НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ННІ енергетики, автоматики та енергозбереження
_____(Каплун В.В.)
«___» _____2023 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО
на засіданні кафедри автоматики та робототехнічних систем
ім. акад. І.І. Мартиненка
протокол № 43 від 29.05.2023
Завідувач кафедри
_____(Лисенко В.П.)

«РОЗГЛЯНУТО»
Гарант ОПП підготовки бакалаврів за спеціальністю Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
_____(Заєць Н.А.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва спеціальності)

ННІ Енергетики, автоматики і енергозбереження
(назва факультету)

Розробник: професор, д.т.н. В.П. Лисенко

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ ТА ЕНЕРГЗБЕРЕЖЕННЯ

КАФЕДРА АВТОМАТИКИ ТА РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМІМ. АКАДЕМІКА І.І. МАРТИНЕНКА

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС

ДИСЦИПЛІНИ

" ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ "

Галузь знань - **15 – Автоматизація та приладобудування**

Спеціальність - 151**- Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології**

Освітній ступінь – **„Бакалавр"**

Київ - 2023

1. Опис навчальної дисципліни

Проєктування систем автоматизації

(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Галузь знань	15 – Автоматизація та приладобудування (шифр і назва)	
Спеціальність	151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	
Ступінь вищої освіти	бакалавр (бакалавр, магістр)	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Нормативна	
Загальна кількість годин	240	
Кількість кредитів ECTS	8	
Кількість змістових модулів	4	
Курсовий проєкт (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	Курсовий проект (назва)	
Форма контролю	Залік, Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	2023/2024	2023/2024
Семестр	7, 8	7
Лекційні заняття	60 год.	10 год.
Практичні заняття	60 год.	10 год.
Лабораторні заняття	-	-
Самостійна робота	120 год.	220 год.
Індивідуальні завдання	20	-
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента –		

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Дисципліна "Проєктування систем автоматизації" є нормативною навчальною дисципліною ОП «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у закладах вищої освіти при підготовці фахівців освітнього ступеня "Бакалавр".

Метою дисципліни є вивчення і засвоєння студентами сучасних методик проєктування систем автоматизації типових біотехнічних об'єктів. **Предметом дисципліни** забезпечення студентів освітньої програми сучасними методиками проєктування автоматизації типових біотехнічних об'єктів.

Завдання дисципліни є вивчення: нормативних документів, вимоги котрих визначають зміст і обсяги проєктів з автоматизації; інженерних методик: дослідження об'єктів автоматизації, обгрунтування алгоритмів керування типовими об'єктами; вибору на стадії проєктування регуляторів для реалізації алгоритмів керування; вивченню правил побудови принципових схем, схем з'єднань, схем підключень; методик аналізу якості функціонування систем автоматизації; методик аналізу економічності функціонування систем автоматизації.

Компетентності ОП:

інтегральна компетентність (ІК): 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: К01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях..; К04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій; К05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел;

***спеціальні (фахові, предметні) компетентності*:** К13. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування; К14. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій; К15. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування; К18. Здатність проектування систем автоматизації з врахуванням вимог відповідних нормативно-

правових документів та міжнародних стандартів; К21. Врахування комерційного та економічного контексту при проектуванні систем автоматизації.

Програмні результати навчання (ПРН) ОП: ПР04. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей; ПР05. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування. ПР06. 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; ПР08. 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; ПР09. Вміти проектувати багаторівневі системи керування і збору даних для формування бази параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу, використовуючи новітні комп'ютерно-інтегровані технології; ПР011. Вміти виконувати роботи з проектування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів; ПР012. Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

Перелік дисциплін, вивчення яких необхідне для засвоєння даного курсу: «Вища математика", "Технічні засоби автоматики", «Виконавчі механізми», "Теоретичні основи автоматики" та "Ідентифікація та математичне моделювання об'єктів керування».Ця дисципліна передує розробленню атестаційноїроботи бакалавра.

Самостійна робота передбачає не лише вивчення окремих теоретичних питань, але й виконання індивідуальних завдань та міждисциплінарного курсового проєкту, орієнтованого на обов'язкове використання обчислювальної техніки і максимально наближених до реальних інженерних задач майбутньої спеціальності.

Теоретичний матеріал з дисципліни використовується і закріплюється практичними заняттями.

На вивчення дисципліни відведено 240 години (8 кредитів). З них: лекцій

– 60 год., практичних занять – 60 год., самостійна робота – 123 год.

Форма звітності після вивчення курсу: курсовий проект та екзамен (7,8 семестри).

3. Програма навчальної дисципліни*Змістовий модуль 1*

1.1 Предмет і завдання дисципліни ПСА, 0.5/0.5 годин.

Роль, задачі та зміст навчальної дисципліни "Проєктування систем автоматизації" в системі підготовки фахівців освітнього рівня «Бакалавр» зі спеціальності 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» .. Задачі проєктування систем автоматизації технологічних процесів. Організація проєктних робіт. Етапи проєктування. Склад та зміст проєктної документації. Нормативні документи та матеріали з проєктування.

1.2 Нормативні документи. Організації проєктних робіт, 0.5/0.5 годин.

Завдання на проектування. Пояснювальні записки, заявочні відомості та заказані специфікації. Тематичні картки. Завдання на забезпечення систем автоматизації електроенергією, стиснутим повітрям гідравлічною енергією.

Завдання на проєктування щитових та других приміщень, зв'язаних із автоматизацією об'єкту. Завдання на проєктування пройомів та закладних пристроїв у виробничих приміщеннях. Завдання на розміщення елементів автоматизації на технологічному обладнанні та трубопроводах.

1.3 Склад і вміст пояснювальної записки проєкту при одностадійномута двостадійному проєктуванні, 1/1 година.

Нормативні документи (ДСТУ, ГОСТ, ІСО, ГСТУ, ГКД, ОСТ, ЄСКД) для проєктування систем автоматизації. Позначення конструкторської документації. Допоміжна література: довідники, рекомендації та вказівки щодо проектування різних об'єктів, методики, порадники, прейскуранти на будівництво об'єктів, цінники на обладнання та його монтаж. Стадійність проєктування. Склад проєкту при одностадійному та двостадійному проєктуванні. Зміст частин комплекту робочих креслень.

1.4 Види і типи схем. Функціональні схеми автоматизації, 4/4 години.

Види і типи схем. Загальні вимоги до виконання схем. Структурні схеми управління. Функціональні схеми автоматизації. Технологічне обладнання на функціональних схемах автоматизації. Цифрові та літерно-цифрові позначення. Умовні графічні зображення приладів та засобів автоматизації на функціональних схемах.

1.5 Принципові схеми автоматизації, 2/2 години.

Принципові схеми автоматизації. Умовне графічне зображення елементів на принципових електричних схемах. Позиційне позначення. Умовні літерно- цифрові позначення на принципових схемах. Правила виконання принципових електричних схем. Оформлення переліку елементів принципових електричних схем.

1.6. Типові об'єкти керування та їх динамічні характеристики, 2/2 години.

Типові технологічні процеси аграрного виробництва. Теоретичне дослідження властивостей об'єктів керування: закони збереження; рівняння балансу; диференційні рівняння, лінеаризація; передатні функції об'єктів керування. Експериментальне дослідження об'єктів керування: криві розгону; імпульсні перехідні характеристики.

1.7. Обґрунтування на стадії проєктування алгоритму керування об'єктом керування, 4/4.

Перехідні процеси в об'єктах керування. Нормована перехідна характеристика об'єкта керування. Основні алгоритми керування. Типові алгоритми керування та їх характеристика. Типові перехідні процеси в об'єктахкерування.

Змістовий модуль 2

2.1. Інженерна методика обгрунтування вибору лінійних регуляторів на стадії проєктування (на заданий запас стійкості системи за амплітудою):

П-регулятор; ПІ-регулятор, 4/4 години.

Амплідутдно-фазо-частотні характеристика об'єкта керування, розімкнутої системи, критерій Найквіста. Запаси стійкості системи за амплітудою. Визначення параметрів налаштування П-, ПІ- регуляторів.

2.2. Інженерна методика обґрунтування вибору лінійних регуляторів на стадії проєктування (на заданий запас стійкості системи за амплітудою):

ПІД-регулятор, 2/2 години.

Амплідутдно-фазо-частотні характеристика об'єкта керування, розімкнутої системи, критерій Найквіста. Запаси стійкості системи за амплітудою. Визначення параметрів налаштування ПІД- регуляторів.

2.3. Інженерна методика обґрунтування вибору регуляторів на стадії проєктування (на заданий частотний показник коливальності системи):

П-регулятор; ПІ-регулятор, 4,4 години.

Амплідудно-частотна характеристика замкненої системи. Частотний

показник коливальностію Заборонена зона. Визначення параметрів налаштування П-, ПІ- регуляторів.

2.4. Інженерна методика обґрунтування вибору регулятора на стадії *проєктування (на заданий частотний показник коливальності системи):*

ПІД-регулятор, 2/2 години.

Амплідудно-частотна характеристика замкненої системи. Частотний показник коливальностію Заборонена зона. Визначення параметрів налаштування ПІД- регуляторів.

2.5. Інженерна методика обгрунтування вибору регуляторів на стадії проєктування (на заданий кореневий показник коливальності системи): П-регулятор; ПІ-регулятор, 4/4 години.

Алгебріїчні показники стійності системи. Кореневий показник коливальності. Розширені амплітудно-фазо-частотні характеристикию. Векторне рівняння Найквіста для визначення параметрів налаштування П-, ПІ- регуляторів.

2.6. Інженерна методика обгрунтування вибору регуляторів на стадії проєктування (на заданий кореневий показник коливальності системи):

ПІД-регулятора, 2/2 години.

Алгебріїчні показники стійності системи. Кореневий показник коливальності. Розширені амплітудно-фазо-частотні характеристикию. Векторне рівняння Найквіста для визначення параметрів налаштування ПІД-регуляторів.

Змістовний модуль 3

3.1. Основні інженерні методики вибору позиційних регуляторів на стадії проєктування: метод гармонічної лінеаризації, 2/2 години.

Ряд Фур'є, поняття фільтра низьких частот. Структурні складові системи з позиційним регулятором. Типові нелінійності. Статичні характеристити елементів з типовими нелінійностями. Коефіцієнти гармонічної лінеаризації. Параметри налаштувань позиційних регуляторів.

3.2. Основні інженерні методики вибору позиційних регуляторів на стадії проктування: метод припасування (2- і 3- позиційне регулювання), 44 години.

Статичні характеристики дво- і три-позиційного регуляторів. Опис динамічних характеристик систем з дво- і три-позиційними регуляторами. Початкові умови. Параметри налаштувань.

3.3. Вибір на стадії проєктування регулювальних органів, 2/2 години.

Класифікація регулювальних органів. Технічні характестики регулювальних органів. Вибір на стадії проєктування. Лінеаризація витратної характеристики регулювальних органів.

3.4. Обгрунтування на стадії проєктування систем автоматизації вибору виконавчих механізмів, 2/2 години.

Класифікація виконавчих механізмів. Вибір виконавчих механізмів за переставним зусиллям та повертальним моментом. Способи з'єднання виконавчих механізмів з регулювальними органами.

3.5. Вибір на стадії проєктування систем автоматизаці пуско-захисної апаратури, проводів і кабелів, 44 години.

Класифікація пуско-захисної апаратури та її технічна характеристика. Вибір на стадіїї проєктування. Проводи й кабелі, їх технічна характеристика, вибір на стадіїї проєктування.

Змістовий модуль 4, 2 години.

4.1. Принципові схеми, 2/2 години.

Елементи схем, функціональні зв'язки, позиційні позначення. Способи виконання принципових схем. Правила виконання принципових схем відповідно до вимог чинних нормативних документів. Маркування ланцюгів схем

4.2.Схеми з'єднань і підключень, мнемосхеми, заземляючі пристрої,(2/2 години.

Схеми з'єднань, схеми підключень. Умовні графічні та літерно-цифрові позначення на схемах. Загальні правила виконання схем з'єднан і підключень. Способи виконання схем з'єднань (адресний, графічний, табличний) таєпідключень (графічний, табличний). Призначення мнемосхем та правила їх розробки. Призначення заземляючих пристроїв.

4.3. Імпульсні системи автоматичного керування. Інженерні методики обгрунтування вибору регуляторів на стадії проєктування систем автоматизації, 6/6 годин.

Гратчасті функції. Структурні схеми імпульсних систем автоматики. Передатні функції замкнутих імпульсних систем. Перехідні процеси в імпульсних системах автоматики. Стійкість імпульсних систем автоматики. Типові цифрові алгоритми керування. Поняття часу дискретизації. Реалізація типових алгоритмів керування цифровими системами.

Синтез цифрових систем за логарифмічними частотними характеристиками.

4.4. Вибір щитової продукції на стадії поєктування, 22 години.

Класифікація щитів та пультів. Запис модифікацій щитів і пультів. Вимогидо прокладки проводок в щитах та пультах, розташування щитів та пультів в приміщеннях. Проектування мнемосхем.

4.5. Поняття надійності систем автоматизації. Резервування, 22

години.

Основні поняття та визначення надійності. Розрахунок кількісних показників надійності з урахуванням структури системи автоматизації. Методи підвищення надійності.

4.6. Аналіз якості функціонування систем автоматизації, 2/2 години.

Вимоги до системи автоматичного керування технологічним процесом. Перехідний процес та показники якості управління (динамічне відхилення, статична похибка, перерегулювання, час регулювання).

4.7. Економіка функціонування систем автоматизації, 2/2 години.

Розрахунок показників економічної ефективності. Приведені затрати. Складові капітальних затрат та річних експлуатаційних витрат. Основні та додаткові показники економічної ефективності автоматизації виробництва.

4. Структура навчальної дисципліни

Тема	**Години** (лекції/практичні)	**Результати навчання**	**Завдання**	**Оцінювання**
7 семестр				
Модуль 1				
Тема 1. Предмет і завдання дисципліни ПСА	0.5/0.5	**Знати** предмет і завдання дисципліни ПСА	Написання тестів.	1
Тема 2. Нормативні документи. Організація проєктних робіт	0.5/0.5	**Знати** основні нормативні документи для ПСА та організацію проєктних робіт. **Уміти** визначати стадійність проектування		
Тема 3. Склад і зміст пояснювальної записки проєкту при одностадійному та двостадійному проекті.	1/1	**Знати** зміст пояснювальної записки при різних стадіях проектування		
Тема 4. Види і типи схем. Функціональні схеми автоматизації.	4/4	**Знати:** види і типи схем, умовні графічні та літерні позначення на функціональних схем автоматизації (ФСА). **Уміти** на основі чинних стандартів розробляти ФСА	Розробити ФСА за тематикою дипломного проєктування	1
Тема 6. Типові об’єкти керування та їх динамічні властивості	2/2	**Знати** інженерні методи ідентифікаціє динамічних властивостей об’єктів керування.	За тематикою атестаційної роботи бакалавра визначити передатну	2

		Уміти побудувати математичну модель типового об’єкта керування.	функцію об’єкта керування	
Тема 7. Обгрунтування на стадії проєктування алгоритму керування об’єктом керування	4/4	**Знати** типові алгоритми керування, типові перехідні процеси в системах регулювання, інженерну методику використання динамічного коефіцієнта регулювання для обгрунтування алгоритму керування об’єктом. **Уміти** обгрунтовувати алгоритми керування об’єктами керування.	Обгрунтувати алгоритм керування об’єктом відповідно до тематики атестаційної роботи бакалавра	3
Модуль 2				
Тема 8. Інженерна методика обгрунтування вибору лінійних регуляторів на стадії проєктування (на заданий запас стійкості системи за амплітудою): - П-регулятор; - ПІ-регулятор	4/4	**Знати** методику обгрунтування параметру налаштування П- і ПІ регуляторів на заданий запас стійкості системи за амплітудою. **Уміти** обгрунтовувати параметри налаштування П- і ПІ-регуляторів на заданий запас стійкості ситстеми за амплітудою	Обгрунтувати параметри налаштування П- і ПІ- регуляторів на заданий запас стійкості системи за амплітудою, якщо задана передатна функція об'єкта керування	3 8
Тема 9. Інженерна методика обгрунтування вибору лінійних регуляторів на стадії проєктування (на заданий запас стійкості системи за амплітудою): - ПІД-регулятор	2/2	**Знати** методику обгрунтування параметру налаштування ПІД регулятора на заданий запас стійкості системи за амплітудою. **Уміти** обгрунтовувати параметри налаштування ПІД-регулятора на заданий запас стійкості системи за амплітудою	Обгрунтувати параметри налаштування ПІД- регулятора на заданий запас стійкості системи за амплітудою, якщо задана передатна функція об'єкта керування	8
Тема 10. Інженерна методика обгрунтування вибору регуляторів на стадії проєктування (на заданий частотний показник коливальності системи): - П-регулятор;	4/4	**Знати** методику обгрунтування параметру налаштування П- і ПІ регуляторів на заданий частотний показник коливальності системи. **Уміти** обгрунтовувати параметри	Обгрунтувати параметри налаштування П- і ПІ- регуляторів на заданий частотний показник коливальності системи, якщо	3

- ПІ-регулятор		налаштування П- і ПІ-регуляторів на заданий частотний показник коливальності системи	задана передатна функція об'єкта керування	8
Тема 11. Інженерна методика обгрунтування вибору регулятора на стадії проєктування (на заданий частотний показник коливальності системи): - ПІД-регулятор	2/2	**Знати** методику обгрунтування параметру налаштування ПІД регулятора на заданий частотний показник коливальності системи. **Уміти** обгрунтовувати параметри налаштування ПІД-регулятор на заданий частотний показник коливальності системи	Обгрунтувати параметри налаштування ПІД- регулятора на заданий частотний показник коливальності системи, якщо задана передатна функція об'єкта керування	10
Тема 12. Інженерна методика обгрунтування вибору регуляторів на стадії проєктування (на заданий кореневий показник коливальності системи): - П-регулятор; - ПІ-регулятор	4/4	**Знати** методику обгрунтування параметру налаштування П і ПІ регуляторів на заданий кореневий показник коливальності системи. **Уміти** обгрунтовувати параметри налаштування П і ПІ-регуляторів на заданий кореневий показник коливальності системи	Обгрунтувати параметри налаштування П і ПІ регуляторів на заданий кореневий показник коливальності системи, якщо задана передатна функція об'єкта керування	3 10
Тема 13. Інженерна методика обгрунтування вибору регуляторів на стадії проєктування (на заданий кореневий показник коливальності системи): - ПІД-регулятора.	2/2	**Знати** методику обгрунтування параметру налаштування ПІД регулятора на заданий кореневий показник коливальності системи. **Уміти** обгрунтовувати параметри налаштування ПІД-регулятора на заданий кореневий показник коливальності системи	Обгрунтувати параметри налаштування і ПІД регулятора на заданий кореневий показник коливальності системи, якщо задана передатна функція об'єкта керування	10
Всього за семестр				**70**
Екзамен				**30**
Всього за курс				**100**
Модуль 3				
Тема 14. Основні інженерні методики вибору позиційних регуляторів на стадії проєктування: - метод гармонічної лінеаризації	2/2	**Знати** методику дослідження позиційної системи регулювання методом гармонічного аналізу. **Уміти** шляхом використання методу гармонічного аналізу обгрунтувати на стадії	Огрунтувати можливість використання позиційного регулювання на основі використання методу	5

		проєктування параметри налаштування позиційних регуляторів	гармонічної лінеаризації.	
Тема 15. Основні інженерні методики вибору позиційних регуляторів на стадії проктування: - метод припасування (2- і 3- позиційне регулювання)	4/4	**Знати** методику дослідження позиційної системи регулювання методом припасування. **Уміти** шляхом використання методу припасування обгрунтувати на стадії проєктування параметри налаштування позиційних регуляторів	Огрунтувати можливість використання позиційного регулювання на основі використання методу рипасування.	10
Тема 16. Вибір на стадії проєктування регулювальних органів	2/2	**Знати** основні регулювальні органи та методику їх вибору на стадії проєктування. **Уміти** на стадії проєктування вибирати регулювальні органи	Обгрунтувати вибір регулювального органу відповідно до технічного завдання атестаційної роботи бакалавра.	5
Тема 17. Обгрунтування на стадії проєктування систем автоматизації вибору виконавчих механізмів	2/2	**Знати** основні виконавчі механізми та методику їх вибору на стадії проєктування систем автоматизації. **Уміти** вибирати виконавчі механізми на стадії проєктування систем автоматизації.	Обгрунтувати вибір виконавчого механізма у відповідності до технічного завдання атестаційної роботи бакалавра.	5
Тема 18. Вибір на стадії проєктування систем автоматизації пуско-захисної апаратури, проводів і кабелів	4/4	**Знати** методику вибору пуско-захисної апаратури. **Уміти** вибирати пуско-захисну апаратуру на стадії проєктування систем автоматизації.	Обгрунтувати вибір пуско-захисної апаратури у відповідності до технічного завдання на атестаційну роботу бакалавра.	5
Модуль 4.				
Тема 19. Принципові схеми	2/2	**Знати** основні нормативні документи та правила побудови принципових схем. **Уміти** використовувати основні нормативні документи та правила для побудови принципових схем.	Побудувати принципову схему автоматизації у відповідності до завдання атестаційної роботи бакалавра.	5
Тема 20. Схеми з’єднань і підключень. Мнемосхеми	2/2	**Знати** основні нормативні документи та правила побудови	Побудувати схему з’єднань, підключень та	

		схем з'єднань, підключень та мнемосхем. **Уміти** використовувати основні нормативні документи і правила побудови схем з'єднань, підключень та мнемосхем.	мнемосхему у відповідності до завдання атестаційної роботи бакалавра.	5
Тема 21. Імпульсні системи автоматичного керування. Інженерні методики обгрунтування вибору регуляторів на стадії проєктування систем автоматизації.	6/6	**Знати** основні інженерні методики обгрунтування вибору імпульсних регуляторів на стадії проєктування систем автоматизації. **Уміти** використовувати основні інженерні методики обгрунтування вибору імпульсних регуляторів на стадії проєктування систем автоматизації.	Реалізувати цифровими регуляторами основні типові алгоритми керування з наданими передатними функціями.	14
Тема 22. Вибір щитової продукції на стадії поєктування	2/2	**Знати** методику вибору щитової продукції на стадії проєктування систем автоматизації. **Уміти** обгрунтовувати вибір щитової продукції на стадії проєктування систем автоматизації	Вибрати щитову продукції у відповідності із технічним завданням на атестаційну роботу бакалавра.	2
Тема 23. Поняття надійності систем автоматизації. Резервування.	2/2	**Знати** основні характеристики надійності систем автоматизації. **Уміти** розраховувати на стадії проєктування показники надійності систем автоматизації	Розрахувати показники надійності зпроєктованої системи системи автоматизації	4
Тема 24. Аналіз якості функціонування систем автоматизації.	2/2	**Знати** інженерні методики оцінки якості функціонування систем. Автоматизації. **Уміти** використовувати інженерні методи оцінки якості функціонування систем автоматизації на стадії їх проєктування.	Оцінити якість функціонування розробленої системи автоматизації на основі побудови перехідного процесу.	5
Тема 25. Економіка функціонування систем автоматизації	2/2	**Знати** методику оцінки на економічності функціонування системи автоматизації	Оцінити економічність функціонування розробленої	

		на стадії її проєктування. **Уміти** використовувати методику оцінки якості функціонування системи автоматизації на стадії її проєктування.	системи автоматизації	5
Всього за семетр				**70**
Екзамен				**30**
Всього за курс				**100**

5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Стадійність проєктування	1
2	Стандарти та їх використання для проєктування систем автоматизації	4
3	Функціональні схеми автоматизації типових технологічних процесів	4
4	Принципові схеми автоматизації типових технологічних процесів	4
5	Схеми з’єднань типових технологічних процесів	4
6	Схеми підключень типових технологічних процесів	4
7	Мнемосхеми	1
8	Проводи і кабелі	8
9	Пускозахисна апаратура	8
10	Шафи та щити кекрування	2
11	Динамічна характеристика об’єктів керування	4
12	Обгрунтування вибору алгоритма керування	4
13	Динамічний коефіцієнт регулювання та його використання для вибору промислових регуляторів	2
14	Вибір промислових лінійних регуляторів на стадіїї проєктування з обмеженням на заданий запас стійкості системи за амплітудою	10

15	Вибір промислових лінійних регуляторів на стадіїї проєктування з обмеженням на заданий частотний показник коливальності	10
16	Вибір промислових лінійних регуляторів на стадіїї проєктування з обмеженням на заданий кореневий показник коливальності	10
17	Вибір виконавчих механізмів	2
18	Вибір регулювальних органів	4
19	Вибір давачів	2
20	Вибір позиційних регуляторів на стадіїї проєктування	6
21	Вибір імпульсних регуляторів на стадіїї проєктування	10
22	Оцінка якості функціонування систем автоматики за: - надійністю; - перехідним процесом; - економічними показниками	 2 2 2
23	Переваги автоматизації	2
Разом		**120**

6. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання студентам видаються як складові завдання на виконання теми кваліфікаційної роботи, де об’єктом автоматизації є один абокілька технологічних процесів аграрного підприємства (як правило).

Приклади об’єктів автоматизації для атестаційних робіт бакалаврів

1. Технологічні процеси підтримання параметрів мікроклімату вбіотехнічних об’єктах:
   - пташниках, теплицях, тваринницьких приміщеннях;
   - боксах для вирощування грибів.
2. Технологічні процеси первинної обробки молока.
3. Технологічні процеси висушування зерна в зерносушарках.
4. Технологічні процеси виробництва альтернативної енергії.
5. Технологічні процеси дроблення зерна.

8.Методи навчання

При вивченні дисципліни «Проєктування систем автоматизації» використовуються 4 групи методів навчання:

Преша група методів- методи організаціїта здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

Словесні	*Наочні*	*Практичні*

• розповідь-пояснення • бесіда • лекція	• ілюстрація • демонстрація	• лабораторні роботи • практичні роботи • реферати

Індуктивні методи	***Дедуктивні методи***
узагальнення, пов'язані із проведенням експериментів на основі розрахункових даних	розвиток абстрактного мислення для засвоєння навчального матеріалу на основі узагальнень
Репродуктивні методи	***Творчі, проблемно-пошукові методи***
повторення готових розв'язків завдань, або робота за готовими прикладами	самостійна, творча пізнавальна діяльність
Навчальна робота студентів під керівництвом НПП	***Самостійна робота студентів***

Друга група методів - методи стимулювання й мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

методи стимулювання інтересу до навчання	***методи стимулювання обов'язку й відповідальності***
• створення ситуації інтересу при викладанні матеріалу • пізнавальні ігри • навчальні дискусії • аналіз життєвих ситуацій	• роз'яснення мети навчального предмета • вимоги до вивчення предмета (орфографічні, дисциплінарні, організаційно-педагогічні) • заохочення та покарання в навчанні

Третя група методів - методи контролю (самоконтролю, взаємоконтролю), корекції (самокорекції, взаємокорекції) за ефективністю навчально-пізнавальноїдіяльності:

Компетенції	***Функції оцінювання навчальних досягнень студента***
• соціальні • полікультурні • комунікативні • інформаційні • саморозвитку та самоосвіти • компетенції, що реалізуються у прагненні та здатності до раціональної продуктивної, творчої діяльності	• контролююча; • навчальна • діагностично-коригуюча • стимулюючо-мотиваційна • виховна

Четверта група методів - бінарні, інтегровані (універсальні) методи.

9. Форми контролю

Проміжний контроль знань студентів здійснюється регулярно на лекційних і практичних заняттях шляхом їх опитування з пройденого матеріалу. Форма контролю знань із змістових модулів – це результати виконання індивідуальних завдань та активна позиція на лекціях і практичних заняттях. Підсумковий контроль знань здійснюється **на екзамені.**

Оцінка **"Відмінно"** виставляється студенту, який протягом семестру систематично працював, на заліку показав різнобічні та глибокі знання програмного матеріалу, вміє вільно виконувати завдання, що передбачені програмою, засвоїв основну та знайомий з додатковою літературою, відчуває взаємозв'язок окремих розділів дисципліни, їх значення для майбутньої професії, виявив творчі здібності в розумінні та використанні навчально-програмного матеріалу, проявив здатність до самостійного оновлення і поповнення знань.

Оцінка **"Добре"** виставляється студенту, який виявив повне знання навчально-програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу, що рекомендована програмою, показав стійкий характер знань з дисципліни і здатний до їх самостійного поповнення тапоновлення у ході подальшого навчання та професійної діяльності.

Оцінка **"Задовільно"** виставляється студенту, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та наступної роботи за професією, справляється з виконанням завдань, передбачених програмою, допустив окремі похибки у відповідях на заліку та при виконанні екзаменаційних завдань, але володіє необхідними знаннями для їх подолання під керівництвом науково-педагогічного працівника.

Оцінка **"Незадовільно"** виставляється студенту, який не виявив достатніх знань основного навчально-програмного матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань, не може без допомоги науково-педагогічного працівника використати знання при подальшому навчанні, не спромігся оволодіти навичками самостійної роботи.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за		Оцінка за національною шкалою

всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	**A**	відмінно	зараховано
82-89	**B**	добре	
74-81	**C**		
64-73	**D**	задовільно	
60-63	**E**		
35-59	**FX**	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	**F**	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. В.П.Лисенко, І.М.Болбот, В.А.Наливайко та ін. Проєктування систем автоматизації для АПК. Підручник. – К:, 2022. – 626 с.
2. Лисенко В.П., Решетюк В.М., Цигульов І.Т., Чернишенко Є.В. Основи автоматики. Підручник. К:, НУБІП України. 2021. 557 с.
3. М.В. Лукінюк, В.П. Лисенко, В.Є. Лукін, А.М. Гладкий, С.А. Шворов, А.А. Руденський, А.А. Заверткін. Технічні засоби автоматизації. Навчальний посібник для студентів ВНЗ (Частина 2). – Ніжин. Видавець ПП Лисенко М.М., 2018. - 455 с.
4. Електротехніка та основи електроніки: підручник / А. М. Гуржій, С. К. Мещанінов, А. Т. Нельга, В. М. Співак. – Київ : Літера ЛТД, 2020.

Додаткова

5. Основи проектування систем автоматизації: навч. посіб. до курс. проектування / М. П. Благодарний, К. Ф. Фомичов ; Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". - Харків : ХАІ, 2021. - 55 с.
6. Основи проектування систем автоматизації : навч. посіб. для студентів ден. та заоч. форми навчання, які здобувають вищу освту за першим (бакалавр.) рівнем за спец. 133 Галузеве машинобудування, 142 Енергетичне машинобудування, 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології / Ю. М. Шмельов, М. Ф. Давиденко, К. Г. Котляров [та ін.] ; Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського, Кременчуц. льот.

коледж Нац. авіац. ун-ту. - Кременчук : Щербатих О. В., 2019. - 83 с.
7. Проєктування систем автоматизації: навч. посіб. для сам. роботи студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Укладач: Т.Г. Баган; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 555 кБайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 21 с.

Інтернет ресурси

8. http://www.wikipedia.org/.
9. http://energ.nauu.kiev.ua/.
10. http://www.model.com/products/msvhdl.html
11. http://www.synopsys.com/
12. http://insiderobot.blogspot.com/

11.ПЕРЕЛІК ЧИННИХ СТАНДАРТІВ, НЕОБХІДНИХ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІН

ДСТУ 2267-93	Вироби електротехнічні. Терміни та визначення
ДСТУ 2313-93	Електроприводи. Терміни та визначення
ДСТУ 2465-94	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкістьдо магнітних полів частоти мережі. Технічні вимоги і методи випробувань
ДСТУ 2625-94	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до загасаючого змінного магнітного поля. Технічні вимоги і методи випробувань
ДСТУ 2626-94	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до імпульсного магнітного поля. Технічні вимоги і методивипробуваньI
ДСТУ 2793-94	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкістьдо потужних електромагнітних завад. Загальні
ДСТУ 2794-94	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Знак відповідності. Форма, розміри та технічні вимоги
ДСТУ 2815-94	Електричні й магнітні кола та пристрої. Терміни та визначення
ДСТУ 3120-95	Електротехніка. Літерні позначення основних величин
ДСТУ 2843-94	Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення
ДСТУ 2993-95 (ГОСТ 2933-93)	Апарати електричні низьковольтні. Методи випробувань
ДСТУ 3122-95	Установки для компенсації реактивної потужності конденсаторні. Терміни та визначення
ДСТУ 3343-96	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до електромагнітних полів від високовольтних лінійелектропередавання. Технічні вимоги і методи
ДСТУ 3344-96	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість дорозрядів статичної електрики від транспортних засобів. Технічні вимоги і методи випробувань

ДСТУ 3466-96	Якість електричної енергії. Терміни та визначення
ДСТУ 3494-96 (ГОСТ 27803-97)	Електроприводи регульовані для верстатобудування таробототехніки. Загальні технічні вимоги
ДСТУ 3593-97	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Джерела електроживлення. Методи випробування на кондуктивні радіозавади
ДСТУ 3680-98 (ГОСТ 30586- 98)	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість додії грозових розрядів. Методи захисту
ДСТУ 3681-98 (ГОСТ 30585-98)	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до дії грозових розрядів. Технічні вимоги та методи випробувань

12.ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Самостійна робота студентів є одним з найважливіших видів навчального процесу по отриманню знань. Вона полягає в опрацюванні основних програмних питань вивчаємої дисципліни по літературним джерелам та виконанні таких завдань, як реферат і курсового проекту. Обсяг часу, виділений на самостійну роботу та у таблиці

Теми індивідуальних завдань.

1. Розрахувати параметри настройки безперервних регуляторів для об'єкта, динамічні властивості якого описуються передатною функцією:

$$W(p) = \frac{0.9 \cdot e^{-50p}}{150p + 1}$$

Варіанти виконання задачі приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Варіанти.

Варіант	Методика розрахунку параметрів регулятора	Регулятор	Запас стійкості по амплітуді	Частотний показник коливальності	Кореневий показник коливальності
1	2	3	4	5	6
1	На заданий запас стійкості по амплітуді *c*	П-	0.56		
2		П-	0.5		
3		П-	0.4		
4		ПІ-	0.3		
5		ПІ-	0.56		
6		ПІ-	0.5		
7		ПІ-	0.4		
8		ПІД-	0.56		
9		ПІД-	0.5		
10		ПІД-	0.4		

11	На заданий частотний показник коливальності ***m***	І-		1.1	
12		І-		1.3	
13		І-		1.8	
14		І-		1.85	
15		І-		1.9	
16		І-		2.0	
17		І-		2.1	
18		П-		1.3	
19		П-		1.4	
20		П-		1.5	
21		П-		1.7	
22		П-		2.0	
23		ПІ-		1.3	
24		ПІ-		1.6	
25		ПІ-		1.8	
26		ПІ-		2.0	
27		ПІ-		2.3	
28		ПІД-		1.4	
29		ПІД-		1.6	
30		ПІД-		1.8	
31		ПІД-		2.3	
32	На заданий кореневий показник коливальності ***m***	П-			0.25
33		П-			0.33
34		П-			0.43
35		ПІ-			0.25
36		ПІ-			0.33
37		ПІ-			0.43
38		ПІД-			0.25
39		ПІД-			0.33
40		ПІД-			0.45
29		ПІД-		1.6	
30		ПІД-		1.8	
31		ПІД-		2.3	
32	На заданий кореневий показник коливальності ***m***	П-			0.25
33		П-			0.33
34		П-			0.43
35		ПІ-			0.25
36		ПІ-			0.33
37		ПІ-			0.43
38		ПІД-			0.25
39		ПІД-			0.33
40		ПІД-			0.45

2. Побудувати функціональну схему автоматизації для технологічного процесу, що зображений на рисунку. Варіанти задач представлені в таблиці 2.

Таблиця 2 - Варіанти задачі.

Варі-ант	Параметри	Характеристика системи управління			
		Вид управління		Наявність незалежного каналу	Канали регулювання
		Автоматичне	Ручне		
1	Температура в середині приміщення	+	+	+	Температура - кратність повітрообміну
2		+		+	Температура - кратність теплоносія
3	Загазованість повітря в середині приміщення	+	+	+	Загазованість - кратність повітрообміну
4	Вологість повітря в середині приміщення	+	+	+	Вологість повітря - кратність повітрообміну
5		+	+	+	Вологість повітря-витрата рідини що розпилюється

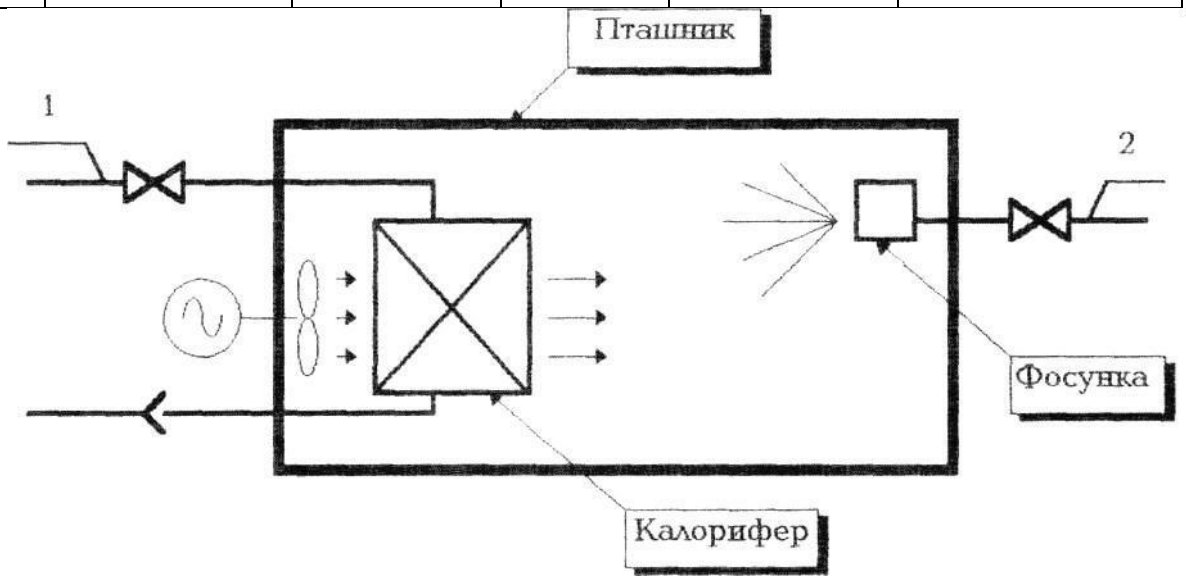

Схема технологічного процесу: 1 – теплоносій; 2 – вода

3. Для підвищення надійності системи автоматизації застосувати метод навантаженого резервування, При цьому визначити кількість паралельно з'єднаних елементів, які б забезпечили необхідну ймовірність безвідмовної роботи. Умови розрахунку приведено в табл.3, а принципова електрична схема системи наведена на рис.2.

Таблиця 3 - Умови розрахунку.

Варіант	Задана ймовірність безвідмавної роботи схеми	Який елемент необхідно резервувати
1 2 3	0.973	КМ1 КМ2 КМ3
4 5 6	0.975	КМ1 КМ2 КМ3
7 8 9	0.981	КМ1 КМ2 КМ3

При розрахунках врахувати, що інтенсивність відмови становить:

- реле електромеханічне $0.5 \cdot 10^{-6}$ 1/год;
- контакти механічні $0.25 \cdot 10^{-8}$ 1/год;
- кнопка «Пуск» та «Стоп» $0.063 \cdot 10^{-6}$ 1/год;
- резистор $0.045 \cdot 10^{-6}$ 1/год;
- лампа сигнальна $0.2 \cdot 10^{-6}$ 1/год.

Значення коефіцієнта, що враховує умови експлуатації, прийняти рівним 1, а строк експлуатації системи - 10000 годин.

13.КУРСОВИЙ ПРОЄКТ

Курсове проєктування є складовою частиною навчального процесу при підготовці майбутніх спеціалістів. Його завдання - систематизувати, розширити та поглибити теоретичні знання з дисципліни. Курсове проектування сприяє формуванню здібностей самостійно вирішувати конкретні інженерні задачі. При цьому студент набуває досвіду з використання нормативної, довідникової та навчальної літератури.

Метою курсової роботи є формування вмінь і навичок розв’язання задач пов’язаних з проектуванням систем автоматики, оволодіння практичними навичками реалізації систем електрифікації та автоматизації АПК. Кожен студент виконує складову курсовогоий проєкту “Проєктування систем автоматизації” відповідно до теми кваліфікаційної роботи бакалавра.

Структурна схема складової курсового проєкту «Проєктування систем автоматизації»

Складова комплексного курсового проєкту “ Проєктування систем автоматики ” ґрунтується на знаннях студентів з дисциплін: технічні засоби автоматики, теоретичні основи автоматики, комп’ютери та комп’ютерні технології.

Структурна схема складової комплексного курсового проєкту включає наступні розділи:

Вступ

1 Вибір пуско-захистної апаратури, проводів та кабелів

1.1 Вибір пуско-захистної апаратури

1.2 Вибір проводів та кабелів

2 Розробка схем електричних

Розробка схеми електричної принципової

2.2 Розробка схеми електричної з’єднань

2.3 Розробка схеми електричної підключень

3 Розрахунок показників надійності системи

4 Вибір щита керування

Висновки

Перелік посилань

Додатки

14. КОМПЛЕКТ ТЕСТІВ, КОНТРОЛЬНИХ ЗАПИТАНЬ ДЛЯВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

1. Предмет та значення дисципліни "Проектування систем автоматики".
2. Автоматизація - головний напрямок науково-технічного прогресу на сучасному етапі розвитку с.г. виробництва.
3. Задачі проєктування систем автоматизації.
4. Основні нормативні документи і матеріали з проєктування.
5. Організація проєктних робіт.
6. Стадійність проєктування.
7. Склад та зміст проектної документації при одностадійному проєктуванні.
8. Склад та зміст проєктної документації при двохстадійному проєктуванні.
9. Текстові документи проєктів автоматизації технологічних процесів.
10. Склад пояснювальної записки проектів автоматизації при одностадійному проєктуванні.
11. Склад пояснювальної записки проєктів автоматизації при двохстадійному проєктуванні.
12. Структуриі схеми управління.

13. Правила побудови умовних графічних позначень на схемах автоматизації.
14. Правила побудови умовних літерних позначень на схемах автоматизації
15. Додаткові літерні позначення на схемах автоматизації.
16. Зображення технологічного обладнання на схемах автоматизації.
17. Принципові електричні схеми автоматизації.
18. Умові графічні позначення елементів на принципових електричних схемах.
19. Основні правила виконання принципових електричних схем.
20. Суміщений та рознесений способи виконання електричних принципових схем.
21. Схеми з'єднань, їх призначення, загальні правила виконання.
22. Графічний спосіб виконання схем з’єднань.
23. Адресний спосіб виконання схем з'єднань.
24. Табличний спосіб виконання схем з’єднань,
25. Схеми підключень, їх призначення, загальні правила виконання.
26. Графічний спосіб виконання схем підключень.
27. Табличний спосіб виконання схем підключень.
28. Метрологічні вимоги при виборі технічних засобів систем автоматики.
29. Вибір первинних перетворювачів.
30. Регулюючі органи. Класифікація, основні технічні характеристики.
31. Методика вибору регулюючих органів.
32. Виконавчі механізми. Вибір на стадії проєктування.
33. Розрахунок кінематики з'єднання регулюючих органів та виконавчих механізмів.
34. Регулятори безперервної дії, критерій для їх вибору.
35. Ідеальний пропорційний (П-) регулятор. Основні властивості.
36. Ідеальний інтегральний (І-) регулятор. Основні властивості.
37. Ідеальний пропорційно-інтегральний (ПІ-) регулятор. Основні властивості.
38. Ідеальний пропорційно-інтегрально-диференційний (ПІД-) регулятор. Основні властивості.
39. Промисловий П- регулятор: структурна схема його реалізації; спотворення, що вносяться в алгоритм управління.
40. Промисловий ПІ-регуляторі структурні схеми його реалізації; спотворення, що вносяться в алгоритм управління.
41. Промисловий ПІД-регулятор: структурні схеми його реалізації; спотворення, що вносяться в алгоритм управління.
42. Розрахунок параметра настройки (коефіцієнта передачі) П-регулятора на заданий запас стійкості системи по амплітуді.
43. Розрахуноу оптимальних параметрів настройки ПІ-регулятора (коефіцієнта передачі та часу ізодрому) на заданий запас стійкості системи по амплітуді.
44. Розрахунок оптимальних параметрів настройки ПІД-регулятора (

коефіцієнта передачі» часу ізодрому та часу випередження) на заданий запас стійкості системи по амплітуді.

45. Типові перехідні процеси в об’єктах управління (аперіодичний, з 20 % перерегулюванням, з мінімальним інтегральним показником якості). їх переваги та недоліки.
46. Інженерна методика вибору алгоритму управління об'єктом (за динамічним коефіцієнтом регулювання).
47. Розрахунок параметра настройки її-регулятора на задане значення частотного показника коливальності.
48. Розрахунок параметра настройки І- регулятора на задане значення частотного показника коливальності.
49. Розрахунок оптимальних параметрів настройки ПІ-регулятора на задане значення частотного показника коливальності.
50. Розрахунок оптимальних параметрів настройки ПІД-регулятора на задане значення частотного показника коливальності.
51. Методика розрахунку оптимальних параметрів настройки регуляторів на задане значення кореневого показника коливальності.
52. Розрахунок параметра настройки П-регулятора на заданий кореневий показник коливальності.
53. Розрахунок параметрів настройки ПІ-регулятора на задане значення кореневого показника коливальності.
54. Розрахунок параметрів настройки ПІД-регулятора на задане значення кореневого показника коливальності.
55. Реалізація безперервних регуляторів на операційних підсилювачах (аналогові регулятори).
56. Позиційні регулятори. Основні технічні характеристики.
57. Використання метода Гольдфарба для вибору позиційних регуляторів на стадії проектування. Основні положення.
58. Метод гармонічної лінеаризації та його використання для розрахунку параметрів настройки позиційних регуляторів на стадії проектування систем автоматики.
59. Метод припасувань та його використання для розрахунку параметрів настройки позиційних регуляторів на стадії проектування систем автоматики.
60. Розроблення схем електричного живлення.
61. Апаратура управління та захисту, що використовується в електричних принципових схемах.
62. Методика вибору апаратури управління та захисту.
63. Щити і пульти управління. Класифікація.
64. Правила розміщення приладів та апаратів на щитах і пультах.

65.Загальні правила розробки креслень щитів і пультів.
66.Розміщення щитів і пультів в приміщеннях.
67.Проєктування мнемосхем,
68.Проєктування заземлюючих пристроїв систем автоматики.
69.Основні поняття та визначення надійності систем автоматики.
70.Розрахунок показників надійності систем при різних структурах з'єднанняїх елементів.
71. Основні показники економічної ефективності систем автоматики