

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  
«УПРАВЛІННЯ ДИНАМІЧНИМИ СИСТЕМАМИ».**

для студентів

галузь знань **12 «Інформаційні технології»**  
(шифр і назва)  
спеціальність **121 «Інженерія програмного забезпечення»**  
(шифр і назва спеціальності)  
освітній рівень **бакалавр**  
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)  
освітня програма **«Програмна інженерія»**  
(назва освітньої програми)

вид дисципліни **обов'язкова**

Форма навчання	<b>денна</b>
Навчальний рік	<b>2020/2021</b>
Семестр	<b>3</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>6</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<b>українська</b>
Форма заключного контролю	<b>іспит</b>

Викладачі: **к.ф.-м.н., доц. Шатирко А.В.** (лекції, лабораторні)

**к.т.н., доц. Кулян В.Р.** ( лабораторні)

**к.ф.-м.н., доц. Матвієнко В.Т.** ( лабораторні)

**к.т.н., доц. Харченко І.І.** (лабораторні)

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

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

(підпис, ПІБ, дата)

**КИЇВ – 2019**

Розробник: Шатирко Андрій Володимирович, к.ф.-м.н., доцент кафедри «Моделювання складних систем»

Робочу програму дисципліни «Управління динамічними системами» затверджено на засіданні кафедри моделювання складних систем

Протокол № \_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Зав. кафедри «Моделювання складних систем»

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Черній Д.І.  
(прізвище та ініціали)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

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

Протокол від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року №\_\_\_

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_  
(підпис)

Омельчук Л.Л.  
(прізвище та ініціали)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

Затверджено на засіданні Вченої ради факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол № \_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Декан факультету  
комп'ютерних наук та кібернетики

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Анісімов А.В.  
(прізвище та ініціали)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**1. Мета дисципліни** – ознайомлення з методами розв’язання різних типів звичайних диференціальних рівнянь, рівнянь з частинними похідними, систем диференціальних рівнянь, постановкою та розв’язуванням задач Коші; засвоєння основних теоретичних положень теорії керування, принципів і методів вирішення проблем, пов’язаних з керуванням складними системами та оволодіння практичними навичками розв’язування задач керування.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. *Успішне опанування курсів:* математичного аналізу.

2. *Знати:* теоретичні відомості з математичного аналізу, дискретної математики, алгебри, методів оптимізації, аналітичної геометрії, фізики, механіки, основи застосування різноманітних програмних пакетів.

3. *Вміти:* знаходити похідні, обчислювати інтеграли, розв’язувати системи лінійних алгебраїчних рівнянь з параметрами, володіти методами матричної алгебри, користуватись основними законами фізики, користуватися пакетами математичних програм

4. *Володіти навичками:* самостійної та колективної роботи при розв’язанні поставлених математичних задач, англійською мовою на рівні не нижче Intermediate

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна „Управління динамічними системами” є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти галузі знань 12 „Інформаційні технології” зі спеціальності 121“Інженерія програмного забезпечення”, освітньо-наукової програми “Програмна інженерія”

Дана дисципліна є обов’язковою навчальною дисципліною за програмою “*Програмна інженерія*”.

Викладається у 3 семестрі в **обсязі – 180 год.**

(**6 кредитів ECTS**) зокрема: *лекції – 42 год., лабораторні – 42 год., консультації – 2 год., самостійна робота – 94 год.* У курсі передбачено **2 модуля, 2 змістових модуля** та **2 модульних контрольних роботи**, завершується дисципліна – **іспитом.**

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

**знати:** основні означення, класифікацію, теореми, типи диференціальних рівнянь та систем рівнянь; основні означення, класифікацію, методи та підходи розв’язання задач теорії оптимального керування.

**вміти:** розв’язувати аналітично основні класи звичайних диференціальних рівнянь першого та вищих порядків, шукати розв’язки систем лінійних однорідних та неоднорідних диференціальних рівнянь, розв’язувати однорідні диференціальні рівняння в частинних похідних; досліджувати на керованість та спостережуваність лінійні моделі задач теорії керування, розв’язувати задачі стабілізації руху, розв’язувати задачі теорії керування в лінійній постановці методами варіаційного числення, динамічного програмування та завдяки принципу максимуму; застосовувати пакети математичних програм у випадках коли задачі неможливо розв’язати аналітично; спілкуватися з колегами з питань проектування та розробки програм, складати письмові звіти.

Дисципліна „Управління динамічними системами” є базовою для засвоєння дисциплін «Моделювання систем», «Екологічні та економічні процеси та їх моделювання» й інших вибіркових дисциплін прикладного математичного спрямування освітньої програми «Програмна інженерія».

#### 4. Завдання (навчальні цілі):

набуття знань, умінь та навичок (компетенцій) на рівні новітніх досягнень теорії оптимального керування та основ диференціальних рівнянь, відповідно до кваліфікації бакалавр з програмної інженерії. 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 до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

#### 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
PH1.1	<i>Знати основні означення, класифікацію, теореми, типи диференціальних рівнянь та систем рівнянь, методи та підходи їх аналітичного та чисельного розв'язання</i>	<i>Лекція, лабораторні заняття, самостійна робота</i>	<i>Поточне оцінювання, модульна контрольна робота 1, іспит</i>	15%
PH1.2	<i>Знати основні положення, методи та підходи аналізу, синтезу, та розв'язання задач теорії оптимального керування</i>	<i>Лекція, лабораторні заняття, самостійна робота</i>	<i>Поточне оцінювання, модульна контрольна робота 2, іспит</i>	15%
PH2.1	<i>Вміти правильно класифікувати диференціальні рівняння та системи рівнянь й отримувати їх аналітичні розв'язки. Вміти застосовувати відповідні чисельні алгоритми (пакети програм) у випадку неможливості аналітичного розв'язання</i>	<i>Лабораторна робота, самостійна робота</i>	<i>Поточне оцінювання, лабораторна робота 1, модульна контрольна робота 1, іспит</i>	25%
PH2.2	<i>Вміти застосовувати різні методи до аналізу (дослідження на керованість, спостережуваність, стійкість) та синтезу (будувати керування та відповідну траєкторію) в задачах оптимального керування</i>	<i>Лабораторна робота, самостійна робота</i>	<i>Поточне оцінювання, лабораторна робота 2, модульна контрольна робота 2, іспит</i>	25%
PH3.1	<i>Обґрунтовувати власний погляд на задачу, спілкуватися з колегами з питань проектування та розробки моделей, розв'язування задач.</i>	<i>Лекція, лабораторна робота, самостійна робота</i>	<i>Поточне оцінювання, іспит</i>	10%
PH4.1	<i>Приймати кваліфіковані рішення, спираючись на застосування методів математичного моделювання.</i>	<i>Лабораторна робота, самостійна робота</i>	<i>Поточне оцінювання, контрольні роботи 1, 2, іспит</i>	10%

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

<b>Результати навчання дисципліни</b> <b>Програмні результати навчання</b>	<b>РН</b> <b>1.1</b>	<b>РН</b> <b>1.2</b>	<b>РН</b> <b>2.1</b>	<b>РН</b> <b>2.2</b>	<b>РН</b> <b>3.1</b>	<b>РН</b> <b>4.1</b>
<i>(з опису освітньої програми)</i>						
ПРН01. 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: 60 балів:

1. Контрольна робота 1: РН 1.1., РН2.1, РН4.1 — 20/12 балів.

2. Контрольна робота 2: РН 1.2 , РН2.2, РН4.1 — 20/12 балів.

3. Поточне опитування на лабораторних заняттях: РН1.1, РН1.2, РН2.1, РН2.2, РН3.1, РН4.1 – 20/12 балів

#### - підсумкове оцінювання у формі екзамену:

Максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом: 40 балів:

- результати навчання, які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН2.1, РН2.2, РН3.1, РН4.1;

- форма проведення і види завдань: письмова робота.

Види завдань: 6 письмових завдань (2 теоретичних питання, 4 практичних завдання) .

**Студент отримує загальну позитивну оцінку з дисципліни, якщо його оцінка за екзамен становить не менше, ніж 24 бали.**

**Студент допускається до екзамену, якщо протягом семестру він:**

- Загалом набрав не менше ніж 36 балів;
- виконав і вчасно здав 2 (дві) контрольні роботи

### Критерії оцінювання на екзамені

Завдання	Тема завдання	Максимальний відсоток від 40 балів	Всього балів
Завдання 1	Письмова відповідь на теоретичне питання з Частини 1 «Основи диференціальних рівнянь»	10%	4
Завдання 2	Письмова відповідь на теоретичне питання з Частини 2 «Теорія керування»	10%	4
Завдання 3	Тестове завдання з Частини 1: знайти загальний роз'язок диференціального рівняння	20%	8
Завдання 4	Тестове завдання з Частини 1: знайти загальний роз'язок системи диференціальних рівнянь	20%	8
Завдання 5	Тестове завдання з Частини 2: дослідити систему на керованість, спостережуваність, розв'язати задачу стабілізації	20%	8
Завдання 6	Тестове завдання з Частини 2: розв'язати задачу теорії керування одним з запропонованих методів (варіаційного числення, динамічного програмування, принцип максимуму)	20%	8

## 7.2 Організація оцінювання:

### Терміни проведення форм оцінювання:

1. *Контрольна робота 1: до 7 тижня семестру.*
2. *Контрольна робота 2: до 13 тижня семестру*

Студент має право на одне перескладання кожної контрольної роботи із можливістю отримання максимально 80% початково визначених за цю контрольну роботу балів. Термін перескладання визначається викладачем.

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>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і лабораторних занять

№ п/п	Назва лекції (теми)	Кількість годин		
		Лекц.	Лабораторні заняття	Самост. роб.
<b>Частина 1.</b>				
<b>Основи диференціальних рівнянь</b>				
1	<b>Вступ</b> Приклади застосування ДР та принципи побудови динамічних математичних моделей. Проблеми математичного моделювання, системного аналізу та інформатики, їх зв'язок з методами та теорією ДР. Приклади використання ДР в задачах механіки, біології, економіки, керування	2	2	4
2	<b>ТЕМА 1.</b> ДР першого порядку, розв'язні та нерозв'язні відносно похідної.	4	6	12
3	<b>ТЕМА 2.</b> Звичайні ДР вищих порядків. Лінійні ДР.	4	6	14
4	<b>ТЕМА 3.</b> Системи диференціальних рівнянь	4	4	4
5	<b>ТЕМА 4.</b> Якісна теорія диференціальних рівнянь	2	2	4
6	<b>ТЕМА 5.</b> Диференціальні рівняння з частинними похідними.	2	2	4
Модульна контрольна робота 1			2	
<b>Частина 2.</b>				
<b>Теорія керування</b>				
1	<b>Вступ</b> Постановка задач оптимального керування, приклади задач оптимального керування	2		
2	<b>Тема 1.</b> Керованість, спостережуваність та ідентифікація систем керування	6	2	13
3	<b>Тема 2.</b> Стійкість руху та аналітичне конструювання регуляторів систем керування.	4	4	10
4	<b>Тема 3.</b> Методи варіаційного числення для вирішення задач оптимального керування.	4	2	9
5	<b>Тема 4.</b> Метод динамічного програмування.	4	4	10
6	<b>Тема 5.</b> Принцип максимуму Понтрягіна для систем з неперервним часом	4	4	10
Модульна контрольна робота 2			2	
Консультація		2		
Іспит				
<b>ВСЬОГО</b>		44	42	94

**Загальний обсяг** 180 год., в тому числі:

лекцій – **42 год.**

лабораторні – **42 год.**

консультації – **2 год.**

самостійна робота - **94 год.**

### **Теми, винесені на самостійне вивчення:**

Застосування операційного числення до розв'язання диференціальних рівнянь. Пряме та обернене перетворення Лапласа.

Розв'язок задач диференціальних рівнянь та теорії керування в середовищах пакетів програм MATLAB, MAPLE, МАТЕМАТИКА, PYTHON, Sage.



## 9. Рекомендовані джерела:

### *Основні*

1. Гаращенко Ф.Г., Матвієнко В.Т. Харченко І.І. Диференціальні рівняння для інформатиків.: Підручник. – К.: ВПЦ "Київський університет" 2008. .
2. Гаращенко Ф.Г., Харченко І.І. Збірник задач і вправ з диференціальних рівнянь. – К.: ВПЦ "Київський університет" 2004. – 162 с.
3. Гудименко Ф.С., Павлюк І.А, Волкова В.О. Збірник задач з диференціальних рівнянь.– К. Вища школа, 1972. –156 с.
4. Егоров А. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения с приложениями. 2-е изд., испр. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 384 с.
5. Боярчук А.К., Головач Г.П. Справочное пособие по высшей математике. Том 5. Дифференциальные уравнения в примерах и задачах. – М.: Изд-во "УРСС". 1998. – 384 с.
6. Краснов М.Л., Киселев А.И., Макаренко Г.И. Сборник задач по обыкновенным дифференциальным уравнениям: Учебное пособие для вузов. – М.: Высш. Школа, 1978. – 287 с.
7. Перестюк М.О., Свіщук М.Я. Збірник задач з диференціальних рівнянь: Навчальний посібник. – К.: Либідь, 1997. – 192 с.
8. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. – М.: Наука, 1992. – 128 с.
9. Хусаїнов Д. Я., Бичков О.С. Диференціальні рівняння: Навчальний посібник. – К.: ВПЦ "Київський університет" 2001. – 132 с.
10. Моклячук М.П. Варіаційне числення. Екстремальні задачі. – К.: Либідь, 1994. – 328с.
11. Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк М.О. Диференціальні рівняння в задачах. – К.: Либідь, 2003. 502 с
12. Эдварс Ч.Г., Пенни Д.Э. Дифференциальные уравнения и краевые задачи: моделирование и вычисление с помощью Mathematica Maple и MATLAB. 3-е издание.: Пер. с англ. – М.: ООО» И.Д.Вильямс», 2008. – 1104 с.
13. Бублик Б.Н., Кириченко Н.Ф. Основы теории управления. – К.: Вища школа, 1975. – 328 с.
14. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука, 1980.- 520 с.
15. Моисеев Н.Н. Элементы теории оптимальных систем. – М.: Наука, 1975.-538 с.
16. Флеминг У., Ришел Р. Оптимальное управление детерминированными и стохастическими системами. – М.: Мир, 1978.-320 с.
17. Острем К. Введение в стохастическую теорию оптимального управления.– М.: Мир, 1973.-324 с.
18. Крак Ю.В., Шатирко А.В. Теорія керування для інформатиків. Підручник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2015. – 175 с.
19. Атанс М., Фалб П. Оптимальное управление. –М.: Машиностроение, 1968.-764 с.
20. Брайсон А., Хо Ю-ши. Прикладная теория оптимального управления. Оптимизация, оценки, управление. –М.: Мир, 1972.-544 с.
21. Сейдж З.П., Уайт, Ш Ч.С. Оптимальное управление системами. –М.: Радио и связь, 1982.-392 с.

### *Додаткові:*

22. Ляшко І.І., Боярчук О.К, Гай Я.Г., Калайда О.Ф. Диференціальні рівняння. – К.: Вища школа, 1981. 504 с.
23. Матвеев Н.М. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. – Минск: Высшейшая школа, 1974. 766 с

24. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. – М.: Наука, 1969. 424 с.
25. Кирин Н.Е. Вычислительные методы теории оптимального управления. –Л.: изд. ЛГУ, 1968.-144с.
26. Зубов В.И. Лекции по управлению. – М.: Наука, 1975.-496 с.
27. Ануфриев И. Е. MatLab 7 / И. Е. Ануфриев, А. Б. Смирнов, Е. Н. Смирнова. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 1104 с.
28. Черных И.В. Simulink: Инструмент моделирования динамических систем. М: 2011.- 259с.
29. <https://help.sagecrm.com/>