

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки



Робоча програма навчальної дисципліни

Основи експлуатації складних систем. Робототехнічні системи

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

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

освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

вид дисципліни обов'язкова

факультет комп'ютерних наук

2021 / 2022 навчальний рік

Програму обговорено та рекомендовано до затвердження вченою радою факультету комп'ютерних наук

“ 31 ” червня 2021 року, протокол № 15

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

доктор технічних наук, професор, професор кафедри електроніки та управляючих систем

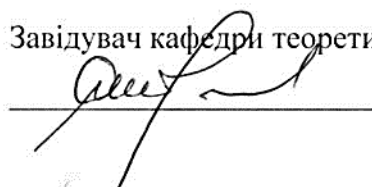
Андрєєв Фелікс Михайлович

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної системотехніки **Котвицький Альберт Тадеушевич**

Програму схвалено на засіданні кафедри теоретичної та прикладної системотехніки

Протокол від “ 11 ” червня 2021 року № 12

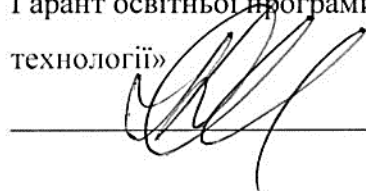
Завідувач кафедри теоретичної та прикладної системотехніки



Сергій ШМАТКОВ

Програму погоджено з гарантом освітньої програми 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Гарант освітньої програми 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»



Дмитро ЛАБЕНКО

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

Протокол від “ 25 ” червня 2021 року № 9

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук



Анатолій БЕРДНІКОВ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Основи експлуатації складних СУ. Робототехнічні системи» розроблена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є формування системи знань із технічних засобів автоматики, а також їх використання при реалізації автоматичних систем керування електротехнічними системами.

Об'єкт вивчення: сучасна методологія системного підходу до ідентифікації та моделювання засобів автоматизації, орієнтована на вироблення найкращої стратегії роботи цих пристроїв.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є елементи та пристрої систем автоматизації.

1.2. Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни є одержання студентами базових знань про існуючі засоби автоматизації, набуття практичних навичок з побудови систем автоматизації.

В ході вивчення дисципліни у студента повинні формуватися такі компетентності.

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК)

ФК 3. Здатність виконувати елементарний розрахунок деяких чутливих елементів датчиків для вимірювання фізичних величин.

ФК4. Здатність застосовувати принципи перетворення фізичних величин в електричні, основні види та характеристики вимірювальних перетворювачів для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому.

ФК5. Здатність обґрунтовувати вибір вимірювальних перетворювачів та датчиків в залежності від технічного завдання на розробку систем автоматизації і експлуатаційних умов.

ФК7. Здатність обґрунтовувати вибір технічної структури та вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем керування на базі локальних засобів автоматизації.

1.3. Кількість кредитів – 4 (Робототехнічні системи)

Кількість кредитів – 3 (Основи експлуатації складних СУ)

1.4. Загальна кількість годин – 120 (Робототехнічні системи)

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	

4-й	4-й
Семестри	
7-й	7-й
Лекції	
32 год.	32 год.
Практичні, семінарські заняття	
0 год.	0 год.
Лабораторні заняття	
32 год.	32 год.
Самостійна робота	
56 год.	56 год.
Індивідуальні завдання	
0 год.	

1.4. Загальна кількість годин – 90 (Основи експлуатації складних СУ)

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	4-й
Семестр	
8-й	8-й
Лекції	
16 год.	16 год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	16 год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
58 год.	58 год.
В т.ч. індивідуальні завдання	
год.	год.

1.6. Відповідно до вимог освітньо-кваліфікаційного рівня підготовки за результатами вивчення дисципліни студенти повинні – знати:

- призначення, основні модулі та класифікацію сучасних систем автоматичного керування технологічними процесами;
- класифікацію, призначення та основні групи технічних засобів автоматизації;
- принципи перетворення фізичних величин в електричні, основні види та характеристики вимірювальних перетворювачів;
- основні види сучасних виконавчих механізмів та методики їх вибору;
- принцип дії сучасних керуючих елементів автоматики та їх вибір;

уміти:

- проводити вибір вимірювальних перетворювачів та датчиків в залежності від технічного завдання на розробку систем автоматизації;
- вибирати виконавчі механізми керуючі елементи системи автоматики для реалізації керуючих впливів на технологічний об'єкт;
- виконувати елементарний розрахунок деяких чутливих елементів датчиків для вимірювання фізичних величин;

- логічно та послідовно висловлювати сутність роботи, привселюдно захищати прийняті технічні рішення.

мати уявлення:

- про методи аналізу моделей об'єктів управління;
- про методи інтерпретації результатів моделювання
- про роль методів комп'ютерного моделювання для аналізу сучасних складних технічних систем;
- перспективи розвитку комп'ютерного моделювання; про основні проблеми розробки сучасного програмного забезпечення для комп'ютерного моделювання.

В результаті вивчення дисципліни у студента повинні формуватися такі *програмні результати навчання (ПРН)*.

ПРН1. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації.

ПРН 6. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ПРН 8. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

2. Тематичний план навчальної дисципліни (Робототехнічні системи)

Розділ 1. Вбудовані системи та мікроконтролери.

Тема 1. Типи вбудованих систем.

Відмінності розробки вбудованих систем для виконання заданої функції від розробки програмного забезпечення на персональному комп'ютері. Засоби забезпечення вбудовуваним системам реакцію в реальному часі.

Тема 2. Різновиди мікроконтролерів: AVR, PIC, STM.

Регістри загального призначення. Налагодження та робота з GPIO. Побітові операції. Налаштування портів: PINx, PORTx, DDRx.

Тема 3. Режим роботи і настройка восьмибітних таймерів T0 та T2.

Вибір режимів: нормальний, CTC, швидкий ШІМ, ШІМ з фазовою корекцією. Додаткові можливості та відмінності таймер-лічильника T2.

Тема 4. Режим роботи і настройка шістнадцятибітних таймерів T1 та T3, T4, T5.

Вибір режимів: нормальний, CTC, швидкий ШІМ, ШІМ з фазовою корекцією. Нестандартна роздільна здатність ШІМ сигналу від 1 до 16 біт.

Тема 5. Переривання.

Налагодження та використання переривань за таймером і зовнішніх переривань. Таблиця переривань.

Розділ 2. Математичні моделі рухомих платформ.

Тема 6. Види рухомих платформ.

Гусеничні платформи. Одно-, двох- і багато колісні платформи. Варіанти руху за допомогою омні коліс.

Тема 7. Принцип Аккерману.

Принцип Аккерману для рухомих платформ з двома і чотирма поворотними колесами.

Тема 8. Кінематична модель двоколісного робота.

Отримання кінематичних рівнянь системи з трьома ступенями свободи.

Тема 9. Інтегрування кінематичних рівнянь двоколісного робота в простих випадках.

Інтегрування рівнянь у випадку прямолінійного руху та руху по колу двоколісного робота.

Тема 10. Інтегрування кінематичних рівнянь двоколісного робота в загальному випадку.

Інтегрування рівнянь у випадку руху двоколісного робота по спіралі яка закручується і по спіралі яка розкручується.

Розділ 3. Устаткування з ЧПК.

Тема 11. Кінематичні схеми обладнання з ЧПК.

Типи маніпуляційних роботів і n-осьового обладнання з ЧПК.

Тема 12. Пряма задача кінематики маніпуляційних роботів.

Ланки, зчленування та їх параметри. Подання матриць повороту через кути Ейлера.

Тема 13. Однорідні координати матриці перетворень.

Однорідна матриця композиції перетворень. Подання Денавіта-Хартенберга. Рівняння кінематики маніпулятора.

Тема 14. Зворотня задача кінематики.

Метод зворотних перетворень. Геометричний підхід.

Тема 15. G-код.

Основні команди G кодування. Лінійний та круговий рух робочого інструмента.

Тема 16. Двох-, трьох- і чотирьох-осьове обладнання.

Двохвісний лазерний гравер. Трьохісний фрезер. 3D принтер.

2. Тематичний план навчальної дисципліни (Основи експлуатації складних СУ)

Розділ 1. Основні положення теорії надійності та експлуатації радіоелектронної апаратури складних систем

Тема 1. Структура та зміст дисципліни. Терміни й визначення теорії надійності та експлуатації.

Базові поняття і терміни теорії надійності та експлуатації. Визначення надійності та її властивості. Класифікація та характеристика відмов. Часові та вартісні характеристики надійності.

Тема 2. Теоретичні розподіли в теорії надійності.

Класифікація показників надійності. Показники невідновлюваного елемента (об'єкту). Узагальнена модель розподілу напрацювання та часу відновлення. Основні моделі розподілу напрацювання та часу відновлення.

Тема 3. Експлуатаційні властивості РЕА складних систем.

Показники безвідмовності відновлюваного об'єкту, показники ремонтпридатності, довговічності та збереженості. Комплексні показники надійності.

Тема 4. Надійність типових елементів РЕА складних систем і фактори впливу на неї.

Загальна характеристика надійності РЕА. Характеристика та причини відмов типових елементів РЕА. Загальні відомості про чинники, які впливають на надійність. Вплив підвищеної вологості, атмосферних осадків діяння сонячної радіації, біологічних факторів тощо.

Тема 5. Методи забезпечення потрібного рівня надійності.

Характеристика методів забезпечення потрібного рівня надійності РЕА. Характеристика основних видів резервування, Структурне резервування і його різновиди.

Тема 6. Моделі і розрахунок надійності резервованих систем з відновленням.

Математичний опис функціонування систем з відновленням, Визначення показників надійності резервованих систем. Методика розрахунку показників надійності резервованих систем.

Тема 7. Вибір показників і обґрунтування потрібної надійності РЕА складних систем.

Вибір нормованих показників надійності, Методи визначення необхідних значень показників надійності. Методика обґрунтування задавання показників надійності. Розподіл норм надійності по елементам об'єкту.

Розділ 2. Основи теорії технічної експлуатації радіоелектронної апаратури складних систем.

Тема 8. Основні положення теорії експлуатації. Види технічного обслуговування РЕА складних систем та їх характеристика.

Етапи і система експлуатації. Основні заходи експлуатації. Характеристика основних методів і видів технічного обслуговування. Методи планування технічного обслуговування.

Тема 9. Мережеве планування та управління технічним обслуговуванням.

Основні визначення мережевого планування. Методика побудови мережевої моделі. Аналіз мережевої моделі.

Тема 10. Основи теорії контролю технічного стану та технічної діагностики.

Терміни та визначення теорії контролю та технічної діагностики. Визначення часткових показників якості системи контролю. Оцінка ефективності системи контролю.

Тема 11. Ремонт РЕА складних систем і проблеми та завдання забезпечення експлуатації РЕА запасними частинами.

Призначення та види ЗП. Стратегії поповнення запасів, Показники достатності та ефективності ЗП. Види та методи ремонту. Принципи локалізації та встановлення причин відмов. Оптимізація перевірок при локалізації відмов.

3. Структура навчальної дисципліни (Робототехнічні системи)

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Всього	у тому числі:				
		Л	ПЗ	Лаб. роб.	Інд.	СР
1	2	3	4	5	6	7
<i>Розділ 1. Вбудовані системи та мікроконтролери.</i>						
<i>Тема 1. Типи вбудованих систем.</i>		2				
<i>Тема 2. Різновиди мікроконтролерів: AVR, PIC, STM.</i>		2		4		7
<i>Тема 3. Режим роботи і настройка восьмибітних таймерів T0 та T2.</i>		2		4		7

Тема 4. Режими роботи і настройка шістнадцятибітних таймерів Т1 та Т3, Т4, Т5.		2		4		7
Тема 5. Переривання.		2		4		7
Усього за розділом 1		10		16		28
<i>Розділ 2. Математичні моделі рухомих платформ</i>						
Тема 6. Види рухомих платформ.		2				
Тема 7. Принцип Аккерману для рухомих платформ з двома і чотирма поворотними колесами.		2				
Тема 8. Кінематична модель двоколісного робота.		2				
Тема 9. Інтегрування кінематичних рівнянь двоколісного робота в простих випадках.		2				
Тема 10. Інтегрування кінематичних рівнянь двоколісного робота в загальному випадку.		2		4		7
Усього за розділом 2		10		4		7
<i>Розділ 3. Устаткування з ЧПК</i>						
Тема 11. Кінематичні схеми обладнання з ЧПК.		2				
Тема 12. Пряма задача кінематики маніпуляційних роботів.		2		4		7
Тема 13. Однорідні координати матриці перетворень.		2		4		7
Тема 14. Зворотня задача кінематики.		2				
Тема 15. G-код.		2				
Тема 16. Двох-, трьох- і чотирьох-осьове обладнання.		2		4		7
Усього за розділом 3		12		12		21
Усього годин	120	32		32		56

3. Структура навчальної дисципліни (Основи експлуатації складних СУ)

Назви модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		пр	лаб	інд	сп	
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Теоретичні основи і методи забезпечення надійності радіоелектричної апаратури складних систем						
Тема 1. Структура та зміст дисципліни. Терміни й визначення теорії надійності та експлуатації.	4	2				2
Тема 2. Теоретичні розподіли в теорії надійності	4	2				2
Тема 3. Експлуатаційні властивості РЕА складних систем.	14	2	10			2
Тема 4. Надійність типових елементів РЕА складних систем і фактори впливу на неї.	2	0		-		2
Тема 5. Методи забезпечення потрібного рівня надійності.	4	2				2

Тема 6. Моделі і розрахунок надійності резервованих систем з відновленням	10	0	8			2
Тема 7. Вибір показників і обґрунтування потрібної надійності РЕА складних систем.	4	2				2
Разом за розділом 1	42	10	18	0	0	14
Розділ 2. Основи теорії технічної експлуатації радіоелектронної апаратури складних систем						
Тема 8. Основні положення теорії експлуатації. Види технічного обслуговування РЕА складних систем та їх характеристика.	4	2				2
Тема 9. Мережеве планування та управління технічним обслуговуванням	8	6				2
Тема 10. Основи теорії контролю технічного стану та технічної діагностики	8	2	6			2
Тема 11. Ремонт РЕА складних систем і проблеми та завдання забезпечення експлуатації РЕА запасними частинами.	6	4				2
Курсовий проект					20	
Разом за розділом 2	28	14	6	0	20	8
Усього годин	70	24	24	0	20	22

4. Теми лабораторних занять (Робототехнічні системи)

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Побітові операції. Налаштування портів: PINx, PORTx, DDRx. Робота з GPIO.	4
2	Настройка таймер- лічильників T0 та T2. Вибір режимів: нормальний, CTC, швидкий ШІМ, ШІМ з фазовою корекцією.	4
3	Вибір режимів: нормальний, CTC, швидкий ШІМ, ШІМ з фазовою корекцією. Нестандартна роздільна здатність ШІМ сигналу від 1 до 16 біт.	4
4	Використання переривань за таймером.	4
5	Розрахунок траєкторії двоколісного робота по заданій залежності кутових швидкостей обертання коліс від часу.	4
6	Розрахунок прямої задачі маніпулятора.	4
7	Розрахунок оберненої задачі маніпулятора.	4
8	Створення G-коду для лазерного граверу на GRBL	4
	Разом	32

4. Теми практичних занять (Основи експлуатації складних СУ)

№ з/п	Назва теми, практичних занять	Кількість годин
1	Тема 3. Дослідження безвідмовності технологічного модуля складної системи.	4
2	Тема 5. Дослідження методів розрахунку надійності складних систем з використанням статистичних даних	6
3	Тема 6. Дослідження впливу виду режиму структурного резервування на показники надійності складних систем	9

4	Тема 10. Дослідження впливу системи контролю на надійність складних систем	6
	Усього годин	24

5. Самостійна робота (Робототехнічні системи)

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Придбання навичок використання логічного аналізатора. Вивчення з його допомогою явища брязкоту контактів.	7
2	Вивчення можливості використання зовнішнього кварцового резонатора з таймер-лічильником T2.	7
3	Формування керуючих сигналів для сервоприводів	7
4	Організація зчитування кнопки за допомогою таймер-лічильників.	7
5	Придбання навичок побудови складних кривих заданих параметрично за допомогою спеціальних функцій.	7
6	Використання матричного обчислення в інженерних розрахунках.	7
7	Аналіз графічного і аналітичного рішення задач робототехніки	7
8	Застосування методів лінійної алгебри для створення коду керуючого обладнання з ЧПК	7
	Разом	56

5. Завдання для самостійної роботи (Основи експлуатації складних СУ)

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
	Підготовка до курсової роботи	20
Опрацювання навчального матеріалу та підготовка до контрольної роботи за розділом 1. Теоретичні основи і методи забезпечення надійності радіо електричної апаратури складних систем		
1	Тема 1. Визначення теорії надійності, категорії та терміни.	2
2	Тема 2. Теоретичні розподіли в теорії надійності. Аналітичні моделі різних етапів експлуатації складних радіоелектронних систем.	2
3	Тема 3. Експлуатаційні властивості РЕА складних систем. Особливості показників ремонтпридатності та збереженості РЕА.	2
4	Тема 4. Надійність типових елементів РЕА складних систем і фактори впливу на неї. Загальні відомості про чинники, які впливають на надійність. Вплив підвищеної вологості, атмосферних осадків діяння сонячної радіації, біологічних факторів тощо.	2
5	Тема 5. Методи забезпечення потрібного рівня надійності. Аналіз особливостей методів забезпечення потрібного рівня надійності на етапах розробки проектування та виробництва.	2
6	Тема 6. Моделі і розрахунок надійності резервованих систем з відновленням. Методика вирішення систем рівнянь Колмогорова та Ерланга.	2

7	Тема 7 Вибір показників і обґрунтування потрібної надійності РЕА складних систем. Загальна характеристика методів рішення багатofакторних задач.	2
	Разом за розділом 1	14
Опрацювання навчального матеріалу та підготовка до контрольної роботи за розділом 2. Основи теорії технічної експлуатації радіоелектронної апаратури складних систем		
1	Тема 8. Основні положення теорії експлуатації. Види технічного обслуговування РЕА складних систем та їх характеристика. Визначення життєвого циклу існування складних радіоелектронних систем. Загальна характеристика етапів життєвого циклу складних радіоелектронних систем.	2
2	Тема 9. Мережеве планування та управління технічним обслуговуванням. Принципи створення комп'ютерних програм мережевого планування.	2
3	Тема 10. Основи теорії контролю технічного стану та технічної діагностики. Принципи контролю необхідного рівня надійності	2
4	Тема 11. Ремонт РЕА складних систем і проблеми та завдання забезпечення експлуатації РЕА запасними частинами.	2
	Разом за розділом 2	8
	Усього годин	42

6. Індивідуальні завдання (Основи експлуатації складних СУ)

Як наукове та навчально-дослідне завдання кожен студент має виконати курсову роботу за наступними темами:

1. Сучасна архітектура національної телекомунікаційної системи управління.
2. Розрахунок ефективності функціонування комп'ютерної мережі на конкретному прикладі.
3. Мережа нового покоління NGN, принципи її функціонування та переваги.
4. Багатоагентна система управління трафіком в сучасних комп'ютерних мережах.
5. Порівняльний аналіз дисциплін обслуговування даних при разнородном трафіку.
6. Застосування алгоритму управління обслуговування різнорідного трафіку.
7. Сучасні системи якості обслуговування в комп'ютерних мережах.
8. Вплив пріоритетності повідомлень на управління якістю обслуговування.
9. Протоколи SNMP і CMIP в сучасних комп'ютерних мережах. Порівняльна характеристика.
10. Технології TINA і CORBA: принципи функціонування, особливості, переваги і недоліки.
11. Застосування TMN в сучасних комп'ютерних мережах, побудова багаторівневої архітектури системи.
12. Особливості інтерфейсів, що використовуються в TMN
13. Сигналізація в комп'ютерних мережах: види, принципи організації і функціонування.
14. Сучасні системи управління транспортними мережами.
15. Сучасні комп'ютерні системи управління, що застосовуються в мобільному зв'язку.

7. Методи контролю

Контроль роботи студентів при вивченні дисципліни і засвоєння ними навчального матеріалу здійснюється на лабораторному занятті шляхом проведення поточних опитувань, контрольних опитувань і захисту лабораторних робіт. Підсумковий контроль здійснюється при виконанні контрольної роботи та іспиту.

Студенти, що не захистили впродовж семестру лабораторні роботи, до заліку та іспиту не допускаються.

Заліковий або екзаменаційний квиток містить два теоретичних і одне практичне питання. Максимальна кількість балів за відповіді на кожне теоретичне питання складає по 12 балів, на практичне питання - 16 балів. Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді заліку та іспиту.

При дистанційному навчанні видача практичних завдань та контроль їх виконання здійснюється за допомогою сервісу дистанційного навчання Google Classroom. Лекційні заняття проводяться із використанням сервісу відео-конференцій Google Meet. Підсумковий контроль у вигляді екзамену (заліку) проводиться шляхом відповіді на екзаменаційний білет та он-лайн опитування (сервіси відео-конференцій Google Meet, Google Classroom).

8. Схема нарахування балів (Робототехнічні системи)

Підсумковий контроль в формі екзамену

Поточне оцінювання та самостійна робота								Контрольні роботи, передбачені навчальним планом	Разом	іспит	Сума
Розділ 1				Розділ 2	Розділ 3						
T2	T3	T4	T5	T10	T12	T13	T16	1	60	40	100
6	6	6	6	6	6	6	6	12			

T1, T2 ... – теми розділів.

За розділом 1 студент отримує 24 бали за виконання 4-х лабораторних робіт.

За розділом 2 студент отримує 6 балів за виконання лабораторної роботи №5.

За розділом 3 студент отримує 18 балів за виконання 3-х лабораторних робіт.

8. Схема нарахування балів (Основи експлуатації складних СУ)

Розподіл балів для підсумкового семестрового контролю при проведенні семестрового екзамену.

Поточний контроль та самостійна робота									Екзамен	Сума
Контрольна робота, Разом										
Розділ 1					Розділ 2			Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Разом	
T1	T2	ЛБ 1	ЛБ 2	ЛБ 3	T 1	T 2	ЛБ 2			
9	9	6	6	6	9	9	6	60	40	100

Умови допуску студента до підсумкового семестрового контролю: наявність чотирьох звітів з лабораторних робіт.

Виконання курсової роботи			
Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
20	50	30	100

За результатами отриманих балів в кінці семестру по кожній частині робототехнічної системи та основи експлуатації складних СУ виставляється загальна оцінка як середнє арифметичне.

Критерії оцінювання знань студентів за лабораторні роботи

Вимоги	Кількість балів
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Завдання відзначається повнотою виконання без допомоги викладача. ▪ Визначає рівень поінформованості, потрібний для прийняття рішень. Вибирає інформаційні джерела. ▪ Робить висновки і приймає рішення у ситуації невизначеності. Володіє уміньми творчо-пошукової діяльності. 	5-6
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Завдання – повні, з деякими огріхами, виконані без допомоги викладача. ▪ Планує інформаційний пошук; володіє способами систематизації інформації; ▪ Робить висновки і приймає рішення у ситуації невизначеності. Володіє уміньми творчо-пошукової діяльності. 	4-5
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Завдання відзначається неповнотою виконання без допомоги викладача. ▪ Студент може зіставити, узагальнити, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях. 	3
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Завдання відзначається неповнотою виконання за консультацією викладача. ▪ Застосовує запропонований викладачем спосіб отримання інформації, має фрагментарні навички в роботі з підручником, науковими джерелами; ▪ Вибирає відомі способи дій для виконання фахових методичних завдань. 	2
Завдання відзначається фрагментарністю виконання за консультацією викладача або під його керівництвом.	1

Критерії оцінювання знань студентів за контрольні роботи

Вимоги	Кількість балів
Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати закони та закономірності, структурувати судження, умовиводи, доводи, описи.	9-12
Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати операції, правила, алгоритми, правила визначення понять.	6-8
Повнота виконання завдання елементарна, студент здатен вибирати відомі способи дій для виконання фахових завдань.	3-5
Повнота виконання завдання фрагментарна.	1-2

Критерії оцінювання залікових робіт студентів

Вимоги	Кількість балів
Показані всебічні систематичні знання та розуміння навчального матеріалу; безпомилково виконані завдання.	35-40
Показані повні знання навчального матеріалу; помилки, якщо вони є, не носять принципового характеру.	30-35

Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені помилки.	20-30
Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені суттєві помилки	10-20
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки.	5-10
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки, які носять принциповий характер; обсяг знань не дозволяє засвоїти предмет.	1-5

Критерії оцінювання екзаменаційних робіт студентів

Вимоги	Кількість балів
Показані всебічні систематичні знання та розуміння навчального матеріалу; безпомилково виконані завдання.	35-40
Показані повні знання навчального матеріалу; помилки, якщо вони є, не носять принципового характеру.	30-35
Показано повне знання навчального матеріалу в обсязі, який необхідний по спеціальності, але допущені помилки.	20-30
Показано повне знання навчального матеріалу в обсязі, який необхідний по спеціальності, але допущені суттєві помилки	10-20
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки.	5-10
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки, які носять принциповий характер; обсяг знань не дозволяє засвоїти спеціальність.	1-5

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

Загальні критерії оцінювання

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Пояснення
90 – 100	Відмінно	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою.
70 – 89	Добре	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з

		помилками, робота з декількома незначними помилками, або з однією – двома значними помилками.
50 –69	Задовільно	Теоретичний зміст курсу освоєний не повністю, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань, містять помилки, робота з трьома значними помилками
1–49	Незадовільно	Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, всі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до значимого підвищення якості виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки

9. Рекомендована література

Основна література

1. Андреев Ф.М., Ельчанинов О.Д. Основы теории эксплуатации сложных радиоэлектронных систем, навчальний посібник, ХНУ, Харків, 2012, 146с. (електронний варіант). Книжковий варіант готовий в редакції.
2. Офіційний технічний опис виробника на мікроконтролер ATmega328P https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf
3. Офіційний технічний опис виробника на мікроконтролер ATmega2560 https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/atmel-2549-8-bit-avr-microcontroller-atmega640-1280-1281-2560-2561_datasheet.pdf
4. Остапенко Ю. О. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів керування: Підручник для студентів вищих закладів освіти, що навчаються за напрямком «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». – К.: Задруга, 1999. – 424 с.
5. Massimo Banzi, Michael Shiloh, Getting Started with Arduino, 3rd Edition, United States of America: Maker Media, 2014.

Допоміжна література

1. Бордюженко О.М. Основи системного аналізу: Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення. Рівне: НУВГП, 2008. - 113 с.
2. Системний аналіз складних систем управління: Навч. посіб. / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко та ін. – К.: НУХТ, 2013. – 274 с.
3. Андреев Ф.М. Методичні матеріали до самостійної роботи студентів з дисципліни «Основи експлуатації складних систем». – Харків: ХНУ, 2009, 48с. (електронний варіант)
4. Андреев Ф.М. Керівництво до лабораторних занять з дисципліни «Основи експлуатації складних радіоелектронних систем». – Харків: ХНУ, 2009. – 52с. (електронний варіант)
5. Жуйков В.Я., Терещенко Т.О., Ямненко Ю.С., Заграничний А.В. Мікропроцесорна техніка: навчальний посібник. Київ, 2016. 168 с.