



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики
та обчислювальної техніки
Кафедра автоматизації, електротехнічних та
комп'ютерно-інтегрованих технологій

04-03-108

„Затверджую”

Проректор з науково-
педагогічної, методичної та
виховної роботи



_____ О. А. Лагоднюк
” ” _____ 2019 р.
Національний університет
водного господарства
та природокористування

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline
Проектування пристроїв автоматизації
Designing automation devices

Спеціальність - 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології»

Specialty – 141 «Automation and computer-integrated technologies»

Рівне 2019



Робоча програма навчальної дисципліни «Проектування пристроїв автоматизації» для студентів, які навчаються за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Рівне: НУВГП, 2019. – 14 с.

Розробник: А.В. Рудик, д.т.н., доцент кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Протокол № 11 від ” 20 ” лютого 2019 року.

Завідувач кафедри _____ Древецький В.В.
” 20 ” лютого 2019 року



Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Протокол № 7 від ” 20 ” лютого 2019 року.

Голова методичної комісії _____ Древецький В.В.
” 20 ” лютого 2019 року



ВСТУП

Програма дисципліни «Проектування пристроїв автоматизації» відноситься до дисциплін професійної підготовки, складена відповідно до освітньої програми спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Метою вивчення дисципліни „Проектування пристроїв автоматизації” є навчити студентів виконувати проектно-конструкторські роботи зі створення технічних засобів контролю, вимірювання та регулювання за заданими технічними і метрологічними характеристиками й перевірити отримані результати шляхом моделювання.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Проектування пристроїв автоматизації» є складовою частиною циклу магістерської підготовки для студентів спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Вивчення курсу передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із попередніх курсів – «Цифрова та мікропроцесорна техніка», «Електроніка», «Основи метрології та електричних вимірювань», «Технічні засоби автоматизації», «Проектування схем автоматизації», а також цілеспрямованої роботи над вивченням спеціальної літератури, активної роботи на лекціях та лабораторних заняттях, самостійної роботи та виконання поставлених завдань.

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

Анотація

Вивчення основ проектування пристроїв автоматизації є однією з важливих складових у підготовці фахівців з автоматизації технологічних процесів та виробництв. Дисципліна «Проектування пристроїв автоматизації» покликана допомогти у підготовці фахівців з автоматизації для різних галузей сучасної промисловості. Під час вивчення даної дисципліни студенти здобудуть знання, які допоможуть застосовувати сучасні розробки в галузі проектування електронних та електромеханічних пристроїв для систем автоматизації промислової сфери України.

Курс «Проектування пристроїв автоматизації» носить важливий характер при здобутті студентами знань та навиків проектування технічних засобів контролю, вимірювання та регулювання за заданими технічними і метрологічними характеристиками й перевірки отриманих



результати шляхом моделювання. Вміння використовувати сучасні методи проектування аналогових та цифрових пристроїв систем автоматизації допоможе у формуванні повноцінних фахівців для різних галузей сучасної промисловості України.

Ключові слова: система автоматизації, схемотехнічне проектування, функція перетворення, вимірювальний перетворювач, сенсор, проміжний перетворювач, допоміжний перетворювач, підсилювальний пристрій, похибка, компенсатор.

Abstract

The study of the basics of designing automation devices is one of the important components in the training of specialists in the automation of technological processes and productions. Discipline "Designing automation devices" is intended to assist in training specialists in automation for various industries of modern industry. During the study of this discipline, students will acquire the knowledge that will help to apply the latest developments in the field of designing electronic and electromechanical devices for industrial automation systems in Ukraine.

The course "Designing automation devices" is important when students acquire knowledge and skills in designing technical means of control, measurement and regulation according to the given technical and metrological characteristics and checking the obtained results by modeling. Ability to use modern methods of designing analog and digital devices of automation systems will help to form valuable specialists for various industries of modern industry of Ukraine.

Key words: automation system, circuit design, transformation function, measuring transducer, sensor, intermediate ne-converter, auxiliary converter, amplifier, error, compensator.



1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни			
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання		
Кількість кредитів – 3	Галузь знань – 15 «Автоматизація та приладобудування»	Навчальні дисципліни циклу професійної підготовки.			
	Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»				
Модулів – 2	Рівень вищої освіти: магістерський	Рік підготовки			
Змістових модулів – 4		1	1		
Загальна кількість годин – 90		Семестри			
ІНДЗ –		1	1		
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,0 самостійної роботи студентів – 4,0		Лекції, год.	16	2	
	Лабораторні, год.	14	4		
	Практичні, год.	-	-		
	Самостійна робота, год.	60	84		
	Індивідуальне завдання, год.	-	-	-	-
	Вид контролю:	залік		Вид контролю: залік	
	залік	залік			

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 33% до 67%

для заочної форми навчання – 7% до 93%



2. Мета і завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни „Проектування пристроїв автоматизації” є навчити студентів виконувати проектно-конструкторські роботи зі створення технічних засобів контролю, вимірювання та регулювання за заданими технічними і метрологічними характеристиками й перевірити отримані результати шляхом моделювання.

Завдання дисципліни:

- вивчення принципів роботи сучасних пристроїв автоматизації;
- набуття практичних навичок аналізу та синтезу елементів систем автоматизації;
- набуття вмінь самостійно проектувати електронні схеми з використанням сучасних компонентів для реалізації завдань автоматизації.

В результаті вивчення даної дисципліни студент має:

- знати:

- зміст і порядок проектування технічних засобів автоматизації;
- принципи схемотехнічного проектування технічних засобів;
- перелік необхідної проектно-конструкторської технічної документації на пристрій;
- проектування структурних і функціональних схем пристроїв систем автоматизації;
- методи математичного моделювання пристроїв з метою оптимізації їх параметрів;
- проектування типових задавачів і регуляторів;
- методи формування і врахування умов експлуатації пристроїв;
- способи забезпечення надійності спроектованих пристроїв;

- вміти:

- організовувати управління інформацією на базі сучасних технологій;
- застосовувати базові знання фундаментальних наук при вивченні дисциплін професійної та практичної підготовки;
- уміти використовувати одержані знання, уміння й навички для подальшого професійного навчання;
- проектувати та аналізувати роботу пристроїв систем автоматизації;
- розробляти елементи конструкції пристроїв за допомогою програми ”КОМПАС”;
- оформляти необхідну проектно-конструкторську технічну доку-



ментацію;

- орієнтуватись у варіантних підходах щодо вибору методу проектування функційного вузла системи автоматизації при забезпеченні заданих технічних та метрологічних характеристик при мінімальній складності обчислень.

3. Програма навчальної дисципліни

1 семестр

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Загальні принципи схемотехнічного проектування пристроїв систем автоматизації

Тема 1. Схемотехнічне проектування пристроїв систем автоматизації

Сутність і складові частини процесу проектування, зміст стадій проектування пристроїв систем автоматизації (ПСА), аналіз технічних умов на проектування пристроїв. Характеристика задач конструювання ПСА.

Тема 2. Основи проектування давачів сигналів стану технологічного процесу

Характеристики сигналів. Фізичні принципи перетворення сигналів. Класифікація давачів, аналіз режимів їх роботи. Вибір раціонального варіанту побудови ПСА. Давач як послідовність вимірювальних перетворювачів (ВП). Характеристики ВП. Функції перетворення електричних вимірювальних кіл.

Змістовий модуль 2. Проектування давачів механічних величин

Тема 3. Проектування резистивних давачів

Загальні принципи побудови резистивних давачів. Послідовність проектування з врахуванням особливостей їх застосування. Загальна характеристика тензорезисторного давача. Розрахунок конструкції тензорезисторного давача. Вибір раціонального варіанту реалізації.

Тема 4. Проектування ємнісних та індуктивних давачів

Принципи проектування ємнісних давачів. Побудова ємнісних рівнемірів та пристроїв для вимірювання тиску. Індуктивні перетворювачі зі змінним повітряним зазором.

МОДУЛЬ 2

Змістовий модуль 3. Проектування регуляторів, проміжних та допоміжних перетворювачів сигналів

Тема 5. Проектування пристроїв перетворення механічних си-



сигналіз

Порівняльний аналіз перетворювачів. Вибір параметрів пристроїв перетворення сили та тиску за заданими технічними умовами. Класифікація допоміжних перетворювачів. Вибір захисних вузлів давачів від впливу шкідливих факторів з врахуванням умов функціонування.

Тема 6. Проектування електронних підсилювачів

Класифікація електронних підсилювачів. Основні технічні показники, параметри та характеристики підсилювачів. Методика проектування багатокаскадного підсилювача.

Змістовий модуль 4. Елементи проектування пристроїв цифрових систем автоматизації

Тема 7. Вибір параметрів та характеристик цифрових пристроїв систем автоматизації

Методика складання структурних схем цифрових систем. Передавальні функції цифрових систем. Оцінка якості керування. Методи синтезу цифрових систем та цифрових фільтрів. Вибір періоду дискретизації. Вибір характеристик АЦП та ЦАП.

Тема 8. Цифрові системи автоматизації та їх елементи порівняння

Цифрові елементи порівняння (часові, частотні та фазові дискримінатори). Цифрові фазообертачі та синтезатори частот. Гібридні системи автоматизації. Цифрові системи автоматичного регулювання підсилення, фазової синхронізації та підстроювання частоти.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	лаб	пр.	с.р.	інд.		л	лаб	пр.	с.р.	інд.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Загальні принципи схемотехнічного проектування ПСА.												
Тема 1. Схемотехнічне проектування ПСА.	8	2	-	-	6	-	8	1	-	-	7	-
Тема 2. Основи проектування давачів сигналів стану технологічного процесу.	8	2	-	-	6	-	8	-	-	-	8	-
Разом – змістовий модуль 1	16	4	-	-	12	-	16	1	-	-	15	-



Змістовий модуль 2. Проектування давачів механічних величин.												
Тема 3. Проектування резистивних давачів.	16	2	4	-	10	-	16	-	1	-	15	-
Тема 4. Проектування ємнісних та індуктивних давачів.	16	2	4	-	10	-	16	-	1	-	15	-
Разом – змістовий модуль 2	32	4	8	-	20	-	32	-	2	-	30	-
Усього модуль 1	48	8	8	-	32	-	48	1	2	-	45	-
Модуль 2												
Змістовий модуль 3. Проектування регуляторів, проміжних та допоміжних перетворювачів сигналів.												
Тема 5. Проектування пристроїв перетворення механічних сигналів.	10	2	-	-	8	-	10	-	-	-	10	-
Тема 6. Проектування електронних підсилювачів.	16	2	4	-	10	-	16	-	2	-	14	-
Разом – змістовий модуль 3	26	4	4	-	18	-	26	-	2	-	24	-
Змістовий модуль 4. Елементи проектування пристроїв цифрових систем автоматизації												
Тема 7. Вибір параметрів та характеристик цифрових ПСА.	7	2	-	-	5	-	7	-	-	-	7	-
Тема 8. Цифрові системи автоматизації та їх елементи порівняння.	9	2	2	-	5	-	9	1	-	-	8	-
Разом – змістовий модуль 4	16	4	2	-	10	-	16	1	-	-	15	-
Усього модуль 2	42	8	6	-	28	-	42	1	2	-	39	-
Усього з дисципліни	90	16	14	-	60	-	90	2	4	-	84	-

5. Темы лабораторних занять

№ з/п	Тема	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Тема 3. Проектування резистивного давача сили.	2	-
2	Тема 3. Проектування тензорезистивного давача.	2	1
3	Тема 4. Проектування індуктивного давача.	2	-
4	Тема 4. Проектування ємнісного давача.	2	1
5	Тема 6. Проектування електронного підсилювача на транзисторах.	2	1
6	Тема 6. Проектування електронного підсилювача на інтегральних мікросхемах.	2	1
7	Тема 8. Проектування системи вимірювання температури.	2	-
	Разом	14	4



6. Самостійна робота

Самостійна робота є методом засвоєння студентом навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Самостійна робота студента над засвоєнням навчального матеріалу з навчальної дисципліни може виконуватися в бібліотеці, навчальних аудиторіях та в домашніх умовах.

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми:

16 год. - опрацювання лекційного матеріалу;

10 год. - опрацювання окремих тем або їх частин, які не викладаються на лекціях;

14 год. - підготовка до лабораторних робіт;

20 год. - підготовка до контрольних заходів.

Розподіл годин самостійної роботи для студентів заочної форми:

8 год. - опрацювання лекційного матеріалу;

56 год. - опрацювання окремих тем або їх частин, які не викладаються на лекціях;

10 год. - підготовка до лабораторних робіт;

10 год. - підготовка до контрольних заходів.

6.1. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
1.	Тема 1. Характеристика задач конструювання ПСА.	6	7
2.	Тема 2. Функції перетворення електричних вимірювальних кіл.	6	8
3.	Тема 3. Послідовність проектування з врахуванням особливостей їх застосування.	10	15
4.	Тема 4. Індуктивні перетворювачі зі змінним повітряним зазором.	10	15
5.	Тема 5. Вибір захисних вузлів давачів від впливу шкідливих факторів з врахуванням умов функціонування.	8	10
6.	Тема 6. Класифікація електронних підсилювачів.	10	14
7.	Тема 7. Вибір характеристик АЦП та ЦАП.	5	7
8.	Тема 8. Гібридні системи автоматизації.	5	8
	Разом	60	84



7. Методи навчання

Лекції проводяться з використанням мультимедійних презентацій із зображеннями структурних та електричних схем, схем взаємодії елементів та функційних вузлів, векторних та часових діаграм їх роботи. Проводиться дискусійне обговорення проблемних питань.

Лабораторні роботи виконуються з використанням сучасних персональних комп'ютерів та відповідного програмного забезпечення (EWB, NI Multisim, Компас).

8. Методи контролю

Поточний контроль знань студентів денної форми навчання проводиться у тестовій формі. Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовуються: тестування перед виконанням лабораторних робіт; контроль якості виконання лабораторних робіт і захисту звітів з лабораторних робіт.

Контроль знань студентів заочної форми навчання включає перевірку звіту про виконання завдань самостійної роботи та його захист у формі опитування. Контроль виконання лабораторних робіт здійснюється так само, як для студентів денної форми навчання.

9. Розподіл балів, що отримують студенти

Основними критеріями, що характеризують рівень компетентності студента при оцінюванні результатів поточного контролю, є такі:

- виконання всіх видів навчальної роботи, передбачених робочою програмою навчальної дисципліни;
- глибина і характер знань навчального матеріалу за змістом навчальної дисципліни, що міститься в основних та додаткових рекомендованих літературних джерелах;
- характер відповідей на поставлені питання (чіткість, лаконічність, логічність, послідовність тощо);
- вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;
- вміння аналізувати достовірність одержаних результатів.

Оцінювання результатів поточної роботи (завдань, що виконуються на лабораторних заняттях) проводиться за такими критеріями:

- 0% – завдання не виконано;
- 40% – завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;
- 60% – завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у



розрахунках або в методиці;

80% – завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (розмірності, висновки, оформлення тощо);

100% – завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.

Розподіл балів, що присвоюються студентам денної форми навчання, за видами робіт:

Поточне тестування та самостійна робота								Сума
Змістовий модуль №1		Змістовий модуль №2		Змістовий модуль №3		Змістовий модуль №4		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
7.5	7.5	18.5	18.5	7.5	18.5	7.5	14.5	100
15		37		26		22		

T1, T2 ... T8 – теми змістових модулів

№ модуля	Форма навчальної діяльності	Вид контролю	Максимальна кільк. балів за одне заняття	Кількість занять	Сума балів	Разом за видами навчання
1	Лекції	Відвідування	0.5	4	2	2
	Лабораторні роботи	Рівень підготовки до заняття	1	4	4	20
		Робота на занятті	1.5		6	
		Захист роботи	2.5		10	
	Модульна контрольна робота					20
	Індивідуальне завдання					10
Всього по модулю 1						52
2	Лекції	Відвідування	0.5	4	2	2
	Лабораторні роботи	Рівень підготовки до заняття	1	3	3	15
		Робота на занятті	1.5		4.5	
		Захист роботи	2.5		7.5	
	Модульна контрольна робота					20
	Індивідуальне завдання					11
Всього по модулю 2						48
Всього						100



Розподіл балів, що присвоюються студентам заочної форми за видами робіт:

Форма навчальної діяльності	Вид контролю	Максимальна кільк. балів за одне заняття	Кількість занять	Сума балів	Разом за видами навчання
Лекції	Відвідування	5	1	5	5
Лабораторні роботи	Рівень підготовки до заняття	3	2	6	30
	Робота під час заняття	4.5		9	
	Захист роботи	7.5		15	
Залікова робота					35
Індивідуальна робота					20
Заохочувальні бали за участь в науковій і проектній роботі, виступ на конференції, олімпіаді, ін.					до 10
Всього					100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
90-100	відмінно	зараховано
82-89	добре	
74-81	задовільно	
64-73		
60-63		
35-59	не зараховано з можливістю повторного складання	
0-34	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

10. Методичне забезпечення

1. Рудик, А. В., Данченков, Я. В., Маланчук, Є. З. Проектування пристроїв автоматизації. Практикум / А. В. Рудик, Я. В. Данченков, Є.



3. Маланчук. – Рівне: НУВГП, 2014. – 194 с. Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/1957/html>

11. Рекомендована література

Базова

1. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам/ Под ред. А.В. Калиниченко. – М.: Инфра-Инженерия, 2008.
2. Автоматизированное проектирование узлов и блоков РЭС средствами современных САПР: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2002.
3. Джексон Р.Г. Новейшие датчики. – М.: Техносфера, 2007.
4. Кафаров И.К. Автоматические регуляторы технологических процессов/ Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2006.
5. Лакозюк В.М. Мікропроцесори та мікро-ЕОМ у виробничих системах: Посібник. – К.: Видавничий центр "Академія", 2002.
6. Стахів П.Г., Коруд В.І., Гамола О.Є. Основи електроніки: функціональні елементи та їх застосування.-Львів: Новий світ, 2004.-208 с.

Допоміжна

1. Томашевський В.М. Моделювання систем. – К.: Видавнича група ВНУ, 2005. – 215 с.
2. Катренко А.В. Системний аналіз об'єктів та процесів комп'ютеризації: Навчальний посібник. – Львів: "Новий світ-2000", 2007.
3. Новиков Ю.В. Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования. – М.: Мир, 2001. – 379 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka> (<http://nuwm.edu.ua/MySql/>).
2. Обласна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://libr.rv.ua/>.
3. Пух А.П., Соболевская Т.В. Проектирование устройств систем автоматизации: Методические указания к выполнению лабораторных работ. – М.: КНУБА, 2015 - 24 с. – Режим доступу: <http://manualsem.com/book/455-proektuvannya-pristroyiv-sistem-avtomatizaciyi/3.html>.
4. Рейда О.М., Романюк О.Н., Петух А.М. Системи автоматизованого проектування засобів ОТ. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 86 с. – Режим доступу: <https://posibnyky.vntu.edu.ua/pdf/000750.pdf>.