

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

«Українська інженерно-педагогічна академія»

Денис КОВАЛЕНКО

2024 p.



Системний аналіз, ідентифікація та моделювання систем управління

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
(шифр і назва)

спеціальність 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
(шифр і назва)

освітня програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

Вид дисципліни Обов'язкова
(обов'язкова / за вибором)

інститут _____ ННІ «Українська інженерно-педагогічна академія»

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою ННІ «УПА»

« 12 » листопада 2024 року, протокол № 2

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)

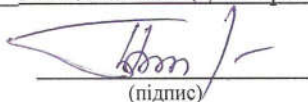
Василець Тетяна Юхимівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент

Програму схвалено на засіданні кафедри

Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

Протокол від « 04 » жовтня 2024 року № 2

Завідувач кафедри Автоматизації, метрології та енергоефективних
технологій


(підпис)

Канюк Г.І.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником проектної групи) Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(назва освітньої програми)

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми

(керівник проектної групи) Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані

технології


(підпис)

Василець Т.Ю.
(прізвище та ініціали)

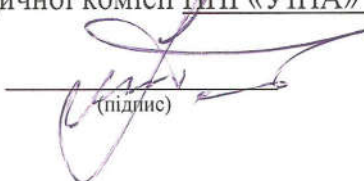
Програму погоджено науково-методичною комісією

Навчально наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія»

(назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна)

Протокол від « 23 » жовтня 2024 року № 1

Голова науково-методичної комісії ННІ «УПА»


(підпис)

Петров С.В.
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Статистичні методи дослідження автоматизованих систем управління» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

перший (бакалаврський)

(назва рівня вищої освіти)

спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Мета: оволодіння методами аналізу і синтезу сучасних автоматизованих систем управління, що знаходяться під впливом випадкових процесів, методами синтезу стохастичних оптимальних систем, призначених для застосування в різних галузях промисловості і якнайповніше відповідних вимогам технології, що дозволить успішно вирішувати теоретичні і практичні задачі в професійній діяльності бакалавра.

Вивчення навчальної дисципліни сприяє здобуттю наступних **компетентностей**:

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ФК3. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування..

ФК4. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ФК9. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Завданнями навчальної дисципліни є:

- вивчення математичних методів формалізованого опису систем автоматичного управління при наявності випадкових впливів;
- формування вміння розраховувати чи визначати експериментально основні динамічні характеристики, показники якості роботи систем управління, що знаходяться під впливом випадкових процесів;
- формування вміння обґрунтувати вибір принципу дії, структури системи управління при наявності випадкових впливів,
- формування навичок розрахувати параметри елементів стохастичних системи що проектується;
- оволодіти технікою застосування математичних пакетів для імітаційного моделювання та синтезу оптимальних стохастичних систем.

1.3. Кількість кредитів

6

1.4. Загальна кількість годин

180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	4-й
Семестр	
7-й	7-й
Лекції	
42 год.	10 год.
Практичні, семінарські заняття	
28 год.	4 год.
Лабораторні заняття	
20 год.	4 год.
Самостійна робота	
90 год.	162 год.
у тому числі індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання

ПР5. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ПР6. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Імовірнісні характеристики випадкових величин і процесів

Тема 1. Випадкові величини

Випадкові події. Імовірність випадкової події. Випадкові величини. Закони розподілу випадкових величин. Числові характеристики випадкових величин. Деякі важливі для практики розподіли дискретних випадкових величин. Деякі важливі для практики розподіли безперервних випадкових величин.

Тема 2. Випадкові процеси і їхні імовірнісні характеристики

Визначення випадкового процесу. Закони розподілу випадкового процесу. Характеристики випадкового процесу. Стационарні випадкові процеси. Ергодичні стационарні випадкові процеси. Спектральна щільність стационарного випадкового процесу. Визначення імовірнісних характеристик стационарного ергодичного випадкового процесу $X(t)$ по експериментально знятій реалізації $x(t)$.

Розділ 2. Системи автоматичного управління при наявності випадкових впливів.
Оптимальні стохастичні системи

Тема 1. Проходження випадкового сигналу через динамічну систему

Випадкові процеси в системах автоматичного управління. Характеристики сталого випадкового процесу в системі при стаціонарному випадковому впливі. Сталий випадковий процес у системі при впливі типу «білого шуму». Аналіз точності системи автоматичного управління при наявності випадкових впливів. Стаціонарний формуючий пристрій. Аналіз точності системи автоматичного управління при наявності випадкових впливів.

Тема 2. Синтез оптимальних систем автоматичного управління

Синтез оптимальних систем на основі мінімуму середньоквадратичної помилки. Методи синтезу стохастичних оптимальних систем по інтегральному квадратичному критерію. Методи оптимальної оцінки стану. Принцип розділення.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Імовірнісні характеристики випадкових величин і процесів												
Тема 1. Випадкові величини	15	4	2			9	15	1				14
Тема 2. Випадкові процеси і їхні імовірнісні характеристики	20	4	2	8		6	20	1		2		17
Разом за розділом 1	75	18	8	16		33	75	4		4		67
Розділ 2. Системи автоматичного управління при наявності випадкових впливів. Оптимальні стохастичні системи												
Тема 1. Проходження випадкового сигналу через динамічну систему	18	4	2			12	18	1	1			16
Тема 2. Синтез оптимальних систем автоматичного управління	20	6	4			10	20	1	1			18
Разом за розділом 2	75	18	14			43	75	4	4			42
Усього годин	150	36	22	16		76	180	8	4	4		134

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

4.1 Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Випадкові величини. Закони розподілу випадкових величин	4
2	Визначення імовірнісних характеристик стаціонарного ергодичного випадкового процесу $X(t)$ по експериментально знятій реалізації $x(t)$.	4
3	Обчислення середньоквадратичної помилки системи автоматичного управління аналітичним шляхом	4
4	Обчислення середньоквадратичної помилки системи автоматичного управління графо-аналітичним шляхом	2
5	Синтез оптимальної структури системи по методу Н. Вінера	4
6	Оптимальний фільтр Калмана-Б'юсі	4
	Разом	22

4.2 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження імовірнісних характеристик випадкових процесів при проходженні через лінійні динамічні системи	4
2	Визначення спектральної щільності випадкових процесів на вході і виході лінійної динамічної системи	4
3	Визначенні імпульсної перехідної функції системи на основі кореляційних функцій	4
4	Визначення диференціального рівняння лінійного об'єкта з використанням експериментально знятих кореляційних функцій	4
5	Визначення частотних характеристик систем по спектральній щільності вхідного і вихідного сигналів	4
	Разом	20

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Випадкові величини. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичного заняття. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти.	15
2	Випадкові процеси і їхні імовірнісні характеристики. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичного заняття. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти.	20
3	Проходження випадкового сигналу через динамічну систему. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичного заняття. Виконання курсової роботи. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти.	20
4	Синтез оптимальних систем автоматичного управління. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичного заняття. Виконання курсової роботи. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти.	20
	Разом	76

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

7. Методи навчання

Пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, частково-пошуковий, дослідницький, проблемного викладу; словесні, наочні, практичні; аналіз, синтез, індукція, дедукція; активні методи (дискусії та дебати, метод кейсів), інтерактивні методи (інтерактивні лекції, мозкові штурми, інтерактивні симуляції), проектні методи (проектне навчання, метод проектів); методи дистанційного навчання.

8. Методи контролю

Поточний контроль – усне та письмове опитування, експрес-опитування, контрольні роботи, тестування, оцінка практичних навичок, перевірка завдань для самостійної роботи, кейс-метод, комп'ютерні симуляції.

Підсумковий контроль – іспит, курсова робота.

9. Схема нарахування балів

для підсумкового семестрового контролю при проведенні семестрового
екзамену

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Екзамен	Сума
Розділ 1		Розділ 2		Разом		
T1	T2	T1	T2	60	40	100
12	18	15	15			

T1, T2 ... – теми розділів

Для допуску до складання підсумкового контролю (заліку, або екзамену) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 20 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи, індивідуального завдання.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1. Кузнецов Б. І. Статистичні методи дослідження електромеханічних систем : навч. посібник для вузів. / Б. І. Кузнецов, Т. Ю. Василець, О. О. Варфоломійєв. – Х. : ТОВ “Сучасний друк”, 2008. – 176 с.
2. Александров Є.Є., Кузнецов Б. І., Сиротенко А.М., Василець Т. Ю., Нікітіна Т.Б. Статистичні методи дослідження електромеханічних систем: Підручник для вузів. - Х.: НТУ “ХПІ”, 2006. - 304 с.
3. Кузнецов Б. І., Василець Т. Ю., Нікітіна Т.Б. Статистичні методи дослідження електромеханічних систем: Підручник для вузів. – Харків, 2005. - 269 с
4. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчальний посібник / О. І. Огірко, Н. В. Галайко. – Львів: ЛьвДУВС, 2017. – 292 с.
5. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики : навч. посібник. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 184 с.
6. Найко Д.А. Шевчук О. Ф. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посіб. / Д.А. Найко, О.Ф. Шевчук – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 382 с.

Допоміжна література

1. Курс теорії ймовірностей : підручник / Б. В. Гнєденко – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. – 464 с.
2. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К. : Либідь, 2007. – 656 с.
3. Голюк П.Ф., Гречин Т.М. Теорія автоматичного керування: Навчальний посібник. – Л: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 280 с.
4. Головінський Б.Л., Шуруб Ю.В., Лисенко В.П. Теорія автоматичного управління: навч. посіб. – К.: Вид. Центр НУБіП України, 2012. – 240 с.
5. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами : навч. посіб. / Ладанюк А.П., Архангельська К.С., Власенко Л.О. – К.: НУХТ, 2014 – 274 с.
6. Сорока К.О. Теорія автоматичного керування і комп'ютерне моделювання (неперервні лінійні системи). Частина перша. Основи теорії систем автоматичного керування. : навч. посібник. – Харків : ФОП Тімченко, 2010. – 218 с.
7. Сорока К.О. Теорія автоматичного керування і комп'ютерне моделювання (неперервні лінійні системи). Частина друга. Аналіз систем автоматичного керування засобами комп'ютерного моделювання : навч. посібник. – Харків : ФОП Тімченко, 2010. – 156 с.
8. Євстіфєєв В. О. Теорія автоматичного керування. Частина 1. Безперервні лінійні та нелінійні системи. Навчальний посібник. – Кременчук: ПП Щербатих О. В., 2006. – 288 с.
9. Євстіфєєв В. О. Теорія автоматичного керування. Частина 2. Спеціальні системи автоматичного керування. Навчальний посібник. – Кременчук : ПП Щербатих О. В., 2007. – 224 с.
10. І.Г. Абраменко, Д. І. Абраменко Теорія автоматичного керування. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 178 с.
11. Александров Є.Є., Голуб О.П., Кузнецов Б.І., Соляник В.П. Теорія автоматичного керування. – Харків. НТУ “ХПІ” т.№1, 1999. – 150 с.
12. Александров Є.Є., Голуб О.П., Кузнецов Б.І., Соляник В.П. Теорія автоматичного керування. – Харків. НТУ “ХПІ” т.№2, 2000 – 160 с.

13. Александров Є.Є., Голуб О.П., Кузнецов Б.І., Соляник В.П. Теорія автоматичного керування: – Харків. НТУ “ХПІ” т.№3, 2002. – 195 с.
14. Теорія автоматичного управління: Навчальний посібник [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології», освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології кібер-енергетичних систем»; уклад.: О. Й. Штіфзон, П. В. Новіков, В.П. Бунь. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 144 с.
15. Гурко О.Г. Аналіз та синтез систем автоматичного управління у MATLAB: Навчальний посібник / О.Г. Гурко, І.Ф. Єршоменко. Харків, ХНАДУ, 2012. – 284 с.
16. Моделювання систем управління в SIMULINK : навч. посібник / [В. О. Богомолів, О. Г. Гурко, В. І. Клименко, Д. М. Леонтьєв, О. М. Красюк] ; М-во освіти і науки України. Харків ХНАДУ, 2018. – 220 с.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Посилання на сторінку навчальної дисципліни в системі дистанційної освіти ННІ «УІ-ПА». ULR. <https://griml.com/WbezY>
2. Introduction to Continuous Random Variables. ULR. <https://griml.com/eDMHg>
3. Introduction to Discrete Random Variables and Discrete Probability Distributions. ULR. <https://griml.com/7xLQD>
4. Mode, Median, Mean, Range, and Standard Deviation. ULR. <https://griml.com/CA5JR>
5. An Introduction to Continuous Probability Distributions. ULR. <https://griml.com/534BE>
6. Probability Distribution Functions. ULR. <https://griml.com/xnJVk>
7. Expected Value and Variance of Discrete Random Variables. ULR. <https://griml.com/HTrec>
8. Finding Probabilities and Percentiles for a Continuous Probability Distribution. <https://griml.com/P8UeS>
9. Mathematical Expectation & Its Properties. ULR. <https://griml.com/GAfu0>
10. The Expected Value and Variance of Discrete Random Variables. ULR. <https://griml.com/b8oFZ>
11. Deriving the Mean and Variance of a Continuous Probability Distribution. ULR. <https://griml.com/DnKCs>
12. Overview of Some Discrete Probability Distributions. ULR. <https://griml.com/1XUDd>
13. An Introduction to the Normal Distribution. ULR. <https://griml.com/ziiCa>
14. Normal Distribution. ULR. <https://griml.com/3lnLt>
15. Measures of Variability. ULR. <https://griml.com/Fxc91>
16. Binomial distributions. ULR. <https://griml.com/1gcqF>
17. Deriving the Mean and Variance of a Continuous Probability Distribution. ULR. <https://griml.com/DnKCs>
18. Overview of Some Discrete Probability Distributions. ULR. <https://griml.com/1XUDd>
19. Classification of Random Process. ULR. <https://griml.com/ZTBff>
20. STATIONARY RANDOM PROCESS. ULR. <https://griml.com/PYuI4>
21. Ergodic process. ULR. <https://griml.com/6ehZm>
22. AUTO-CORRELATION FUNCTION OF A RANDOM PROCESS. ULR. <https://griml.com/gRzaa>

23. Properties of Auto correlation function of a random process. URL. <https://griml.com/2lfr0>
24. Cross Correlation Function Of a Random Processes. URL. <https://griml.com/29jQc>
25. Power Spectral Density (PSD) or Power Density Spectrum or Auto PSD of a Random Process. URL. <https://griml.com/DEVB3>
26. Василець Т. Ю. Статистичні методи дослідження автоматизованих систем управління : навч.-метод. посіб. для здобувачів вищої освіти ОС «бакалавр» денної та заоч. форм здобуття освіти спец. 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка. / Г. І. Канюк, Т. Ю. Василець О. О. Варфоломійєв ; Укр. інж.-пед. акад. ; Харків : УІПА, 2024. – 180 с.
27. Василець Т. Ю. Statistical methods of research of automated control systems = Статистичні методи дослідження автоматизованих систем управління : конспект лекцій для здобувачів вищої освіти ОС «бакалавр» денної та заоч. форм здобуття освіти спец. 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка. / Г. І. Канюк, Т. Ю. Василець О. О. Варфоломійєв ; Укр. інж.-пед. акад. ; Харків : УІПА, 2024. – 69 с. (текст англ. мовою)
28. Статистичні методи дослідження автоматизованих систем управління : метод. вказ. до проведення практичних занять. для студ. ОС «бакалавр» денної та заоч. форм навч. спец. 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 015 Професійна освіта (Електроніка, радіотехніка та телекомунікації) / Укр. інж.-пед. акад. ; упоряд. Т. Ю. Василець, О. О. Варфоломійєв. – Харків : [б. в.], 2019. – 97 с.
29. Статистичні методи дослідження автоматизованих систем управління : робоча програма, метод. вказ. та контрольні завдання для студ. ОС «бакалавр» заоч. форми навч. спец: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 015 Професійна освіта (Електроніка, радіотехніка та телекомунікації) / Укр. інж.-пед. акад. ; упоряд. Т. Ю. Василець, О. О. Варфоломійєв. – Харків : [б. в.], 2019. – 92 с.
30. Статистичні методи дослідження автоматизованих систем управління : метод. вказ. до проведення лабораторних робіт № 1,2 для студ. ОС «бакалавр» денної та заоч. форм навч. спец. : 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 015 Професійна освіта (Електроніка, радіотехніка та телекомунікації)/ Укр. інж.-пед. акад. ; упоряд. Т. Ю. Василець, О. О. Варфоломійєв. – Харків : [б. в.], 2019. – 24 с.
31. Статистичні методи дослідження автоматизованих систем управління : метод. вказ. до проведення лабораторних робіт № 3-5 для студ. ОС «бакалавр» денної та заоч. форм навч. спец. : 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 015 Професійна освіта (Електроніка, радіотехніка та телекомунікації) / Укр. інж.-пед. акад. ; упоряд. Т. Ю. Василець, О. О. Варфоломійєв. – Харків : [б. в.], 2019. – 24 с.
32. Статистичні методи дослідження автоматизованих систем управління : метод. вказ. до організації та планування самостійної роботи для студ. ОС «бакалавр» денної форми навч. спец 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 015 Професійна освіта (Електроніка, радіотехніка та телекомунікації) / Укр. інж.-пед. акад. ; упоряд. Т. Ю. Василець, О. О. Варфоломійєв. – Харків : [б. в.], 2019. – 32 с.

« _____ » 20 ____ p.