Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра зварювального виробництва

ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	**Другий (магістерський)**
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Прикладна механіка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	150 годин / 5 кредитів ECTS; лекції – 36 год.; практичні – 36 год.; СРС – 78 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	МКР, залік
Розклад занять	1-й тиждень — лекція, практичне заняття. 2-й тиждень- лекція, практичне заняття. Час і місце проведення занять див. на сайті http://schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент Скачков Ігор Олегович, i.skachkov@kpi.ua Практичні заняття та лабораторні роботи: Практичні заняття: асистент Вдовиченко Дмитро Михайлович d.m.vdovychenko@gmail.com
Розміщення курсу	Лекції з дисципліни і методичні вказівки до практичних занять висилаються кожному студенту по електронній пошті. Контрольні примірники передаються методисту кафедри для збереження в електронній бібліотеці кафедри. Також курс розміщено https://do.ipo.kpi.ua/course/view.php?id=5367

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна "ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ" розроблена відповідно до освітньої наукової програми підготовки магістрів "Прикладна механіка" . Вивчення дисципліни забезпечує конкурентні переваги фахівця при роботі на підприємствах України.

***Мета** дисципліни - формування у студентів здатностей використовувати знання та навички в галузі засобів автоматичного керування, а також технології зварювання та споріднених процесів для проектування автоматизованого устаткування для реалізації технології зварювання, наплавлення та створення покриттів.*

Предмет *дисципліни - системи автоматичного керування технологічним процесом зварювання плавленням, тиском та створення покриттів.*

Відповідно до ***освітньої програми*** *студенти після засвоєння дисципліни підсилюють* ***компетентності*** *і деталізують* ***результати навчання****:*

Компетентності*:*

ЗК1 Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми.

ФК 2 Здатність описати, класифікувати та змоделювати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук

ФК 7 Здатність застосовувати фундаментальні та прикладні знання та вміння в галузі інноваційних технологій машинобудування.

ФК 8 Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань з прикладної механіки.

ФК 9 Здатність критичного аналізу та прогнозування параметрів працездатності нових та існуючих механічних конструкцій, машин, матеріалів і виробничих процесів машинобудування на основі знання та використання сучасних аналітичних та/або комп'ютеризованих методів і методик.

РН 3 Застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проектно конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні.

РН 4 Використовувати сучасні методи оптимізації параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації.

РН16 Оптимізувати технічні рішення на етапі проектування та експлуатації виробів та обладнання за допомогою сучасних розрахункових алгоритмів та спеціалізованих програмних комплексів.

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

Для успішного засвоєння *"ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ" студент повинен мати базові знання з дисциплін:*

- *Автоматизовані механічні системи з фізично різнорідним керуванням.*
- *Інноваційні технології в машинобудуванні.*

Результати навчання *з «Проектування систем автоматичного керування» є корисними при виконанні магістерської дисертації.*

3. Зміст навчальної дисципліни

1) *Вступ до систем керування*
2) *Лінійні систем керування*
3) *Нелінійні системи автоматичного керування*
4) *Цифрові системи автоматичного керування*
5) *Перспективи розвитку систем автоматичного керування*

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1) *Курс дистанційного навчання з дисципліни "Проектування систем автоматичного керування " https://do.ipo.kpi.ua/course/view.php?id=5367*
2) *Теорія систем керування : підручник / В.І. Корнієнко, О.Ю. Гусєв, О.В. Герасіна, В.П. Щокін ; Міністерство освіти і науки України, Державний вищий навчальний заклад "Національний гірничий університет". - Дніпро : НГУ, 2017. - 495 с. : рис.*
3) *Автоматизація виробничих процесів : навчальний посібник / Б.М. Гончаренко [та ін.]. - Кіровоград : В.О. Лисенко, 2016. - 351 с. : іл., табл., схеми.*

Додаткова література:

1) *ДСТУ ISO 17662:2005. Зварювання - Калібрування, перевірка та атестація обладнання, що використовується для зварювання, включаючи допоміжні заходи. - К.: Держспоживстандарт України, 2005. - 40 с.*
2) *Аналіз, синтез і проектування цифрових систем керування : навчальний посібник / С.М. Єсаулов, О.Ф. Бабічева ; Міністерство освіти і науки України, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова. - Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2018. - 150 сторінок : рисунки, таблиці.*

Навчальний контент

5. *Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)*

1-й тиждень

Лекція 1. Аналіз технологічного процесу зварювання з метою його автоматизації
Зміст технічного завдання на проектування системи автоматичного керування зварювальною установкою. Визначення основних показників якості зварного з'єднання, що забезпечують задані вимоги експлуатаційної надійності виробу. Вибір з вихідних параметрів керованих величин і відповідних керувальних дій. Оцінка імовірних збурень, їх впливу на зварювальний процес.

Практичне заняття 1 Розробка технічного завдання на систему керування зварювальною установкою

2-й тиждень

Лекція 2. Побудова функціональної схеми зварювальної установки. Розробка циклограми роботи установки
Структури зварювальних установок для дугового, електрошлакового, контактного точкового, контактного стикового зварювання. Технологія зварювання і кінематична схема зварювальної установки. Зв'язок кінематичної і функціональної схем зварювальних установок. Побудова циклограми роботи установки.

Практичне заняття 2 Побудова функціональної схеми зварювальної установки. Розробка циклограми роботи установки

3-й тиждень

Лекція 3. Вибір зварювального обладнання та технічних засобів автоматизації. Електропривод.
Визначення вимог до елементів функціональної схеми установки. Вимоги до електроприводів зварювальних установок. Критерії вибору виконавчих двигунів та систем керування.

Практичне заняття 3 Вибір електропривода для автоматизованої зварювальної установки.

4-й тиждень

Лекція 4. Вибір зварювального обладнання та технічних засобів автоматизації. Пневмо та гідропривод зварювальних установок.

Визначення вимог до елементів функціональної схеми установки. Вимоги до пневмо - гідроприводів зварювальних установок. Критерії вибору виконавчих двигунів та систем керування.

Практичне заняття 4 Вибір пневмопривода для автоматизованої зварювальної установки.

5-й тиждень

Лекція 5. Вибір зварювального обладнання та технічних засобів автоматизації. Зварювальні джерела живлення.

Вимоги до зварювальних джерел живлення. Способи керування джерелом живлення. Критерії вибору виконавчих пристроїв.

Практичне заняття 5 Вибір зварювального джерела живлення для автоматизованої зварювальної установки.

6-й тиждень

Лекція 6. Вибір зварювального обладнання та технічних засобів автоматизації. Вибір сенсорів положення, переміщення швидкості.

Сенсори абсолютного положення та сенсори відносного положення. Сенсори положення: електро-механічні, індуктивні, ємностні. Лінійні і обертові енкодери. Тахогенератори.

Практичне заняття 6 Вибір сенсорів положення, переміщення швидкості.

7-й тиждень

Лекція 7. Вибір зварювального обладнання та технічних засобів автоматизації. Вибір сенсорів струму та напруги.

Шунти, додаткові резистори, сенсори на основі елементів Холла, трансформатори струму. Схеми захисту системи автоматичного керування від перенавантажень.

Практичне заняття 7 Вибір сенсорів струму та напруги

8-й тиждень

Лекція 8. Вибір зварювального обладнання та технічних засобів автоматизації. Вибір сенсорів тиску витрат захисного газу.

Манометри систем автоматики. Ротаметри.

Практичне заняття 8 Вибір сенсорів тиску витрат захисного газу.

9-й тиждень

Лекція 9. Вибір зварювального обладнання та технічних засобів автоматизації. Вибір сенсорів положення зварювального пальника.

Слідкувальні системи з регуляторами непрямої дії. Тактильні слідкувальні системи. Слідкувальні системи з електромагнітними сенсори. Фотоелектричні сенсори. Систем и технічного зору.

Практичне заняття 9 Вибір сенсорів положення зварювального пальника.

10-й тиждень

Лекція 10. Проектування блоку керування зварювальною установкою. Аналогові системи
Проектування аналогових систем: переваги і недоліки аналогових систем, межі раціонального застосування. Застосування операційних підсилювачів для реалізації законів керування.

Практичне заняття 10 Застосування операційних підсилювачів для реалізації законів керування.

11-й тиждень

Лекція 11. Проектування блоку керування зварювальною установкою. Проектування і розрахунок релейно-контакторної системи управління.
Різновиди реле. Проектування релейних систем керування. Розрахунок і вибір реле. Вибір контакторів. Розрахунок і вибір елементів захистів. Розрахунок і вибір допоміжного електроустаткування

Практичне заняття 11 Проектування релейних систем керування.

12-й тиждень

Лекція 12. Мікропроцесорні системи керування (МСК) зварювальними установками. Проектування систем керування зварювальною установкою на однокристальних ЕОМ.
Структури з центральним і децентралізованим управлінням. Структури мікропроцесорних САК. Проектування систем керування зварювальною установкою на однокристальних ЕОМ.

Практичне заняття 12 Проектування систем керування зварювальною установкою на однокристальних ЕОМ.

13-й тиждень

Лекція 13. Мікропроцесорні системи керування (МСК) зварювальними установками. Промислові комп'ютери, контролери, інтелектуальні реле.
Промислові комп'ютери, контролери, інтелектуальні реле. Особливості використання в зварювальних установках мікропроцесорних систем керування. Критерії вибору МСК для використання в зварювальній установці.

Практичне заняття 13 Проектування автоматичної зварювальної установки на основі інтелектуального реле.

14-й тиждень

Лекція 14. Мікропроцесорні системи керування (МСК) зварювальними установками. Аналого-цифрове та цифро-аналогове перетворення.
Вимоги до частоти аналого-цифрового та цифро-аналогового перетворення. Типові схеми АЦП та ЦАП.

Практичне заняття 14 Вибір АЦП

15-й тиждень

Лекція 15. Ергономіка систем керування зварювальними установками
Антропометрична, сенсомоторна, енергетична,психофізіологічна сумісність в системах керування зварювальними установками. Нормативні вимоги до ергономіки систем керування зварювальною установкою.

Практичне заняття 15 Розробка пульта керування автоматизованої зварювальної установки

16-й тиждень

Лекція 16. Розробка принципової електричної схеми системи керування зварювальною установкою
Вимоги до принципових електричних схем систем керування у відповідності до чинних стандартів. Правила виконання схем. Критерії вибору елементів схеми.

Практичне заняття 16. Розробка принципової електричної схеми системи керування зварювальною установкою

17-й тиждень

Лекція 17. Розробка електромонтажних схем системи керування зварювальною установкою
Вимоги до електромонтажних схем систем керування у відповідності до чинних стандартів. Правила виконання схем. Критерії вибору елементів електромонтажної схеми.
Практичне заняття 17 Розробка електромонтажних схем системи керування зварювальною установкою

18-й тиждень

Лекція 18. Документування системи автоматичного керування зварювальною установкою
Види текстових конструкторських документів. Технічний опис, зміст та вимоги. Інструкція з експлуатації, зміст та вимоги. ***Модульна контрольна робота.***

Практичне заняття 18 Розробка інструкція з експлуатації автоматизованої зварювальної установки.

6. Самостійна робота студента

Види самостійної роботи:

6.1 Обробка і оформлення даних, отриманих при виконанні практичних занять – 2 години на кожне практичне заняття (всього – 36 год.).

6.2 Підготовка до лекцій – 1 година на кожну лекцію (всього – 18 год.) – закріплення лекційного матеріалу та тестування.

6.Підготовка до МКР — 18 годин

6.4 Підготовка до заліку — 6 годин

7. Дистанційне навчання

Лекції проводяться на платформі Zoom. Посилання на чергову лекцію студенти отримують електронною поштою і месенджером Telegram.
Додаткові матеріали курсу представлені за посиланням
https://do.ipo.kpi.ua/course/view.php?id=52.
Консультації проводяться по домовленості зі студентом на платформі Zoom або шляхом переписки електронною поштою чи месенджером Telegram

Політика та контроль

8. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчальної дисципліни "ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ" є складовою частиною загальної політики в галузі якості КПІ імені Ігоря Сікорського і полягає у виконанні викладачем і студентами наступних принципів.

- ✓ *Відвідування лекцій рекомендовано. Всі індивідуальні практичні завдання мають бути виконані. У разі пропуску практичних занять студент узгоджує з викладачем відпрацювання.*
- ✓ *На лекціях і практичних заняттях обов'язковим є відключення телефонів. На екзамені забороняється використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті.*
- ✓ *На лекціях і практичних заняттях роботах студенти проявляють активність. На лекціях питання, що виникають, задаються у відведений викладачем час. На практичних заняттях питання вирішуються по мірі виникнення в діалогової формі.*
- ✓ *Практичні індивідуальні завдання мають бути виконані і захищені до початку екзаменаційної сесії.*
- ✓ *Академічна доброчесність є базовим принципом освітнього процесу і підлягає беззаперечному виконанню викладачем і студентами.*
- ✓ *Викладач є лідером і гарантом підготовки методичних матеріалів, навчання, контролю і поліпшення дисципліни на сучасному рівні з урахуванням вимог міжнародних стандартів з використанням кращої практики підприємств та університетів світу.*

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

Поточний контроль проводиться за рішенням викладача в двох формах: *експрес-опитування за темою попередньої лекції на початку лекції, опитування за темою заняття на початку практичного заняття.*

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

Семестровий контроль: *залік.*

Умови допуску до семестрового контролю: *захист повного комплексу практичних занять і зарахована МКР.*

Розрахунок рейтингових балів

- *Практичні заняття оцінюються балом 3. Максимальна кількість балів за всі практичні заняття складає: 3 бали × 18 = 54 бали.*
  - *активність - 1 бал*
  - *виконання завдання - 2 бала*
- *Модульна контрольна робота: 46 балів*

Модульна контрольна робота проводиться у вигляді тесту з 46 питань наприкінці семестру. Вірна відповідь на питання оцінюється в 1 б., невірна – 0 б. Максимальна кількість балів становить 46. Мінімальна кількість набраних балів для зарахування МКР становить 28 балів.

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає: R=54+46= 100 балів.

Студенти, які виконали умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі студентами, які виконали умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими студентами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.

На заліковій контрольній роботі студент складає тест з 50 питань. Максимальна кількість балів за повну і правильну відповідь на питання - 2 бали. Попередній рейтинг студента скасовується і студент отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи. При цьому максимально можлива кількість балів 50х2 = 100 балів.

Рейтингова шкала з дисципліни складає: R = 100 балів.

Таблиця 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*

10. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль:

1) Зміст аналізу технологічного процесу зварювання з метою його автоматизації
2) Зміст технічного завдання на проектування системи автоматичного керування зварювальною установкою.
3) Критерії для визначення основних показників якості зварного з'єднання, що забезпечують задані вимоги експлуатаційної надійності виробу.
4) Методи оцінки імовірних збурень, їх впливу на зварювальний процес.
5) Структура зварювальної установки для дугового зварювання.
6) Типові циклограми роботи зварювальної установки.
7) Вимоги до електроприводів зварювальних установок.
8) Критерії вибору виконавчих двигунів та систем керування.
9) Вимоги до пневмо - гідроприводів зварювальних установок. К
10) Способи керування джерелом живлення.
11) Сенсори абсолютного положення та сенсори відносного положення.
12) Сенсори положення: електро-механічні, індуктивні, ємностні.
13) Лінійні і обертові енкодери.
14) Тахогенератори.
15) Вибір сенсорів струму та напруги.
16) Вибір сенсорів тиску витрат захисного газу.
17) Манометри систем автоматики. Ротаметри.
18) Вибір зварювального обладнання та технічних засобів автоматизації. Вибір сенсорів положення зварювального пальника.
19) Слідкувальні системи з регуляторами непрямої дії.
20) Тактильні слідкувальні системи.
21) Слідкувальні системи з електромагнітними сенсори.
22) Фотоелектричні сенсори. Системи технічного зору.

23) Переваги і недоліки аналогових систем, межі раціонального застосування.

24) Застосування операційних підсилювачів для реалізації законів керування.

25) Проектування і розрахунок релейно-контакторною системи управління.

26) Проектування релейних систем керування.

27) Проектування систем керування зварювальною установкою на однокристальних ЕОМ.

28) Мікропроцесорні системи керування (МСК) зварювальними установками. Промислові комп'ютери, контролери, інтелектуальні реле.

29) Особливості використання в зварювальних установках мікропроцесорних систем керування. Критерії вибору МСК для використання в зварювальній установці.

30) Вимоги до частоти аналого-цифрового та цифро-аналогового перетворення. Типові схеми АЦП та ЦАП.

31) Антропометрична, сенсомоторна, енергетична,психофізіологічна сумісність в системах керування зварювальними установками.

32) Нормативні вимоги до ергономіки систем керування зварювальною установкою.

33) Вимоги до принципових електричних схем систем керування у відповідності до чинних стандартів. Правила виконання схем. Критерії вибору елементів схеми.

34) Вимоги до електромонтажних схем систем керування у відповідності до чинних стандартів.

35) Види текстових конструкторських документів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:*доцентом, к.т.н., доц. Скачковим Ігорем Олеговичем*

Ухвалено *кафедрою зварювального виробництва (протокол №6 від 28.11.2022)*

Погоджено *Методичною комісією інституту НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол №5/22 від 12.12.2022)*