

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова Вченої ради ІХФ

\_\_\_\_\_ Панов Є.М.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 р.

## **ПРОГРАМА ВСТУПНОГО ІСПИТУ**

**третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти  
для здобуття наукового ступеня доктор філософії**

**ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ**      **15 Автоматизація та приладобудування**

**СПЕЦІАЛЬНІСТЬ**    **151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані  
технології**

Ухвалено Вченою радою ІХФ  
(протокол від «27» березня 2017 р. № 2)

Київ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
2017

## **РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:**

Жученко Анатолій Іванович, д.т.н., професор, завідувач  
кафедри автоматизації хімічних виробництв

---

Ковалюк Дмитро Олександрович, к.т.н., доцент, доцент  
кафедри автоматизації хімічних виробництв

---

Ярошук Людмила Дем'янівна, к.т.н., доцент, доцент кафедри  
автоматизації хімічних виробництв

---

## Розділ 1

### Теорія автоматичного управління

Основні поняття та визначення. Звичайне диференціальне рівняння, відповідні йому передатна функція, імпульсна, частотні характеристики та зв'язок між ними. Лінійні закони регулювання та їх характеристики. Стійкість лінійних систем та її зв'язок з коренями характеристичного рівняння. Критерії стійкості лінійної системи.

Кореневі годографи лінійних систем та їх властивості. Прямі показники якості замкнених систем, кореневі та інтегральні показники. Частотні показники якості систем та їх використання при налагодженні систем. Метод фазового простору при дослідженні нелінійних систем. Метод гармонічної лінеаризації та його застосування для дослідження коливних режимів у нелінійних системах. Інваріантність, автономність та особливості дослідження неодноконтурних систем.

Способи квантування неперервних сигналів. Види дискретних автоматичних систем. Математичний опис дискретних систем у часовій області. Формула згортки. Математичний опис дискретних систем у частотній області. Математичний опис ідеального квантувача. Властивості вихідного сигналу ідеального квантувача. Імпульсна теорема. Математичний опис процесів у цифровій ЕОМ та екстраполятора нульового порядку. Передатні функції дискретних систем. Передатна функція системи з керуючою ЕОМ у контурі управління.  $Z$ -передатна функція. Послідовне з'єднання ланок дискретних систем. Отримання  $Z$ -передатної функції з передатної функції неперервної системи.  $Z$ -передатна функція замкненої системи з цифровою ЕОМ. Обчислення реакції дискретної системи за її  $Z$ -передатною функцією. Види частотних характеристик дискретних систем, їх властивості та методи розрахунку. Поняття стійкості дискретних систем. Критерії стійкості.

Поняття про моделі у просторі станів. Рівняння стану неперервних та дискретних систем. Методи обчислення перехідної матриці стану. Одержання рівнянь динаміки в просторі станів із диференціальних та різницевих рівнянь. Теорема Ляпунова про стійкість. Стійкість лінійних дискретних систем. Визначення керованості і спостережуваності систем. Залежність керованості та спостережуваності систем від періоду квантування. Чутливість автоматичних систем. Поняття про спостерігачі стану. Найпростіший та асимптотичний спостерігачі повного порядку. Синтез спостерігача повного порядку за допомогою спряженої канонічної форми фазової змінної. Синтез спостерігача зниженого порядку.

Поняття про регулятори стану. Синтез регулятора стану за заданим розташуванням полюсів системи. Модальні регулятори стану та їх синтез. Регулятори стану з кінцевим часом установлення. Регулятори стану зі спостерігачами. Теорема розподілу для систем керування зі спостерігачем.

## Розділ 2

### Автоматизація технологічних процесів

Економічні, технічні та соціальні аспекти автоматизації виробництв. Основні задачі управління хіміко-технологічних виробництв.

Поняття замкненої та розімкненої АСР. Поняття комбінованої АСР. Поняття програмної та слідкуючої АСР. Поняття каскадної АСР. Поняття адаптивної АСР. Поняття оптимальної АСР. АСР прямої та непрямої дії. Статична та астатична АСР. Одновимірна та багатовимірна АСР. Автономна АСР.

## Розділ 3

### Оптимізація технологічних процесів і систем керування

Методологічні основи оптимізації. Постановка задачі оптимізації. Критерій оптимальності. Класифікації задач оптимізації. Способи формування зведеного критерію оптимальності. Оптимальність за Парето. Методи досліджених функцій класичного аналізу. Метод пошуку безумовних екстремумів. Матриця Гессе. Метод множників Лагранджа. Лінійне програмування з обмеженнями у вигляді рівностей і нерівностей. Умови Куна-Таккера. Загальна задача лінійного програмування (ЛП). Стандартна і канонічна форми задач ЛП. Симплекс-метод ЛП. Аналіз моделей ЛП на чутливість. Симплекс-множники. Прямі і двоїсті задачі ЛП. Подвійний симплекс-метод. Транспортна задача ЛП. Методи знаходження початкового бажаного рішення. Метод потенціалів. Класичні задачі варіаційного числення. Двоточкова крайова задача. Основна задача мінімізації. Рівняння Ейлера-Лагранжа. Умови трансверсальності. Лінійноквадратична оптимізація. Метод динамічного програмування. Оптимальне програмне керування. Оптимальне керування зі зворотнім зв'язком. Оптимальний лінійний регулятор. Введення інтегральної складової. Нелінійний регулятор. Оптимальне керування об'єктами з розподіленими параметрами. Необхідні умови оптимальності. Алгоритм градієнтного пошуку оптимального програмного керування. Задача про мінімальний час. Теорема про  $n$  інтервалів керування. Лінії та час переключення. Сингулярні розв'язки. Градієнтна процедура для розв'язку задачі. Динамічне програмування. Принцип оптимальності. Рекурентне співвідношення динамічного програмування. Рівняння Гамільтона-Якобі-Беллмана. Зв'язок динамічного програмування з принципом максимуму.

## Розділ 4

### Імітаційне моделювання

Сутність імітаційного моделювання і його місце у класифікації моделей технологічних об'єктів і систем керування. Технологічні етапи створення імітаційних моделей. Розкрити призначення і описати етап змістовного та концептуального опису імітаційної моделі. Закони розподілу випадкових величин, способи їх імітації в комп'ютерному експерименті. Поняття

кореляційного зв'язку між випадковими величинами, способи їх імітації у комп'ютерному експерименті. Автокореляційні функції випадкових процесів, способи їх імітації у комп'ютерному експерименті. Способи імітаційного моделювання засобами MathCAD випадкових величин із заданим законом розподілу ймовірностей. Основи роботи з пакетом Simulink системи MatLab для імітаційного моделювання випадкових процесів. Основи роботи з пакетом Simulink системи MatLab для імітаційного моделювання об'єктів керування. Створення нечітких моделей об'єктів керування у системі MatLab.

## Розділ 5

### Інтелектуальні системи та бази даних

Поняття штучного інтелекту (ШІ). Напрямки розвитку системи ШІ для автоматизації технологічних процесів. Способи організації роботи з експертами по отриманню знань: методи пасивного та активного опитування; визначення компетентності експертів. Поняття експертної системи. Назвати призначення, складові та види. Поняття експертної системи. Назвати етапи створення. Моделі знань для експертних систем. Поняття нечітких множин. Основи нечіткого моделювання. Нечіткі системи керування. Поняття та склад штучної нейронної мережі. Основи моделювання технологічних об'єктів за допомогою штучної нейронної мережі. Застосування штучних нейронних мереж у системах керування.

Поняття: база даних, банк даних, сховище даних, система керування базами даних (СКБД). Описати сутність та вказати різновиди моделей даних: інфологічну, фізичну. Сутність ER-моделі. Реляційні бази даних – основні поняття, пов'язані з їх структурою. Ключі РБД – первинні та зв'язків. Описати етапи створення реляційної бази даних. Призначення нормалізації реляційних баз даних. Назвати існуючі нормальні форми та вимоги до кожної з них. Назвати об'єкти СКБД MS Access та їхнє призначення. Назвати типи даних, передбачені у таблицях СКБД MS Access. Вказати спосіб їхнього задання. Назвати види запитів СКБД MS Access. Вказати способи їхнього створення. Назвати види форм СКБД MS Access. Вказати способи їхнього створення. Пояснити принципи роботи із засобами «конструктор» та «майстер» для створення таблиць, запитів, форм та звітів.

## Розділ 6

### Мікропроцесорна техніка та промислові контролери

Програмовані логічні контролери і розподілені системи контролю та збору даних. Графічні мови програмування контролерів стандарту IEC 61131-3. Текстові мови програмування контролерів стандарту IEC 61131-3. Організація промислових контролерних мереж та SCADA системи. Архітектура мікропроцесора. Система команд мікропроцесора та Асемблер. Шинна організація мікропроцесорних пристроїв. Дешифрація адреси. Організація переривань в мікропроцесорних системах. Режими передачі даних в

мікропроцесорних системах. Організація послідовної передачі даних в мікропроцесорних системах. Аналого-цифрове та цифро-аналогове перетворення. Запам'ятовуючі пристрої та інтерфейси вводу-виводу. Програмування мікропроцесорних систем. Функціонування, елементна база та основні компоненти мікропроцесорних засобів автоматизації.

### Критерії оцінювання

Вступне випробування проводять лише за затвердженим комплектом екзаменаційних білетів. Відмова студента від написання вступного випробування за екзаменаційним білетом атестується як незадовільна відповідь.

Під час вступного випробування дозволяється користуватися ручкою та листами вступного випробування. При виявленні факту використання недозволених матеріалів екзаменаційна комісія має право припинити випробування і виставити незадовільну оцінку.

Для написання вступного випробування надається не більше 90 хвилин.

Письмові роботи вступного випробування оцінюють за системою ECTS (100-бальною шкалою).

Повна, правильна та обґрунтована відповідь на питання екзаменаційного білету, який складається з трьох питань, оцінюється такою кількістю балів:

- перше питання –  $R_1=35$  балів;
- друге питання –  $R_2=35$  балів;
- третє питання –  $R_3=30$  балів,

де  $R_1, R_2, R_3$  - значення рейтингу за відповідно перше, друге, третє питання екзаменаційного білету вступного випробування.

Підставами для зниження рейтингу є:

- неповна відповідь на питання екзаменаційного білету (-5 балів);
- неточності у моделюванні процесів, виведенні рівнянь, формулюваннях термінів, правил, законів (-3 бали);
- відсутність обґрунтування наведених висновків (-5 балів);
- недостатня здатність до аналізу фактів, інтерпретування схем, графіків (-5 балів);
- нечітке, непослідовне викладення матеріалу (- 3 бали);
- неправильна відповідь на питання екзаменаційного білету (0 балів).

Сумарна кількість балів набраних вступником за фахове випробування (значення рейтингу фахового вступного випробування  $R=R_1+R_2+R_3=35+35+30=100$  балів). Рейтингові бали переводяться у традиційну оцінку.

<i>Rd</i>	Оцінка ECTS	Числове значення	Традиційна оцінка
95 ..100	A	5	відмінно
85 .. 94	B	4,5	добре
75 .. 84	C	4	
65 .. 74	D	3,5	задовільно
60 .. 64	E	3	
< 60			незадовільно

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического регулирования - Спб.: Профессия, 2003 - 752 с.
2. Дорф Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832с., ISBN 5-93208-119-8
3. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления: Учебник / Под ред. Н.Д. Егупова, издание 2-ое, стереотипное. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.-744с.
4. Жученко А.І., Ярощук Л.Д. Спеціальні розділи математики для дослідження комп'ютерних систем: Навч. посіб. - К.:ІВЦ «Видавництво “Політехніка”», 2002.-208с.
5. Стефани Е.П. Основы построения АСУТП. – М.: Энергия, 1982. – 352 с.
6. Зайченко Ю. П. Основи проектування інтелектуальних систем : навч. посіб. / Київ: Слово, 2004, 352с.
7. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплотехническими процессами.: Учебник для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 296с.
8. Голубятников В.А, Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в химической промышленности. – М.: Химия, 1985. – 375 с.
9. Рей М. Методы управления технологическими процессами. - М.: Мир. 1983.-368с.
10. Автоматическое управление в химической промышленности: Учебник для вузов/Под ред. Е.Г.Дудникова. – М.: Химия, 1987. – 368 с.
11. Жученко А.І., Кваско М.З., Кубрак Н.А. Ідентифікація динамічних характеристик. Комп'ютерні методи. - К.: Вид. відд. КЛТКМ та М., 2001. - 182с.
12. Остапенко Ю.О. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів керування./ К.: Задруга, 1999. - 424с.
13. Кубрак А.І., Жученко А.І., Кваско М.З. Комп'ютерне моделювання та ідентифікація автоматичних систем. – К., “Політехніка”, 2004.
14. Коржик М.В. Моделювання об'єктів та систем керування засобами MatLab / Навч. посібн. для студентів вищих навч. закл. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 174 с.
15. Ладиев Р.Я., Остапенко Ю.А., Кубрак А.И., Кваско М.З. Математическое описание объектов с распределенными параметрами. – Киев, изд-во КПИ, 1974.
16. Основи проектування баз даних: навч. посіб. / А. І. Жученко, Л.Д. Ярощук. – К.:НТУУ «КПІ», 2015. - 158 с.
17. Фрэнкс Р. Математическое моделирование в химической технологии. – М., Химия, 1971.

18. Бояринов Л.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии. – М., Химия, 1975.
19. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рэгсдел К. Оптимизация в технике: В 2-х кн. – М.: Мир, 1986 – 349 с.
20. Гил Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация – М.: Мир, 1985. – 509с.
21. Ладієва Л.Р. Оптимальне керування системами. Навчальний посібник. - К.: НМЦ ВО, 2000.-187с.
22. Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах: Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 323с.
23. Гроп. Методы идентификации систем. М.: Мир. 1979. - 302с.
24. Эйкофф П. Основы идентификации систем управления. –М., Мир, 1975.
25. Таха Х.А. Введение в исследование операций – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005 – 912с.
26. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій: підручник.– К.: Вид. дім "Слово", 2006 – 816с.
27. Хант Э. Искусственный интеллект. – М.: Мир, 1978.- 558с.
28. Сигеру Омату, Нейроуправление и его приложения / Сигеру Омату, Марзуки Халид, Рубия Юсоф – М.: ИПРЖР, 2000. – 272 с. – ISBN: 5-93108-006-6.
29. Хайкин Саймон Нейронные сети: полный курс, 2е издание / Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. 1104 с.
30. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Высш. шк., 2001.–575 с.
31. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. –М.: Высш. шк., 2000. – 479 с.
32. Айвазян С. А. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных. Справочное изд. / С. А. Айвазян, И. С. Енюков, Л. Д. Мешалкин. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 471с.
33. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004.–336с.