Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра
конструювання машин

МОБІЛЬНІ РОБОТО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	**Другий (магістерський)**
Галузь знань	13-Механічна інженерія
Спеціальність	131- Прикладна механіка
Освітня програма	**Технології виробництва літальних апаратів** Сертифікатна програма **«Інженерія систем озброєння та військової техніки»**
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів ЄКТС год., лекції – 36 год., практичні – 18 год.,лабораторні 18год , СРС –78 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, МКР
Розклад занять	За розкладом Департаменту навчальної роботи КПІ ім. Ігоря Сікорського http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., проф. Струтинський Василь Борисович vbstrutynskiy@gmail.com, корпус №1, кімната 228а, тел. (044)204-82-55, 204-94-61 Лабораторні та практичні: *ст. викл. Вакуленко Сергій Валентинович, зав. лаб. Плівак Олександр Анатолієвич. Кафедра: Корпус КПІ 01, кімната 228а, тел. (044)204-82-55, 204-94-61*
Розміщення курсу	Google classroom, код курсу 4ddqris

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Дисципліна «Мобільні робото-технічні комплекси» є однією з базових у структурі підготовки магістрів у галузі механічної інженерії. Вона продовжує і узагальнює одержання студентами взаємозв'язаних знань в галузях фізико-математичних та прикладних інженерних наук.

В курсі розглядаються загальні відомості про мобільні робото-технічні комплекси. Дані конкретні рекомендації по застосуванню одержаних знань і вмінь для виконання наукових робіт, зокрема при дослідженнях в рамках магістерської атестаційної роботи.

Значне місце в курсі відведено військовим аспектам мобільних робото-технічних комплексів.

Цей курс дає потужний теоретико-практичний інструмент майбутньому спеціалісту (науковцю, інженеру-педагогу) фахівцю в галузі технічних наук.

Курс має практичне спрямування, зокрема він покликаний надати допомогу студенту при виконанні досліджень в рамках магістерської атестаційної роботи.

Мета дисципліни. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання: принципів побудови безекіпажних військових мобільних робото-технічних комплексів, їх проектування та конструювання ;

уміння:

поставити задачу **проектування безекіпажних військових мобільних робото-технічних комплексів**;

виконання практичної роботи по **проектування безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів**.

ПРЕДМЕТОМ КУРСУ є **безекіпажні військові мобільні робото-технічні комплекси.**

Основні завдання навчальної дисципліни, згідно з вимогами освітньо-наукової програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають отримати наступні фахові **компетенції**:

ФК 1. Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів їз вирішенням широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК 2. Здатність описати, класифікувати та змоделювати безекіпажні військові мобільні наземні роботизовані комплекси, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук.

Та продемонструвати такі програмні **результати навчання**:

РН 1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань.

РН 4. Використовувати сучасні методи оптимізації параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації.

РН 16. Оптимізувати технічні рішення на етапі проектування та експлуатації безекіпажні військові мобільні наземні роботизовані комплекси за допомогою сучасних розрахункових алгоритмів та спеціалізованих програмних комплексів.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення даної дисципліни базується на знаннях, отриманих на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти. У свою чергу дисципліна «Безекіпажні військові мобільні наземні роботизовані комплекси» є базою для науково-дослідної практики та роботи над магістерською дисертацією.

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ1. НАЯВНІ В СВІТОВІЙ ПРАКТИЦІ БЕЗЕКІПАЖНІ ВІЙСЬКОВІ МОБІЛЬНІ РОБОТО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ

Тема 1.1. Безекіпажні військові мобільні наземні роботизовані комплекси –визначення, типи, технічні характеристики, застосування

Тема 1.2. Безекіпажні військові мобільні наземні роботизовані комплекси-схемні рішення,особливості конструкції , основні вузли
Тема 1.3. Озброєння безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів

РОЗДІЛ 2. ВПЛИВ ДОРОЖНІХ УМОВ НА БЕЗЕКІПАЖНІ ВІЙСЬКОВІ МОБІЛЬНІ РОБОТО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ
Тема 2.1. Дорожні умови руху безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів , математичний опис нечітко- визначеного профілю нерівної поверхні, статистичні характеристики стохастичних дорожніх умов
Тема 2.2. Статично невизначені схеми опирання багатоколісного або гусеничного шасі комплексу на нерівні поверхні

РОЗДІЛ 3. СТАТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЗЕКІПАЖНИХ ВІЙСЬКОВИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТО-ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ
Тема 3.1. Статика безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів, матриці жорсткості та деформативності шасі та бойових модулів
Тема 3.2. Статична стійкість безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів встановлення умов втрати стійкості в різних дорожніх умовах

РОЗДІЛ 4. ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЗЕКІПАЖНИХ ВІЙСЬКОВИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТО-ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ
Тема4.1. Динамічні параметри безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів, опис інерційних параметрів з використанням тензорних полів тензорів моментів інерції
Тема4.2. Просторові сферичні рухи в маніпуляторах та бойових модулях безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів

РОЗДІЛ 5. ВРАХУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВНУТРІШНЬОЇ ТА ЗОВНІШНЬОЇ БАЛІСТИКИ В БЕЗЕКІПАЖНИХ ВІЙСЬКОВИХ МОБІЛЬНИХ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСАХ.
Тема 5.1. Динамічні навантаження бойових модулів обумовлені процесами внутрішньої балістики озброєння військових мобільних наземних роботизованих комплексів
Тема 5.2. Процеси зовнішньої балістики та їх врахування безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексах.

РОЗДІЛ 6. ОРІЄНТАЦІЯ В НАВКОЛИШНЬОМУ ПРОСТОРІ БЕЗЕКІПАЖНИХ ВІЙСЬКОВИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТО-ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ
Тема 6.1. Задачі орієнтування безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів та методи їх вирішення , спеціальні методи точного орієнтування
Тема 6.2. Навігація безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів
РОЗДІЛ 7. СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ БЕЗЕКІПАЖНИХ ВІЙСЬКОВИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТО-ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ
Тема7.1. Реалізація елементів штучного інтелекту на основі базових штучних нейронних мереж
Тема7.2. Архітектура систем керування безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів з використанням штучного інтелекту

РОЗДІЛ 8. ПРОЕКТУВАННЯ БЕЗЕКІПАЖНИХ ВІЙСЬКОВИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТО-ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Тема8.1. Елементи теорії проектування безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів, технічні умови , розроблення схемних та конструктивних рішень
Тема 8.2. Компоновка, модульний принцип побудови безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів, стандартизація і уніфікація
Тема 8.3. Інноваційні проектні рішення , технічний дизайн безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів, оптимізація по критеріям енергоефективності та мінімальної маси

РОЗДІЛ 9. КОНСТРУЮВАННЯ ВУЗЛІВ І МОДУЛІВ БЕЗЕКІПАЖНИХ ВІЙСЬКОВИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТО-ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ
Тема 9.1. Принципи конструювання базових вузлів і агрегатів безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів, інноваційні матеріали і технології
Тема 9.2. Елементна база конструктивної реалізації, уніфіковані вузли маніпуляторів, бойових модулів та ходової частини безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів
Тема 9.3. Конструювання високоефективних безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів

РОЗДІЛ 10. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗЕКІПАЖНИХ ВІЙСЬКОВИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТО-ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ
Тема 10.1. Напрямки розроблення інноваційних махатронних вузлів безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів
Тема 10.2. Створення принципово нової елементної бази без екіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів
Тема 10.3. Перспективні види безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексі нові області застосування комплексів

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. Струтинський В.Б. Методологія наукових досліджень: Підручник з грифом «КПІ» ім. Ігоря Сікорського / Струтинський В.Б., Гуржій А.М./ Житомир: ПП «Рута», 2018 – 581с
2. Струтинський В.Б. Наземні роботизовані комплекси: монографія /Струтинський В.Б., Гуржій А.М./ Житомир: ПП «Рута», 2023 – 528 с.

Додаткова література:

1. Струтинський В.Б. Мобільні промислові роботи: монографія /Струтинський В.Б., Гуржій А.М./ Житомир: ПП «Рута», 2018 – 542 с.
2. Strutinsky V. Application of hydraulic automation equipment for the efficiency enhancement of the operation elements of the mobile machinery/V. Strutinsky, L. Polishchuk, L. Kozlov, Yu. Burennikov, V. Kravchuk/ Publisher Politechnika Lubelska, Journal: Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska 2019, Volume 9, nr 2, p. 72-78 DOI: 10.5604/01.3001.0013.2553.
3. Strutinsky V. The development of mechatronic active control system of tool spatial position in parallel kinematics machine tool /Strutinsky Vasil, Anatoliy Demyanenko/ Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Vol.54, №3 (2016), pp. 757-768.
4. Strutinsky V.B. Determination of development grounds and characteristics of mobile multi-coordinate robotic machines for materials machining in field conditions /V.B. Strutinsky, A.A.Hurzhii, O.V. Kolot, V.E.Polunichev/ Науковий вісник Національного гірничого університету / Науково-технічний журнал №5 (155), 2016 (Дніпро), с.43-51.

5. Strutinsky V.B. Dynamic characteristics of a mobile robot manipulator built on the basis of a mechanism with parallel kinematic couplings /V.B. Strutinsky/ Зб.наукових праць «Сучасні технології в машинобудуванні», Харків, НТУ «ХПІ», 2018.– Вип.1 (13), с. 192-206.
6. Струтинський В.Б. Математичне моделювання динамічних характеристик багатокоординатних верстатів з використанням теорії нечітких множин / В.Б. Струтинський, Н.В. Гаврушкевич, В.Е. Полунічев// Технологічні комплекси, №1(9). – 2014. – С. 74-86.
7. Струтинський В.Б. Обґрунтування використання штучних нейронних мереж для компенсації кінематичних та динамічних похибок верстата паралельної кінематики /В.Б. Струтинський, А.С. Дем'яненко // Журнал інженерних наук. Технологія машинобудування, верстати та інструменти. – 2014. - №1. – С.6-11.
8. Strutinsky V. Reguliarities in the occurrence and propagation of wave processes in the kinematic chains of a mobile robotic machine tool /V. Strutinsky, Yu. Burennikov, L. Kozlov/ Bulletin of the PolytechnicI nstitute of Jassy. Publishedby "Gheorghe Asachi" Technical University of Iaşi. 2017.
9.Чепков І. Б. Концептуальні засади створення вітчизняних ударнорозвідувальних наземних роботизованих комплексів важкого класу /І.Б. Чепков, А.С. Довгополий, О.М. Гусляков // Озброєння та військова техніка. Київ: ЦНДІ ОВТ. 2019. № 3 (23). С. 16–25.
10.Шугуров О. С. Розвиток військових наземних роботизованих систем в контексті нових концепцій управління: перспективи України /Шугуров Олександр Сергійович/ http://sp.niss.gov.ua/content/articles/files/27-1445867323.pdf.
11. Strutinsky V. Determination of static equilibrium conditions of a mobile terrestrial robotic complex /V. Strutinsky, A. Hurzhii, L. Kozlov/ Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2019, № 5, pp. 119-126. ISSN 2071-2227, E-ISSN 2223-2362
12. Strutinsky V. Reguliarities in the occurrence and propagation of wave processes in the kinematic chains of a mobile robotic machine tool /V. Strutinsky, Yu. Burennikov, L. Kozlov/ Bulletin of the PolytechnicI nstitute of Jassy. Publishedby "Gheorghe Asachi" Technical University of Iaşi. 2017.
13.Strutinsky V.B. Substantiating the requirements to functional indicators for the manipulators of mobile robotic demining complexes /V.B. Strutinsky, Kotsiuruba V., Dovhopoliy A., Husliakov O., Budianu R., Kolos O., Hrechka I. / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774 (№5/7(101) 2019/ p.42-50.
14. Strutynskiy V.B. Determination of development groundsand characteristics of mobile multi-coordinate robotic machines for materials machining in field conditions / V.B. Strutynskiy, A.A. Hurzhiy, O.V. Kolot, V.E. Polunichev// Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2016. - №5. – С. 43 51.
15. Strutynsky V.B. Triangular optical system of precise positioning of the ground robotic / V.B. Strutynsky, T.Yu. Kyrychok, V.G. Oliynyk / Fifteenth International Conference on Correlation Optics, Volume 11369, 16-19 September 2021 Chernivtsi, Ukraine. pp. 212-219.

Інформаційні ресурси:

1. *http://www.rontec.kiev.ua*
2. *http://www.thk.com/eng/products/class/lmguide/index.html*
3. *http://www.okuma.de/mainframe.asp?lang=en&e1=900*
4. *http://www.nikas.com.ua/ , stanok@nikas.com ,*
5. *http://www.moriseiki.com*
6. *http://www.technopolice.com.ua*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекції проводяться з використанням наочних засобів представлення матеріалу з використанням методичних матеріалів, доступ до яких наявний у студентів. Під час дистанційної форми навчання – у вигляді відеоконференцій із використанням презентаційних матеріалів.

На лекційних заняттях проводиться вивчення наступного матеріалу:

РОЗДІЛ1. НАЯВНІ В СВІТОВІЙ ПРАКТИЦІ БЕЗЕКІПАЖНІ ВІЙСЬКОВІ ВІЙСЬКОВІ МОБІЛЬНІ РОБОТО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ

Безекіпажні військові мобільні наземні роботизовані комплекси є поширеним видом сучасної військової техніки. Мобільні роботизовані комплекси військового призначення , як ефективний вид зброї сформовано за останні 10 років. В даний час безекіпажні військові мобільні наземні роботизовані комплекси бурхливо розвиваються. Вони є основою військових дій в майбутньому. Безекіпажні військові мобільні наземні роботизовані комплекси є високотехнологічними складовими сучасного озброєння армії.

В розділі дано визначення безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів, наведено їх технічні характеристики та області застосування. Описано відомі в світовій практиці типи військові мобільні наземні роботизовані комплекси, елементи класифікації безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Дано аналіз переваг та недоліків військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Визначено особливості конструкції безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів, схемні рішення та особливості конструкції основних вузлів. Розглянута ергономіка безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів та особливості дизайну.Окремо розглянуто озброєння безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Сформульовано структуру та деталі лекційного курсу та практичних і лабораторних робіт.

РОЗДІЛ 2. ВПЛИВ ДОРОЖНІХ УМОВ НА БЕЗЕКІПАЖНІ ВІЙСЬКОВІ ВІЙСЬКОВІ МОБІЛЬНІ РОБОТО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ

Характеристики ефективності військових мобільних наземних роботизованих комплексів визначаються дорожніми умовами по яким переміщуються. В розділі описано властивості нерівних поверхонь (дорожні умови) по яким переміщуються безекіпажні військові мобільні наземні роботизовані комплекси. Виконано наліз дорожніх умов. Вони розділені на плавно змінні та різко змінні нерівності профілю поверхні дороги. Запропоновано математичний опис геометрії окремої колії нерівної поверхні. Для цього використано гармонічний та спектральний аналіз геометрії окремої колії. Описано випадковий профіль колії. Показано як визначається кореляційна функція та спектральна щільність профілю окремої колії. Встановлені характеристичні функції нечітко- визначеного профілю колії Розглянуті загальні дорожні умови безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів у вигляді двох сусідніх колій. Виділені плавно змінні та ізольовані нерівності двох сусідніх колій. Дано математичний опис дорожніх умов у вигляді двох сусідніх колій. Виконано кореляційний аналіз взаємопов’язаних сусідніх колій. Взаємний спектральний аналіз впливу дорожніх умов на положення військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Визначено статистичні характеристики дорожніх умов та їх взаємозв'язок з випадковими навантаженнями військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Визначено особливості впливу нечітко- визначених дорожніх умов на безекіпажні військові мобільні наземні роботизовані комплекси.

Описані статично невизначені схеми опирання багатоколісного або гусеничного шасі безекіпажного військового мобільного наземного роботизованого комплексу на нерівну поверхню. Встановлено вплив нерівностей поверхонь по яким переміщуються мобільні роботизовані комплекси на положення шасі комплексу.

РОЗДІЛ 3. СТАТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЗЕКІПАЖНИХ ВІЙСЬКОВИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТО-ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Визначені та описані основні статичні характеристики основних вузлів та безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів в цілому. Запропоновані методи опису статики безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Обгрунтовано застосування розвинених методів гвинтового числення для аналізу геометричних та силових факторів безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Поставлені і вирішені задачі статики безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів , та бойових модулів, визначені їх матриці жорсткості та деформативності. Встановлені матрично- векторні співвідношення геометричних та силових факторів безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Визначена статична стійкість шасі безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів, враховано вплив нахилу дорожнього полотна на умови стійкості. Обгрунтовано застосування методів монте-карло для встановленя умов втрати стійкості безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів при зміні його конфігурації та та бойових модулів.

РОЗДІЛ 4. ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЗЕКІПАЖНИХ ВІЙСЬКОВИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТО-ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Визначено динамічні параметри безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів при зміні його конфігурації та бойових модулів. Визначено тензори моментів інерції динамічних систем бойових модулів та шасі військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Опис інерційних параметрів здійснено з використанням тензорних полів тензорів моментів інерції. застосовані стохастичі та нечітко-визначені тензорні поля тензорів моментів інерції динамічних систем бойових модулів та шасі військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Визначені та описані динамічні характеристики мобільних роботомеханічних комплексів. Застосовані перехідні та частотні характеристики. Використано матричне подання характеристик. Проведено застосування гвинтового числення для визначення динамічних характеристик безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Досліджені просторові сферичні рухи в бойових модулях безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Описані циклічні коливальні процеси в бойових модулях. Встановлені особливості демпфування циклічних сферичних рухів у бойових модулях.

РОЗДІЛ 5. ВРАХУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВНУТРІШНЬОЇ ТА ЗОВНІШНЬОЇ БАЛІСТИКИ В БЕЗЕКІПАЖНИХ ВІЙСЬКОВИХ МОБІЛЬНИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТО-ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ.

Процеси внутрішньої балістики ствольної зброї. Кінематичні та динамічні параметри руху кулі чи снаряду при горінні порохового заряду. Газодинаміка пострілу. Силові фактори дії зброї при пострілі на бойовий модуль та шасі військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Застосування гвинтового числення для визначення динамічних навантажень обумовлених процесами внутрішньої балістики. Нестаціонарні динамічні гвинти які описують віддачу при пострілі . Засоби імітації динамічних навантажень обумовлених процесами внутрішньої балістики. Математичне моделювання процесів внутрішньої балістики. Динамічні навантаження бойових модулів обумовлені процесами внутрішньої балістики стрілецького озброєння безекіпажних військових мобільних

наземних роботизованих комплексів та методи їх компенсації . Переміщення мас в бойових модулях при пострілі та при чергах пострілів нестаціонарні квазіперіодичні силові фактори. Математичне моделювання сферичних рухів обумовлених процесами внутрішньої балістики в бойових модулях із переміщенням мас в безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів.

Процеси зовнішньої балістики нерухомої зброї. Точність наведення, початкові умови руху кулі чи снаряду. Аеродинамічні процеси рухомої кулі чи снаряду. Ефекти надзвукових швидкостей руху кулі чи снаряду. Специфіка процесів при обертанні кулі чи снаряду. Гіроскопічні моменти та їх вплив на траєкторію. Балістичні траєкторії об'єктів постійної маси (кулі чи снаряди) та змінної маси (ракети). Розсіяння траєкторій. Статистичні методи аналізу процесів розсіяння. Статистичні характеристики процесів розсіяння, визначення похибок стрільби. Процеси зовнішньої балістики рухомої зброї. Зміни початкових умов руху кулі , снаряду чи ракети при переміщенні в безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Вплив змінних початкових умов на балістичні траєкторії об'єктів постійної маси (кулі чи снаряди) та змінної маси (ракети).

Методи та засоби компенсації негативного впливу процесів внутрішньої та зовнішньої балістики безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексах на точність вогневого ураження.

РОЗДІЛ 6. ОРІЄНТАЦІЯ В НАВКОЛИШНЬОМУ ПРОСТОРІ ТА НАВІГАЦІЯ БЕЗЕКІПАЖНИХ ВІЙСЬКОВИХ МОБІЛЬНИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТО-ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Задачі орієнтування безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів в навколишньому просторі та методи їх вирішення , спеціальні методи точного орієнтування. Точна орієнтація за допомогою маяків. Навігація безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Інерційна навігація комплексу,що рухається по заданому маршруту. Спеціальні методи організації руху безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів: рух в колоні, повернення у вихідну позицію.

РОЗДІЛ 7. СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ БЕЗЕКІПАЖНИХ ВІЙСЬКОВИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТО-ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Принципи керування безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Інтелектуальний блок керування мобільного комплексу . Специфіка керування безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів в складі логістичних систем. Архітектура систем керування мобільних комплексів з використанням штучного інтелекту. Особливості використання елементів штучного інтелекту, штучні нейронні мережі. Інтелектуальний блок керування безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Реалізація елементів штучного інтелекту з використанням базових штучних нейронних мереж . Керування безекіпажним військовим мобільним наземним роботизованим комплексом за допомогою голосових команд, жестів, іншими способами. Задачі логістики, що виконуються безекіпажним військовим мобільним наземним роботизованим комплексом та їх вирішення. Особливості виконання логістичних операцій при переміщенні об'єктів безекіпажним військовим мобільним наземним роботизованим комплексом

РОЗДІЛ 8. ПРОЕКТУВАННЯ БЕЗЕКІПАЖНИХ ВІЙСЬКОВИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТО-ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Особливості проектування безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Основні положення теорії проектування мобільних комплексів. Розроблення схемних рішень. Компоновка основних вузлів і агрегатів, модульний принцип

побудови безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Специфіка конструювання комплексів в цілому. Прогресивні матеріали, застосування композитів. Рекомендована елементна база для реалізації систем приводів безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів їх вузлів та агрегатів , стандартизація і уніфікація. Конструктивні особливості безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Інноваційні проектні та конструктивні рішення. Технічний дизайн мобільних комплексів. Оптимізація конструктивних рішеннь по критеріям енергоефективності та мінімальної маси

РОЗДІЛ 9. КОНСТРУЮВАННЯ ВУЗЛІВ І МОДУЛІВ БЕЗЕКІПАЖНИХ ВІЙСЬКОВИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТО-ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Конструювання високоефективних безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів.Принципи конструювання базових вузлів і модулів безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів, інноваційні конструктивні рішення прогресивні матеріали і технології. Уніфіковані вузли Бойових модулів та ходової частини. Елементна база конструктивної реалізації базових вузлів і модулів безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів Особливості конструювання високоефективних та інноваційних вузлів і агрегатів безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів

РОЗДІЛ 10. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗЕКІПАЖНИХ ВІЙСЬКОВИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТО-ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Оснащення безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів , пристрої та пристосування. Конструювання оснащення. Інформаційні аспекти використання оснащення при виконанні логістичних операцій. Регламенти функціонування мобільних комплексів в складі логістичних систем призначених для механічного переміщення об’єктів. Основні задачі логістики та відповідне апаратурне забезпечення безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів.Перспективи розвитку безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Напрямки розроблення інноваційних махатронних вузлів мобільних комплексів. Можливості створення принципово нової елементної бази безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів. Перспективні види мобільних комплексів. Нові області застосування комплексів в логістичних системах призначених для механічного переміщення об’єктів. Розвиток систем керування безекіпажних військових мобільних наземних роботизованих комплексів на основі штучного інтелекту

Студенти залучаються до обговорення лекційного матеріалу та задають питання щодо його сутності.

На практичних та лабораторних заняттях застосовуються форми індивідуальної та колективної роботи (командна робота, парна робота) для реалізації завдань викладача на набуття навичок самостійної практичної роботи.

Практичні заняття

Основні теми практичних занять та перелік основних питань:

1. Елементи класифікації безекіпажних військових мобільних робото-технічних комплексів
2. Математичний опис дорожніх умов безекіпажних військових мобільних робото-технічних комплексів
3. Характеристики безекіпажних військових мобільних робото-технічних комплексів
4. Проектування безекіпажних військових мобільних робото-технічних комплексів

5. Конструювання мобільних робото-технічних комплексів

6. Системи керування безекіпажних військових мобільних робото-технічних комплексів

Лабораторні роботи

Орієнтовна тематика лабораторних робіт:

1. Аналіз конструкції керування безекіпажних військових мобільних робото-технічних комплексів

2. Побудова кінематичної схеми безекіпажних військових мобільних робото-технічних комплексів

3. Апробація системи керування безекіпажних військових мобільних робото-технічних комплексів

4. Визначення впливу дорожніх умов на переміщення безекіпажних військових мобільних робото-технічних комплексів

5. Виміри статичних характеристик безекіпажних військових мобільних робото-технічних комплексів

6. Визначення динамічних характеристик безекіпажних військових мобільних робото-технічних комплексів

Під час вивчення курсу застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями:

1) методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий (евристична бесіда) і дослідницький метод);

2) особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, засновані на активних формах і методах навчання («мозковий штурм», «аналіз ситуацій» і ін.);

3) інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації, застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів практичних завдань, доповнення традиційних навчальних занять засобами взаємодії на основі мережевих комунікаційних можливостей (програмні засоби, мобільні застосунки і ін.).

6. Самостійна робота студента

Години, відведені на самостійну роботу студента, призначені для опанування навчальної дисципліни, зокрема, підготовка до виконання робіт на практичних та лабораторних заняттях; підготовка до лекцій, модульної контрольної роботи та екзамену.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекцій чи відсутність на них, не оцінюється. Проте, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання практичних завдань та лабораторних робіт.

Відвідування практичних занять є вельми бажаним, оскільки на цих заняттях вирішуються типові задачі. Також студенти мають можливість проконсультуватися з викладачем по всіх питаннях з дисципліни. Як правило, на останньому практичному занятті захищаються звіти з практичних робіт.

Відвідування модульної контрольної роботи є обов'язковим. Якщо студент пропустив МКР з поважних причин, наприклад, за станом здоров'я, то за наявності підтверджуючого документа (довідки) він може протягом тижня написати пропущену контрольну роботу. В іншому випадку МКР не оцінюється. Перескладання модульної контрольної роботи на вищу оцінку не передбачено.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень. Детальніше: НАКАЗ №НОН/228/2022 ВІД 21.07.2022 "Про затвердження нової редакції положення про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського", *https://document.kpi.ua/2022_НОН-228*

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: *https://kpi.ua/code*

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: *https://kpi.ua/code*

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль: практичні роботи, лабораторні роботи , модульна контрольна робота .
Календарний контроль: провадиться 2 раз на семестр за встановленим графіком як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
Семестровий контроль: екзамен
Рейтингова оцінка R студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- виконання лабораторних робіт r1 = 30;
- виконання практичних робіт r2 = 20;
- модульна контрольну роботу r3 = 10;
- відповідь на екзамені r4 = 40 балів

Додатково РСО передбачає можливість нарахування заохочувальних та штрафних балів.

Лабораторні роботи (r_1)
Ваговий бал однієї лабораторної роботи – 5 балів. Мінімальна кількість балів, яка повинна бути набраною, щоб лабораторна робота вважалось зарахованою складає 3 бали, тобто 60% від максимальної кількості за одну роботу (табл. 1).

Мінімальна кількість балів за всі лабораторні роботи:
$r1_{min} = 3 \text{ бали} \times 6 \ = 18 \text{ балів}.$
Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи:
$r1 = 5 \text{ балів} \times 6 \ = 30 \text{ балів}.$
Звіт з лабораторних робіт захищається на останньому лабораторному занятті.

Таблиця 1

Рейтингові бали за одну лабораторну роботу

Бали	Критерії оцінювання
5,0	Робота виконана повністю, зауважень немає, є відповіді на всі запитання.
4,5	Робота виконана з несуттєвими зауваженнями, у відповідях трапляються неточності.
4,0	Робота виконана з зауваженнями, є відповіді на більшість запитань .
3,5	Робота виконана з помилками, є відповіді лише на частину запитань.
3,0	Робота виконана із значними помилками, є відповіді лише на окремі питання.
0,0	Робота не виконана, звіт не представлений.

Звіт з практичних робіт (r2)

Звіт з практичних робіт вміщує усі завдання, видані викладачем. Максимальна кількість балів за завдання нараховується за його правильне та своєчасне виконання. Терміни виконання завдань встановлюються викладачем на практичних заняттях. Оцінювання звіту здійснюється відповідно до таблиці 2.

Таблиця 2

Рейтингові бали за звіт з практичних робіт

Бали	Критерій оцінювання
20	Завдання виконані, зауважень немає, є відповіді на всі запитання.
18	Завдання виконані з несуттєвими зауваженнями, у відповідях трапляються неточності.
16	Завдання виконані з зауваженнями, є відповіді на більшість запитань.
14	Завдання виконані з помилками, є відповіді лише на частину запитань.
12	Завдання виконані із значними помилками, є відповіді лише на окремі питання.
0	Завдання не виконані, звіт не представлений.

Максимальна кількість балів становить:

$\mathrm{r2} = 20$ балів.

Мінімальна кількість балів за звіт з практичних робіт складає не менше 60% від максимальної кількості:

$\mathrm{r2}_{\min} = 0{,}6 \times 20 = 12$ балів.

Модульна контрольна робота (r3**)**

Робочим навчальним планом передбачено проведення модульної контрольної роботи (МКР) в обсязі 2 год. МКР відбувається у вигляді двох контрольних робі по 1 годині кожна. Контрольна робота 1 виконується за розділами 1-5. Контрольна робота 2 виконується за розділами 6-10.

Одна контрольна робота складається з кількох завдань. Завдання оновлюються кожного семестру. Ваговий бал однієї контрольної роботи – 5 балів.

Оцінювання модульної контрольної роботи здійснюється відповідно до таблиці 3.

Таблиця 3

Рейтингові бали за одну контрольну роботу

Бали	Критерій оцінювання
5,0	Вірна відповідь більш, ніж на 95 % питань
4,5	Вірна відповідь більш, ніж на 85 % питань
4,0	Вірна відповідь більш, ніж на 75 % питань
3,5	Вірна відповідь більш, ніж на 65 % питань
3,0	Вірна відповідь більш, ніж на 60 % питань
0,0	Вірна відповідь менш, ніж на 60 % питань або студент був відсутній

Максимальна кількість балів за дві контрольні роботи відповідно складає:

$$r3 = 5 \text{ балів} \times 2 = 10 \text{ балів}$$

Штрафні та заохочувальні бали

Загальний рейтинг з дисципліни включає заохочувальні бали, які додаються до суми вагових балів усіх контрольних заходів. Нарахування штрафних балів не передбачено.

Заохочувальні бали можуть нараховуватися за виконання творчих робіт: робота у наукових гуртках з підготовкою матеріалів доповідей або статей для публікації, участь у наукових і науково-практичних конференціях і семінарах, олімпіадах з дисципліни, конкурсах робіт, рефератів та оглядів наукових праць, аналіз сучасної нормативно-правової бази з дисципліни у країні та її відповідність вимогам міжнародних стандартів тощо. Кількість нарахованих балів залежить від отриманих результатів.

Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10% від рейтингової шкали, тобто 60×0,1 = 6 балів.

Умови календарного контролю

Календарний контроль з навчальної дисципліни (освітнього компонента) проводиться, як правило, на 7-8 та 14-15 тижнях кожного семестру. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю з навчальної дисципліни є значення поточного рейтингу здобувача не менше, ніж 50 % від максимально можливого на час проведення такого контролю. Результати календарного контролю заносяться у модуль «Календарний контроль» Електронного кампусу.

Критерії семестрового оцінювання

Рейтингова система оцінювання складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю, заохочувальних та штрафних балів. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на останньому занятті з дисципліни в семестрі.

Друга складова – це екзаменаційна оцінка, призначена для оцінювання окремих завдань на екзамені.

Умови допуску до екзамену – відсутність заборгованостей з практичних/лабораторних робіт, виконання МКР.

Екзамен відбувається за розкладом екзаменаційної сесії, затвердженим директором інституту. Екзамен проводиться в письмовій формі. Час написання екзамена складає не менше 60 хвилин. Екзаменаційне завдання складається з двох питань. Питання максимально оцінюється у відповідно 20 балів. Максимальна кількість балів отриманих за екзамен складає 40 балів:

$$r4 = 40 \text{ балів}.$$

Критерій екзаменаційного оцінювання визначається як сума якості відповідей на кожне завдання білета за табл. 4.

Таблиця 4

Кількість балів за одне завдання білета

Бали	Критерій оцінювання
20,0	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві зауваження та неточності
18,0	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відповідь на переважну більшість питань, творче мислення
16,0	Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки

14,0	Задовільна відповідь (не менше 65% інформації) є зауваження, відповідь на частину питань
12,0	Достатня відповідь (не менше 60% інформації), суттєві помилки, відповідь на окремі питання.
0,0	Відповідь невірна або менше 60% інформації, або вона відсутня

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни

За результатами заходів поточного контролю з дисципліни, заохочувальних балів та екзамена:

$$R = r1 + r2 + r3 + r4 = 30 + 20 + 10 + 40 = 100 \text{ балів}$$

Для отримання відповідної оцінки з дисципліни студент має набрати певну кількість балів, згідно з таблицею перерахунку (табл. 5).

Таблиця 5

Таблиця перерахунку рейтингових балів в оцінки

Рейтингова оцінка здобувача	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
95 … 100	Відмінно
85 … 94	Дуже добре
75 … 84	Добре
65 … 74	Задовільно
60 … 64	Достатньо
Менше 60 балів	Незадовільно
Не виконані умови допуску до семестрового контролю	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри КМ, ННММІ, д.т.н., проф. Струтинським В.Б.

Ухвалено кафедрою Конструювання машин (протокол № 10 від 10.04.2024)

Погоджено кафедрою Технології виробництва літальних апаратів (протокол № 19 від 15.05.2024)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 24.05.2024)