

**Національний технічний університет Україна  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Голова Предметної комісії  
Гарант освітньої програми  
Анатолій ЖУЧЕНКО

« 31 » « січня » 2022 р.

**ПОГОДЖЕНО:**

Проректор з навчальної роботи  
Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

\_\_\_\_\_

м.п.

« \_\_\_\_ » « \_\_\_\_\_ » 2022 р.

**ПРОГРАМА  
ВСТУПНОГО ІСПИТУ  
для здобуття наукового ступеня доктор філософії  
за спеціальністю  
151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології**

**Програму рекомендовано вченими радами  
інженерно-хімічного, приладобудівного, теплоенергетичного факультетів**

## Зміст

1. Загальні відомості
2. Питання, що виносяться на вступне випробування
3. Навчально-методичні матеріали
4. Рейтингова система оцінювання
5. Приклад екзаменаційного білету

## I. Загальні відомості

Вступний іспит на навчання для здобуття наукового ступеня доктор філософії спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» проводиться для тих вступників, які мають ступень магістра\*.

Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» відповідає місії та стратегії КПІ ім. Ігоря Сікорського, за якою стратегічним пріоритетом університету є фундаменталізація підготовки фахівців. Особливості освітньої програми враховані шляхом обрання відповідних розділів програми вступного іспиту. Проведення вступного випробування має виявити рівень підготовки вступника з обраної для вступу спеціальності.

Завдання вступного випробування складається з трьох питань.

Вступне випробування зі спеціальності проводиться у формі письмового екзамену.

Для написання вступного випробування надається не більше 90 хвилин

Інформація про правила прийому на навчання та вимоги до вступників освітньої програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» наведено в розділі «Вступ до аспірантури» на веб-сторінці аспірантури та докторантури КПІ ім. Ігоря Сікорського за посиланням <https://aspirantura.kpi.ua/>

## II. Питання, що виносяться на вступне випробування

### Розділ 1

#### Теорія автоматичного управління

1. Диференціальне рівняння, перетворення Лапласа та його застосування для дослідження динамічних систем, визначення передатної функції.
2. Лінеаризація диференціальних рівнянь, властивості лінеаризованого рівняння.
3. Поняття динамічної ланки. Пропорційна, аперіодична, коливальна динамічні ланки. Їх передатні функції та перехідні характеристики.
4. Передатні функції типових з'єднань динамічних ланок: послідовне та паралельне з'єднання, ланка, охоплена зворотнім зв'язком. Передатна функція розімкненої та замкненої системи.
5. Лінійні закони регулювання та їх характеристики. Вимоги до перехідного процесу.
6. Стійкість лінійних систем та її зв'язок з коренями характеристичного рівняння. Алгебраїчний критерій стійкості Гурвіца.
7. Стійкість лінійних систем, частотні критерії Михайлова та Найквіста.
8. Показники якості замкнених систем керування, інтегральні показники.
9. Методи налаштування параметрів регуляторів.
10. Способи квантування неперервних сигналів, математичний опис ідеального квантувача.
11. Властивості дискретних сигналів, Теорема Котельникова.
12. Види дискретних автоматичних систем.
13. Дискретне перетворення Лапласа, z-перетворення, дискретні передатні функції.
14. Імпульсна теорема. Математичний опис процесів у цифровій ЕОМ та екстраполятора нульового порядку.
15. Передатні функції дискретних систем. Передатна функція системи з керуючою ЕОМ у контурі управління. Z-передатна функція.
16. Поняття стійкості дискретних систем. Критерії стійкості.
17. Поняття про моделі у просторі станів, рівняння стану неперервних та дискретних систем. Методи обчислення перехідної матриці стану.
18. Одержання рівнянь динаміки в просторі станів із диференціальних та різницевих рівнянь.
19. Теорема Ляпунова про стійкість. Стійкість лінійних дискретних систем. Визначення керованості і спостережуваності систем.

20. Залежність керованості та спостережуваності систем від періоду квантування.

21. Чутливість автоматичних систем. Поняття про спостерігачі стану. Найпростіший та асимптотичний спостерігачі повного порядку.

22. Синтез регулятора стану за заданим розташуванням полюсів системи. Модальні регулятори стану та їх синтез.

23. Регулятори стану з кінцевим часом устанавлення.

24. Регулятори стану зі спостерігачами. Теорема розподілу для систем керування зі спостерігачем.

25. Синтез стохастичних оптимальних систем керування. Оптимальне керування за неповної інформації про стан об'єкту, фільтр Калмана-Бьюсі.

## Розділ 2

### Проектування та експлуатація систем керування

1. Представлення систем керування у вигляді структурних схем, фундаментальні принципи керування та приклади їх реалізації. Класифікація систем керування.

2. Схеми автоматизації – принципи побудови, спрощений та розгорнутий способи виконання, правила зображення позиційних позначень приладів і засобів автоматизації.

3. Поняття, структура, основні функції та класифікація САПР.

4. Основні етапи життєвого циклу виробів – роль САПР.

5. Поняття програмної, слідкуючої та каскадної системи керування.

6. Системи прямої та непрямої дії, статична та астатична системи керування.

7. Поняття робастної системи. Принцип стабілізації за допомогою скалярного коефіцієнта підсилення в колі зворотного зв'язку, переваги і недоліки.

8. Поняття робастної системи. Принцип стабілізації методом D - розбиття площини параметрів, переваги і недоліки.

9. Поняття адаптивної системи. Основні типи невизначеності параметрів об'єкта, основні класи адаптації.

10. Алгоритм адаптивного модального регулятора.

11. Сучасні вимоги до якості роботи систем. Поняття про технічну діагностику, її особливості, призначення, види. Тестова технічна діагностика

12. Функціональна діагностика, її особливості, призначення і різновиди.

### Розділ 3

#### Оптимізація технологічних процесів та систем керування

1. Постановка задачі оптимізації, критерій оптимальності, класифікація задач оптимізації.
2. Загальна задача лінійного програмування, симплекс-метод.
3. Цілочисельні задачі лінійного програмування, метод гілок та меж.
4. Транспортна задача лінійного програмування, метод потенціалів.
5. Теорія графів, алгоритм пошуку найкоротшого шляху.
6. Чисельні методи пошуку безумовного екстремуму, градієнтні методи.
7. Чисельні методи пошуку умовного екстремуму, метод штрафних функцій.
8. Постановка задачі варіаційного числення.
9. Принцип максимуму Понтрягіна, синтез оптимальних систем на його основі.
10. Оптимальне керування зі зворотнім зв'язком, оптимальний лінійний регулятор.
11. Проектування оптимального лінійно-квадратичного регулятора.
12. Алгоритм градієнтного пошуку оптимального програмного керування.
13. Метод динамічного програмування, синтез оптимальних систем на його основі

### Розділ 4

#### Моделювання об'єктів та систем керування

1. Аналітичний та експериментальний підходи для отримання математичних моделей, використання теорії планування експерименту при моделюванні.
2. Сутність імітаційного моделювання і його місце у класифікації моделей технологічних об'єктів і систем керування.
3. Основні вимоги, які пред'являються до математичних моделей. Етапи створення імітаційних моделей.
4. Методологія системного аналізу, система та модель, відношення, класифікація моделей.
5. Статистична обробка результатів експерименту. Апроксимація. Постановка задачі. Суть методу найменших квадратів. Похибки апроксимації.
6. Інтерполяційні поліноми Ньютона та Лагранжа.
7. Визначення передатної функції об'єкту за його перехідною характеристикою, метод площ.

8. Чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь.
9. Моделювання об'єктів з розподіленими параметрами, метод кінцевих різниць.
10. Закони розподілу випадкових величин, способи їх імітації в комп'ютерному експерименті.
11. Числові характеристики випадкової величини. Визначення математичного сподівання, коефіцієнта асиметрії та ексцесу. Властивості математичного сподівання.
12. Основи регресійного аналізу. Вибір та кодування факторів.
13. Поняття кореляційного зв'язку між випадковими величинами, способи їх імітації у комп'ютерному експерименті.
14. Автокореляційні функції випадкових процесів, способи їх імітації у комп'ютерному експерименті.

## Розділ 5

### Інтелектуальні системи

1. Поняття штучного інтелекту (ШІ), застосування методів ШІ в системах керування.
2. Поняття експертної системи, основні складові, моделі знань для експертних систем.
3. Поняття нечітких множин, функції належності, алгоритми нечіткого логічного виводу.
4. Нечіткі системи керування, структура нечітких регуляторів.
5. Поняття та принцип роботи штучної нейронної мережі.
6. Нейронні мережі прямого поширення сигналу (персепрон) – структура, алгоритм навчання.
7. Задачі, що розв'язуються нейронними мережами в системах керування.
8. Задачі аналізу даних, класифікація, регресія, кластеризація.
9. Методи розв'язання задачі класифікації: найближчого сусіда, опорних векторів, нейронних мереж. Переваги та недоліки.

## Розділ 6

### Технічні та програмні засоби систем керування

1. Класифікація, призначення та основні групи технічних засобів автоматизації.
2. Принципи перетворення фізичних величин в електричні, основні види та характеристики вимірювальних перетворювачів.

3. Основні види сучасних виконавчих механізмів та методики їх вибору.
4. Програмовані логічні контролери і розподілені системи контролю та збору даних.
5. Графічні та текстові мови програмування контролерів стандарту ІЕС 61131-3.
6. Архітектура мікропроцесора, система команд та асемблер.
7. Режими передачі даних в мікропроцесорних системах.
8. Організація промислових контролерних мереж.
9. Організація послідовної передачі даних в мікропроцесорних системах.
10. Аналого-цифрове та цифро-аналогове перетворення.
11. Запам'ятовуючі пристрої та інтерфейси вводу-виводу.
12. Методології розробки програмного забезпечення, Agile, SCRUM.
13. Основні поняття реляційних баз даних, СУБД, мова запитів SQL.
14. Нормалізація відношень в реляційних баз даних, перша, друга і третя нормальні форми. Організація зв'язку між таблицями баз даних, ключі.
15. Характеристики та функціональні можливості SCADA систем.
16. Протоколи обміну що використовуються в SCADA системах.
17. Технологія OPC - принципи і переваги.



### III. Навчально-методичні матеріали

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., Ярошук 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. Основы проектування інтелектуальних систем : навч. посіб. / Київ: Слово, 2004, 352с.
7. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплотенергетическими 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. Основы проектування баз даних: навч. посіб. / А. І. Жученко, Л.Д. Ярошук. – 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.

#### IV. Рейтингова система 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.

Початковий рейтинг абітурієнта за екзамен розраховується виходячи із 100-бальної шкали. При визначенні загального рейтингу вступника початковий рейтинг за екзамен перераховується у 200-бальну шкалу за відповідною таблицею.

Письмові роботи вступного випробування оцінюють за 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).



## **V. Приклад екзаменаційного білету**

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Освітній ступінь - доктор філософії

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

### **ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1**

1. Диференціальне рівняння, перетворення Лапласа та його застосування для дослідження динамічних систем, визначення передатної функції.
2. Метод динамічного програмування, синтез оптимальних систем на його основі.
3. Архітектура мікропроцесора, система команд та асемблер.

Затверджено  
Гарант освітньої програми

Анатолій ЖУЧЕНКО

## **РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:**

**Жученко Анатолій Іванович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технічних та програмних засобів автоматизації

**Ковалюк Дмитро Олександрович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічних та програмних засобів автоматизації

**Волощук Володимир Анатолійович**, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри автоматизації теплоенергетичних процесів

**Смирнов Володимир Сергійович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматизації теплоенергетичних процесів

**Тимчик Григорій Семенович**, доктор технічних наук, професор, декан приладобудівного факультету

**Колобродов Валентин Георгійович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем

**Бурау Надія Іванівна**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем

**Куц Юрій Васильович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматизації та систем неруйнівного контролю

## Програму рекомендовано:

Вченою радою інженерно-хімічного факультету

Голова вченої ради \_\_\_\_\_ Євген ПАНОВ

протокол № 1 від « 31 » « січня » 2022 р.

Вченою радою приладобудівного факультету

Голова вченої ради \_\_\_\_\_ Григорій ТИМЧИК

протокол № 1/22 від « 31 » « січня » 2022 р..

Вченою радою теплоенергетичного факультету

Голова вченої ради \_\_\_\_\_ Євген ПИСЬМЕННИЙ

протокол № 6 від « 31 » « січня » 2022 р.