МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет електротехнічний
Кафедра автоматизованих електромеханічних систем
в промисловості та транспорті

СИЛАБУС

програма вивчення дисципліни
«Гнучкі виробничі комплекси з різними видами сучасних електромеханічних систем»
для здобувачів третього рівня (доктор філософії) вищої освіти
Галузь знань: 14 – Електрична інженерія
Спеціальність: 141- Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Викладач дисципліни:

Сінчук Олег Миколайович - завідувач кафедри автоматизованих електромеханічних систем в промисловості та транспорті, доктор технічних наук, професор.

E-mail: speet@ukr.net

Контактний телефон: (+38) 056 409-17-30 (каф. АЕСПТ).

Кафедра автоматизованих електромеханічних систем в промисловості та транспорті знаходиться у головному корпусі КНУ (Кривий Ріг, вул. Віталія Матусевича 11), ауд. 303.

АНОТАЦІЯ

Курс має за мету теоретичну підготовку докторів філософії по гнучким виробничим комплексам з різними видами сучасних електромеханічних систем.

Сучасна машинобудівна галузь характеризується значними масштабами виробництва, потребою у виготовленні великої кількості одних і тих же машин, що зумовило появу спеціальних верстатів-автоматів і напівавтоматів. Однак розвиток спеціалізації верстатів-автоматів створює протиріччя між серійністю і гнучкістю виробництва.

Одним з методів вирішення поставленого завдання є уніфікація вузлів (агрегатів), механізмів, деталей і систем управління верстатів-автоматів, що і привело до створення агрегатних верстатів. Автоматичні лінії з агрегатних, спеціальних і універсальних верстатів-автоматів забезпечують додаткове (у кілька разів) підвищення продуктивності праці за рахунок автоматизації міжверстатних транспортних операцій, завантаження заготовок і вивантаження готових деталей. Для обробки найбільш складних і трудомістких деталей машин застосовуються комплекси автоматичних ліній.

Основним методом підвищення автоматизації обробки деталей стає групова технологія, а основним обладнанням – верстати й верстатні комплекси з числовим програмним керуванням (ЧПК).

Поява нового обладнання з ЧПК, що поєднує високу продуктивність, широкі технологічні можливості і гнучкість, стала переломним моментом в автоматизації серійного і дрібносерійного машинобудування, ступінь автоматизації якого традиційно відставала. Створення обладнання з ЧПК можна вважати одним з найбільш істотних досягнень науково-технічної революції в галузі верстатобудування.

Передумови для створення високоавтоматизованого гнучкого обладнання з ЧПК з'явилися завдяки інтенсивному розвитку обчислювальної техніки, інформатики електроніки і електроавтоматики. Верстатом, промисловим роботом, вимірювальними машинами, транспортними пристроями і багатьом іншим обладнанням сучасного машинобудівного виробництва навчилися керувати за допомогою чисел і знаків.

Великі перспективи подальшого підвищення продуктивності праці та ефективності в машинобудівному виробництві має створення гнучких виробничих комплексів (ГВК), керованих від ЕОМ. ГВК являє собою сукупність обладнання з ЧПК, роботизованих технологічних комплексів, гнучких виробничих модулів, окремих одиниць технологічного обладнання та систем забезпечення їх функціонування в автоматичному режимі протягом заданого інтервалу часу.

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 4</td><td rowspan="6">Всі галузі,
всі спеціальності</td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 2</td><td colspan="2">Рік підготовки</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>РГР –0</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин – 120</td><td>2</td><td>2</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="12">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 3
самостійної роботи студента –4,5</td><td rowspan="12">Третій рівень
(доктор філософії)
вищої освіти</td><td>32 год.</td><td>8</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>16 год.</td><td>4</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td></td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>72 год.</td><td>108</td></tr>
<tr><td colspan="2">Курсова робота</td></tr>
<tr><td>-.</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю:</td></tr>
<tr><td>екзамен</td><td>екзамен</td></tr>
</table>

Примітка.
Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить (%) – 66,7%.

2. Місце дисципліни в структурі освітньо-наукової програми

Дисципліна «Гнучкі виробничі комплекси з різними видами сучасних електромеханічних систем» включена в блок професійної підготовки нормативних дисциплін освітньо-наукової програми спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка третього рівня (доктор філософії) вищої освіти.

Вхідні знання і вміння, необхідні для вивчення даного курсу, повинні бути сформовані в курсах «Організація та реалізація досліджень здобувача наукового ступеня доктора філософії» та «Ідентифікація та моделювання складних електромеханічних систем».

Основні положення дисципліни повинні бути використані в подальшому при вивченні спеціальних дисциплін, при підготовці тексту дисертації, при публікації

наукових статей в журналах, доповідей на науково-дослідних конференціях та семінарах а також підготовці грантових заявок для участі в міжнародних проектах.

3. Перелік планованих результатів навчання, співвіднесених з планованими результатами освоєння освітньої-наукової програми

Метою освоєння дисципліни є ознайомлення студентами з методами розробки, дослідження та проектування гнучких виробничих комплексів; визначення їх технічних та енергетичних характеристик, вивчення особливостей систем керування та програмування; використовування комп'ютерних технологій для проектування й дослідження гнучких виробничих комплексів.

Завданнями дисципліни є: виявлення комплексу вимог до гнучких виробничих комплексів, визначення структур систем автоматичного управління та обробки сигналів, формування керуючих сигналів, вибір апаратних та програмних засобів керування, особливості проектування сучасних електромеханічних систем, що відповідає зазначеним вимогам і прикладів технічної реалізації гнучких виробничих комплексів в різних галузях промисловості.

Дисципліна спрямована на формування загальних і спеціальних компетенцій:

- **К04.** Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
- **К10.** Здатність до застосування сучасних інформаційних технологій у науковій діяльності, пошуку та критичного аналізу інформації;
- **СК2.** Здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;
- **СК10.** Здатність демонструвати практичні навички в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;

та результатів навчання:

- **ПР06.** Уміти прогнозувати тенденції розвитку в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;
- **ПР14.** Уміти оцінювати вплив підприємств електроенергетики, електротехніки та електромеханіки на навколишнє середовище та безпеку життєдіяльності людини.

В результаті вивчення дисципліни здобувач повинен

знати:

- системи числового програмного керування виробничими комплексами та сфери їх використання;
- пристрої зв’язку з об’єктом керування та методи їх оптимізації;
- електричні, гідравлічні та пневматичні виконавчі пристрої для різних типових виробничих комплексів;
- синтез систем керування електроприводами;

вміти:

- обґрунтовано розраховувати і вибирати електрообладнання для складних гнучких виробничих комплексів;
- виконувати дослідження динамічних показників електромеханічних систем гнучких виробничих комплексів;
- розробляти технічну документацію для проектної електромеханічної системи;
- налагоджувати й експлуатувати складні системи числового програмного керування електроприводами гнучких виробничих комплексів для різних областей застосування.

4. Тематичний план дисципліни

Змістовий модуль №1 (60 годин/2,0 кредита.)

«Гнучкі виробничі комплекси з різними видами сучасних електромеханічних систем»

Тема 1. Основні поняття з автоматизації виробничих процесів (2 год.)

Вимоги до сучасного промислового виробництва. Сфери застосування технологічного устаткування.

Тема 2. Рівні продуктивності праці на підприємствах (2 год.)

Шляхи підвищення продуктивності праці, коефіцієнт росту продуктивності праці.

Тема 3. Показники продуктивності автоматизованих систем (2 год.)

Технологічна, циклова і дійсна продуктивність. Оцінка ефективності використання устаткування.

Тема 4. Побудова автоматизованих виробничих систем. (2 год.)

Техніко-економічний аналіз має встановити, чи варто здійснювати проект і який з варіантів проекту є найкращим для досягнення його цілей. Розглядаються методи аналізу реалізуємості проекту, експертизи проектів та ключові показники ефективності проектів.

Тема 5 Автомати в виробничому процесі (2 год.)

Структура автоматів, їх класифікація. Автомати послідовної, паралельної і комбінованої дії.

Тема 6. Автомати в токарному виробництві (2 год.)

Багаторізцеві напівавтомати. Токарні копіювальні напівавтомати. Засоби автоматизації в багатошпиндельних автоматах.

Тема 7. Агрегатні верстати в виробничому процесі. (2 год.)

Класифікації і компоновки агрегатних верстатів.

Тема 8. Силові головки агрегатних верстатів (2 год.)

Силові головки з електромеханічним і пневмогідравлічним приводом. Агрегатні верстати з ЧПУ.

Змістовий модуль 2 (60 годин/2,0 кредита)

“ Транспортні і робототехнічні системи в виробництві “

Тема 9. Транспортно-накопичувальні системи в виробництві (2 год.)

Автоматична лінія з жорстким зв'язком агрегатних верстатів. Крокові транспортери ліній з жорстким міжагрегатним зв'язком.

Тема 10. Групові автоматичні лінії (2 год.)

Транспортери-розподільники і транспортери-підйомники.

Тема 11. Робототехніка у виробничому процесі (2 год.)

Функціональна схема робота. Робототехнічні системи.

Тема 12. Склад, параметри і класифікація роботів (2 год.)

Класифікація роботів.

Тема 13. Маніпуляційні системи (2 год.)

Ступені рухливості роботів. Форми робочих зон діяльності робота. Прямокутна, циліндрова і сферична системи координат.

Тема 14. Гнучкі виробничі системи (2 год.)

Термінологія гнучких виробничих систем. Структурна схема гнучких виробничих систем.

Тема 15. Роботизовані технологічні комплекси (2 год.)

Групи роботизованих систем. Вибір технологічного устаткування роботизованих систем.

Тема 16. Гнучкі виробничі системи й виробництва, їхні організаційно-виробничі параметри (2 год.)

Автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва (АСТПВ) і автоматизовані системи управління виробництвом (АСУВ). Економічна ефективність гнучких виробничих систем.

5. Тематика практичних занять

№ занять	Теми занять	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Визначити склад і структуру гнучкої виробничої системи (ГВС) автоматизованого виробництва корпусних деталей	2	1
2.	Визначення складу й числа верстатного комплексу	2	-
3.	Розрахунок числа позицій завантаження й розвантаження	2	-
4.	Розрахунок числа штабелерів, розташованих з боку верстатного комплексу	2	-

5.	Розрахунок числа штабелерів з боку позицій завантаження, розвантаження й контролю	2	1
6.	Визначення місткості центрального магазина інструментів	2	1
7.	Розрахунок числа роботів-автооператорів, розташованих з боку верстатів	2	1
8.	Розрахунок числа роботів-автооператорів, розташованих між лініями накопичувачів центрального магазина	2	-
	Всього	16	4

6. Тематика самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	**Тема 1.** Основні поняття з автоматизації виробничих процесів	5	7
2	**Тема 2.** Рівні продуктивності праці на підприємствах.	3	6
3	**Тема 3.** Показники продуктивності автоматизованих систем.	5	7
4	**Тема 4.** Побудова автоматизованих виробничих систем.	4	6
5	**Тема 5.** Автомати в виробничому процесі.	6	8
6	**Тема 6.** Автомати в токарному виробництві.	4	7
7	**Тема 7.** Агрегатні верстати в виробничому процесі	6	7
8	**Тема 8.** Силові головки агрегатних верстатів	3	6
9	**Тема 9.** Транспортно-накопичувальні системи в виробництві	5	7
10	**Тема 10.** Групові автоматичні лінії	3	5
11	**Тема 11.** Робототехніка у виробничому процесі	6	7
12	**Тема 12.** Склад, параметри і класифікація роботів	3	6
13	**Тема 13.** Маніпуляційні системи	5	7
14	**Тема 14.** Гнучкі виробничі системи	4	7
15	**Тема 15.** Роботизовані технологічні комплекси	6	8
16	**Тема 16.** Гнучкі виробничі системи й виробництва, їхні організаційно-виробничі параметри	4	7
	Разом:	72	108

7. Політика і процедури

При вивченні дисципліни «Гнучкі виробничі комплекси з різними видами сучасних електромеханічних систем» прошу дотримуватися таких правил:

1. Не спізнюватися на заняття.

2. Не пропускати заняття без поважної причини, у разі відсутності прошу попередити та опрацювати матеріал самостійно.

3. Згідно з календарним графіком навчального процесу здавати всі види контролю.

4. Брати активну участь в навчальному процесі.

5. Бути терпимими, відкритими, відвертими і доброзичливими до однокурсників та викладачів.

8. Порядок оцінювання результатів навчання

В результаті освоєння дисципліни аспірант освоює такі компетенції:

Компетенції	Дескриптори - основні ознаки освоєння (показники досягнення результату)	Форми і методи навчання, що сприяють формуванню та розвитку компетенції
К04. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми	– уміє аналізувати предметну область, формалізувати завдання керування та розділяти глобальну задачу на складові	лекції, виконання практичних завдань, огляд і обговорення методологічних статей
К10. Здатність до застосування сучасних інформаційних технологій у науковій діяльності, пошуку та критичного аналізу інформації	– знає і розуміє сучасні методи ведення науково-дослідних робіт, організації та планування експерименту, комп'ютеризованих методів дослідження та опрацювання результатів вимірювань	лекції, виконання практичних завдань, огляд і обговорення методологічних статей
СК2. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань електроенергетики, електротехніки та	– уміє проводити постановку, формулювання і вирішення завдань у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, що пов'язані з процедурами спостереження об'єктів, вимірювання, контролю, діагностування і прогнозу-	лекції, виконання практичних завдань, огляд і обговорення методологічних статей

Компетенції	Дескриптори - основні ознаки освоєння (показники досягнення результату)	Форми і методи навчання, що сприяють формуванню та розвитку компетенції
електромеханіки	вання з урахуванням важливості соціальних обмежень (суспільство, здоров'я і безпека, охорона довкілля, економіка, промисловість тощо).	
СК10. Здатність демонструвати практичні навички в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки	– володіє сучасними методами теоретичних та експериментальних досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів вимірювань.	лекції, виконання практичних завдань, огляд і обговорення методологічних статей

Рівень сформованості кожної компетенції на різних етапах її формування в процесі освоєння даної дисципліни оцінюється в ході поточного та підсумкового контролю успішності та представлений різними видами оціночних засобів.

Сукупний результат визначається як середнє арифметичне значення оцінок за всіма видами поточного контролю. Враховуються також відповіді аспіранта на питання з відповідних видів занять при поточному контролі - співбесіда, групова дискусія.

Критерії оцінювання співбесіди (усного опитування), розбору конкретних ситуацій:

- Оцінки «відмінно» заслуговує аспірант, який повно і розгорнуто відповів на питання.
- Оцінки «добре» заслуговує аспірант, який повно відповів на питання.
- Оцінки «задовільно» заслуговує аспірант, який неповно відповів на питання.
- Оцінки «незадовільно» заслуговує аспірант, не відповів на питання.

Критерії оцінювання групової дискусії, круглого столу:

- Оцінки «відмінно» заслуговує аспірант, який активно брав участь в обговоренні, коректно і точно ставив питання, повно і розгорнуто відповідав на запитання, сформулював і аргументовано відстоював свою точку зору.
- Оцінки «добре» заслуговує аспірант, який активно брав участь в обговоренні, коректно і точно ставив питання, повно і розгорнуто відповідав на запитання, сформулював свою точку зору.

– Оцінки «задовільно» заслуговує аспірант, який брав участь в обговоренні, відповідав на запитання.
– Оцінки «незадовільно» заслуговує аспірант, який не брав участі в обговоренні, не відповідав на запитання.

Порядок визначення підсумкової оцінки за семестр

Підсумкова оцінка студента за семестр визначається наступним чином:

$$O_{підсумкова} = 0{,}8 * O_{поточна} + 0{,}2 * O_{екзамен}$$

$O_{екзамен}$ - бальна оцінка за екзаменаційну роботу (у діапазоні від 0 до 100 балів)

Викладач має можливість додати студентові до 10 балів до оцінки за модуль за:

- участь в конкурсі наукових робіт за напрямом «управління проектами»;
- підготовку та публікацію тез доповіді або статті за напрямом «управління проектами».

Набрана сума балів переводиться в національну 4-балову та в шкалу за системою ECTS у такий спосіб

За шкалою ECTS	За національною шкалою	За бальною шкалою викладача
A	Відмінно (зараховано) *	90-100
B	Дуже добре (зараховано) *	80-89
C	Добре (зараховано) *	71-79
D	Задовільно (зараховано) *	61-70
E	Достатньої (зараховано) *	50-60
FX	Незадовільно з можливістю повторного складання (незараховано)*	30-49
F	Незадовільно з обов'язковим повторним курсом (незараховано) *	0-29

Зразок екзаменаційного білету

Білет № 5

1. Показники продуктивності автоматизованих систем.
2. Силові головки агрегатних комплексів, кінематична схема з електромеханічним приводом.
3. Робототехніка в виробничому процесі, функціональна схема робота

Типові контрольні завдання, що необхідні для оцінки знань, умінь, навичок в процесі освоєння ОНП

Змістовий модуль №1

1. Назвіть переваги стандартизації і уніфікації виробів, обладнання, технологічних процесів.
2. Перелічіть основні вимоги, що пред'являються до технології складання в умовах дрібносерійного автоматизованого виробництва.
3. Поясніть відмінність класифікації деталей в дрібно- і великосерійному виробництві.
4. Перерахуйте критерії оцінки технологічності виробів. Для чого проводять відпрацювання конструкцій виробів на технологічність?
5. Чим відрізняються лінії з гнучким зв'язком від ліній з жорсткою зв'язком?
6. Що таке продуктивність машини, виробничої системи? Як визначається фактична продуктивність?
7. Які умови враховують при виборі промислових роботів?
8. Що таке циклограмма функціонування?
9. У чому полягає методика побудови циклограм функціонування роботів і роботизованих осередків?
10. Якими методами здійснюють настройку інструментів на верстатах?
11. У чому сенс підналагодження інструменту на верстаті?

Змістовий модуль №2

1. Опишіть принцип дії копіювальної СУ.
2. Опишіть принцип роботи гідропідсилювача.
3. Чим визначається точність функціонування СУ?
4. Що таке статичні і астатические системи управління?
5. Як впливають коефіцієнти посилення окремих ланок складових СУ зі зворотним зв'язком?
6. Назвіть переваги СУ з зворотними зв'язками в порівнянні з СУ без зворотних зв'язків.
7. Опишіть послідовність визначення стратегії розміщення виробничих завдань і послідовності їх запуску у виробничій системі.
8. Яке призначення і яку роль відіграють інформаційні зворотні зв'язки?
9. Вибачте за тимчасові незручності лежить в основі визначення конфігурації виробничої системи?
10. Як впливають обсяги випуску продукції на формування виробничої системи ?
11. За допомогою яких заходів можна знизити час переналагодження технологічного обладнання, що становить ПС, на випуск нової продукції?

8. Література для вивчення дисципліни

Базова

1. Молчанов В.С. Обладнання автоматизованого виробництва. Кам`янське, 2017. – 63 с.

2. Петраков Ю.В. Автоматизація технологічних процесів у машинобудуванні засобами мікропроцесорної техніки / Ю.В. Петраков, П.П. Мельничук //Навч. посібник для студентів. Житомир: ЖДТУ. 2001. – 194 с.
3. Кузнєцов Ю.М. Верстати з ЧПК та верстатні комплекси: / Навч. посіб-ник К.: ТОВ «Замок»; Тернопіль, 2001. – Т.1 – 198 с., Т.2 – 298 с.
4. Дудюк Д.Л. Гнучке автоматизоване виробництво і роботизовані ком-плекси / Д.Л. Дудюк, С.С. Мазепа, М.М. Мисик // Навч. посібник. Львів: «Магнолія плюс», видавець СГД ФО В.М.Піча, 2005. – 278с.

Допоміжна

1. Волчкевич Л.И. Автоматизация производственных процессов: Учеб. пособие. – 2-е изд., стер. – И.: Машиностроение, 2007. – 380 с.
2. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учеб. для втузов / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов, А.Г. Схиртладзе и др.; Под ред. Н.М. Капустина. – М.: Высш. шк., 2004. – 415 с.
3. Юревич Е.И. Основы робототехники. – 2-е изд.перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург 2007 – 416 с