

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Директор ММІ  
(посада)

\_\_\_\_\_ М.І. Бобир  
(підпис) (ініціали, прізвище)  
“ ” \_\_\_\_\_ 2011р.

***НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ***

“Теорія автоматичного управління технологічними системами”  
(назва дисципліни)

для напрямів підготовки (спеціальностей):

напряом 050502 - інженерна механіка  
(шифри та назви напрямів, спеціальностей)

Ухвалено методичною  
комісією механіко-машинобудівного  
інституту

\_\_\_\_\_  
(назва факультету, інституту)

Протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2011р.

Голова методичної комісії  
\_\_\_\_\_  
(підпис) С.П. Гожій  
(ініціали, прізвище)

Програму рекомендовано кафедрою  
Технології машинобудування  
(назва кафедри)

\_\_\_\_\_  
(протокол №, дата)

Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_  
(підпис) Ю.В. Петраков  
(ініціали, прізвище)

Київ – 2011

## I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

”Теорія автоматичного управління технологічними системами” - навчальна дисципліна, яка входить до циклу професійно-орієнтованих дисциплін за переліком програми, яка є складовою частиною освітньо-професійної програми вищої освіти за професійним спрямуванням 050502 - "Інженерна механіка".

Мета викладання цієї дисципліни – дати важливий обсяг актуальних технічних знань і практичних навичок з аналізу та синтезу систем та об’єктів автоматичного управління та, головне, сформувані у студентів системний підхід, що дозволить легко адаптуватись у різних сферах інженерної діяльності і навіть в економічних проблемах та менеджменті, що є надзвичайно важливим на сучасному етапі.

Дисципліна «Теорія автоматичного управління технологічними процесами» є загально інженерною дисципліною і вивчається студентами всіх інженерних спеціальностей. Тому вона викладається у класичному варіанті, але повністю адаптується до майбутньої спеціальності студента. Виходячи з цієї концепції розглядаються не тільки основи аналізу та синтезу систем автоматичного управління, а й застосування цього універсального математичного апарату до моделювання, аналізу і синтезу об’єктів металообробки, що управляються.

Курс складається з лекційних, практичних та лабораторних занять та курсової роботи. Дисципліна спирається на курси “Вища математика”, “Інформатика”, “Теорія різання”, “Електротехніка та електроніка”, “Гідравліка” та готує студентів до найкращого засвоєння матеріалу курсів “Основи автоматизації машинобудування”, Технологічні процеси для верстатів з ЧПУ”, “САПР технологічних процесів”, дипломного проектування тощо.

Форма навчання	Семестри	Всього кред./годин	Розподіл навчального часу за видами занять <sup>1</sup>					СРС	Семестрова атестація
			Лекції	Практичні заняття	Семінари	Лабораторні роботи	Комп’ютерний практикум		
Денна	6	5/180	54				18	108	екз., зал
Заочна	9,10	5/180	20				8		екз., зал

## II. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Тема №1. Основні поняття та визначення. Класифікація систем автоматичного управління. Система автоматичного управління (САУ); об'єкт, що управляється; вхідні та управляючі впливи, збурення; управління за помилкою та за збуренням; принцип зворотного зв'язку; замкнені та розімкнені системи. Дискретні та аналогові системи; лінійні та нелінійні системи, системи прямої та непрямої дії, одномірні та багатомірні системи, адаптивні системи, тощо. Процес різання в замкненій технологічній оброблювальній системі (ТОС).

*Література:* [1], с.5-11; [3], с.9-24; [5], с.8-21; [6], с.9-18.

Тема №2. Математичні моделі систем та об'єктів автоматичного управління. Форми запису математичних моделей; методи складання математичних моделей, стандартні форми запису, лінеаризація, перетворення Лапласу і передаточні функції, функціональні та структурні схеми, правила перетворення структурних схем. Функціональна і структурна схеми САУ і процесу різання в замкненій ТОС.

*Література:* [3], с.49-52; [4], с.33-40; [5], с.22-38; [6], с.18-46; [9], с.42-54.

Тема №3. Типові динамічні впливи та характеристики систем і об'єктів. Типові динамічні впливи у формі східчастого сигналу, імпульсного сигналу, гармонічного сигналу; перехідна характеристика, методи отримання перехідної характеристики при аналізі та синтезі систем; частотні характеристики; частотні передаточні функції; амплітудно-частотна, фазово-частотна та амплітудно-фазово-частотна характеристика; логарифмічні частотні характеристики; діаграми Найквіста, Бода та Блека; методи побудови частотних характеристик складних систем.

*Література:* [3], с.168-187; [4], с.59-78; [5], с.39-66.

Тема №4. Моделювання систем автоматичного управління та об'єктів на ЕОМ. Принципи та методи моделювання; практичне застосування методів чисельного інтегрування систем і об'єктів; одно кроковий метод Ейлера, метод Рунге-Кутта 4-го порядку; підготовка математичних моделей до моделювання на ЕОМ; електродинамічні аналогії та моделювання на аналогових обчислювальних машинах; моделювання об'єктів, що управляються. Застосування сучасних пакетів прикладних програм для моделювання систем машинобудування.

*Література:* [3], с.187-200; [5], с.81-100.

Тема №5. Типові динамічні елементи систем та об'єктів автоматичного управління. Поняття типового динамічного елемента; безінерційні елементи, аперіодичні елементи першого та другого порядку, коливальні елементи, диференціюючі та інтегруючі елементи, запізнюючі елементи; використання

типових динамічних елементів при складанні математичних моделей систем та об'єктів автоматичного управління металообробки у вигляді структурних схем; отримання характеристик складних систем, що складаються з типових динамічних елементів.

*Література:* [3], с.56-93; [4], с.49-59; [5], с.59-66.

Тема №6. Оцінка якості систем та об'єктів автоматичного управління. Сталість, поняття та критерії оцінки – алгебраїчний критерій Гурвиця та частотний критерій Найквіста; запас сталості за амплітудою та за фазою, оцінка сталості за допомогою логарифмічних частотних характеристик розімкненої системи; швидкодія та точність; оцінка швидкодії за перехідною характеристикою; оцінка швидкодії і запасу сталості кореневими методами; коефіцієнти помилок.

*Література:* [3], с.201-239; [4], с.101-150; [5], с.101-126; [8], с.94-136.

Тема №7. Методи підвищення якості. Загальні принципи проектування та синтезу систем; САПР САУ; методи підвищення точності; підвищення порядку астатизму; закони управління – пропорційно-інтегральні, пропорційно-диференціальні та ПД-регулятори; інваріантність та комбіноване управління; застосування неединичного зворотного зв'язку; підвищення сталості систем; коректуючі елементи та їх синтез; частотні методи аналізу якості і синтезу систем; номограми Хола, синтез систем за допомогою діаграми Блека.

*Література:* [4], с.175-189; [5], с.126-154; [13], с.176-200.

Тема №8. Метод подання систем за допомогою змінних стану. Змінні стану і рівняння стану. Перехідна матриця і рішення рівняння стану. Три форми запису математичних моделей – за допомогою диференціальних рівнянь, передаточних функцій та змінних стану. Поняття систем, що спостерігаються і управляються, систем, що спостерігаються, але не управляються, систем, що не спостерігаються і не управляються, систем, що не спостерігаються, але управляються.

*Література:* [4], с.82-100; [5], с.66-79.

Тема №9. Стохастичні процеси в технічних системах. Основні положення теорії стохастичних (випадкових) процесів. Характеристики стохастичних процесів – кореляційна функція та спектральна густина процесу. Проходження стохастичного сигналу через лінійну технічну систему. Знаходження параметрів стохастичного вихідного параметра системи за заданим стохастичним вхідним параметром. Елементи синтезу стохастичних систем.

*Література:* [3], с.133-160; [14], с.99-123; [15], с.97-110.

Тема №10. Методи управління, що реалізуються в технологічних системах обробки металів різанням, у тому числі за допомогою САП на верстатах з ЧПУ.

Аналіз процесу формоутворення на верстатах з ЧПУ; корекція еквідистанти за поточною інформацією; корекція еквідистанти за апіорною інформацією; корекція еквідистанти за апостеріорною інформацією; управління режимами різання за апіорною та за поточною інформацією; комбіновані методи управління режимами та корекція еквідистанти; система автоматизованого програмування (САП) як засіб управління процесом обробки на верстатах з ЧПУ.

*Література:* [1], с.83-196; [2], с.23-117; [5], с.154-168; [7], с.56-94; [10], с.8-142; [11], с.96-174; [12], с.156-168.

### **III. ПРИБЛИЗНА ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ (СЕМІНАРСЬКИХ) ЗАНЯТЬ**

- Тема 1. Розробка функціональних схем систем та об'єктів автоматичного регулювання за їх принциповими схемами та описом функціонування.
- Тема 2. Лінеаризація нелінійних залежностей (зокрема сили різання та її складових) та оцінка точності цієї операції.
- Тема 3. Побудова логарифмічних частотних характеристик складних систем графоаналітичним методом.
- Тема 4. Визначення сталості та оцінка якості систем та об'єктів машинобудування за їх математичними моделями.
- Тема 5. Розрахунки точності та оцінка швидкодії систем.

### **IV. ПРИБЛИЗНИЙ ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ПРАКТИКУМІВ**

- Лаб.1. Експериментальне дослідження частотних характеристик систем та об'єктів автоматичного управління.
- Лаб.2. Будування характеристик типових динамічних елементів за допомогою прикладних програм на ЕОМ.
- Лаб.3. Моделювання об'єктів автоматичного управління та отримання і аналіз їх характеристик на ЕОМ.
- Лаб.4. Вибір параметрів динамічного компенсатора коливань за допомогою прикладної програми на ЕОМ.
- Лаб.5. Моделювання складних систем металообробки за допомогою сучасних пакетів прикладних програм.

### **V. РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА**

Мета розрахунково-графічної роботи – засвоєння теоретичних знань та набуття практичних навичок по розрахунку систем автоматичного управління об'єктами в машинобудуванні. Кожен студент отримує індивідуальне завдання

на розробку конкретної системи автоматичного управління, оцінку її сталості та якості і відповідну корекцію у разі необхідності. Усі розрахунки виконуються на ЕОМ в інтерактивному режимі із застосуванням прикладної програми LAB2 або стандартних пакетів Matlab. Обсяг РГР – розрахунково-пояснювальна записка (22 –25 аркушів формату А4). Темі РГР – максимально наближені до майбутньої спеціальності студента: ”Система автоматичного управління поперечним супортом токарного верстату з ЧПУ”, “Система автоматичного управління повздовжньою подачею при точінні”, Система автоматичного дистанційного управління маніпулятором”, Система автоматичного управління поворотом робочого органу промислового робота”, “Система автоматичного регулювання розміру деталі на безцентрово-шліфувальному верстаті” тощо. Курсова робота повинна містити: вихідну схему заданої САУ, функціональну та структурну схеми, визначення передаточних функцій, визначення сталості, оцінка якості, перехідну характеристику, висновки.

## **VI. КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ**

Рекомендується загальна кількість контрольних (модульних) робіт з дисципліни – 2 та їх наступний розподіл за темами: теми 1-5 - перший модульний контроль, теми 6-9 - другий модульний контроль. Основні цілі контрольних (модульних) робіт – перевірка засвоєння теоретичного матеріалу, вміння застосовувати його для вирішення практичних завдань.

## **VII. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

Робочі навчальні плани мають складатися у відповідності до кількості годин та кредитних модулів, запланованих для вивчення дисципліни. Проте, основні розділи, зазначені в навчальному плані повинні бути розкриті у повному обсязі.

## **VIII. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ**

*Основна:*

1. Петраков Ю.В., Драчев О.И. Теория автоматического управления технологическими системами. Учебное пособие для вузов / М.: Машиностроение, 2008. – 336 с. + CD.
2. Петраков Ю.В. Автоматичне управління процесами обробки матеріалів різанням / Київ.: УкрНДІАТ, 2004. – 383 с. + CD.
3. Адаптивное управление технологическими процессами / Ю.М.Соломенцев, В.Г.Митрофанов, С.П.Протопопов и др. – М.: Машиностроение, 1980. – 536 с.

4. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования.- М.: Наука, 1975.-768 с.
5. Солодовников В.В., Плотников В.Н., Яковлев А.В. Основы теории и элементы систем автоматического регулирования. Учебное пособие для вузов.- М.: Машиностроение, 1985.- 536 с.
6. Петраков Ю.В. Теорія автоматичного управління в металообробці: Навч. Посібник. – К.: ІЗМН, 1999. – 212 с.
7. Петраков Ю.В. Методичні вказівки до виконання лабораторно-комп'ютерного практикуму з дисципліни «Теорія автоматичного управління технологічними системами», Політехніка, Київ.-2005.-40с.
8. Петраков Ю.В. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Теорія автоматичного управління технологічними системами», Політехніка, Київ.-2007.-42с.

*Додаткова:*

1. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем.- М.: Машиностроение, 1978.- 736 с.
2. Интерактивная система автоматизированной подготовки программ для станков с ЧПУ / Ю.Н.Камаев, Ю.В.Шевчук, С.Ю.Плотников и др.– К.: Техніка, 1992.- 142 с.
3. Левин А.И. Математическое моделирование в исследованиях и проектировании станков.- М.: Машиностроение, 1978.- 184 с.
4. Невельсон М.С. Автоматическое управление точностью обработки на металлорежущих станках.- Л.: Машиностроение, 1980.- 184 с.
5. Палк К.И. Системы управления механической обработкой на станках.- Л.: Машиностроение, 1984.-178 с.
6. Тверской М.М. Автоматическое управление режимами обработки деталей на станках. – М.: Машиностроение, 1982. – 208 с.
7. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування. - Либідь, 1997. – 544 с.

Навчальна програма складена на основі освітньо-професійної програми СВО для напряму підготовки 050502 – Інженерна механіка

Розробник програми  
Завідувач кафедри технології машинобудування  
Національного технічного університету України  
„Київський політехнічний інститут”,  
д.т.н., проф.,

**Ю.В. Петраков**