

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

**Факультет біотехнології і біотехніки**

Інститут / факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан ФБТ

(назва інституту/факультету)

\_\_\_\_\_

(підпис)

О.М. Дуган

(ініціали, прізвище)

«24» червня 2016 р.

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ І  
БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ**

(назва навчальної дисципліни)

**ПРОГРАМА**

**навчальної дисципліни**

підготовки

спеціаліст

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

галузі знань

13 – Механічна інженерія

(шифр і назва)

Спеціальності

133 – Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

Спеціалізації Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв

(шифр за ОПП 3/с)

Ухвалено методичною комісією

ФБТ

(назва інституту/факультету)

Протокол від 24.06.2016р. № 10

Голова методичної комісії

Галкін О.А.

\_\_\_\_\_

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«24» червня 2016 р.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Зав. каф. біотехніки та інженерії, д.т.н., проф.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Мельник Вікторія Миколаївна

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Програму затверджено на засіданні кафедри біотехніки та інженерії  
(повна назва кафедри)

Протокол від «29» червня 2016 року № 14

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис) В.М. Мельник  
(ініціали, прізвище)

«30» червня 2016 р.

## Вступ

Програму навчальної дисципліни

**Автоматизація фармацевтичних і**

(назва назва навчальної дисципліни)

### **біотехнологічних виробництв**

відповідно до освітньо-професійної програми другого рівня вищої освіти ступеня

**спеціаліст**

(назва ОКР)

Галузі знань 13 – Механічна інженерія

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Спеціалізації Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв

Навчальна дисципліна належить до циклу **професійної підготовки**

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна ґрунтується на знаннях, одержаних студентами при вивченні навчальних дисциплін “Вища математика”, “Фізика”, “Теоретична механіка”, “Гідравліка, гідро- та пневмопривод”, “Теоретичні основи теплотехніки” та “Електротехніка та основи електроніки”, а також “Теорія автоматичного керування”

### **1. Мета та завдання навчальної дисципліни**

1.1. Мета навчальної дисципліни.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів **компетентності:**

Код	Компетентності	Зміст підготовки
<b>Виробничо-технологічна діяльність</b>		
ПК-7с	<u>Здатність</u> інтегрувати знання з різних сфер інженерної діяльності для вирішення комплексних практичних завдань з глибоким розумінням застосовності технологій і методів інженерної діяльності з урахуванням їх обмежень	<u>Знання</u> основних конструкцій машин та апаратів, типових вузлів і деталей та вимог до них <u>Уміння</u> підготовлювати технічні завдання на розробку проектних рішень, розробити ескізні, технічні і робочі проекти технічних розробок з використанням засобів автоматизації проектування та передового досвіду розробки конкурентоздатних виробів, приймати участь в розгляді різноманітної технічної документації, підготовлювати необхідні огляди, відгуки, висновки
<b>Організаційно-управлінська діяльність</b>		
ПК-14с	<u>Здатність</u> готувати вихідні дані для вибору й обґрунтування науково-технічних і організаційних рішень на основі економічних розрахунків	<u>Знання</u> сучасних тенденції розвитку фармацевтичної галузі у використанні ефективного устаткування <u>Уміння</u> моделювати та втілювати задачі по оптимізації виробничого процесу

## 2. Структура навчальної дисципліни

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 150 годин/5 кредитів ECTS.

Рекомендований розподіл навчального часу

Форма навчання	Кредитні модулі	Всього		Розподіл навчального часу за видами занять				Семестрова атестація
		кредитів	годин	Лекції	Практичні (семінарські) заняття	Лабораторні роботи (комп'ютерні практикуми)	СРС	
Денна	Всього	5	150	36	18	18	78	екзамен
Заочна	Всього	5	150	12	4	4	130	екзамен

## 3. Зміст навчальної дисципліни

### РОЗДІЛ I. АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

**Тема 1.1.** Структура систем автоматизації фармацевтичного і мікробіологічного виробництв.

Загальні поняття. Задачі систем автоматизації фармацевтичного і мікробіологічного виробництв. Основні задачі систем автоматизації технологічним процесом. Структура та компоненти систем автоматизації. Змінні систем автоматизації та їх фізико-хімічна природа. Локальні автоматизовані системи регулювання (АСР). Класифікація АСР. Приклади локальних систем автоматизації технологічним процесом. Формулювання вимог до технічних засобів АСР.

**Тема 1.2.** Розрахункові схеми, математичні моделі та характеристики технологічних об'єктів керування.

Математичні моделі типового технологічного обладнання. Загальні поняття про математичні моделі технологічних процесів. Спрощені моделі основних технологічних процесів. Моделі масообмінних процесів. Моделі теплових процесів. Моделі ферментативних процесів. Моделі культивування мікроорганізмів. Моделі мікробіологічних процесів в типових технологічних апаратах. Типове технологічне обладнання фармацевтичного та мікробіологічного виробництв. Спрощені математичні моделі трубопроводу, апарата з рідиною та резервуара під тиском. Спрощені математичні моделі та динамічні характеристики змішувачів та реакторів. Класифікація технологічних апаратів за динамічними властивостями. Особливості технологічного обладнання, як об'єктів керування. Основні властивості нейтральних об'єктів та об'єктів з саморегулюванням. Динамічні характеристики технологічних апаратів, як об'єктів керування. Системи керування із запізненням та їх характеристики. Поняття про системи керування з розподіленими параметрами. Характеристики технологічних об'єктів, як об'єктів систем автоматизації. Часові та частотні характеристики об'єктів керування. Нейтральні об'єкти. Об'єкти 1-го та 2-го порядків. Об'єкти вищих порядків. Об'єкти з запізненням. Експериментальне визначення динамічних характеристик технологічних об'єктів керування.

### **Тема 1.3. Аналіз систем автоматизації з типовими регуляторами.**

Типові регулятори систем автоматизації. Закони регулювання. Пропорційне, інтегральне та диференціальне регулювання. Характеристики автоматичних регуляторів. Комбіновані закони регулювання та регулятори. Вплив типових регуляторів на стійкість систем автоматизації. Характеристики систем автоматизації технологічного обладнання з типовими регуляторами. Вступні зауваження. Характеристики систем автоматизації з П-регулятором. Характеристики систем автоматизації з І-регулятором. Характеристики систем автоматизації з ІІ-регулятором. Загальні рекомендації щодо вибору регуляторів.

## **РОЗДІЛ II. СИНТЕЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

### **Тема 2.1. Синтез систем автоматизації з типовими регуляторами.**

Інженерна методика синтезу систем автоматизації з типовими регуляторами. Вступні зауваження. Передумови, покладені в основу інженерної методики вибору закону регулювання. Вибір типових регуляторів та їх настроювань. Синтез САР з оптимальними параметрами. Постановка задачі визначення оптимальних параметрів регуляторів. Співвідношення між АФХ розімкненої та АЧХ замкненої САР. Показник коливальності. Розрахунок параметрів САР, що відповідають заданим запасам стійкості. Синтез параметрів САР за частотними характеристиками. Метода розрахунку настроювань регуляторів в одноконтурних АСР. Метод РЧХ. Метод незгасаючих коливань. Використання ЛАЧХ та ЛФЧХ.

## **РОЗДІЛ III. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

### **Тема 3.1. Технічні засоби вимірювання.**

Методи та технічні засоби вимірювання температури та тиску в технологічних апаратах. Поняття про вимірювання. Особливості вимог до технічних засобів вимірювання у фармацевтичному і мікробіологічному виробництвах. Метрологічні характеристики засобів вимірювання. Основні технологічні параметри, що підлягають вимірюванню у технологічному процесі. Типові вимірювальні схеми приладів технологічного контролю. Методи і технічні засоби вимірювання температури та тиску. Методи і технічні засоби вимірювання рівня та витрати (кількості) речовин. Методи і технічні засоби вимірювання фізичних властивостей технологічних речовин. Методи і технічні засоби вимірювання рівня. Математичні моделі рівнемірів, як елементів систем автоматизації. Об'ємна та масова витрати речовини. Вимірювання кількості речовини: об'ємні та швидкісні лічильники. Вимірювання витрати методом змінного перепаду тиску. Типи звужуючих пристроїв. Вимірювання витрати методом постійного перепаду тиску: витратоміри обтікання – ротаметри. Витратоміри змінного рівня та електромагнітні витратоміри. Класифікація методів і приладів вимірювання фізичних властивостей технологічних речовин. Методи і технічні засоби вимірювання густини рідин – густиноміри (поплавкові та поплавково-зважувальні, об'ємно-зважувальні та гідростатичні, гідродинамічні та вібраційні, ультразвукові та радіоізотопні). Методи та прилади контролю в'язкості – віскозиметри (витікання, віскозиметри з падаючою кулькою, ротаційні та вібраційні). Прилади контролю вологості – вологоміри (психрометричні, сорбційні, оптичні та діелькометричні) і конденсаційні пірометри. Вимірювання концентрації розчинів та складу речовин. Методи і технічні засоби вимірювання концентрації розчинів. Технічні засоби контролю складу рідин – аналізатори (кондуктометричні, потенціометричні та діелькометричні), фотоелектричні рефрактометри. Абсорбційно-оптичні методи вимірювання.

### **Тема 3.2. Перетворювачі, регулятори та виконавчі механізми систем автоматизації.**

Перетворювачі та регулятори систем автоматизації. Функції вимірювальних перетворювачів та їх класифікація. Нормуючі та вимірювальні перетворювачі. Закони керування регуляторів. Електричні та пневматичні перетворювачі і регулятори. Пропорційні, інтегральні, пропорційно-інтегральні та пропорційно-інтегрально-диференційні регулятори. Спеціальні типи регуляторів. Електромеханічні елементи систем автоматизації. Феромагнітні і електромашинні елементи. Регулюючі органи та виконавчі механізми систем автоматизації. Класифікація виконавчих механізмів та регулюючих органів. Основні функції регулюючих органів та виконавчих механізмів систем автоматизації фармацевтичного і мікробіологічного виробництв. Електричні, пневматичні та гідравлічні виконавчі механізми систем керування. Розрахункові схеми та математичні моделі виконавчих механізмів та регулюючих органів.

## **РОЗДІЛ IV. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ**

### **Тема 4.1. Автоматизація типового технологічного обладнання.**

Структура та алгоритми роботи систем автоматизації теплообмінного обладнання. Основні задачі систем автоматизації теплообмінного обладнання. Типова структура АСР теплообмінників. Основні вимоги до параметрів АСР. Технічні засоби та особливості функціонування систем автоматизації теплообмінників різного типу. Інженерна методика розрахунку параметрів АСР теплообмінників. Визначення стійкості та показників якості роботи АСР. Автоматизація процесів абсорбції (адсорбції). Основні задачі систем автоматизації процесів абсорбції. Структура та особливості функціонування АСР процесів абсорбції. Технічні засоби систем автоматизації процесів абсорбції. Розрахунок основних параметрів АСР процесів абсорбції. Автоматизація процесів випарювання та реакторів. Технічні засоби та робота систем автоматизації процесів випарювання. Технічні засоби та робота систем автоматизації реакторів. Технічні засоби та робота систем автоматизації процесів ректифікації.

### **4. Рекомендована тематика практичних (семінарських) занять**

Основні цілі практичних занять – закріпити знання, отриманні при вивченні теоретичного курсу. Набути навичок побудови принципової, функціональної та структурної схем систем автоматизації технологічним обладнанням фармацевтичного і мікробіологічного виробництв; складати спрощені математичні моделі технологічних об'єктів керування; аналізувати стійкість лінійних систем автоматизації технологічним обладнанням; визначати похибки систем автоматизації з типовими регуляторами; досліджувати часові та частотні характеристики систем автоматизації; аналізувати якість процесу керування систем автоматизації; здійснювати синтез систем автоматизації з типовими регуляторами; обирати технічні засоби систем автоматизації технологічним обладнанням фармацевтичного і мікробіологічного виробництв; обирати схему системи автоматизації типових технологічних процесів.

Спрощені математичні моделі об'єктів керування. Розрахункові схеми та складання математичних моделей об'єктів керування систем автоматизації.

Дослідження одноконтурних АСР. Аналіз стійкості та якості одноконтурних АСР.

Дослідження характеристик П-, І- та ІІІ-регуляторів. Аналіз часових та частотних характеристик регуляторів.

Дослідження характеристик комбінованих регуляторів. Аналіз часових та частотних характеристик.

Дослідження характеристик об'єктів із запізненням. Визначення стійкості та побудова амплітудно-фазових характеристик динамічних об'єктів із запізненням.

Дослідження АСР з П-, І- та Д-регуляторами. Визначення стійкості, швидкодії та статичної і динамічної похибок

Дослідження АСР з ПІ-регулятором. Визначення стійкості, швидкодії та динамічної похибки.

Використання інженерної методики синтезу систем автоматизації. Обчислення коефіцієнтів передачі складових регуляторів для різних вимог до якості АСР.

Використання частотних методів синтезу систем автоматизації. Синтез параметрів АСР за типовими ЛАЧХ.

## **5. Рекомендований перелік лабораторних робіт (комп'ютерних практикумів)**

*Цілі лабораторних робіт (комп'ютерних практикумів)* - набуття студентами навичок з: дослідження систем керування із запізненням та систем з розподіленими параметрами; візуального моделювання систем автоматичного регулювання; створення та дослідження систем автоматизації фармацевтичного і мікробіологічного виробництва у середовищі Matlab, оцінювати об'єкти автоматизації з точки зору їх параметричного аналізу, складати структурну схему автоматизованої системи регулювання (АСР), перевіряти основні метрологічні характеристики контрольно-вимірювальних приладів і виконувати їх повірку, оцінювати вибір первинного перетворювача для вимірювання заданого технологічного параметра, вибирати комплект приладів для вимірювання заданого технологічного параметра, вибирати принцип регулювання і визначати якість перехідного процесу, застосовувати закон регулювання й типовий регулятор для якісного процесу регулювання, вибирати комплект виконавчого механізму та регульовального органу для створення АСР.

### *Комп'ютерний практикум №1.*

Аналіз впливу запізнення регулятора на стійкість та точність систем автоматизації. (2 год.)

### *Комп'ютерний практикум №2.*

Аналіз систем автоматизації технологічного обладнання з типовими регуляторами. (2 год.)

### *Комп'ютерний практикум №3.*

Аналіз впливу параметрів П-, І-, ПІ-, ПД- та ПІД- регуляторів типовими технологічними об'єктами на часові характеристики систем автоматизації. (2 год.)

### *Комп'ютерний практикум №4.*

Моделювання процесів та систем, що описуються системами лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР). Рішення СЛАР (неоднорідних та однорідних) в програмах MathCAD та MatLab. (2 год.)

### *Комп'ютерний практикум №5.*

Рішення системи двох диференціальних рівнянь першого порядку і відображення інтегральних та фазових кривих в в програмі MathCAD. (2 год.)

### *Комп'ютерний практикум №6.*

Імітаційне моделювання трубчатих теплообмінників при русі теплоносія в режимах прямого та притоку (4 год)

### *Комп'ютерний практикум №7.*

Рішення задачі імітаційного моделювання гідравлічних схем у стаціонарному режимі із застосуванням Simulink MatLab (4 год.).

## **6. Рекомендовані індивідуальні завдання**

В даному кредитному модулі студентам запропоновано підготувати реферат. Метою реферату є формування у майбутніх фахівців уявлень про розвиток та сучасний стан автоматів та автоматичних ліній фармацевтичного та біотехнологічного виробництва в Україні та за її межами.

### **Приблизні теми рефератів**

1. Вимірювання витрат рідин (відносно очистки стічних вод).
2. Прилади виробничого контролю процесів біотехнологічної очистки стічних вод.
3. Принципи та апаратура автоматичного регулювання процесів очистки стічних вод
4. Дозуючі прилади та вимоги до реагентів (відносно очистки стічних вод).
5. Методи вивчення та розрахунків систем автоматичного регулювання процесів реагентної очистки стічних вод.
6. Системи автоматизації процесів реагентом очистки стічних вод.
7. Контроль та управління процесами очистки стічних вод.
8. Автоматичні прилади для контролю процесів біологічної очистки стічних вод.
9. Автоматичне регулювання процесів біотехнологічної очистки стічних вод.
10. Регулювання технологічних процесів буряково-цукрового виробництва (об'єкти, регулятори, типи, принципи вимірювання)
11. Засоби автоматизації технологічних процесів буряково-цукрового виробництва (термометри, пірометри, манометри, вакуумметри).
12. Засоби автоматизації технологічних процесів буряково-цукрового виробництва (засоби контролю кількості та витрат - витратоміри, тахометри).
13. Засоби автоматизації технологічних процесів буряково-цукрового виробництва - прилади контролю якісного складу, властивостей та стану речовин (рН- метри, вологометри, кольорометри, киснеміри, солеміри).
14. Засоби автоматизації технологічних процесів буряково цукрового виробництва - прилади контролю якісного складу, властивостей та стану речовин (концентратоміри, цукроскопи, щільноміри, рефрактоміри, газоаналізатори).
15. Системи приладів та регуляторів технологічних процесів буряково-цукрового виробництва.
16. Автоматизація технологічних процесів буряково-цукрового виробництва (стадії).
17. Автоматизація технологічних процесів фільтрації буряково-цукрового виробництва.
18. Автоматизація технологічних процесів випарювання та нагріву буряково-цукрового виробництва.
19. Автоматизація технологічних процесів продуктів відділення буряково-цукрового виробництва.
20. Автоматизація технологічних процесів сушки та упаковки буряково-цукрового виробництва.
21. Організація керування виробництвом на цукровому заводі.
23. Автоматичне регулювання процесів біохімічної очистки стічних вод.
24. Основні поняття процесами керування.
25. Проектування систем автоматичного керування технологічними процесами.
26. Типові схеми контролю, регулювання, сигналізації, блокування та захисту.
27. Автоматизація технологічних процесів (гідромеханічних, рідин та газів, фільтрування рідких систем).



28. Автоматизація технологічних процесів (нагрівання та охолодження, випарювання, сушка, дозування твердих матеріалів).
29. Автоматизовані системи керування (принципи АСКТП, призначення та основні функції).
30. Режими роботи, використання промислових роботів.
31. Автоматизація керування підприємствами.

### **7. Рекомендована література**

1. Мельник В. М. Автоматизація фармацевтичних і мікробіологічних виробництв. Методичні вказівки до комп'ютерного практикуму для студентів спеціальності "Обладнання фармацевтичної та мікробіологічної промисловості" [Електронний ресурс] / В. М. Мельник, О. Я. Ковалець. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/1309>.
2. Стенцель Й.І. Автоматика та автоматизація хіміко-технологічних процесів. – Луганськ, 2004. – 375с.
3. Долгин В.П. Автоматическое управление техническими и технологическими объектами и системами. Методы анализа систем и объектов: Учебн. пос. для вузов.: – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2003 – 404 с.:ил.
5. Стенцель Й.І. Автоматизація технологічних процесів хімічних виробництв.–К.: ІСДО, 1995. – 360с.
6. Основы автоматизации химических производств / Под ред. П.А. Обновленского. – Л. : Химия, 1975.–527с.
7. Перов В.А. Основы теории автоматического регулирования химико-технологических процессов.–М.:Химия,1970.– 352с.
8. Полоцкий Л.М. Автоматизация химических производств. – М.:Химия,1982.

### **Додаткова література**

1. Автоматизация микробиологических производств. – Рига: Зинанте, 1982.
2. Бортников И.И., Босенко А.М. Машины и аппараты микробиологических производств.–Минск:Вышейш.шк., 1982.–288с.
3. Вальтер Н.Л. Процессы и аппараты химико-фармацевтических производств. –М., 1990.
4. Гапонов К.П. Процессы и аппараты микробиологических производств. –М.:Лег. и пищ. пром-сть, 1982.–240с.
5. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 296с.
6. Процессы и аппараты биотехнологии в химико-фармацевтической промышленности. –М., Наука,1969.

### **8. Засоби діагностики успішності навчання**

Для успішного засвоєння матеріалу студентам пропонуються питання до контрольної роботи, білети на іспит. Кожне завдання контрольної роботи містить три запитання. Всі вони вважаються однаковими за складністю. Два теоретичне питання вважаються виконані вірно, якщо чітко, послідовно і логічно сформульована відповідь на поставлене запитання, з розкриттям суті і змісту кожної складової запитання. Третє запитання – практичне - виконано вірно, якщо вірно обрані точки та засоби контролю технологічних параметрів. Білет на іспит складається із 2 теоретичних питань та 1 практичної задачі. Всі запитання у білети охоплюють різні теми даного кредитного модуля.

## **9. Методичні рекомендації**

Використовується рейтингова оцінка рівня підготовки студентів з кредитних модулів. Пропонується своя система набору балів, яка затверджується на засіданні кафедри. Наочність розкриття окремих тем лекцій (розрахункові та конструктивні, функціональні та структурні схеми, характеристики та діаграми тощо) забезпечується роздатковим графічним матеріалом.

Студенти заочної форми навчання відвідують установчі сесії, на яких знайомляться із матеріалами лекційних, практичних та лабораторних занять. Отримують методичні вказівки для виконання лабораторних робіт, домашніх задач. Після виконання лабораторної роботи студент-заочник повинен захистити виконану лабораторну роботу. Перед початком сесії студент-заочник повинен здати викладачу для перевірки виконані домашні задачі, конспект лекцій. В період сесії захистити домашні задачі. Здати протоколи всіх лабораторних робіт.