків [9].	2		2
3	Побудова моделі на основі перетворення Фур'є [1,3,9].	2	4	2
4	Побудова статичної моделі з допомогою регресійного методу [8].	2		2
5	Побудова лінійної моделі на основі псевдо-обернених операторів [4].			2
6	Побудова лінійної моделі на основі псевдообернених операторів. Параметрична ідентифікація з використанням функцій чутливості [6].	1	4	3
7	Градiєнтний метод ідентифікації параметрів моделі. Побудова лінійної моделі методом вінерівського оцінювання [1,3].	2		2
8	Параметричне оцінювання в лінійних системах з використанням обмежень. Алгоритм оцінки параметру в лінійних моделях методом сингулярного розкладу [7].			3
9	Метод проєкцій при оцінці параметрів в лінійних системах [8].			2
	Контрольна робота 1	1		
<b>Частина 2. Синтез динамічних систем та їх приклади.</b>				
10	Метод практичної стійкості в параметричних моделях [3,6].	2	4	2
11	Синтез дискретної моделі по максимізації її керованості [8].	2		3
12	Мінімаксна оцінка параметрів динамічної моделі [2].			2
13	Синтез моделі з забезпеченням заданих власних значень [1].	2	2	2
14	Задача томографії та алгоритми її розв'язування [2].	2		2
15	Задача оцінки інтенсивності коливання поверхонь [6].			2
16	Параметрична ідентифікація з функцією спостереження [5, 6].	2		2
17	Синтез динамічної моделі з модальним спостерігачем [1,2].	2		3
18	Модальні спостерігачі з максимізацією області початкових збурень [13].			2
19	Модель прискорюючої - фокусуючої системи [13].	1		2
20	Модель обертового руху мікросупутника [7].			2
21	Оцінка параметра для лінійних моделей з шумом [10].			2
22	Ідентифікація неперервних систем методом квазілінеаризації [1,10].			2
	Контрольна робота 2	1		

ВСЬОГО	26	14	48
--------	----	----	----

**Загальний обсяг** – 90 год., у тому числі:

- Лекцій – 26 год.,
- Консультації – 2 год.
- Лабораторні роботи – 14 год.
- Самостійна робота – 48 год.

## **9. Рекомендовані джерела**

### **Основні:**

1. Гроп Д. Методы идентификации систем. - М.: Мир, 1979.
2. Зарубин В.С.. Математическое моделирование в технике. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001.
3. Ли Р. Оптимальные оценки, определение характеристик и управление. – М.: Наука, 1966.
4. Молчанов А.А. Моделирование и проектирование сложных систем. – К.: Выща школа, 1988.
5. Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей. – М.: Наука, 1994.
6. Розенвассер Е.Н., Юсупов Р.М.. Чувствительность систем управления. – М.: Наука, 1981.
7. Самарский А.А., Михайлов А.П.. Математическое моделирование.– М.: Наука, 1997.
8. Тарасевич Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование – М.: УРСС, 2003.
9. Эйкхофф П.. Основы идентификации систем управления. - М.: Мир, 1975.

### **Додаткові:**

10. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. – М.: Высш. шк., 1985. – 271 с.
11. Методы робастного, нейрон-нечеткого и адаптивного управления. /под ред. Н.Д.Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. –744 с.
12. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. МАТЛАБ. Система символьной математики. М.: Нолидж, 1999. – 640 с.
13. Бублик Б.Н., Гаращенко Ф.Г., Кириченко Н.Ф. Структурно-параметрическая оптимизация и устойчивость динамических пучков. Киев: Наук. Думка, 1985. – 304 с.