

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені Ігоря
Сікорського»
Зварювальний факультет

РОБОТИ, РОБОТО-ТЕХНОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ І **ГНУЧКІ ВИРОБНИЧІ СИСТЕМИ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

для студентів денної форми навчання

спеціальності **131 “Прикладна механіка”**

спеціалізація **Автоматизовані технологічні системи в**
зварюванні

Затверджено Вченою радою ЗФ КПІ ім. Ігоря Сікорського

Київ
2017

Роботи, робото-технологічні комплекси і гнучкі виробничі системи: Методичні вказівки до самостійної роботи для студентів денної форми навчання спеціальності 131 “Прикладна механіка” спеціалізація “Автоматизовані технологічні системи в зварюванні”. / Уклад.: Р.М.Рижов, 2017. – 21 с.

*Гриф надано Вченою радою ЗФ КПІ ім. Ігоря Сікорського
(Протокол №10 від 26.06.2017 р.)*

РОБОТИ, РОБОТО-ТЕХНОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ І ГНУЧКІ ВИРОБНИЧІ СИСТЕМИ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

для студентів денної форми навчання

спеціальності 131 “Прикладна механіка”

**спеціалізація Автоматизовані технологічні системи в
зварюванні**

Укладач: д.т.н., проф. *Рижов Роман Миколайович*

Рецензент: к.т.н. *О.В. Прохоренко*

Редактор: *К. В. Решетилов*
Комп’ютерна верстка: *Р.М. Рижов*
(авторська)

Зміст

Зміст	3
Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	6
1.1. Загальна характеристика навчальної дисципліни «Конструювання вузлів і агрегатів зварювальних установок»	6
1.2. Рейтингова система оцінки з дисципліни	6
1.3. Види самостійної роботи	9
2. Методичні вказівки до вивчення розділів курсу.....	10
3. Методичні вказівки до інших видів самостійної роботи.....	19
4. Навчально-методичні матеріали	20
4.1. Основна література.....	20
4.2. Додаткова література	20

Вступ

Дисципліна “Роботи, робото-технологічні комплекси і гнучкі виробничі системи” входить до циклу професіональної підготовки магістрів за спеціальністю 131 “Прикладна механіка” спеціалізація “Автоматизовані технологічні системи в зварюванні”. По типовому навчальному плану вона вивчається на п'ятому році навчання після опанування студентами таких курсів як “Конструювання вузлів і агрегатів зварювальних установок”, “Автоматичне керування зварюванням”, “Зварювання плавленням”, “Зварювання тиском”, “Зварювальні джерела живлення”. По цій дисципліні студенти прослуховують курс лекцій, виконують модульну контрольну роботу і складають іспит. Загальний навчальний час складає 108 годин.

Головною метою засвоєння дисципліни “Роботи, робото-технологічні комплекси та гнучкі виробничі системи” є формування у студентів уявлення про основні принципи роботизації зварювального виробництва, створення робото-технологічних комплексів (РТК) і гнучких виробничих систем (ГВС), алгоритмів та схем управління РТК та ГВС.

В результаті вивчення дисципліни студенти отримують базові знання про будову і принципи дії зварювальних роботів, маніпуляторів виробу з програмним керуванням, зварювального устаткування для роботизованого зварювання, засобів автоматичного складання та транспортування виробів та складально-зварювальних пристроїв, засоби безпеки праці на РТК та ГВС.

Після опанування даної дисципліни студент повинен вміти:

- вибрати необхідний для проектування РТК промисловий робот;
- вибрати необхідне технологічне устаткування для створення РТК;
- створювати маніпуляційні системи із уніфікованих в'язів ;

- розробляти заходи безпеки роботи з використанням гнучких засобів автоматизації;

- вибирати необхідні технічні засоби для адаптації промислових робіт;

- користуватись системами керування промислових робіт.

У даному методичному посібнику наведено вказівки щодо організації самостійної роботи з дисципліни “Роботи, робото-технологічні комплекси та гнучкі виробничі системи”.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Загальна характеристика навчальної дисципліни

“Роботи, робото-технологічні комплекси та гнучкі виробничі системи”

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	кредити	академічні години	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	СРС	МКР	Вид індивід. завдання	Семестрова атестація
10	6	180	54		18	108	1		Екз.

спеціальність 131 “Прикладна механіка”

спеціалізація Автоматизовані технологічні системи в зварюванні

Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр.

Цикл, до якого відноситься дисципліна: нормативна дисципліна.

1.2. Рейтингова система оцінки з дисципліни

Положення про рейтингову систему оцінки успішності студентів з дисципліни “Роботи, робото-технологічні комплекси та гнучкі виробничі системи” розроблено згідно з Положенням про кредитно-модульну організацію навчального процесу в *КПІ ім. Ігоря Сікорського*, а також відповідно до робочої програми дисципліни кафедри.

Розмір шкали рейтингових оцінок – 100 балів.

Відповідність між рейтинговими оцінками, оцінками ECTS та традиційними наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Загальний рейтинг з дисципліни, %	Оцінки ECTS	Традиційна екзаменаційна оцінка	Традиційна залікова оцінка
≥ 95	A	Відмінно	Зараховано
85÷94	B	Добре	
75÷84	C	Задовільно	
65÷74	D		
60÷64	E		
40÷59	FX	Незадовільно	Не зараховано
< 40	Недопущений	Недопущений	Недопущений

Рейтингову оцінку студентів визначає лектор, враховуючи інформацію викладачів, що проводять модульну контрольну роботу.

Рейтингова оцінка студента встановлюється за результатами виконання основних (обов'язкових) та додаткових видів робіт. Обов'язкові види робіт задає робоча навчальна програма. У відповідності з нею загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- ведення конспекту і присутність на лекціях;
- результати модульної контрольної роботи;
- результати екзамену, що проводиться в режимі тестування.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Робота на лекціях

Ваговий бал – 3. Максимальна кількість балів на всіх лекціях складає: $3 \cdot 18 = 54$ бали.

Нуль балів за відсутність на лекційному занятті замінюється (відновлюється) у межах 3 балів у разі представлення студентом конспекту з переписаною лекцією разом із коротким рефератом на тему пропущеного заняття. Присутність на одній з академгодин лекції оцінюється 1,5 балами.

2. Модульна контрольна робота

Ваговий бал – 10.

Кількість балів, отриманих за модульну контрольну роботу пропорційна кількості вірних відповідей на тестові питання.

4. Штрафні та заохочувальні бали

Штрафні бали (максимально – 10 балів) знімаються за неадекватну роботу на лекціях.

Заохочувальні бали (максимально – 10 балів) нараховуються за:

- вірні відповіді на запитання при контрольних перевірках обсягу засвоєння лекційного матеріалу;
- виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни.

Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів впродовж семестру складає:

$$\mathbf{R_C=54+10=64 \text{ бали.}}$$

Екзаменаційна складова шкали дорівнює:

$$\mathbf{R_E= 36 \text{ балів.}}$$

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$\mathbf{R= R_C + R_E = 100 \text{ балів.}}$$

Необхідною і обов'язковою умовою допуску до іспиту є наявність конспекту і присутність на лекціях ($R_L=54$).

1.3. Види самостійної роботи

1. Вивчення розділів курсу з використанням рекомендованої літератури і матеріалів лекцій.
2. Виконання курсового проекту.
3. Підготовка до практичних робіт.
4. Підготовка до лабораторних робіт.

2. Методичні вказівки до вивчення розділів курсу

РОЗДІЛ 1. ПРОМИСЛОВІ РОБОТИ І РОБОТО-ТЕХНОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ

Тема 1.1. Причини появи гнучких виробничих систем та роботів, загальні питання їх розвитку та застосування

Питання, що розглядаються у даній темі

Основні етапи розвитку гнучких засобів виробництва. Базові поняття та визначення дисципліни. Переваги роботизації машинобудівного виробництва взагалі та зварювального виробництва зокрема. Технічні особливості та труднощі роботизації зварювання. Економічні особливості та труднощі роботизації зварювання. Входи і виходи робототехнічної системи для зварювання. Складові частини робототехнічних систем для зварювання.

Література: [1, стор. 5-11].

Методичні вказівки

При вивченні даної теми особливу увагу слід приділити перевагам гнучких засобів автоматизації над жорсткими і економічним аспектам роботизації зварювального виробництва. Корстуючись знаннями, отриманими при вивченні дисциплін “Зварювання плавленням” і “Зварювання тиском” спробуйте більш широко сформулювати вимоги до параметрів технологічних процесів, за яких роботизація зварювання буде найбільш ефективною/

Контрольні питання до теми 1.1

1. Що таке роботизація зварювального виробництва?
2. При реалізації якого технологічного процесу зварювання вперше було застосовано роботи?

3. Який повинен бути річний обсяг випуску продукції на підприємстві для ефективного застосування засобів робототехніки?

4. Які існують входи і виходи робото-технологічних систем для зварювання?

Тема 1.2. Маніпуляційні системи робототехнічних систем зварювального виробництва.

Питання, що розглядаються у даній темі

Способи здійснення переміщення зварювального інструменту і виробу один відносно одного. Кінематична структура маніпуляційних систем. Класифікація механізмів маніпуляторів зварювального інструменту. Типи переносних механізмів роботів. Типи орієнтуючих механізмів роботів. Кінематична структура маніпуляторів виробу. Типи компоновок маніпуляторів виробу. Модульний принцип будови маніпуляційних систем.

Література: [1, стор. 12-48].

Методичні вказівки

При опануванні матеріалів за даною темою особливу увагу слід приділити особливостям кінематичних схем маніпуляторів інструменту (промислових роботів) і маніпуляторів виробу. Саме від цих пристроїв конструкційні параметри і технологічні можливості робото-технологічних комплексів для зварювання. Корстуючись знаннями, отриманими при вивченні дисциплін “Зварювання плавленням” і “Зварювання тиском” спробуйте визначити найбільш ефективні кінематичні схеми роботів для різних технологічних процесів зварювання.

Контрольні питання до теми 1.2

1. Які існують варіанти здійснення переміщень інструмента відносно виробу при роботизованому зварюванні?
2. Які чинники впливають на кінематичну структуру промислових роботів?
3. В яких системах координат функціонують переносні механізми промислових роботів?
4. Які типи маніпуляторів виробу використовують при роботизованому зварюванні?

Тема 1.3. Елементи маніпуляційних систем

Питання, що розглядаються у даній темі

Вимоги до кінематичних і динамічних характеристик маніпуляційних систем та заходи по їх досягненню. Напрямні кочіння і гвинтові передачі з тілами кочіння. Методи усунення зазорів в механічних передачах. Хвильові передачі. Циклоїдні передачі. Датчики положення і швидкості ланок. Аналогові датчики (потенціометри, обертові трансформатори та резольвери, індуктосини). Цифрові датчики (кодові та імпульсні). Кінематична схема робота РМ-01. Кінематична схема робота ПР-161/15 (ПР-161/60).

Література: [1, стор. 80-93].

Методичні вказівки

При засвоєнні матеріалів даної теми необхідно особливу увагу приділити особливостям конструкцій маніпуляторів промислових роботів і конструкційним заходам підвищення їх маневрових можливостей. При опануванні питань, пов'язаних з датчиками положення і швидкості ланок

маніпуляційних систем користуйтеся знаннями отриманими при вивченні дисципліни “Автоматичне керування зварюванням”. При вивченні кінематичної схеми робота РМ-01 демонструйте знання, отримані на лабораторних роботах.

Контрольні питання до теми 1.3

1. Які типи напрямних використовують при створенні маніпуляторів промислових роботів?
2. Які методи усунення зазорів застосовують при створенні маніпуляторів промислових роботів?
3. Які типи датчиків положення і швидкості ланок застосовують при створенні маніпуляторів промислових роботів?
4. В чому полягають технічні особливості приводів ланок маніпуляційних систем?

Тема 1.4. Зварювальне обладнання для роботизованого зварювання

Питання, що розглядаються у даній темі

Склад і особливості комплекту зварювального обладнання для дугового зварювання (ДЗ) роботами. Особливості апаратури подачі зварювального дроту для роботів. Особливості пальника зі шлангом та пристрій захисту пальника від пошкодження при ДЗ роботами. Апаратура охолодження пальника, газова апаратура, апаратура відсмоктування газів та аерозолів для дугового роботизованого зварювання. Пристрій автоматичного обслуговування пальника при ДЗ роботами. Джерела живлення зварювальної дуги та апаратура контролю і керування зварювальним обладнанням при роботизованому зварюванні. Склад і

особливості комплексу зварювального обладнання для точкового контактного зварювання (ТКЗ) роботами. Варіанти розташування трансформаторів та кабелів вторинного кола для роботизованого ТКЗ. Особливості кліщів для роботизованого ТКЗ, засоби захисту кліщів від механічного пошкодження, пристрій для зачищення електродів. Методи і засоби автоматичної заміни інструмента при роботизованому зварюванні. Особливості застосування роботів при лазерному зварюванні. Обладнання для роботизованого лазерного зварювання, різання, поверхневого зміцнення.

Література: [1, стор. 49-62].

Методичні вказівки

При самостійному вивченні матеріалів даної теми зверніть увагу на конструкціях пальників для дугового роботизованого зварювання неплавким електродом, технічних характеристиках джерел живлення зварювальної дуги для роботизованого зварювання, особливостях регуляторів циклу роботизованого точкового контактного зварювання. Користуючись знаннями технологічних процесів зварювання спробуйте визначити необхідні технічні характеристики цифро-аналогових і аналого-цифрових перетворювачем блоків входів-виходів систем керування промислових роботів.

Контрольні питання до теми 1.4

1. Чим відрізняється комплект зварювального обладнання для роботизованого дугового зварювання від серійного напівавтомату?
2. Якої довжини гнучкі спрямовуючі карали використовують при роботизованому дуговому зварюванні?
3. Які функції виконує пристрій обслуговування пальника?

4. Які варіанти розміщення силових трансформаторів використовують при роботизованому точковому контактному зварюванні?

Тема 1.5. Методи адаптації роботів для зварювання

Питання, що розглядаються у даній темі

Фактори, які викликають необхідність адаптації. Принципи початкової (установочної) адаптації. Електромеханічні датчики для початкової адаптації. Електроконтактні датчики для початкової адаптації. Принципи поточної геометричної адаптації. Можливості застосування електромеханічних і електромагнітних датчиків для поточної адаптації. Принципи дії сенсорної підсистеми з використанням зварювальної дуги як датчика поточної адаптації. Принципи дії відеосенсорної підсистеми з дзеркалами, що коливаються. Принцип дії відеосенсорної підсистеми з “циліндричною” оптикою. Напрямки розвитку методів технологічної адаптації.

Література: [1, стор. 49-93].

Методичні вказівки

При вивченні матеріалів даної теми особливу увагу приділіть технологічним аспектам застосування технічних заходів поточної адаптації, а саме: їх впливу на процес формування зварних з'єднань, можливість здійснення зварювання швів складної форми, розташованих у важкодоступних місцях. Спробуйте самостійно опанувати питання впливу змін геометричних параметрів зварюваного з'єднання на енергетичні параметри зварювальної дуги.

Контрольні питання до теми 1.5

1. Які фактори спричинюють необхідність адаптації роботів для зварювання?
2. Які види адаптації застосовують при роботизації зварювального виробництва?
3. Які типи датчиків використовують для реалізації початкової адаптації?
4. Які сенсорні системи використовують для реалізації поточної адаптації?

РОЗДІЛ 2. РОБОТИЗАЦІЯ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Тема 2.1. Безпека праці при роботизованому зварюванні

Питання, що розглядаються у даній темі

Вплив роботизації зварювання на умови і безпеку праці. Методи та засоби усунення можливості проникнення людей у небезпечні зони РТК. Методи та засоби забезпечення безпеки праці при технічному обслуговуванні та програмуванні роботів та РТК.

Література: [1, стор. 166-170].

Методичні вказівки

При опануванні матеріалів даної теми особливу увагу слід приділити принципам підвищення безпеки праці при роботизованому зварюванні і технічним засобам для їх реалізації.

Контрольні питання до теми 2.1

1. Як впливає роботизація зварювання на умови і безпеку праці?
2. В наслідок чого аварійні ситуації із засобами роботизації?
3. Чим за конструкцією відрізняється світловий бар'єр від світлового екрану?
4. Які існують методи та засоби забезпечення безпеки праці при технічному обслуговуванні і програмування роботів і робототехнологічних комплексів?

Тема 2.1. Керування зварювальними роботами та РТК

Питання, що розглядаються у даній темі

Позиційне і контурне керування, числове і циклове керування, області застосування у зварюванні. Системи координат для обчислення положення робочих органів. Пряме і зворотне завдання кінематики у керуванні роботом. Математичні основи перетворень координат і адаптації у системі керування робота. Сутність інтерполяції у керуванні роботами. Загальний принцип побудови системи керування зварювальним РТК. Система керування робота РМ-01. Способи зв'язку системи керування зварювального робота з периферійним обладнанням. Методи навчання роботів для зварювання. Методи зовнішнього програмування роботів для зварювання. Приклад програмування робота РМ-01.

Література: [1, стор. 98-108].

Методичні вказівки

При опануванні матеріалів даної теми слід особливу увагу приділити принципам створення сучасних мультипроцесорних систем керування

промисловими роботами через те, що саме вони визначають технологічні можливості пристроїв гнучкої автоматизації. Також слід уважно віднестись до питань зовнішнього програмування роботів і інтеграції прикладного програмного забезпечення з системами автоматизованого проектування зварюваних виробів.

Контрольні питання до теми 2.2

1. В чому полягає керування роботами і РТК для зварювання?
2. Чим відрізняються позиційне і контурне керування маніпуляційними системами роботів?
3. Які існують системи координат для обчислення положення ланок і робочих органів маніпуляційних систем?
4. Чим відрізняється програмування роботів методом навчання від їх зовнішнього програмування?

3. Методичні вказівки до інших видів самостійної роботи

3.1. Підготовка до контрольної роботи

Метою контрольної роботи є оцінка рівня засвоєння студентами теоретичного матеріалу, поданого на лекціях та опрацьованого самостійно. Контрольна робота виконується у письмовому вигляді. Питання контрольної роботи охоплюють всі теми теоретичного курсу.

Підготовку до контрольної роботи здійснюють згідно методичних вказівок [7].

Підготовка до контрольної роботи полягає у вивченні рекомендованої у методичних вказівках [7] літератури згідно наведеного переліку контрольних питань.

4. Навчально-методичні матеріали

4.1. Основна література

1. Тимченко В.А., Сухомлин А.А. Роботизация сварочного производства. -К.: Техника,1988.-175 с.
2. Сварочные роботы // В. Геттерт, Г. Герден, Х. Гюттер и др.; Под ред. Г. Гердена; Пер. с нем. Г.Н. Клебанова, Д.Г. Тесменицкого. - М.: Машиностроение, 1988.-288 с.
3. Куркин С.А., Ховов В.М., Рыбачук А.М. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций: Атлас, М.: Машиностроение, 1989.-328 с.
4. В.А.Понаморов, И.С.Чугунихин, Ф.В. Бородин. Универсально-сборочные приспособления для сборочно-сварочных работ: Альбом.М.:Машиностроение,1981. -152 с.
5. Сборочно-разборочные приспособления с пазами 16 мм для сварочных работ // справочник. Издательство стандартов, 1976. -94 с.
6. Инструкция по оценке экономической эффективности создания и использования автоматических манипуляторов с программным управлением промышленных роботов // -м.- НИИНМаш, 1983. -102с.
7. Р. М. Рижов. Методичні вказівки для підготовки до модульної контрольної роботи з дисципліни «Роботи, робото-технологічні комплекси і гнучкі виробничі системи» К: НТУУ «КПІ», 2012. - 32 с.

4.2. Додаткова література

1. Асфаль Р. Роботы и автоматизация производства: Пер. с англ.- М.:Машиностроение,1989.-448 с.
2. Механика промышленных роботов: Учебное пособие для вузов : в 3 кн. // Под ред. К.В. Фролова, Е.И. Воробьева. Кн.1: Кинематика и

динамика // Е.И. Воробьев, С.А. Попов, Г.И. Шевелева. - М.:Высш.шк.1988.-304 с. Кн.2: Расчет и проектирование механизмов // Е.И. Воробьев, О.Д. Егоров, С.А. Попов. -М.: Высш.шк.1988.-367 с.Кн.3: Основы конструирования // Е.И. Воробьев, А.В. Бабич, К.П. Жуков и др.- М.: Высш.шк.,1989.-383 с.

3. Фу К., Гонсалес Р. Ли К. Робототехника: пер. с англ.-М.: Мир,1989.- 624 с.

4. Краснопрошина А.А., Скаржепа В.А., Яковлев В.Б. Электрические элементы систем управления промышленными роботами, под ред. Краснопрошиной. -К.: Высш. шк., 1990.-248 с.