

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Проектування мобільних роботизованих систем**

Спеціальність 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та  
робототехніка»

Розробник

В.о. завідувача кафедри розробника

В.о. завідувача кафедри спеціальності

Гарант освітньої програми

Декан факультету

Начальник НМВ

Трунов О.М.

Сіделев М.І.

Сіделев М.І.

Трунов О.М.

Бойко А.П.

Шкірчак С. І.

## Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Характеристика дисципліни	
Найменування дисципліни	Проектування мобільних роботизованих систем	
Галузь знань	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації	
Спеціальність	174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»	
Спеціалізація (якщо є)		
Освітня програма	Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	
Рівень вищої освіти	Магістр	
Статус дисципліни	Нормативна	
Курс навчання	2	
Навчальний рік	2025-2026	
Номер(и) семестрів:	Денна форма	Заочна форма
	4	---
Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин	4,5 кред. /135 год.	
Структура курсу: – лекції – семінарські заняття (практичні, лабораторні, півгрупові) – годин самостійної роботи студентів	Денна форма	Заочна форма
	22	---
	22	---
	0	---
	91	---
Відсоток аудиторного навантаження	33 %	
Мова викладання	Українська	
Форма проміжного контролю (якщо є)		
Форма підсумкового контролю	екзамен	

### 1. Мета, завдання, компетентності та програмні результати навчання з дисципліни

Мета: отримати студентами досвід застосування фундаментальних та прикладних знань з проектування та реалізації у проєктах принципів функціонування засобів робототехніки; загальних принципів побудови безлюдних апаратів; особливостей виконавчих механізмів роботів; з фундаментальних основ будови математичних моделей роботів, робототехнічних систем та комплексів і принципів адаптивного та інтелектуального управління МРТС.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є: - реалізовувати фундаментальні теоретичні знання, з векторної та матричної алгебри, які дозволяють виконувати

аналіз та синтез складних робототехнічних систем та комплексів на основі синергетичних взаємозв'язків та інформаційних характеристик за завданням проекту; - формування прикладних навичок проектування елементів роботів і роботизації технологічних процесів з урахуванням наукових основ опису кінематики, динаміки, властивостей типів приводів, гальм і особливостей технологічних процесів для застосування у структурі АСК для постановки і розв'язку задач впровадження комп'ютерно-інтегрованих технологій і будови САК, виробничих ділянок, окремих МРТС і вузлів і агрегатів при реалізації безлюдних технологій.

### **Інтегральна компетенція**

ІК Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог

### **Спеціальні компетентності:**

ФК1. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робото-технічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.

ФК2. Здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення.

ФК3. Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, робото-технічними комплексами і системами безпілотних повітряних надводних і підводних роботів.

ФК6. Здатність застосовувати сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем керування технологічними процесами і об'єктами та робото-технічні комплекси і системи безпілотних повітряних надводних і підводних роботів.

ФК8. Здатність розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління організаційно-технологічними комплексами із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, програмно-технічних керуючих комплексів, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робото-технічних пристроїв та засобів людиномашинного інтерфейсу

### **Програмні результати навчання:**

ПРН1. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережевих технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.

ПРН2. Створювати високонадійні системи автоматизації з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів.

ПРН5. Розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, застосовуючи системний підхід із врахуванням нетехнічних складових оцінки об'єктів автоматизації.

ПРН9. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом.

### **Додаткові вимоги до результатів навчання за освітньо-науковою програмою підготовки магістрів**

ПРН13. Застосовувати сучасні технології наукових досліджень, спеціалізований математичний інструментарій для дослідження, моделювання та ідентифікації об'єктів автоматизації і робототехнічних комплексів і систем безпілотних повітряних надводних і підводних робіт.

## **2. Програма навчальної дисципліни**

Денна форма:

	Теми	Лекції, години	Практичні (семінарські, лабораторні, півгрупові)	Самостійна робота
1	Тема 1 Безпілотні засоби, апарати та технології Лекція 1 Типи безпілотних технологій, класифікація, узагальнена структура. 1.1. Класифікаційні ознаки та типи безпілотних технологій 1.2. Узагальнена структура і її особливості для різних типів середовищ застосування. 1.3. Перспективи розвитку безлюдних технологій, нові можливості та обмеження	2	2	10
2	Тема 2 Безпілотні підводні технології та проектування основних елементів <b>Лекція 2</b> Підводні безпілотні технології та особливості проектування апаратів маніпуляторів та допоміжного устаткування	10	10	30

<p>2.1. Підводні технології вирощування Аква культур та особливості проектування елементів.</p> <p>2.2. Технології збору залізоманганцевих конкрецій та вибір оптимальних параметрів, для проектування апаратів</p> <p>2.3. Технології огляду, дослідження районів акваторії, протоколювання відео потоків</p> <p><b>Лекція 3</b> Типи функціональних та технологічних систем АБПА</p> <p>2.4. Системи занурення та впливання, моделі для проектування елементів за типами.</p> <p>2.5. Системи: крено-диферентні; керування рухом, гвинтовими насадками та кермами.</p> <p>2.6. Приклади моделей</p> <p><b>Лекція 4</b> Проектування ущільнень, приводів, компенсаторів, електронних блоків при підвищеному тиску</p> <p>2.7. Ущільнення статичних елементів, ущільнення по циліндричній частині, по плоскому фланцю.</p> <p>2.8. Робота базових елементів під тиском, розвантаження конструкцій.</p> <p>2.9. Ущільнення обертаючихся валів та штоків</p> <p>2.10. Особливості вибору та засоби препарування елементної бази для роботи під тиском до 650 атм.</p> <p><b>Лекція 5</b> Проектування рушіїв. Буксировочна крива та вибір параметрів гвинта</p> <p>2.11. Рушії АБПА, насадки стаціонарні та поворотні</p> <p>2.12. Бортові технологічні та допоміжні маніпулятори.</p> <p>2.13. Моделі динаміки коливань апарату при роботі та допоміжні маніпулятори.</p> <p>2.14. Захвати бортових маніпуляторів та пробовідбірники.</p> <p>2.15. Системи контролю параметрів навколишнього середовища</p>			
--	--	--	--

3	<p>Тема 3 Проектування надводних апаратів та технологій, класифікація, структура, допоміжні системи.</p> <p><b>Лекція 6</b> Задачі проектування безпілотних суден і методи її вирішення</p> <p>3.1 Задачі проектування безпілотних суден.</p> <p>3.2. Класифікація відомих та невідомих параметрів і характеристик проектного судна</p> <p>3.3. Основні взаємозв'язки між відомими та невідомими параметрами проектного судна</p> <p>3.4. Техніко-експлуатаційні характеристики суден та вибір прототипу</p> <p>Визначення водотоннажності судна у першому та другому наближеннях</p> <p>3.5. Бортові технологічні роботи та системи контролю стану і життє діяльності</p> <p>3.6. Розрахунок опору корпусу судна та буксировочна крива</p> <p>3.7. Типи рушіїв та їх конструктивні особливості</p>	2	3	10
4	<p>Тема 4 Повітряні безпілотні технології, класифікація, структура, проектування.</p> <p><b>Лекція 7</b> Проектування індивідуальних БПЛА рушіїв та спеціальних засобів скиду і підйому</p> <p>4.1. Класифікаційні ознаки та приклади конструктивних реалізацій конструкції відповідно до призначення</p> <p>4.2. Структура систем та їх особливості відповідно до призначення.</p> <p>4.3 Конструкція апарату, розрахунки опору.</p> <p>4.4. Розрахунки та проектування і виготовлення гвинтів</p> <p><b>Лекція 8</b> Проектування апаратів для групової роботи</p> <p>4.4. Групові об'єднання та приклади операцій спільної роботи</p> <p>4.5. Засоби автоматичної компоновки до рою</p> <p>4.6. Моделі і засоби забезпечення стійкості руху у рої</p>	4	4	30

5	<p>Тема 5 Узагальнені проблеми проектування</p> <p>Лекція 9 Проектування ПІД регулятора за критерієм максимальної стійкості та мінімуму квадрата відхилення</p> <p>5.1 Постановка задачі про адекватне наближення моделі</p> <p>5.2. Синтез типів ПІД регуляторів, що містять фільтри</p> <p>5.3. Синтез параметрів управління для систем із затримкою часу</p> <p>Лекція 10 Проблеми проектування і моделювання систем управління електроприводами для роботи у складі АБПА та МРТС.</p> <p>5.4. Двигуни постійного струму, передатні характеристики</p> <p>5.5. Крокові та гібридні двигуни</p> <p>5.6. Асинхронні двигуни частотне та векторне керування</p> <p>Лекція 11 Проблеми визначення ефективності та способи оцінки альтернатив при проектуванні апаратів безлюдних технологій</p> <p>5.7. Ефективність її параметри.</p> <p>5.8. Обчислення параметрів ефективності, приклади наближеного визначення для різних типів МРТС</p> <p>5.9. Приклади визначення ймовірності виконання операції та комбіноване застосування МРТС для її підвищення.</p>	4	3	11
	Всього за курсом	22	22	91

#### 4. Зміст навчальної дисципліни

##### 4.1. План лекцій

№	Тема заняття / план
1	<p>Тема 1 Безпілотні транспортні засоби</p> <p>Лекція 1 Типи безпілотних технологій, класифікація, узагальнена структура.</p> <p>1.4. Класифікаційні ознаки та типи безпілотних технологій</p> <p>1.5. Узагальнена структура і її особливості для різних типів середовищ застосування.</p> <p>1.6. Перспективи розвитку безлюдних технологій, нові можливості та обмеження</p>

Тема 2 Безпілотні підводні технології та проектування основних елементів

Лекція 2 Підводні безпілотні технології та особливості проектування апаратів маніпуляторів та допоміжного устаткування

2.1. Підводні технології вирощування Аква культур та особливості проектування елементів.

2.2. Технології збору залізоманганцевих конкрецій проектування оптимальних параметрів, для проектування апаратів

2.3. Технології огляду, дослідження районів акваторії, протоколювання

Лекція 3 Типи функціональних та технологічних систем АБПА

2.4. Системи занурення та впливання, моделі для проектування елементів за типами.

2.5. Системи: крено-диферентні; керування рухом, гвинтовими насадками та кермами.

2.6. Приклади моделелей

Лекція 4 Проектування ущільнень, приводів, компенсаторів, електронних блоків при підвищеному тиску

2.7 Ущільнення статичних елементів, ущільнення по циліндричній частині, по плоскому фланцю.

2.8. Робота базових елементів під тиском, розвантаження конструкцій.

2.9. Ущільнення обертаючихся валів та штоків

2.10. Особливості вибору та засоби препарування елементної бази для роботи під тиском до 650 атм.

**Лекція 5** Проектування рушіїв. Буксировочна крива та вибір параметрів гвинта

2.11. Рушії АБПА, насадки стаціонарні та поворотні

2.12. Бортові технологічні та допоміжні маніпулятори.

2.13. Моделі динаміки коливань апарату при роботі та допоміжні маніпулятори.

2.14. Захвати бортових маніпуляторів та пробовідбірників.

2.15. Системи контролю параметрів навколишнього середовища

**Тема 3** Проектування надводних апаратів та технологій, класифікація, структура, допоміжні системи.

**Лекція 6** Задачі проектування безпілотних суден і методи її вирішення

3.1 Задачі проектування безпілотних суден.

3.2. Класифікація відомих та невідомих параметрів і характеристик проектованого судна

3.3. Основні взаємозв'язки між відомими та невідомими параметрами проектованого судна

3.4. Техніко-експлуатаційні характеристики суден та вибір прототипу

Визначення водотоннажності судна у першому та другому наближеннях

3.5. Бортові технологічні роботи та системи контролю стану і життє діяльності

3.6. Розрахунок опору корпусу судна та буксировочна крива

3.7. Типи рушіїв та їх конструктивні особливості



<p><b>Тема 4</b> Повітряні безпілотні технології, класифікація, структура, проектування.</p> <p><b>Лекція 7</b> Проектування індивідуальних БПЛА рушіїв та спеціальних засобів скиду і підйому</p> <p>4.1. Класифікаційні ознаки та приклади конструктивних реалізацій конструкції відповідно до призначення</p> <p>4.2. Структура систем та їх особливості відповідно до призначення.</p> <p>4.3 Конструкція апарату, розрахунки опору.</p> <p>4.4. Розрахунки та проектування і виготовлення гвинтів</p> <p><b>Лекція 8</b> Проектування апаратів для групової роботи</p> <p>4.4. Групові об'єднання та приклади операцій спільної роботи</p> <p>4.5. Засоби автоматичної компоновки до рою</p> <p>4.6. Моделі і засоби запезпечення стійкості руху у рої</p> <p><b>Тема 5</b> Узагальнені проблеми проектування МРТС</p> <p><b>Лекція 9</b> Проектування ПІД регулятора за критерієм максимальної стійкості та мінімуму квадрата відхилення</p> <p>5.1 Постановка задачі про адекватне наближення моделі</p> <p>5.2. Синтез типів ПІД регуляторів, що містять фільтри</p> <p>5.3. Синтез параметрів управління для систем із затримкою часу</p> <p><b>Лекція 10</b> Проблеми проектування і моделювання систем управління електро приводами для роботи у складі АБПА та МРТС.</p> <p>5.4. Двигуни постійного струму, передатні характеристики</p> <p>5.5. Крокові та гібридні двигуни</p> <p>5.6. Асинхронні двигуни частотне та векторне керування</p> <p><b>Лекція 11</b> Проблеми визначення ефективності та способи оцінки альтернатив при проектуванні апаратів безлюдних технологій</p> <p>5.7. Ефективність її параметри.</p> <p>5.8. Обчислення параметрів ефективності, приклади наближеного визначення для різних типів МРТС</p> <p>5.9. Приклади визначення ймовірності виконання операції та комбіноване застосування МРТС для її підвищення.</p>
--

#### 4.2. План практичних занять

№	Тема заняття / план	ГОДИНИ
1	<p><b>Практичне №1</b> Проектування джерел імпульсів та споживачів сигналів в Simulink елементів для безлюдних технологій</p> <p>Дослідження блоку джерела постійного впливу (Constant)</p> <p>Дослідження блоку джерела синусоїдальної дії (Sine Wave)</p> <p>Дослідження блоку наростаючої дії (Ramp)</p> <p>Дослідження блоку одиночного перепаду (Step)</p> <p>Дослідження блоку генератору імпульсів (Pulse Generator)</p>	2
2	<p><b>Практичне 2</b> Дослідження характеристик моделі крокового двигуна засобами Simulink MatLab</p>	2

	<p>Дослідження представленої моделі крокового двигуна в Simulink</p> <p>Дослідження блоку конструктора сигналів (Signal Builder)</p> <p>Дослідження застосування Arduino як формувача спеціальних сигналів за командами, що подано по Wi-Fi каналу.</p>	
3	<p><b>Практичне №3</b> Проектування тензометричної апаратури для дослідження сило моментних характеристик рушіїв і виміру при функціонуванні і виміру температури та магнітного випромінювання</p> <p>Розробка мобільного макету роботи тензодатчику за допомогою плати Arduino Uno Rev 2 з Wi-Fi каналами зв'язку для виміру характеристики рушіїв та для контролю сил і моментів;</p> <p>Розробка мобільного макету випробувальних стендів з використанням декількох тензодатчиків та за допомогою плати Arduino Uno при керуванні по дротовому з'єднанню.</p>	2
4	<p><b>Практичне №4</b> Систем моніторингу температури, виведення та збереження даних з датчику;</p> <p>Проектування мобільних засобів контролю магнітного випромінювання вузлів та систем МРТС (з використанням датчика холла SS49E);</p> <p>Проектування бортових систем датчиків перешкод та відстані мобільних ультра звукових далекомірів на базі HC-SR04, виведення та збереження даних з датчику.</p>	2
5	<p><b>Практичне 5</b> Програмування сервоприводу функціональних та технологічних систем апаратів мобільних робото-технічних систем</p> <p>Програмування роботи сервоприводу за допомогою послідовного повтору (блок Repeating Sequence Stair) в Simulink;</p> <p>Програмування роботи сервоприводу у реальному часі в Simulink</p>	2
6	<p><b>Практичне 6</b> Проектування і формування Simulink-моделі та дослідження параметрів системи керування з ПІД-регулятором</p> <p>Проектування Simulink-моделі системи керування з ПІД-регулятором</p> <p>Проектування ПІД-регулятора з реальною диференціюючою ланкою</p>	2
7	<p><b>Практичне 7</b> Дослідження моделі двигуна постійного струму (PWM-Controlled DC Motor) в Simulink</p> <p>Дослідження представленої моделі двигуна постійного струму в Simulink</p>	2
8	<p><b>Практичне 8</b> Дослідження моделі двигуна синхронної машини з постійними магнітами в Simulink</p> <p>Дослідження лінійного електричного приводу (представленої моделі двигуна) в Simulink</p>	2
9	<p><b>Практичне 9</b> Дослідження моделі асинхронного двигуна в Simulink</p>	2

	Дослідження представленої моделі асинхронного двигуна в Simulink	
10	<b>Практичне 10</b> Дослідження і проєктування АСК до складу яких входять індукційний генератор вітрової турбіни (фазного типу) Впровадження векторної модель асинхронного генератора з коротко замкнутим ротором, що приводиться в рух вітровою турбіною зі змінним кроком	2
11	<b>Практичне 11</b> Дослідження блоків керування до складу яких входять блоки з приводами керування із синхронною машиною Система збудження АС1А Система збудження DC1А Гідравлічна турбіна та регулятор Система збудження ST1А	2
	Разом	22

### 4.3. Завдання для самостійної роботи

Завдання з проєктування МРТС

Відповідно до проєкту завдання проведіть моделювання у середовищі Matlab роботи датчика у системі САК та АСК. Для статичної характеристики датчика надайте протокол у вигляді графічного матеріалу. Далі проведіть моделювання з урахуванням інерційних властивостей датчика та нелінійності. Надайте приклади моделювання порівняльних характеристик безінерційної та реальної і лінійної та реальної у вигляді графічного матеріалу.

### 3.4. Забезпечення освітнього процесу

Обладнення лабораторії механіки: штангенциркулі, мікрометри, ваги, ваги торсіонні, ваги електронні, ваги для гідростатичного зважування, устаткування для перевірки закону збереження імпульсів, маятник Максвелла, устаткування для замірів показника адіабати, показника в'язкості, коефіцієнтів поверхневого натягу, тертя кочення. Обладнення для вивчення механічних коливань.

Лабораторія електрики та магнетизму: генератори, осцилографи, аналогові та цифрові, вимірювачі ємності індуктивності та мультиметри устаткування для вивчення електричних процесів та коливань.

Лабораторія оптики, атомної та ядерної фізики рефрактометр, дифрактометр устаткування для вивчення дифракції, поляризованого світла, застосування інтерференції, фотоефекту закону Бугера-Ламберта-Бера. Лабораторні практикуми з лабораторних робіт механіки та молекулярної фізики, електрики та магнетизму, оптики та атомної фізики, що розміщено в мережі.

Лабораторія датчики та сенсори РТС, Спеціалізована аудиторія Автоматизації

Стенди випробування захоплювача (захоплювача предметів не визначеної форми, ґрунту, сипких матеріалів)  
Стенди випробування приводу (лінійного-180мм, 450 мм)  
Стенд тарування датчиків РТС Ємнісних, струмо вихрових, сили, тензо датчиків)  
Стенд тарування датчиків далекомірів  
Приводи, кулькові напрямні, кулько-гвинтові передачі/передачі, редуктори  
Безпроводні та провідні камери, ендоскопи  
Захвати, макет очутливленого захвату,  
Маніпулятори діючі макети, що керовані по радіо каналу  
Міні-танк Робот з Bluetooth -3шт.  
Балансуючий 2-х колісний робот Balboa 32U4 від Pololu -3шт  
Набір для збирання маніп. "Роботизована рука" від Keyestudio- 4шт.  
Квадрокоптер, автокар, балансир  
Цифрові осцилографи типів SDS1022-1 шт.  
Набір Super Arduino Starter Kit id Keyestudio  
Плата Arduino Mega 2560 Rev3 (оригінал, Італія) A000067  
Плата міні-комп'ютера Raspberry Pi 4 Model B 2GB  
ІЧ-датчику руху HC-SR505 для Arduino  
Датчик ваги (тензодатчик) 1, 5,10, 20 кг  
Водонепроникний ультразвуковий датчик  
ІЧ-датчику руху HC-SR505 для Arduino  
Акселерометр і гіроскоп MPU-6050 модуль 6DOF.

#### **4. Підсумковий контроль**

1. Типи безпілотних технологій, класифікація, узагальнена структура, проблеми проектування.
2. Класифікаційні ознаки та узагальнена структура наземних безпілотних технологій і паратів, що їх реалізують.
3. Класифікаційні ознаки та узагальнена структура надводних безпілотних технологій і паратів, що їх реалізують.
4. Класифікаційні ознаки та узагальнена структура повітряних безпілотних технологій і паратів, що їх реалізують.
5. Класифікаційні ознаки та узагальнена структура підводних безпілотних технологій і паратів, що їх реалізують.
6. Перспективи розвитку безлюдних технологій, нові можливості та обмеження
7. Безлюдні технології та особливості проектування апаратів, маніпуляторів і допоміжного устаткування
8. Підводні технології вирощування аква культур та особливості проектування елементів.
9. Технології збору залізоманганцевих конкрецій визначення оптимальних параметрів, для проектування апаратів

10. Технології огляду, дослідження районів акваторії, протоколювання. Особливості конструкції апаратів і структури його систем
11. Головні функціональні системи: занурення та впливання, моделі для проектування елементів за типами.
12. Головні функціональні системи: крено-диферентні, моделі для проектування елементів за типами.
13. Системи: керування рухом, гвинтовими насадками та кермами.
14. Головні функціональні системи: крено-диферентні, моделі для проектування елементів за типами.
15. Проектування ущільнень, приводів, компенсаторів, електронних блоків, що працюють при підвищеному тиску
16. Ущільнення статичних елементів, ущільнення по циліндричній частині, по плоскому фланцю.
17. Робота базових елементів під тиском, розвантаження конструкцій.
19. Ущільнення обертаючихся валів та штоків
20. Особливості вибору та засоби препарування елементної бази для роботи під тиском до 650 атм.
21. Проектування рушіїв. Буксировочна крива та вибір параметрів гвинта за його характеристикою
22. Рушії АБПА, насадки стаціонарні та поворотні. Особливості їх конструкцій для різних типів апаратів.
23. Бортові технологічні та допоміжні маніпулятори.
24. Моделі динаміки коливань апарату при роботі та допоміжні маніпулятори.
25. Захвати бортових маніпуляторів та пробовідбірники.
26. Системи контролю параметрів навколишнього середовища
27. Проектування надводних апаратів та технологій, класифікація, структура, допоміжні системи.
28. Задачі проектування безпілотних суден. Проблеми і методи їх вирішення
29. Класифікація відомих та невідомих параметрів і характеристик проектного судна
30. Основні взаємозв'язки між відомими та невідомими параметрами проектного судна
31. Техніко-експлуатаційні характеристики суден та вибір прототипу
32. Визначення водотоннажності судна у першому та другому наближеннях
33. Бортові технологічні роботи та системи контролю стану і життєдіяльності
33. Розрахунок опору корпусу судна та експериментальне визначення буксировочної кривої
34. Типи рушіїв та їх конструктивні особливості для суден
35. Повітряні безпілотні технології, класифікація, структура, проектування.
37. Проектування індивідуальних БПЛА рушіїв та спеціальних засобів скиду і підйому для БПЛА побутового призначення
38. Структура систем БПЛА побутового призначення та їх особливості
39. Конструкція БПЛА побутового призначення, розрахунки опору.
40. Розрахунки та проектування і виготовлення гвинтів
41. Проектування апаратів для групової роботи

42. Групові об'єднання та приклади операцій спільної роботи БПЛА
43. Засоби автоматичної компоновки до рою
44. Моделі і засоби запезпечення стійкості руху у рої
45. Узагальнені проблеми проєктування, застосування MatLab для моделювання варіантів приводів
45. Узагальнені проблеми проєктування, застосування MatLab для моделювання варіантів систем виміру сил
46. Проєктування ПД регулятора за критерієм максимальної стійкості та мінімуму квадрата відхилення
47. Проєктування ПД регулятора та моделювання динаміки приводу засобами MatLab
48. Постановка задачі про адекватне наближення моделі
49. Синтез типів ПД регуляторів, що містять фільтри
50. Синтез параметрів управління для систем із затримкою часу
51. Проблеми проєктування і моделювання систем управління електро приводами для роботи у складі АБПА та МРТС.
52. Двигуни постійного струму, передатні характеристики та їх застосування при проєктуванні
53. Крокові та гібридні двигуни їх моделювання засобами MatLab
54. Асинхронні двигуни частотне та векторне керування засобами MatLab
55. Проблеми визначення ефективності та способи оцінки альтернатив при проєктуванні апаратів безлюдних технологій
56. Ефективність її параметри та обчислення параметрів ефективності, приклади наближеного визначення для різних типів МРТС
57. Приклади визначення ймовірності виконання операції та комбіноване застосування МРТС для її підвищення.

## 5. Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання

### 5.1. Критерії оцінювання

№	Вид діяльності (завдання)	Максимальна кількість балів
1	Практичні завдання виконані на парі або індивідуальні домашні завдання. Завдання №1-6(5 балів*6)	30
2	Індивідуальні самостійні завдання. Завдання №7-10(5 балів*4)	20
3	Індивідуальні самостійні завдання. Завдання №11 (5 балів*1)	5
4*	Додаткові завдання дається тільки одне за семестр для студентів, що пропустили заняття та немає балів по п.1* на вибір одне з трьох:	5

	1) Захист задачі: одна за тему, по п'ять балів за задачу, задача з числа завдань на СР, що розв'язано. 2) Підготовка звукової особистої презентації, до власного завдання СР, по п'ять балів за презентацію, всього одна за семестр 3) Підготовка демонстрації п'ять балів за одну демонстрацію, всього одна за семестр	
5	екзамен	40
	<b>Всього</b>	<b>100</b>

\*Додаткові завдання видаються за проханням студентів одне за семестр у тому числі англійською мовою із п. 4 за цих умов максимум балів 5.

## 5.2. Критерії оцінювання завдань для досягнення максимальної кількості балів

Перевірка отриманих знань та навичок студентами відбувається шляхом проведення усного опитування на практичних заняттях та виконання самостійних домашніх завдань (індивідуальне завдання).

Поточна рейтингова оцінка складається з балів, які студент отримує протягом засвоєння даного курсу - виконання та захисту домашніх завдань, виступи на практичних заняттях. Якщо студент успішно (з позитивними за національною шкалою оцінками) виконав передбачені в даному курсі всі види навчальної роботи, то він допускається до екзамену.

Протягом семестру студент виконує три види завдань: розв'язок задач за темами курсу в аудиторії; розв'язок задачі за темами курсу в домашніх умовах та захищаються в аудиторії; презентація роботи у вигляді доповіді.

Якщо при виконанні студентом допускаються незначні неточності, то кількість балів зменшуються на 5%. Якщо при виконанні студентом допускаються значні неточності, але принципи не викривлено то на 10%, якщо помилки суттєві, то бали зменшуються на 20%.

Форма підсумкового контролю навчання – екзамен.

Оцінювання роботи студентів здійснюється за принципами рейтингової системи. Вся робота за семестр оцінюється у 100 балів. Тридцять балів студент отримує за умов якісного складання екзамену. Якщо проходження підсумкового контролю оцінюється на «добре» або «задовільно», це відповідає 20 і 15 балам. Розподіл максимальної кількості балів по питанням здійснюється рівномірно – десять балів за кожне питання. Задачі оцінюється таким чином: одна задача 3.33 бали а три – десять.

## 5.4. Білети для підсумкового контролю:

Четвертий семестр

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Чорноморський національний університет імені Петра Могили**

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра АКІТ, Спеціальність «Автоматизація, КІТ та робототехніка»

Дісципліна «Проектування мобільних роботизованих систем»

**Білет № 0**

1. Типи безпілотних технологій, класифікація, узагальнена структура, проблеми проектування.
2. Проектування рушіїв. Буксировочна крива та вибір параметрів гвинта за його характеристикою
3. Бортові технологічні роботи та системи контролю стану і життєдіяльності

Д. т. н., професор \_\_\_\_\_ О.М. Трунов

В.о. Зав. кафедрою \_\_\_\_\_ М. І. Сіделєв

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_р.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_р.

**6 Рекомендовані джерела інформації**

**Основні:**

1. Натаров О. О. Шляхи розвитку української науки Інформаційно-аналітичний бюлетень Додаток до журналу «Україна: події, факти, коментарі» Ідентифікатор медіа R30-01101. Видавець і виготовлювач Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. № 6 (199) червень 2024. Київ. 159 с.
2. Лісовська Ю.П., Лісовський П.М. Сили безпілотних систем. Навчальний посібник. Видавництво: Ліра-К. 2024. 120 с.
3. Поліщук М. М. Робототехнічні системи та комплекси: мобільні роботи довільної орієнтації: підруч. для студ. спец. «Інформаційні системи та технології» / М. М. Поліщук, М. М. Ткач; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 14,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 301 с. ISBN 978-966-990-076-0
4. Печенюк, А., & Стецюк, Т. Аналіз стану проблеми проектування рушійного комплексу «гребний гвинт-направляюча насадка» з оптимальними гідродинамічними якостями. *Вісник Одеського національного морського університету*, №70. 2023 - С. 21-33. <https://doi.org/10.47049/2226-1893-2023-3-21-33>
5. Jarez S. Patel, Caesar Al-Ameri, Francesco Fioranelli, David Anderson. Multi-time frequency analysis and classification of a micro-drone carrying payloads using multistatic radar First published: 22 August 2019
6. Polishchuk M. M. Mobile robots of arbitrary orientation in the technological space. Engineering sciences: development prospects in countries of Europe at the



- beginning of the third millennium/Collective monograph. Stalowa Wola, Poland, 2018. P 369–388.
7. Поліщук М., Ткач М., Пасько В. Крокуючий мобільний робот. Винахідник і раціоналізатор. ДП «Український інститут інтелектуальної власності». №1, 2020. С. 8–12.
  8. Поліщук М.М. Інноваційні принципи синтезу мобільних роботів. Актуальні наукові дослідження в сучасному світі. Вип. 6(50), ч. 2, 2019. С. 130–142. 82.
  9. Larry T. Ross, Stephen W. Fardo, Michael F. Walach. Goodheart-Willcox Company, Incorporated, Publisher The Goodheart-Willcox Company, Inc. Tinley Park, IL [www.g-w.com](http://www.g-w.com) 30 Aug. 2021 г. - P: 512. **ISBN13:** 9781649259783 **ISBN10:** 1649259786
  10. Александро Гутьеррес-Гілес, Хав'єр Плієго-Хіменес, Марко А. Артеага. Local Stability and Ultimate Boundedness in the Control of Robot Manipulators. [Springer](https://www.springer.com) . 2022 рік
  11. Alysson Nascimento de Lucena, Bruno Marques Ferreira da Silva. Micro aerial vehicle with basic risk of operation. July 2022. *Scientific Reports* 12(1) DOI: [10.1038/s41598-022-17014-4](https://doi.org/10.1038/s41598-022-17014-4)
  12. Alexander Trunov Development of an artificial intelligence tool and sensing in informatization systems of mobile robots. *SMARTINDUSTRY-2024: International Conference on Smart Automation & Robotics for Future Industry, April 18 - 20, 2024, Lviv, Ukraine.* pp.15-31 .
  13. Alexander Trunov. Formation of the method of description and control of the relative position of the gripper phalanges for anthropomorphic robot *SMARTINDUSTRY-2024: International Conference on Smart Automation & Robotics for Future Industry, April 18 - 20, 2024, Lviv, Ukraine* pp.100-110.
  14. Цвіркун Л.І. Робототехніка та мехатроніка: навч. посіб. / Л.І. Цвіркун, Г. Грулер ; під заг. ред. Л.І. Цвіркуна ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – 3-тє вид., переробл. і доповн. – Дніпро: НГУ, 2017. – 224 с
  15. Dykhta Leonid., Trunov Alexander, Zhuravska Irina. The Drone Groups as a Component of Multy Purpose Automatized Technological Complexes/ Warsaw. Diamond trding tour. 2020. 56p. ISBN978-83-66401-75-4 56 p.
  16. Поліщук М.М., Ткач М.М. Дослідження модуля аеродинамічної піднімальної сили мобільного робота довільної орієнтації. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Технічні науки. Том 31 (70) № 4, 2020. С. 1–11.
  17. Михайлов Є. П., Лінгур В.М. Навчальний посібник з дисципліни Маніпулятори та промислові роботи. Для студентів бакалаврів, спеціальності: 131 - Прикладна механіка, 133 ґ Галузеве машинобудування, / Укладачі.: Михайлов Є. П., Лінгур В.М. ґ Одеса: ОНПУ, 2019. - 233 с.

#### Додаткові:

1. Polishchuk M. Parametric synthesis of a mobile robot for servicing park trees. Міжвідомчий науково-технічний збірник «Адаптивні системи автоматичного управління».2019. № 2(35). С. 70–78. 26.
2. Polishchuk M.M. Optimization of mobile robot parameters for surfaces of arbitrary orientation.Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Технічні науки. Том 31 (70) № 1, 2020. С. 1–5. 27.
3. Mikhail Polishchuk. Dynamic model of a walking mobile robot. Адаптивні системи автоматичного управління. 2020. Том 1, № 36. С. 8–16. <https://doi.org/10.20535/1560-8956.36.2020.209749>
4. Polishchuk, M. Anthropomorphic gripping device for an industrial robot: design and calculation of parameters. Springer Nature Applied Sciences (2019) 1:503. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-0535-z>
5. Mikhail Polishchuk, Mykyta Suyazov and Mark Opashnyansky. Study on numerical analysis of dynamic parameters of mobile walking robot. Journal of Mechanical Engineering and Sciences (JMES). ISSN: 2289-4659 e-ISSN: 2231-8380 Vol.14, Issue 1, 2020: 6380–6392. DOI: <https://doi.org/10.15282/jmes.14.1.2020.14.0499>
6. Peter Corke. “Robotics, Vision and Control. Fundamental Algorithms In MATLAB. Second Edition” . Springer. 2017 . ISBN 978-3319544120
7. В.М. Озерський Електромеханічні системи автоматизації та електропривод”/Упоряд. В.М. Озерський – Харків:УПА, 2010. – 51с.
8. Кузнецов Ю. Н. Галузі перспективного застосування роботів довільної орієнтації в просторі / Ю. Н. Кузнецов, М. Н. Поліщук // Вісн. Херсонського Нац. технічного ун-ту. – 2018. – № 4 (67). – С. 63 – 69.
9. Сокол, Г. І. Теорія механізмів робототехнічних систем. Кінематика: [Текст] : навч. пос. / Г. І. Сокол. – Дніпропетровськ: РВВ ДНУ, 2002. – 92 с.
10. Ащепкова, Н. С. Моделювання і кінематичний аналіз кривошипно-шатунного механізму [Текст] / Н. С. Ащепкова // Вісник НТУ “ХПІ”. Серія: Інформатика та моделювання. – 2014. – № 62 (1104). – С. 4–12.
11. Михайлов Є. П. Навчальний посібник з дисципліни "Мобільні роботи"для студентів за фахом 131 - Прикладна механіка Є спеціалізація - Мехатроніка та промислові роботи / Укладач: Михайлов Є. П. Одеса: ОНПУ. 2016, Є 239 с. Укладач: Михайлов Є. П. Одеса: ОНПУ, 2016, Є 239 с. Рег.ном. НП07368 01.06.2016, №3765-РС-2016

12. Проць Я.І., Автоматизація виробничих процесів. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів./ Я.І. Проць, В.Б. Савків, О.К. Шкодзінський, О.Л. Ляшук ґ Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. ґ 344с.
13. Проць. Я.І. Захоплювальні пристрої промислових роботів: Навчальний посібник . ґ Тернопіль: Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя, 2008. ґ 232с.
14. M. Shahinpoor, *A Robot Engineering Textbook*, Harper Row Publishers, New York, 1987.
15. Shivam Kadam, Piyush Dharmasare, Shubham Ganjale and Nilam Ghuge. Toolkit Carrying Drone For Maintenance Of High Altitude Transmission Lines. ITM Web of Conferences 44, 02005 (2022). <https://doi.org/10.1051/itmconf/20224402005> ICACC-2022
16. E. F. Fichter, “Kinematics of a Parallel-Connection Manipulator,” ASME paper 84-DET-45, 1984.
17. E. F. Fichter, “A Stewart platform-based manipulator general theory and practical construction,” *Int. J. Robot. Res.*, **5** (2), 165–190 (1986).
18. D. Stewart, “A platform with six degrees of freedom,” *Proc. Inst. Mech. Eng.*, **180** (1), 371–386 (1965).
19. C. F. Earl and J. Rooney, “Some kinematic structures for robot manipulator designs,” *Trans. ASME, J. Mech., Transmiss. Auto. Design*, **105**, 15–22 (1983).
20. K. H. Hunt, “Structural kinematics of in-parallel-actuated robot-arms,” *Trans. ASME, J. Mech. Transmiss. Auto. Design*, **105**, 705–712 (1983).
21. D. C. H. Yang and T. W. Lee, “Feasibility study of a platform type of robotic manipulator from a kinematic viewpoint,” *Trans. ASME, J. Mech., Transmiss. Auto. Design*, **106**, 191–198 (1984).
22. M. G. Mohamed and J. Duffy, “A direct determination of the instantaneous kinematics of fully parallel robotic manipulator,” *ASME J. Mech. Transmiss. Auto. Design*, **107**, 226–229 (1985).
23. K. Sugimoto, “Kinematics and dynamics analysis of parallel manipulators by means of motor algebra,” *ASME J. Mech. Transmiss. Auto. Design*, **109**, 3–7 (1987).
24. K. Sugimoto, “Computational scheme for dynamic analysis of parallel manipulators,” Trends and Development in Mechanisms, Machines and Robotics—1988 ASME Proc. of 20th. Biennial Mechanisms Conf., 1988.
25. Trunov A. Realization of Paradigm of Prescribed Control of Nonlinear object as the Maximization Adequacy Problem. Eastern-European Journal Enterprise Technologies, № 4/4 (82), 2016, pp. 50–58.

26. Recurrent Approximation as the Tool for Expansion of Functions and modes of operation of Neural Network/ Eastern-European Journal Enterprise Technologies, № 5/4 (83), 2016, pp. 41–48.
27. Recurrent Transformation of the Dynamics Model for Autonomous Underwater Vehicle in the Inertial Coordinate System. Eastern-European Journal Enterprise Technologies, №2/4 (86), 2017, pp. 39–47
28. Trunov A. Koshovyi V. The formation of method for evaluation of integral parameters of the patient's condition monitoring, forecasting of consolidated data. Advanced Information and Communication Technologies (AICT) : Proc. of the IEEE 4th Int. Conf., Lviv, Sept. 21–25, 2021. P. 189–192. DOI: 10.1109/AICT52120.2021.9628986.
29. Trunov A., Byelozyorov Z. Formation of a model for determining the coordinates according to the registration of the characteristic phases of the wave sources of sound anomalies. CSIT Proc. 2021. Vol. 1. P. 251–254. DOI: 10.1109/CSIT52700.2021.9648802.
30. Trunov A., Kazan P., Aliksieiev V., Korolova O., Sliusarenko O., Dronyuk I. Functioning model of the ground robotic complex. CSIT Proc. 2021. Vol. 2. P. 128–131. DOI: 10.1109/CSIT52700.2021.9648595.
31. Trunov A., Byelozyorov Z.O., Maltsev S.I., Skoroid M. Formation of a method for estimating the error of determining the coordinates of the source of a sound anomaly. CEUR Workshop Proc. 2022. Vol. 3137. P. 164–174.
32. Alexander Trunov Formation of Indicators for Evaluating the Model Based on a Set of Interconnected Data Sets in the Tasks of Communication Technologies in Healthcare. IDDM'2023: 6th International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine, November 17 - 19, 2023, Bratislava, Slovakia. CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org)
33. <http://ocw.mit.edu/courses/mathematics/>  
<https://archive.org/stream/elementsdiffere02goog#page/n4/mode/2up>  
[http://www.math.harvard.edu/~shlomo/docs/Advanced\\_Calculus.pdf](http://www.math.harvard.edu/~shlomo/docs/Advanced_Calculus.pdf)  
<http://metod.onat.edu.ua/ru/methods/category/170>  
<http://calculus.nipissingu.ca/tutorials/integrals.html#ftc>