



Автоматизація та основи автоматки

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>133 Галузеве машинобудування</i>
Освітня програма	<i>Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 (120 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>3 години на тиждень (2 години лекційних та 1 година лабораторних занять)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., проф, в.о. зав. каф БТтаІ Мельник Вікторія Миколаївна 044-204-94-51, vmm71@i.ua Лабораторні: ас. Воробйова Ольга Володимирівна 044-204-94-51, vorobiova.olha@i.kpi.ua
Розміщення курсу	Кампус, Google classroom

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Автоматизація виробничих процесів створює певні техніко-економічні переваги в усіх галузях України. Вона змінює характер і умови праці на виробництві. Скорочується до мінімуму трудові затрати, понижується психологічне перенавантаження працівника, на ньому залишається лише функції перенастроювання автоматичних систем на нові режими та участь в ремонтно-налагоджувальних роботах. Впровадження автоматизації приносить значний економічний ефект за рахунок заощадження енергетичних ресурсів, збільшення виробничих потужностей та підвищення якості продукції.

Автоматизація фармацевтичних та біотехнологічних виробництв направлена на покращення показників мікробіологічної технології: збільшення кількості продукції, покращення її якості та зниження собівартості завдяки впровадженню автоматичних систем. Виробництво на основі біотехнології та фармацевції носять багатостадійний характер. Процеси культивування мікроорганізмів проводяться в багатофазних гетерогенних системах з використанням багатокомпонентних живильних середовищ в умовах складних біохімічних механізмів регуляції росту біомаси, підтримання температурного режиму, що і призводить до гострої необхідності автоматичного регулювання цих процесів.

Метою вивчення дисципліни «Автоматизація та основи автоматки» є формування у студентів теоретичних, практичних засад та принципів пов'язаних з прийняттям рішень

відносно інтенсифікації існуючих біотехнологічних виробництв, направлених на покращення показників якості фармацевтичного та біотехнологічного виробництва.

Відповідно до освітньої програми дисципліна має забезпечувати:

Загальні компетентності:

- Здатність планувати та управляти часом
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій

Фахові компетентності

- Здатність застосовувати фундаментальні наукові факти, концепції, теорії, принципи для розв'язування професійних задач і практичних проблем галузевого машинобудування
- Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт
- Здатність втілювати інженерні розробки у галузевому машинобудуванні з урахуванням технічних, організаційних, правових, економічних та екологічних аспектів за усім життєвим циклом машини: від проектування, конструювання, експлуатації, підтримання працездатності, діагностики та утилізації.
- Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність типових систем та їхніх складників на основі застосовування аналітичних методів, аналізу аналогів та використання доступних даних.
- Здатність реалізовувати творчий та інноваційний потенціал у проектних розробках в сфері галузевого машинобудування
- Здатність систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного й закордонного досвіду з відповідного профілю підготовки
- Здатність брати участь у роботах зі складання наукових звітів з виконаних завдань та у впровадженні результатів досліджень і розробок у галузі машинобудування

Програмні результати навчання

- Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі
- Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.
- Готувати виробництво та експлуатувати вироби, застосовуючи автоматичні системи підтримування життєвого циклу
- Обирати і застосовувати потрібне обладнання, інструменти та методи.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна «Автоматизація та основи автоматики» базується на знаннях, одержаних студентами при вивченні навчальних дисциплін шкільного навчання, а саме: математики, інформатики, та біології. Відповідно освітньої програми дисципліна також базується на вивченні розділів дисципліни «Фізика»: «Молекулярна фізика», «Електростатичне поле» та «Фізика мікрочастинок».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. ПРОЦЕСИ І АПАРАТИ БІОТЕХНОЛОГІЇ

Тема 1. Типи біотехнологічних процесів та основні вимоги до їх реалізації

Тема 2. Передферментаційні процедури

Тема 3. Проведення процесів ферментації

Тема 4. Апарати та обладнання біотехнології

Розділ 2. ОСНОВИ ВИМІРЮВАНЬ В БІОТЕХНОЛОГІЇ

Тема 1. Принципи класичних вимірювань, що застосовуються в біотехнології

Тема 2. Вимірювання величин, специфічних для біотехнології

Розділ 3. ЗАСТОСУВАННЯ КЛАСИЧНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ, ДЛЯ УПРАВЛІННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Тема 1. Основні принципи побудови систем управління із застосуванням класичних алгоритмів

Тема 2. Динамічні характеристики типових регуляторів

Тема 3. Приклади застосування типових алгоритмів для управління біотехнологічними процесами

Розділ 4. АПАРАТУРА І РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Тема 1. Біотехнологічна апаратура і прилади управління

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Стенцель Й.І. Автоматика та автоматизація хіміко-технологічних процесів.–Луганськ, 2004.–375с.
2. Стенцель Й.І. Автоматизація технологічних процесів хімічних виробництв.–К.:ІСДО, 1995.–360с.
3. Основы автоматизации химических производств / Под ред. П.А. Обновленского.–Л.:Химия, 1975.–527с
4. Перов В.А. Основы теории автоматического регулирования химико-технологических процессов.–М.:Химия, 1970.–352с.
5. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами.–М.:Энергоатомиздат, 1985.–296с

Додаткова література:

6. Автоматизация микробиологических производств.–Рига: Зинанте, 1982
7. Бортников И.И., Босенко А.М. Машины и аппараты микробиологических производств.–Минск:Вышейш.шк.,1982.–288с
8. Вальтер Н.Л. Процессы и аппараты химико-фармацевтических производств.–М., 1990
9. Гапонов К.П. Процессы и аппараты микробиологических производств.–М.:Лег. и пищ. пром-сть, 1982.–240с
10. Проектування реакторів біотехнологічних та фармацевтичних виробництв [Електронний ресурс] : навчальний посібник / НТУУ «КПІ» ; уклад.: Л. І. Ружинська, І. А. Буртна, В. М. Поводзинський, В. Ю. Шибецький. – Електронні текстові дані (1 файл: 10,7 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2014. – 131 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/26741>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Типи біотехнологічних процесів та основні вимоги до їх реалізації. Література: [1, 5] СРС: Основні етапи підготовки фармацевтичного обладнання. Література: [8, 9]	2
2	Транспорт і дозування компонентів поживних середовищ. Приготування рідких середовищ. Стерилізація поживних середовищ Література: [1, 2, 3] СРС: Дозування рідких стерильності живильних середовищ і інших рідких компонентів: піногасники, коригує рН розчинів, середовищ для підживлення. Стерилізація повітря Література: [8, 9, 10]	2
3	Проведення процесів ферментації. Література: [5] СРС: Класифікація автоматичного обладнання та технологічних процесів. Література: [1, 2, 6]	2
4	Апарати та обладнання біотехнології. Література: [4, 5]	2

	СРС: Сучасне обладнання біотехнології. Google classroom	
5	Принципи класичних вимірювань, що застосовуються в біотехнології. Вимір температури, тиску, витрати газів та рідин. Література: [1, 2] СРС: Сучасне обладнання вимірювання температури, тиску, витрати газів та рідин. Google classroom	2
6	Вимірювання швидкості обертання мішалки, потужності, обсягу і маси середовища ферментації Література: [1, 2] СРС: Сучасне обладнання для вимірювання швидкості обертання мішалки, потужності, обсягу і маси середовища ферментації Google classroom	2
7	Вимірювання в'язкості середовища ферментації, рН, окислювально-відновного потенціалу, концентрації кисню і діоксиду вуглецю в вихідних газах. Література: [1, 2, 3] СРС: Сучасне обладнання для вимірювання в'язкості середовища ферментації, рН, окислювально-відновного потенціалу, концентрації кисню і діоксиду вуглецю в вихідних газах. Google classroom	2
8	Вимірювання концентрації розчиненого кисню. Вимірювання швидкості споживання кисню мікроорганізмами в біотехнологічних процесах Література: [1, 2, 3] СРС: Сучасне обладнання для вимірювання розчиненого кисню	2
9	Вимірювання кількості розчиненого діоксиду вуглецю, рівня піни Література: [1, 2, 3] СРС: Сучасне обладнання для вимірювання кількості розчиненого діоксиду вуглецю, рівня піни	2
10	Вимірювання концентрації мікроорганізмів, субстратів і продуктів Література: [1, 2, 3] СРС: Сучасне обладнання для вимірювання концентрації мікроорганізмів, субстратів і продуктів	2
11	Основні принципи побудови систем управління із застосуванням класичних алгоритмів Література: [1, 2, 3] СРС: Вхідні та вихідні, керуючі та збудуючі дії (змінні, впливи, координати), похибка. Принципи керування: розімкнені, замкнені та комбіновані САК	2
12	Динамічні характеристики типових регуляторів Література: [1, 2, 3] СРС: Передатні функції цифрових систем керування	2
13	Приклади застосування типових алгоритмів для управління біотехнологічними процесами. Одноконтурні системи управління Література: [1, 2, 3]	2
14	Системи з компенсацією збурень та каскадного управління. багатозв'язкові системи управління Література: [1, 2, 3]	2
15	Налаштування регуляторів з типовими алгоритмами. Література: [4, 5] СРС: П-, ПІ- та ПІД-регулятори Література: [4-6]	2
16	Біотехнологічне обладнання і прилади управління. Література: [1, 10] ССР: функціональні схеми систем автоматизації технологічних процесів. Література: [4-6]	6
	Всього	36

Лабораторні роботи

Основні цілі лабораторних робіт – закріпити знання, отриманні при вивченні теоретичного курсу. Набути навичок 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 виробництва; обирати схему системи автоматизації регулювання

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кіл-ть ауд. годин
1	Лабораторна робота 1. Побудова часових та частотних характеристик типових ланок САК (пакет прикладних програм <i>Control System Toolbox</i> середовища <i>MatLab</i>)	2
2	Лабораторна робота 2. Дослідження перетворення структурних систем (пакет прикладних програм <i>Control System Toolbox</i> середовища <i>MatLab</i>)	4
3	Лабораторна робота 3. Визначення стійкості та якості систем управління (пакет прикладних програм <i>Control System Toolbox</i> середовища <i>MatLab</i>)	2
4	Лабораторна робота 4. Опис систем в просторі станів. керованість і спостережність систем управління (пакет прикладних програм <i>Control System Toolbox</i> середовища <i>MatLab</i>)	2
5	Лабораторна робота 5. Моделювання лінійних систем управління у пакеті <i>simulink</i> та оптимізація налаштувань ПІД-регулятора (пакет прикладних програм <i>Control System Toolbox</i> середовища <i>MATLAB</i>)	2
6	Лабораторна робота 6. Дослідження нелінійних структурних схем (пакет прикладних програм <i>Control System Toolbox</i> середовища <i>MatLab</i>)	2
7	Лабораторна робота 7. Типові лінійні динамічні ланки (пакет прикладних програм <i>Control System Toolbox</i> середовища <i>MatLab</i>)	4

6. Самостійна робота студента/аспіранта

№ п/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Години на СРС
1	Основні етапи підготовки фармацевтичного обладнання	0,5
2	Дозування рідких стерильності живильних середовищ і інших рідких компонентів: піногасники, коригує рН розчинів, середовищ для підживлення. Стерилізація повітря	1
3	Класифікація автоматичного обладнання та технологічних процесів	0,5
4	Сучасне обладнання біотехнології	0,5
5	Сучасне обладнання вимірювання температури, тиску, витрати газів та рідин	0,5
6	Сучасне обладнання для вимірювання швидкості обертання мішалки, потужності, обсягу і маси середовища ферментації	0,5
7	Сучасне обладнання для вимірювання в'язкості середовища ферментації, рН, окислювально-відновного потенціалу, концентрації кисню і діоксиду вуглецю в вихідних газах	1
8	Сучасне обладнання для вимірювання розчиненого кисню	1
9	Сучасне обладнання для вимірювання кількості розчиненого діоксиду вуглецю, рівня піни	1
10	Сучасне обладнання для вимірювання концентрації мікроорганізмів, субстратів і продуктів	1
11	Вхідні та вихідні, керуючі та збурюючі дії (змінні, впливи, координати),	0,5

	похибка. Принципи керування: розімкнені, замкнені та комбіновані САК	
12	Передатні функції цифрових систем керування	0,5
13	П-, ПІ- та ПІД-регулятори	0,5
14	Функціональні схеми систем автоматизації технологічних процесів	1
15	Виконання розрахункової роботи	10

Робочим планом передбачено виконати розрахунково-графічну роботу з дисципліни. Ціль роботи – самостійна робота здобувача для поглиблення професійних знань, формування практичних навичок, вміння аналізувати процеси та явища, обґрунтовувати можливі рішення, робити висновки та узагальнювати практичні навички. В процесі виконання роботи студентові надаються консультації. Він повинен з'являтися до керівника не рідше ніж один раз в три тижні. За тиждень до зазначеного терміну захисту, студент зобов'язаний надати оформлену роботу керівникові для розгляду про її відповідність завданню і вимогам до оформлення. У випадку, якщо керівник зробить висновок про неможливість допуску студента до захисту РГР, останній зобов'язаний переробити матеріал у відповідності із зауваженнями і знову представити його на розгляд викладачу.

Теми РГР:

Варіант 1-10. Система автоматичного керування кутової швидкості обертання мішалки ферментера

Варіант 11-20. Система автоматичного керування температурою середовища в ферментері

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- штрафні бали в рамках навчальної дисципліни передбачені за запізнення захисту лабораторних робіт та відсутність конспекту лекцій (самостійної роботи по лекціям).

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача заліку за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

- Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: *робота на лабораторних*

Календарний контроль: *проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*

Семестровий контроль: *залік*

Умови допуску до семестрового контролю: *зарахування усіх лабораторних робіт та конспект лекцій.*

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- конспект лекцій (самостійна робота по лекціям) – 10 балів
- 3 експрес контрольних – $3 \times 5 = 15$ балів
- 7 лабораторних робіт – $7 \times 5 = 35$ балів (за запізнення захисту роботи знижується оцінка на 0,5 балів)
- РГР – 40 балів

Календарний контроль проводиться протягом семестру як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Позитивний результат з КК студент отримує коли його поточний рейтинговий бал складає не менше 50% від максимально можливого на момент проведення КК. Остаточна оцінка опанування студентом освітнього компонента оцінюється за результатом його роботи за семестр з переведенням його рейтингових балів до університетської шкали оцінювання (Таблиця 1).

Остаточний рейтинг студента не може перевищувати 100 балів!

Семестровий контроль – залік.

Якщо за результатами роботи у семестрі студент набрав менше 60 балів або він бажає підвищити свій рейтинговий бал, то на останньому за розкладом занятті (18-й тиждень), йому надається можливість виконати інтегральну залікову контрольну роботу. У цьому разі остаточний результат складається із балів, що отримані на заліковій контрольній роботі та балів РГР.

Залікова контрольна робота оцінюється із 60 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з двох теоретичних запитань та одного практичного.

Кожне теоретичне питання оцінюється з 20 балів за такими критеріями:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 20-18 балів;
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності – 17-15 балів;
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 14-10 балів;
- «незадовільно» - незадовільна відповідь – 0 балів.

Практичне запитання оцінюється в 20 балів:

- повне безпомилкове розв'язування завдання – 20-18 балів;
- повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 17-15 балів;
- завдання виконане з певними недоліками – 14-12 балів.

Отримані студентом бали за інтегральний тест переводяться у оцінку за університетською шкалою:

Таблиця 1 відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Питання, які виносяться на семестровий контроль

Теоретичні запитання:

1. Передферментаційні процеси починаються з ...
2. Стерилізація поживних середовищ
3. Апарати та обладнання біотехнології
4. Прилади для вимірювання тиску
5. Витратоміри. Види. Типи
6. Вимірювання вязкості середовища
7. Вимірювання рН
8. Вимірювання концентрації мікроорганізмів
9. Вимірювання концентрації субстратів
10. Одноконтурні системи керування
11. Застосування управління з попередженням для автоматичної підтримки
12. Системи каскадного керування
13. Багатозв'язкові системи керування
14. Описати роботу модуля біореактора за схемою
15. Описати роботу автоматизації розподілення розчинів для приготування живильного середовища за схемою
16. Описати роботу автотматичного регулятора рН розчинів за функціональною схемою
17. Описати роботу автоматизації багатокорусної випарної установки за схемою

Практичні запитання:

1. Побудувати асимптотичну ЛАЧХ розімкненої системи керування з передаточною функцією $W(p) = \frac{k(T_2 p + 1)}{p(T_1 p + 1)(T_3 p + 1)}$ в пакеті MatLad
2. Виконати структурні перетворення та визначити передаточну функцію за заданою схемою
3. Визначити стійкість та якість систем в пакеті MatLad за заданою схемою
4. Виконати в пакеті MatLad дослідження нелінійної системи

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено зав. кафедри, д.т.н., професор Мельник В.М

асистент, Воробйова Ольга Володимирівна

Ухвалено кафедрою біотехніки та інженерії (протокол № 16 від 24.06.2021 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету біотехнології і біотехніки (протокол № 10 від 30.06.2021 р.)