



КОНТРОЛЬ ТА КЕРУВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	16 «Хімічна та біоінженерія»
Спеціальність	162 «Біотехнології та біоінженерія»
Освітня програма	Біотехнології
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна (денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, весінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ECTS / 120 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, модульна контрольна робота, лабораторні роботи
Розклад занять	
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доц. Сазонов Артем Юрійович, email: ayusazonov-ihf@lil.kpi.ua , телеграм: @artyomyurievich Лабораторні роботи: викл. Семікіна Лариса Федорівна email: l_f_semikina@ukr.net , телеграм: +380974233531
Розміщення курсу	Google Classroom

Програма навчальної дисципліни

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

Характерні ознаки сучасних хімічних та біотехнологічних виробництв – велика швидкість перебігу технологічних процесів, чутливість до порушень режиму, підвищені вибухо- та пожежонебезпечність і шкідливість умов роботи, а також дедалі більша складність технологічних процесів як за апаратним оформленням, так і з погляду підтримання оптимальних режимів їх перебігу, здатних забезпечити високу якість отриманої продукції одночасно з раціональним використанням сировини та енергії. Для вирішення цієї проблеми в біотехнологічних виробництвах широко застосовують автоматизацію БТП, яка, зокрема, забезпечує високу якість продукції, раціональне використання сировини та енергії, дотримання відповідних екологічних норм, тощо. Автоматизація технологічного виробництва передбачає автоматичний контроль технологічних параметрів, автоматичне регулювання й автоматичне або автоматизоване керування, а також захист керованих процесів від аварійних ситуацій, сигналізацію про відхилення від номінальних режимів, захист навколишнього середовища.

Метою формування у студентів комплексу знань, умінь та досвіду, необхідних для розв'язання наукових та інженерних задач створення систем автоматичного контролю режимних параметрів біотехнологічних процесів, формування вимірювальних каналів із заданими метрологічними характеристиками.

Предметом вивчення дисципліни є канали передачі даних, стандарти, протоколи, обладнання промислових мереж передачі даних. Прилади та засоби вимірювання, контролю, регулювання та керування технологічними процесами.

Програмні компетентності:

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
- Здатність використовувати знання з математики та фізики в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми
- Здатність здійснювати аналіз нормативної документації, необхідної для забезпечення інженерної діяльності в галузі біотехнології
- Здатність використовувати методології проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення
- Здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для реалізації та контролю виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення
- Здатність застосовувати на практиці методи та засоби автоматизованого проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення
- Здатність використовувати сучасні автоматизовані системи управління виробництвом біотехнологічних продуктів різного призначення, їх технічне, алгоритмічне, інформаційне і програмне забезпечення для вирішення професійних завдань

Програмні результати навчання:

- Базуючись на знаннях про закономірності механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів та основні конструкторські особливості, вміти обирати відповідне устаткування у процесі проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення для забезпечення їх максимальної ефективності.
- Вміти здійснювати обґрунтування та вибір відповідного технологічного обладнання і графічно зображувати технологічний процес відповідно до вимог нормативних документів з використанням знань, одержаних під час практичної підготовки.
- Вміти використовувати системи автоматизованого проектування для розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв.
- Вміти формулювати завдання для розробки систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.
- Вміти аналізувати та проектувати спеціальні біотехнологічні виробництва із виготовлення продукції різного функціонального та галузевого призначення

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

Дана навчальна дисципліна є основною і входить у структурно-логічну схему навчання за освітніми програмами. Згідно з вимогами (ОПП бакалавр) студенти після засвоєння матеріалів навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

— знання основ метрології та вимірювальної техніки; автоматичного контролю технологічних параметрів; автоматичного регулювання технологічних параметрів; основ контролю і автоматизації параметрів технологічних схем; контролю та керування біотехнологічними процесами;

— уміння: проводити аналіз контролю або регулювання технології; використовувати типові прилади автоматики і методи вимірювань з метою складання принципів схем контролю та управління виробництвами базової біологічної продукції та вибору типових методів вимірювань і вимірювальної апаратури для контролю технологічних процесів при складанні ТЗ або технологічного регламенту; вибору типових методів вимірювань і вимірювальної апаратури для контролю технологічних процесів при складанні ТЗ або технологічного регламенту; контролювати і регулювати параметри режиму технологічного процесу виробництва базової біологічної продукції; розробити схеми автоматизації; вибрати необхідні технічні засоби автоматизації;

Знання, уміння та досвід, одержані під час вивчення цієї дисципліни будуть корисними для:

- проведення розрахунків метрологічних характеристик ІВК;
- вимірювання тиску, різниці тисків, температури, кількості та витрат, рівня, складу рідин і газів;
- розроблення схем автоматизації;
- вибору необхідних технічних засоби автоматизації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна Контроль та керування біотехнологічними процесами складається з наступних тем:

1. Основи автоматизації технологічних процесів
2. Основні методи та технічні засоби автоматичного контролю технологічних параметрів
3. Основи теорії автоматичного керування
4. Автоматизація біотехнологічних процесів

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Кожухар В. Я., Брем В. В., Каверін Ю. Ф. Автоматичні системи керування хіміко-технологічними процесами. – Одеса: Екологія, 2005. – 222 с.
Доступне у дистанційному курсі. Доступне у бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Обов'язкове. Рекомендоване детальне ознайомлення з усім виданням. Містить матеріали з усіх тем дисципліни.
2. Кубрак А. І., Жученко А. І., Кваско М. З. Комп'ютерне моделювання та ідентифікація автоматичних систем: Навч. посіб. – К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2004. – 424 с.
Доступне у дистанційному курсі. Доступне у бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Обов'язкове. Рекомендоване детальне ознайомлення з усім виданням. Містить матеріали з усіх тем дисципліни.
3. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації: Навч. посіб. – К.: Політехніка, 2008. – 236 с.
Доступне у дистанційному курсі. Доступне у бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Обов'язкове. Рекомендоване детальне ознайомлення з усім виданням. Містить матеріали з усіх тем дисципліни.

4. Лукінюк М. В. Технологічні вимірювання та прилади: Навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 436 с.
Доступне у дистанційному курсі. Доступне у бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Обов'язкове. Рекомендоване детальне ознайомлення з усім виданням. Містить матеріали з усіх тем дисципліни.
5. Лукінюк М. В. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: У 2 кн. Кн. 1. Методи та технічні засоби автоматичного контролю хіміко-технологічних процесів: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом навчання: «Хімічна технологія та інженерія». – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 336 с.
Доступне у дистанційному курсі. Доступне у бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також у Електронному архіві КПІ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19085>. Обов'язкове. Рекомендоване детальне ознайомлення з усім виданням. Містить матеріали з усіх тем дисципліни.
6. Лукінюк М. В. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: У 2 кн. Кн. 2. Керування хіміко-технологічними процесами: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом навчання: «Хімічна технологія та інженерія». – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 336 с.
Доступне у дистанційному курсі. Доступне у бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також у Електронному архіві КПІ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19086>. Обов'язкове. Рекомендоване детальне ознайомлення з усім виданням. Містить матеріали з усіх тем дисципліни.
7. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Либідь, 2007. – 656 с.
Доступне у дистанційному курсі. Доступне у бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Обов'язкове. Рекомендоване детальне ознайомлення з усім виданням. Містить матеріали з усіх тем дисципліни.

Додаткова література

8. Проектування систем керування: навч. посібн. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-інтегр. технології» / М. З. Кваско, Я. Ю. Жураковський, А. І. Жученко, В. В. Миленький. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 344 с.
Доступне у дистанційному курсі. Доступне у бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Рекомендоване для ознайомлення.
9. Промислові засоби автоматизації: Навч. посібник: У 2 ч. Ч. 1. Вимірювальні пристрої / А. К. Бабіченко, В. І. Тошинський, В. С. Михайлов, М. О. Подустов, О. В. Пугановський; За заг. ред. А. К. Бабіченка.; За заг. ред. А.К. Бабіченка. – Харків: НТУ «ХПІ», 2001. – 470 с.
Доступне у дистанційному курсі. Доступне у бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Рекомендоване для ознайомлення.
10. Промислові засоби автоматизації: Навч. посібник: У 2 ч. Ч. 2. Регульовальні і виконавчі пристрої / А. К. Бабіченко, В. І. Хотинський, В. С. Михайлов, В. І. Молчанов, М. О. Подустов, О. В. Пугановський, В. І. Вельма; За заг. ред. А. К. Бабіченка. – Харків: НТУ «ХПІ», 2003. – 658 с.
Доступне у дистанційному курсі. Доступне у бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Рекомендоване для ознайомлення.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Структура кредитного модуля

Назви тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		лекції	лабора-торні	семінарські	СРС
Основи автоматизації технологічних процесів	16	4	2		10
Основні методи та технічні засоби автоматичного контролю технологічних параметрів	36	16	8		12
Основи теорії автоматичного керування	24	8	4		12
Автоматизація біотехнологічних процесів	24	8	4		12
Модульна контрольна робота	4	–	–	–	4
Екзамен	16	–	–	–	16
Всього	120	36	18	0	66

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Автоматизація біотехнологічних процесів, переваги впровадження. Загальні відомості про системи контролю та керування хіміко-технологічними процесами: структурні схеми, призначення елементів. Принципи автоматичного керування (Понселе – Чиколева, Ползунова – Уатта). Завдання на СРС: Види керування. Класифікація систем автоматичного контролю та керування. Комбіновані системи керування.
2	Технічне забезпечення систем керування. Загальні відомості про вимірювання та засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), автоматичні регулятори, виконавчі механізми та регульовальні органи. Перетворювачі сигналів (активні та пасивні). Загальні підходи до вибору первинних вимірювальних перетворювачів. Завдання на СРС: Значущість вимірювань (науковий і технічний аспекти). Місце та значення вимірювань у системах керування. Основні види та методи вимірювань. Точність вимірювання, істинне та умовно-істинне (дійсне) значення вимірюваної величини. Похибки вимірювань. Державна система приладів і засобів автоматизації
3	Загальні відомості про засоби вимірювальної техніки. Структурні схеми засобів вимірювань (вимірювальні прилади). Статичні та динамічні характеристики ЗВТ. Структурні схеми засобів вимірювань (вимірювальні прилади). Системи дистанційного передавання інформації (на базі реостатних перетворювачів). Похибки ЗВТ. Окреме джерело виникнення похибок: зворотний вплив ЗВ на вимірювану величину. Класифікація похибок ЗВТ. Нормування метрологічних характеристик (МХ), класи точності ЗВТ. Зв'язок форми зображення класу точності на шкалах засобів вимірювань із їхніми метрологічними характеристиками. Завдання на СРС: Класифікація ЗВТ. Структурні схеми засобів вимірювань (вимірювальні перетворювачі). Номінальна та реальна функції перетворення й пов'язані з ними похибки засобів вимірювань: адитивна, мультиплікативна, нелінійна, гістерезису; розмах і варіація показань.
4	Вимірювання тиску. Види тиску. Диференціальні манометри: обв'язка (підключення до

	об'єкта); дифманометри тензометричні Сафір-М/Сапфир-22ДД. Особливості конструкції дифманометрів-витратомірів. Завдання на СРС: Особливості вимірювання тиску агресивних і високотемпературних речовин. Вакуумметри. Вимірювання рівня рідин і сипких речовин. Буйкові, ультразвукові (акустичні), радіоізотопні рівнеміри. Вимірювання рівня сипких та кускових матеріалів. Завдання на СРС: Поплавкові, гідростатичні, вагові рівнеміри. Електричні вимірювачі рівня (ємнісні, кондуктометричні).
5	Вимірювання кількості та витрати рідин, газів і сипких матеріалів. Види витрати. Витратоміри змінного перепаду тиску: епюри Р і V, звуж. пристрої (стандартні, нестандартні), порівняльний аналіз характеристик різних звужувальних пристроїв. Формула вимірювання витрати; що враховує коефіцієнт витрати. Тахометричні витратоміри (лічильники кількості та витрати речовини). Електромагнітні (індукційні) витратоміри. Вихрові витратоміри. Витратоміри для сипких матеріалів. Завдання на СРС: Класифікація витратомірів. Витратоміри постійного перепаду тиску. Ультразвукові витратоміри. Коріолісові витратоміри.
6	Вимірювання температури. Температурні шкали. Класифікація промислових вимірювачів температури. Термоперетворювачі опору – термометри опору (ТО): конструкція, біфілярність, провідникові ТО (матеріали, НСХ, діапазон вимірювання), напівпровідникові ТО – особливості. Автоматичні мости: будова, принцип дії, призначення елементів. Конструктивні відмінності мостів постійного струму від мостів змінного струму. Термоелектричні перетворювачі – термопари (ТП). Термоелектричний ефект (Зеебека та Пельтьє). Основне рівняння термопари. НСХ термопар. Завдання на СРС: Термометри розширення: особливості використання в схемах регулювання. Манометричні термометри: рідинні, газові. Похибки манометричних термометрів, способи їх усунення. Логометри. Компенсація впливу коливань температури довкілля на вимірювання температури ТО.
7	Потенціометричний метод вимірювання ЕРС. Автоматичні потенціометри: будова, принцип дії, призначення елементів, додаткові пристрої; автоматичне внесення поправки на відхилення температури вільних кінців ТП t_0' від температури градування. Завдання на СРС: Конструкція та властивості термопар. Включення третього провідника в контур ТП. Методи внесення поправки на відхилення температури t_0'. Вимірювання складу та фізико-хімічних властивостей речовин. Газоаналізатори теплопровідності (термокондуктометричні). Кондуктометричні концентратоміри: електродні, безелектродні (в т. ч. високочастотні). Завдання на СРС: Класифікація приладів для вимірювання фізико-хімічних властивостей речовин. Магнітні газоаналізатори. Методи вимірювання вологи, дієлькометричні та кондуктометричні вологоміри
8	Вимірювання густини: радіоізотопні густиноміри. Вимірювання в'язкості, види в'язкості, класифікація віскозиметрів. Кулькові віскозиметри. Завдання на СРС: Основи рН-метрії. Будова вимірювального та порівнювального електродів. Вторинні прилади рН-метрів.
9	Використання цифрової та мікропроцесорної техніки у засобах автоматичного контролю технологічних параметрів. Застосування цифрової обчислювальної техніки (ЦОТ) у засобах автоматичного контролю: розширення функціональних можливостей ЗВТ. Уведення вимірювальної інформації про технологічні параметри в пристрої ЦОТ. Завдання на СРС: Застосування засобів цифрової обчислювальної техніки у вимірювальних системах. Структурна схема інформаційно-обчислювальної системи.
10	Математичне моделювання систем керування. Види моделей. Методи отримання математичних моделей. Відмінність вимог до моделей для САПР і для систем керування ХТП. Інтегральне перетворення Лапласа, математичні моделі елементарних динамічних

	ланок. Завдання на СРС: Загальні підходи до математичного моделювання виконавчих механізмів.
11	Розробка та опис структурно-параметричної схема системи керування. Загальні підходи до математичного моделювання об'єктів керування, вимірювачів (датчиків), регуляторів, ліній зв'язку та системи керування в цілому (розімкненої, замкнутої). Завдання на СРС: Перевірка адекватності моделі. Припущення аналітичного моделювання
12	Об'єкти керування (ОК), їх властивості та характеристики. Канали впливу та їх характеристики. Межі ОК. Моделювання статичної та динаміки ОК, методи отримання статичних і динамічних характеристик ОК: аналітичний і експериментальний – особливості отриманих моделей. Завдання на СРС: Класифікація об'єктів керування.
13	Динамічні властивості ОК: акумулювальна здатність, самовирівнювання: види самовирівнювання (приклади ОК з різними видами самовирівнювання), визначення виду самовирівнювання ОК за виглядом рівняння динаміки та формою перехідного процесу, швидкодія (приклади об'єктів за такими властивостями). Кількісні характеристики інерційності ОК. Завдання на СРС: Способи зниження порядку отриманої математичної моделі.
14	Автоматичні регулятори. Регулятори з лінійними законами регулювання: складові регулювального впливу (пропорційна (П), інтегральна (І), диференціальна (Д)). Алгоритми формування регулювальних впливів (закони регулювання) та особливості застосування П-, І-, ПІ-, Д- та ПІД-регуляторів. Цифрові системи керування. Використання КЕОМ у системах керування Завдання на СРС: Регулятори прямої дії. Позиційні регулятори.
15	Технічні засоби автоматизації. Пневматичні та електричні виконавчі механізми, особливості будови та застосування. Електроапарати для керування роботою електроприводів. Регулювальні електроклапани. Шлюзові затвори (для випуску сипких матеріалів з бункерів, циклонів на ін. апаратів). Пристрої сполучення ЕОМ з об'єктами керування: нормувальні перетворювачі, аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі. Завдання на СРС: Перехідні перетворювачі (пнеумоелектричні та електропневматичні).
16	Системи контролю та керування технологічними процесами хімічних виробництв. Розробка схем автоматизації. Методика аналізу технологічного процесу як об'єкта автоматизації та вибору рівня автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація), опису розробленої схеми автоматизації та розрахунку метрологічних характеристик вимірювальних каналів. Завдання на СРС: Особливості керування періодичними ХТП.
17	Методика аналізу технологічного процесу як об'єкта автоматизації та вибору рівня автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація), опису розробленої схеми автоматизації та розрахунку метрологічних характеристик вимірювальних каналів.
18	Автоматизація біотехнологічних процесів Завдання на СРС: Автоматизація типових технологічних процесів: виробництв органічних і неорганічних речовин, відділень гальванічних виробництв, виробництв силікатних та композитних матеріалів, полімерів (конкретизує керівник виконання РГР відповідно до завдання).

Лабораторні роботи

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Вступне заняття. Доведення до студентів правил роботи в лабораторії та положень техніки безпеки. Ознайомлення з будовою та призначенням лабораторних стендів, визначення

	переліку лабораторних робіт, видача методичних матеріалів
2	Перетворювачі сигналів і системи передачі вимірювальної інформації. Позиційне регулювання
3	Вимірювання тиску і розрідження. Вимірювальні перетворювачі тиску типу «Сафір»
4	Термоелектричні перетворювачі
5	Показувальні та реєструвальні прилади для вимірювання температури за допомогою ТП: автоматичні потенціометри та мілівольтметри
6	Показувальні та реєструвальні прилади для вимірювання температури за допомогою ТО: автоматичні мости, логометри, цифро-аналогові реєстратори
7	Вимірювання та сигналізація рівня. Концентратоміри та газоаналізатори
8	Вимірювання витрати
9	Заключне заняття. Підведення результатів виконання лабораторних робіт, здача звітів з лабораторного практикуму

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів у межах даного курсу передбачає:

- підготовка до лекції, яка включає ознайомлення з наданим текстом лекції, виявлення малозрозумілих фрагментів і тез, виявлення питань, які на думку студента потребують більш широкого висвітлення, підготовка запитань до викладача, які планується задати протягом лекції (до 1 год на кожну лекцію);
- підготовка до лабораторних занять, яка включає у себе ознайомлення з темою та метою заняття, завданням, ознайомлення з контрольними запитаннями та формування відповідей на них (до 30 хвилин на кожну практичну роботу);
- оформленні звітів за результатами робіт, проведених на лабораторних заняттях (до 30 хвилин на кожну практичну роботу);
- підготовка до модульної контрольної роботи (до 4 годин);
- підготовка до екзамену (30 годин).

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

7.1. Відвідування занять та поведінка на них.

- згідно з розкладом занять кафедри ТПЗА у навчальному семестру студенти обов'язково повинні бути присутніми на лекційних заняттях, на лабораторних заняттях та виконати індивідуальні завдання з модульної контрольної роботи;
- обов'язкове відключення мобільних телефонів або їх переведення в беззвучний режим на усіх заняттях та під час консультацій;
- на лабораторних заняттях студенти обов'язково повинні строго дотримуватись правил з техніки безпеки при роботі з електричними та пневматичними технічними засобами, підключеними на лабораторних стендах.

7.2. Виставлення штрафних та заохочувальних балів.

- окремої процедури захисту модульної контрольної роботи не передбачається, проводиться оцінювання викладачем поданої роботи;
- критерії оцінювання, розміри нарахування штрафних (за невчасне виконання і здачу лабораторних робіт і модульної контрольної) і заохочувальних балів, а також терміни їх

виконання наведено у «Положенні про рейтингову систему оцінки успішності студентів з дисципліни «Контроль та керування біотехнологічними процесами» (див. п 7);

7.3. Політика дедлайнів та перескладань.

- для нарахування відповідних балів згідно з РСО за семестр студентам потрібно до кінця навчального семестру, у терміни, передбачені РСО, здати відповідному викладачеві звіти: з лабораторних робіт; з модульної контрольної роботи;
- повторне виконання зарахованої модульної контрольної роботи не допускається;
- перескладання заліку допускається лише за відповідними відомостями з деканату факультету і у спосіб, передбачений нормативними документами з організації навчального процесу КПІ ім. Ігоря Сікорського.

7.4. Політика щодо академічної доброчесності.

- студенти, які вивчають дисципліну «Контроль та керування біотехнологічними процесами», повинні дотримуватися правил і норм академічної доброчесності під час виконання усіх видів робіт;
- модульна контрольна робота, виконана з грубим порушенням правил і норм академічної доброчесності оцінюється викладачем у (0,0 балів), крім того студенту нараховуються 4 штрафні бали під час видачі повторно індивідуального завдання.

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

Рейтинг студента з навчальної дисципліни «Контроль та керування біотехнологічними процесами» складається з балів, отриманих за:

- 1) виконання та захист 8 лабораторних робіт;
- 2) виконання модульної контрольної роботи (МКР);
- 3) здачу екзамену.

Повний текст РСО з навчальної дисципліни «Контроль та керування біотехнологічними процесами» наведено в Додатку А.

8.1. Модульна контрольна робота.

Модульна контрольна робота містить 4 практичних завдання для кожного студента індивідуально. У завданні наведено також приклади розв'язання подібних задач.

8.2. Екзамен.

Екзаменаційний білет складається із двох теоретичних питань, перелік яких наведено у додатку Б та задач.

РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ (РСО)

1. Лабораторні роботи.

Ваговий бал – 6.

Максимальна кількість балів на всіх оцінюваних заняттях $R_{\text{ЛР}}$ становить: $6 \times 8 = 48$.

Критерії оцінювання

Підготовка до роботи:

- протокол повний і відповідає вимогам до оформлення – 1 бал;
- протокол потребує доповнень чи виправлень – 0,5 бала.

Оформлення і захист результатів роботи (бали):

«відмінно» – 5 балів – наявність і повна підготовка протоколу до здачі (необхідні розрахунки, заповнення таблиць з даними, побудова відповідних графіків), повне володіння матеріалом під час здачі роботи (не менше 90 % відповідей на запитання правильні);

«добре» – 4 бала – наявність і повна підготовка протоколу до здачі (необхідні розрахунки, заповнення таблиць з даними, побудова відповідних графіків), незначні помилки у відповідях на запитання під час здачі роботи (не менше 75 % відповідей на запитання правильні);

«задовільно» – 3 бали – наявність і повна підготовка протоколу до здачі; можливі несуттєві огріхи в оформленні звіту роботи (розрахунках, таблицях або побудованих графіках), понад 60 % відповідей на запитання під час здачі правильні;

«незадовільно» – 0 – наявність і повна підготовка протоколу до здачі; в оформленні звіту (розрахунках, таблицях або побудованих графіках) допущено суттєві похибки, менше 60 % відповідей на запитання під час здачі роботи правильні.

Під час першого заняття (Інструктаж – див. табл. 2) проводиться інструктаж про правила роботи в лабораторії, техніку безпеки, доводяться вимоги до оформлення протоколів лабораторних робіт і захисту виконаної лабораторної роботи, а також здійснюється ознайомлення студентів із системою рейтингових (вагових) балів оцінювання знань.

Штрафи:

- відсутність протоколу – мінус 2 бали;
- несвоєчасна¹ здача роботи – мінус 1 бал;
- несвоєчасна² здача звіту з лабораторних робіт – мінус 2 бали.

Заохочення:

- модернізація лабораторних робіт – 1...6 балів;
- виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів – 1...6 балів.

2. Модульний контроль

Ваговий бал – 3.

Модульна контрольна робота складається з 4 завдань.

За повне і правильне виконання одного із завдань МКР – 3 балів.

¹ Своєчасною вважається здача лабораторної роботи не пізніше наступного за відпрацюванням заняття.

² Своєчасною вважається здача звіту не пізніше заключного заняття з лабораторного практикуму (14-й тиждень).

Максимальна кількість балів за виконання МКР $R_{МКР}$: $3 \times 4 = 12$ бали.

Штрафи:

- несвоєчасне³ виконання МКР без поважних причин – мінус 2 бали.

Розрахунок шкали R рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = R_{\text{ЛАБ}} + R_{\text{МКР}} + R_{\text{ЕКЗ}} = 48 + 12 + 40 = 100 \text{ балів.} \quad (3)$$

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингову оцінку R переводять згідно з табл. 3:

Таблиця 3

Кількість балів	Оцінка традиційна	
	диференційована	залікова
100 ... 95	відмінно	зараховано
94 ... 85	дуже добре	
84 ... 75	добре	
74 ... 65	задовільно	
64 ... 60	достатньо	
Менше 60	незадовільно	незараховано
Не виконані умови допуску	не допущено	

П р и м і т к а . Якщо у навчальному семестрі на дні проведення лекційних занять, передбачених розкладом, припадають свята чи інші офіційні неробочі дні, що не переносяться на інший час, тоді до суми балів R_c , набраної студентами навчальних груп, для яких такі свята припали на дні проведення цих занять, можуть додаватися відповідні компенсаційні бали, щоб вирівняти їхні рейтингові можливості з групами, в яких ці заняття відбулися.

Умови допуску до семестрового контролю: позитивна оцінка за модульну контрольну роботу (10 балів або більше) та виконання і підтвердження правильності отриманих результатів усіх лабораторних робіт.

³ Своєчасним виконанням вважається здача МКР не пізніше ніж за тиждень до початку другої атестації.

ПЕРЕЛІК ТЕОРЕТИЧНИХ ПИТАНЬ ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ЕКЗАМЕН

1. Структурні схеми систем автоматичного контролю та керування. Призначення елементів схем. Термінологія («керування», «системи керування», «ОК», «КО», «х», «у», «μ», «λ» тощо).
2. Класифікація систем автоматичного контролю та керування.
3. Регулювання за збуренням (принцип Понселе – Чиколева). Особливості розімкнених систем керування.
9. Регулювання за відхиленням (принцип Ползунова – Уатта). Особливості замкнених систем керування.
10. Комбіновані системи керування.
11. Види керування. Види (класифікація) систем керування.
12. Вимірювання (ф. в., в. в., розмір в. в., значення в. в., рівняння вимірювання). Значущість вимірювань (у науковому і технічному аспекті). Місце вимірювань у системах керування.
13. Класифікація вимірювань. Види вимірювань. Методи вимірювань.
14. Точність вимірювання. Істине та умовно-істине (дійсне) значення в. в. Похибки вимірювань (абсолютні й відносні, систематичні й випадкові, інструментальні, методичні, суб'єктивні).
15. Класифікація засобів вимірювальної техніки (ЗВТ): вимірювальні пристрої та засоби вимірювання (ЗВ).
16. Структурні схеми вимірювальних приладів;
17. Структурні схеми вимірювальних перетворювачів.
18. Статичні (діапазон вимірювання, чутливість, поріг чутливості, зона нечутливості) та динамічні (час перехідного процесу, стала часу, час запізнення) характеристики ЗВТ. Елементарні динамічні ланки.
19. Визначення сумарних коефіцієнтів передачі для різних схем з'єднань структурних елементів.
20. Похибки ЗВТ: систематичні та випадкові; основні й додаткові; абсолютна, відносна та зведена.
21. Зворотний вплив ЗВ на в. в.
22. Похибки ЗВТ: адитивна, мультиплікативна, лінійності, варіація (похибка гістерезису) показань.
23. Нормування метрологічних характеристик (МХ), класи точності ЗВТ. Зв'язок форми зображення класу точності на шкалах засобів вимірювань із особливостями нормування МХ.
24. Державна система приладів і засобів атоматизації (ДСП). Уніфіковані сигнали ДСП.
25. Перетворювачі сигналів (активні та пасивні). Реостатні перетворювачі (РП). Системи дистанційного передавання інформації на базі РП, призначення елементів схеми.
26. Ємнісні перетворювачі.
27. Тензометричні перетворювачі.
28. П'єзоелектричні перетворювачі.
29. Види тиску. *Одиниці вимірювання тиску. *Класифікація вимірювачів тиску.
30. Деформаційні вимірювачі тиску, конструкція; поняття та визначення ефективною площі для різних пружних чутливих елементів.
31. Ємнісні, тензометричні та п'єзоелектричні вимірювачі тиску.
32. Диференціальні манометри: обв'язка (підключення до об'єкта); дифманометри тензометричні Сафір/Сапфир. Особливості конструкції дифманометрів-витратомірів. Дифманометр *13ДД11 (пневм.).

33. Вимірювання тиску агресивних і високотемпературних речовин.
34. Температурні шкали. *Класифікація промислових вимірювачів температури.
35. Термометри розширення. Електроконтактні термометри.
36. Манометричні термометри: рідинні, газові. Похибки манометричних термометрів, способи їх усунення.
37. Термоперетворювачі опору – термометри опору (ТО).
38. Незрівноважені мости, умова рівноваги моста; сфера застосування.
39. Зрівноважені мости; умова рівноваги моста; трипровідна схема підключення ТО.
40. Автоматичні мости: будова, принцип дії, призначення елементів. Конструктивні відмінності мостів постійного струму від мостів змінного струму.
41. Логометри.
42. Способи усунення похибок, зумовлених впливом температури довкілля, під час вимірювання температури за допомогою ТО.
43. Термоелектричний ефект. Термоелектричні перетворювачі – термопари (ТП). Основне рівняння термопари. НСХ термопар.
44. Властивості термопар. Включення третього провідника в контур ТП.
45. Подовжувальні та компенсаційні проводи (вимоги до компенсувальних проводів).
46. Автокомпенсатори.
47. Лабораторні потенціометри;
48. Потенціометри автоматичні: будова, принцип дії, призначення елементів, додаткові пристрої.
49. Способи компенсації похибки, зумовленої відхиленням температури вільних кінців ТП t_0' від температури градування t_0 .
50. ТО та ТП з уніфікованими вихідними сигналами.
51. Класифікація рівнемірів. Візуальні засоби вимірювання рівня.
52. Поплавкові рівнеміри.
53. Буйкові рівнеміри.
54. Гідростатичні рівнеміри.
55. Електричні вимірювачі рівня (ємнісні, кондуктометричні).
56. Ультразвукові (акустичні) та *радарні рівнеміри.
57. Радіоізотопні рівнеміри.
58. Вагові рівнеміри.
59. Вимірювання рівня сипких та кускових матеріалів.
60. Види витрати. *Класифікація витратомірів.
61. Витратоміри змінного перепаду.
62. Витратоміри постійного перепаду.
63. Тахометричні витратоміри (лічильники кількості та витрати речовини).
64. Електромагнітні (індукційні) витратоміри.
65. Ультразвукові витратоміри.
66. Вихрові витратоміри.
67. Коріолісові витратоміри.
68. Загальні відомості про моделі, види моделей. Методи отримання математичних моделей.
69. Математичне моделювання систем керування.
70. Математичні моделі елементарних динамічних ланок (було – див. пп. 3.3).
71. Загальні підходи до математичного моделювання об'єктів керування (ОК).

72. Загальні підходи до математичного моделювання вимірювача (датчика).
73. Загальні підходи до математичного моделювання регулятора.
74. Загальні підходи до математичного моделювання виконавчого механізму.
75. Загальні підходи до математичного моделювання ліній зв'язку.
76. Загальні підходи до математичного моделювання системи керування (розімкненої, замкнутої).
77. Адекватність моделі.
78. Об'єкти керування (ОК).
79. Класифікація ОК.
80. Канали впливу та їх характеристики. Межі ОК.
81. Статичне моделювання ОК. Методи отримання статичних характеристик ОК. Припущення аналітичного моделювання.
82. Математичне моделювання динаміки ОК. Методи отримання динамічних характеристик.
83. Динамічні властивості ОК:
84. Акумулявальна здатність. Зв'язок з порядком математичної моделі ОК.
85. Самовирівнювання.
86. Швидкодія (транспортне запізнення, інерційність). Кількісні характеристики інерційності ОК.
87. Автоматичні регулятори: принцип роботи, класифікація, загальний алгоритм формування регульовального впливу μ , складові μ .
88. Регулятори прямої дії.
89. Позиційні регулятори.
90. Регулятори з лінійними законами регулювання (складові регульовального впливу μ):
91. П-регулятор.
92. І-регулятор.
93. ПІ-регулятор.
94. Д-регулятор;
95. ПІД-регулятор.
96. Використання ЕОМ у системах керування:
97. Режим радника;
98. Супервізорний режим;
99. Режим прямого цифрового керування.
100. Пристрої зв'язку КЕОМ з об'єктами керування (ПЗО-1, ПЗО-2).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

- *склав к. т. н., доцент Сазонов Артем Юрійович*
- *ухвалено кафедрою технічних та програмних засобів автоматизації*

(протокол No 17 від 9.06.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією ФБТ (протокол No 9 від 30.06.2022 р.)