



РОБОТИ ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>		
Галузь знань	<i>13-Механічна інженерія</i>		
Спеціальність	<i>131-Прикладна механіка</i>		
Освітня програма	<i>Конструювання та дизайн машин</i>		
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>		
Форма навчання	<i>Очна (денна)/дистанційна/змішана</i>		
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>		
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС, 120 год., лекції – 36 год., практичні – 18 год., лабораторні – 18 год., СРС 48 год.</i>		
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>		
Розклад занять	<i>За розкладом на сайті університету. http://roz.kpi.ua/</i>		
Мова викладання	<i>Українська</i>		
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., проф.. Струтинський Василь Борисович <vbstrutynskiy@gmail.com> Практичні: кандидат технічних наук, доцент Кравець Олександр Михайлович Кафедра: Корпус КПІ 01, кімната 228а, тел. (044)204-82-55, 204-94-61 пошта: om_kravets@ukr.net ст. викл. Вакуленко Сергій Валентинович Кафедра: Корпус КПІ 01, кімната 228а, тел. (044)204-82-55, 204-94-61</i>		
Розміщення курсу	<i>Google classroom</i>		

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна „Роботи для спеціальних умов експлуатації“ є вибірковою для підготовки бакалаврів за освітньою програмою «Конструювання та дизайн машин».

ПРЕДМЕТОМ ВИВЧЕННЯ навчальної дисципліни є мобільні роботомеханічні комплекси для спеціальних умов експлуатації. Мобільні роботомеханічні комплекси для спеціальних умов експлуатації являють собою мобільні роботи призначені для механічного переміщення об'єктів. Мобільні роботомеханічні комплекси для спеціальних умов експлуатації, як клас прогресивних машин сформовані за останні 10 років. В даний час мобільні роботи бурхливо розвиваються. Вони є матеріальною основою логістики в майбутньому. Тому мобільні роботомеханічні комплекси для спеціальних умов експлуатації є високотехнологічними машинами майбутнього.

Дисципліна „Роботи для спеціальних умов експлуатації“ вивчає новий клас обладнання, яке дає змогу автоматизувати логістичні процеси, виконувати універсальними машинами із застосуванням штучного інтелекту на основі базових штучних нейронних мереж.

МЕТА ВИКЛАДАННЯ КУРСУ полягає в набутті:

- знання загальних основ теорії, розрахунку, конструювання, виробництва та експлуатації мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації.

- характеристик типових представників мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації.
 - вміння поставити задачу проектування та конструювання мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації та їх основних вузлів.
- вибирати для заданих умов мобільний роботомеханічний комплекс для спеціальних умов експлуатації за його технічною характеристикою.
 - навичок проектних розрахунків мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації.
- практичних питань конструювання, виробництва та експлуатації мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації.

ЗАВДАННЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ полягає в набутті студентами:

- **знання** принципів побудови мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації;
- **вміння** поставити задачу проектування мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації;
- **навичок** практичної роботи по проектуванню мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації

Дисципліна відноситься до вибіркових дисциплін циклу професійної підготовки, і вона самостійно не формує компетентностей, проте здатна підсилювати компетентності та результати навчання, які забезпечують нормативні освітні компоненти.

Вивчення дисципліни сприяє **підсиленню наступних компетентностей**:

ФК 19. Здатність враховувати специфіку функціонування та конструктивні особливості мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації при розробленні дво- та тривимірних моделей у середовищах автоматизованого проектування.

ФК 20. Здатність використовувати сучасні CAD- системи для розробки геометричних дво- та тривимірних моделей мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації, та формувати комплекти технічної документації на їх основі згідно діючих стандартів.

ФК 22. Здатність застосовувати базові методи та прийоми розв'язку типових задач з обчислення функціональних параметрів мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації з урахуванням специфіки їх функціонування та конструктивного виконання.

ФК 24. Здатність застосовувати під час конструювання мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації методи художнього конструювання, інженерного та технологічного формоутворення, дизайну і ергономіки, та на їх основі створювати нові технічні об'єкти у середовищі систем автоматизованого проектування.

ФК 25. Здатність проектувати мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації з урахуванням сучасних трендів у сфері дизайну, оцінювати їх естетичність, ергономічність та технологічність.

Завершитись навчання повинно наступними **програмними результатами**:

РН 26. Знати і вміти вибирати та практично використовувати прийоми і методів створення дво- і тривимірних моделей мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації із врахуванням конструктивних особливостей і специфіки їх функціонування в складі технологічного обладнання та машин.

РН 27. Вміти створювати геометричні дво- і тривимірні моделі мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації технологічного обладнання, механізмів і машин, та формувати на їх основі комплект технічної документації, використовувати сучасні CAD-системи.

РН 29. Знати і вміти вибирати та використовувати при вирішенні практичних завдань базові методи і прийоми розв'язку типових задач з обчислення функціональних параметрів мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації, враховувати конструктивні особливості та специфіку їх функціонування.

РН 30. Знати і вміти при створенні мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації за заданими параметрами використовувати модулі спеціалізованих автоматизованих розрахунків та комп'ютерної симуляції інтерактивного проектування CAD/CAE систем.

PH 31. Навички конструювання мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації у середовищі систем автоматизованого проектування з використанням методів художнього конструювання, інженерного та технологічного формоутворення, дизайну та ергономіки.

PH 32. Вміти проектувати сучасні за дизайном мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації, з високим рівнем естетичності, ергономічності та технологічності.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми та навчальної програми дисципліни „Роботи для спеціальних умов експлуатації” студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

Знання:

- загальних основ теорії, розрахунку, конструювання, виробництва та експлуатації мобільних роботомеханічних комплексів.
- характеристик типових представників мобільних роботомеханічних комплексів, що використовуються в промисловості.
- фізики робочого процесу, питань розрахунку проектування та математичного моделювання мобільних роботомеханічних комплексів.
- принципів розробки комп’ютерних моделей вузлів мобільних роботомеханічних комплексів.

Вміння:

- поставити задачу проектування мобільних роботомеханічних комплексів, їх вузлів.
- вибрати для заданих умов мобільних роботомеханічних комплексів за його технічною характеристикою.
- розрахувати і спроектувати системи мобільних роботомеханічних комплексів, використовуючи засоби САПР та спеціалізовані розрахункові комп’ютерні програми.
- технологічно вірно організувати виготовлення, збирання, випробування, експлуатацію та ремонт мобільних роботомеханічних комплексів, застосовувати новітні технології їх виготовлення та ефективні матеріали.

Досвід:

- практичної роботи по проведенню інформаційно-аналітичних досліджень в галузі мобільних роботомеханічних комплексів.
- проектних розрахунків мобільних роботомеханічних комплексів.
- практичних питань виробництва та експлуатації мобільних роботомеханічних комплексів

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

Дисципліна «Роботи для спеціальних умов експлуатації» базується на наступних дисциплінах: «Теоретична механіка. Частина 1. Статика», «Теоретична механіка. Частина 2. Кінематика», «Теоретична механіка. Частина 3. Динаміка», «Теорія механізмів і машин».

У свою чергу дисципліна «Роботи для спеціальних умов експлуатації» може бути корисною для подальшої підготовки з дисциплін: «Дипломне проектування».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. МОБІЛЬНІ РОБОТИ - ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНІ МАШИНИ МАЙБУТНЬОГО

Тема 1.1. Мобільні роботомеханічні комплекси для спеціальних умов експлуатації – визначення, технічні характеристики, застосування

Тема 1.2. Типи мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації, особливості конструкції

Тема 1.3. Ергономіка мобільних роботомеханічних комплексів особливості дизайну

Розділ 2. ЕЛЕМЕНТИ КЛАСИФІКАЦІЇ МОБІЛЬНИХ РОБОТОМЕХАНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ, ЗАСТОСУВАННЯ В ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

Тема 2.1. Елементи класифікації мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації

Тема 2.2. Мобільні роботомеханічні комплекси для спеціальних умов експлуатації як елементи логістичних систем

Тема 2.3. Застосування мобільних роботомеханічних комплексів в логістичних системах для механічного переміщення об'єктів

Розділ 3. СПЕЦІАЛЬНІ УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ У ВИГЛЯДІ НЕРІВНИХ ПОВЕРХОНЬ ПО ЯКИМ ПЕРЕМІЩУЮТЬСЯ МОБІЛЬНІ РОБОТОМЕХАНІЧНІ КОМПЛЕКСИ

Тема 3.1. Математичний опис нечітко- визначеного профілю окремої колії нерівної поверхні

Тема 3.2. Дорожні умови мобільних роботомеханічних комплексів у вигляді двох сусідніх колій

Розділ 4. ВПЛИВ СПЕЦІАЛЬНИХ ДОРОЖНІХ УМОВ НА МОБІЛЬНІ РОБОТОМЕХАНІЧНІ КОМПЛЕКСИ

Тема 4.1. Статично невизначені схеми опирання багатоколісного або гусеничного шасі комплексу на нерівні поверхні

Тема 4.2. Статистичні характеристики дорожніх умов та їх вплив на випадкові навантаження мобільних роботомеханічних комплексів

Розділ 5. СТАТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОБІЛЬНИХ РОБОТОМЕХАНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Тема 5.1. Статика маніпуляторів мобільних роботомеханічних комплексів, матриці жорсткості та деформативності

Тема 5.2. Статична стійкість мобільних роботів, застосування методів монте-карло для встановлення умов втрати стійкості

Розділ 6. ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОБІЛЬНИХ РОБОТОМЕХАНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Тема 6.1. Динамічні параметри мобільних роботомеханічних комплексів, опис інерційних параметрів з використанням тензорних полів тензорів моментів інерції

Тема 6.2. Просторові сферичні рухи в маніпуляторах мобільних роботомеханічних комплексів

Розділ 7. ЗАДАЧІ ОРІЄНТУВАННЯ В НАВКОЛИШНЬОМУ ПРОСТОРІ МОБІЛЬНИХ РОБОТОМЕХАНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ЯК ЕЛЕМЕНТІВ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ

Тема 7.1. Орієнтація мобільних роботомеханічних комплексів, спеціальні методи точного орієнтування

Тема 7.2. Навігація мобільних роботомеханічних комплексів, задачі логістики та їх вирішення

Розділ 8. СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ МОБІЛЬНИХ РОБОТОМЕХАНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ, ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Тема 8.1. Реалізація елементів штучного інтелекту на основі базових штучних нейронних мереж

Тема 8.2. Архітектура систем керування мобільних роботомеханічних комплексів з використанням штучного інтелекту

Розділ 9. ПРОЕКТУВАННЯ МОБІЛЬНИХ РОБОТОМЕХАНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Тема 9.1. Елементи теорії проектування мобільних роботомеханічних комплексів, розроблення схемних рішень

Тема 9.2. Компонівка, модульний принцип побудови мобільних роботомеханічних комплексів, стандартизація і уніфікація

Тема 9.3. Інноваційні проектні рішення, технічний дизайн мобільних роботомеханічних комплексів, оптимізація по критеріям енергоефективності та мінімальної маси

Розділ 10. КОНСТРУЮВАННЯ ВУЗЛІВ І МОДУЛІВ МОБІЛЬНИХ РОБОТОМЕХАНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Тема 10.1. Принципи конструювання базових вузлів мобільних роботомеханічних комплексів, інноваційні матеріали і технології

Тема 10.2. Елементна база конструктивної реалізації мобільних роботомеханічних комплексів, уніфіковані вузли маніпуляторів та ходової частини

Тема 10.3. Конструювання високоефективних та інноваційних вузлів і агрегатів мобільних роботомеханічних комплексів

Розділ 11. ОСНАЩЕННЯ МОБІЛЬНИХ РОБОТОМЕХАНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

Тема 11.1. Конструювання оснащення мобільних роботомеханічних комплексів призначеного для механічного переміщення об'єктів

Тема 11.2. Регламенти функціонування мобільних роботомеханічних комплексів в складі логістичних систем призначених для механічного переміщення об'єктів

Розділ 12. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МОБІЛЬНИХ РОБОТОМЕХАНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Тема 12.1. Напрямки розроблення інноваційних мехатронних вузлів мобільних роботомеханічних комплексів

Тема 12.2. Мобільні роботомеханічні комплекси для спеціальних умов експлуатації як елементи логістичних систем, створення принципово нової елементної бази

Тема 12.3. Перспективні види мобільних роботомеханічних комплексів, нові області застосування комплексів в логістичних системах для механічного переміщення об'єктів

Тема 12.4. Розвиток систем керування мобільних роботомеханічних комплексів на основі штучного інтелекту

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. Струтинський В.Б. Мобільні промислові роботи /Струтинський В.Б., Гуржій А.М./ Житомир: ПП «Рута», 2018 – 542 с.
2. Павленко І.І. Захватні пристрої роботів: Навчальний посібник / І.І. Павленко, М.О. Годунко. – Кіровоград: Лисенко В.Ф., 2014. – 368 с.
3. Павленко І.І. Промислові роботи та РТК. Монографія – Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2016. – 492 с.

Додаткова література:

1. Струтинський В.Б. Методологія наукових досліджень /Струтинський В.Б., Гуржій А.М./ Житомир: ПП «Рута», 2018 – 581с.
2. Струтинський В.Б. Визначення динамічних стохастичних сил різання, які виникають при обробці об'єктів на мобільних верстатах роботах шляхом розкладу сил та переміщень по кусково-постійним ортогональним функціям Уолша /Струтинський В.Б., Юрчишин О.Я., Гаврушкевич А.Ю., Полунічев В.Е./ Вісник Херсонського національного технічного університету. №4. – 2017. С. 111-120.
3. Чепков І. Б. Концептуальні засади створення вітчизняних ударнорозвідувальних наземних роботизованих комплексів важкого класу /І.Б. Чепков, А.С. Довгополий,

О.М. Гусяков // Озброєння та військова техніка. Київ: ЦНДІ ОБТ. 2019. № 3 (23). С. 16–25.

4. 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>.
5. 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 Politehnika Lubelska, Journal: Informatyka, Automatyka, Pomiaru w Gospodarce i Ochronie Środowiska 2019, Volume 9, nr 2, p. 72-78 DOI: 10.5604/01.3001.0013.2553.
6. 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
7. Strutinsky V. Regularities 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 Polytechnical Institute of Jassy. Published by "Gheorghe Asachi" Technical University of Iasi. 2017.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. Strutynskiy V.B. Determination of development grounds and 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.
13. Strutynskiy V.B. Triangular optical system of precise positioning of the ground robotic / V.B. Strutynskiy, 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/lmguid/index.html>
3. <http://www.okuma.de/mainframe.asp?lang=en&el=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)

Викладання дисципліни „Роботи для спеціальних умов експлуатації" включає лекції, практичні, лабораторні заняття, а також завдання для самостійної роботи студентів.

Лекційні заняття

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.

Під час лекційних занять розглядаються наступні питання:

Розділ 1.

Мобільні роботомеханічні комплекси для спеціальних умов експлуатації є поширеним видом машин. Мобільні роботомеханічні комплекси, як клас прогресивних машин сформовані за останні 10 років. В даний час мобільні роботи для спеціальних умов експлуатації бурхливо розвиваються. Вони є матеріальною основою логістики в майбутньому. Тому мобільні роботомеханічні комплекси є високотехнологічними машинами майбутнього. В розділі дано визначення мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації, наведено їх технічні характеристики та області застосування. Описано основні типи мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації, розглянуто особливості їх конструкції. Дано аналіз мобільних роботомеханічних комплексів як елементів логістичних систем для механічного переміщення об'єктів. Розглянута ергономіка мобільних роботомеханічних комплексів та особливості дизайну.

Розділ 2.

Елементи класифікації мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації

Логістичні системи на основі мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації. Елементи логістичних систем для механічного переміщення об'єктів. Застосування мобільних роботомеханічних комплексів в логістичних системах.

Розділ 3

Нерівні поверхні (дорожні умови) по яким переміщуються мобільні роботомеханічні комплекси. Аналіз дорожніх умов. Плавна змінна та різко змінна нерівності профілю поверхні. Математичний опис геометрії окремої колії нерівної поверхні. Гармонічний та спектральний аналіз геометрії окремої колії. Випадковий профіль колії. Кореляційна функція та спектральна щільність профілю колії. Нечітко- визначений профіль колії. Дорожні умови мобільних роботомеханічних комплексів у вигляді двох сусідніх колій. Плавна змінна та ізольовані нерівності двох сусідніх колій

Математичний опис дорожніх умов у вигляді двох сусідніх колій. Кореляційний аналіз взаємопов'язаних сусідніх колій. Взаємний спектральний аналіз. Вплив дорожніх умов на мобільні роботомеханічні комплекси

Розділ 4

Статично невизначені схеми опирання багатоколісного або гусеничного шасі комплексу на нерівні поверхні. Вплив нерівностей поверхонь по яким переміщуються мобільні роботомеханічні комплекси на положення шасі комплексу.

Статистичні характеристики дорожніх умов та їх взаємозв'язок з випадковими навантаженнями мобільних роботомеханічних комплексів. Вплив нечітко- визначених дорожніх умов на маніпулятори мобільних роботомеханічних комплексів

Розділ 5

Основні статичні характеристики маніпуляторів та мобільних роботомеханічних комплексів в цілому. Методи опису статички маніпуляторів мобільних роботомеханічних комплексів. Застосування гвинтового числення для аналізу геометричних та силових факторів маніпуляторів. Задачі статички маніпуляторів, матриці жорсткості та деформативності. Матрично-векторні співвідношення геометричних та силових факторів маніпуляторів. Статична стійкість шасі мобільних роботів, вплив нахилу дорожнього полотна на умови стійкості. Застосування методів монте-карло для встановлення умов втрати стійкості мобільних роботів при зміні конфігурації маніпулятора та маси вантажу.

Розділ 6

Динамічні параметри мобільних роботомеханічних комплексів. Тензори моментів інерції окремих вузлів маніпуляторів та шасі мобільних роботомеханічних комплексів. Опис інерційних параметрів з використанням тензорних полів тензорів моментів інерції. Стохастичі та нечітко-

визначені тензорні поля тензорів моментів інерції. Динамічні характеристики мобільних роботомеханічних комплексів. Перехідні та частотні характеристики. Матричне подання характеристик. Застосування гвинтового числення для визначення динамічних характеристик. Просторові сферичні рухи в маніпуляторах мобільних роботомеханічних комплексів. Циклічні коливальні процеси. Особливості демпфування циклічних сферичних рухів у маніпуляторах.

Розділ 7

Задачі орієнтування комплексу в навколишньому просторі. Орієнтація і навігація мобільних роботомеханічних комплексів як елементів логістичних систем. Спеціальні методи точного орієнтування. Точна орієнтація за допомогою маяків. Навігація мобільних роботомеханічних комплексів. Організація руху комплексу: рух в колоні, повернення у вихідну позицію. Інерційна навігація по заданому маршруту. Виконання задач логістики для механічного переміщення об'єктів.

Розділ 8.

Принципи керування мобільними роботомеханічними комплексами . Інтелектуальний блок керування мобільного роботомеханічного комплексу . Специфіка керування мобільних роботомеханічних комплексів в складі логістичних систем. Архітектура систем керування мобільних роботомеханічних комплексів з використанням штучного інтелекту. Особливості використання елементів штучного інтелекту, штучні нейронні мережі. Інтелектуальний блок керування мобільного роботомеханічного комплексу . Реалізація елементів штучного інтелекту з використанням базових штучних нейронних мереж . Керування мобільним роботом за допомогою голосових команд, жестів, іншими способами. Задачі логістики, що виконуються роботомеханічними комплексами та їх вирішення. Особливості виконання логістичних операцій при переміщенні об'єктів мобільними роботомеханічними комплексами

Розділ 9

Особливості проектування мобільних роботомеханічних комплексів. Основні положення теорії проектування мобільних роботомеханічних комплексів. Розроблення схемних рішень. Компоновка, модульний принцип побудови мобільних роботомеханічних комплексів. Специфіка конструювання мобільних роботомеханічних комплексів в цілому. Прогресивні матеріали, застосування композитів. Рекомендована елементна база для реалізації систем приводів мобільних роботомеханічних комплексів їх вузлів та агрегатів , стандартизація і уніфікація. Конструктивні особливості мобільних роботомеханічних комплексів . Інноваційні проектні та конструктивні рішення. Технічний дизайн мобільних роботомеханічних комплексів. Оптимізація конструктивних рішень по критеріям енергоефективності та мінімальної маси

Розділ 10

Принципи конструювання базових вузлів і модулів мобільних роботомеханічних комплексів, інноваційні матеріали і технології. Уніфіковані вузли маніпуляторів та ходової частини. Елементна база конструктивної реалізації базових вузлів і модулів мобільних роботомеханічних комплексів. Особливості конструювання вискоелективних та інноваційних вузлів і агрегатів мобільних роботомеханічних комплексів

Розділ 11

Оснащення мобільних роботомеханічних комплексів що застосовуються в логістичних системах. Пристрої та пристосування. Конструювання оснащення мобільних роботомеханічних комплексів. Інформаційні аспекти використання оснащення при виконанні логістичних операцій. Регламенти функціонування мобільних роботомеханічних комплексів в складі логістичних систем призначених для механічного переміщення об'єктів. Основні задачі логістики та відповідне апаратне забезпечення мобільних роботомеханічних комплексів

Розділ 12.

Перспективи розвитку мобільних роботомеханічних комплексів. Напрямки розроблення інноваційних махатронних вузлів мобільних роботомеханічних комплексів. Можливості створення принципово нової елементної бази роботомеханічних комплексів . Перспективні види мобільних роботомеханічних комплексів. Нові області застосування комплексів в логістичних системах призначених для механічного переміщення об'єктів. Розвиток систем керування мобільних роботомеханічних комплексів на основі штучного інтелекту

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

Практичні заняття

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

Основні теми практичних занять та перелік основних питань:

1. Елементи класифікації мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації
2. Математичний опис дорожніх умов
3. Характеристики мобільних роботомеханічних комплексів
4. Проектування мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації
5. Конструювання мобільних роботомеханічних комплексів
6. Системи керування мобільних роботомеханічних комплексів для спеціальних умов експлуатації

Лабораторні роботи

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

Теми лабораторних робіт:

1. Аналіз конструкції мобільного роботомеханічного комплексу для спеціальних умов експлуатації, шасі та маніпулятора
2. Побудова кінематичної схеми мобільного роботомеханічного комплексу для спеціальних умов експлуатації
3. Апробація системи керування мобільного роботомеханічного комплексу для спеціальних умов експлуатації
4. Визначення впливу дорожніх умов на переміщення роботомеханічного комплексу для спеціальних умов експлуатації
5. Виміри статичних характеристик мобільного роботомеханічного комплексу для спеціальних умов експлуатації
6. Визначення динамічних характеристик мобільного роботомеханічного комплексу для спеціальних умов експлуатації

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 заняттях; підготовка до лекцій та лабораторних робіт, а також підготовка до модульної контрольної роботи та заліку.

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 семестрового індивідуального завдання.

Відвідування лабораторних робіт є обов'язковим. У разі відсутності студента на лабораторній роботі, у тому числі і за станом здоров'я, йому необхідно пропущену роботу відпрацювати. На одному занятті (2 год.) можна відпрацювати лише одну пропущену лабораторну роботу. Звіт з лабораторних робіт захищається на останньому лабораторному занятті до початку заліку.

Відвідування практичних занять є вельми бажаним, оскільки на цих заняттях вирішуються типові інженерні задачі. Також студенти мають можливість проконсультуватися з викладачем по всіх питаннях з дисципліни. Як правило, на останньому практичному занятті захищаються звіти з практичних робіт. Захист звіту з практичних робіт можливий і раніше, але обов'язково до початку заліку з дисципліни.

Відвідування модульних контрольних робіт 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 (PCO)

Поточний контроль: лабораторні роботи, практичні роботи, модульні контрольні роботи, експрес опитування за темою заняття.

Календарний контроль: провадиться 2 раз на семестр за встановленим графіком як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

Рейтингова оцінка R студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- виконання лабораторних робіт $r1$;
- виконання практичних робіт $r2$;
- модульну контрольну роботу $r3$;
- залік $r4$.

Додатково PCO 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 вважалась зарахованою складає 3 бали, тобто 60% від максимальної кількості за одну роботу (табл. 1).

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.

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 до початку заліку за курсом.

Звіт з практичних робіт (r_2)

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
30	Завдання виконані, зауважень немає, є відповіді на всі запитання.
27	Завдання виконані з несуттєвими зауваженнями, у відповідях трапляються неточності.
24	Завдання виконані з зауваженнями, є відповіді на більшість запитань.
21	Завдання виконані з помилками, є відповіді лише на частину запитань.
18	Завдання виконані із значними помилками, є відповіді лише на окремі питання.
0,0	Завдання не виконані, звіт не представлений.

Максимальна кількість балів становить:

$$r2 = 30 \text{ балів.}$$

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

$$r2_{min} = 0,6 \times 30 = 18 \text{ балів.}$$

Модульна контрольна робота

Робочим навчальним планом передбачено проведення однієї модульної контрольної роботи (МКР) в обсязі 2 год. МКР відбувається у вигляді двох контрольних робіт по 1 годині кожна. Контрольна робота-1 виконується за розділами 1-6. Контрольна робота-2 виконується за розділами 7-12.

Одна контрольна робота складається з кількох завдань. Завдання оновлюються кожного семестру. Ваговий бал однієї контрольної роботи – 20 балів.

Оцінювання контрольної роботи здійснюється відповідно до таблиці 3.

Таблиця 3

Рейтингові бали за одну контрольну роботу

Бали	Критерій оцінювання
20	Вірна відповідь більш, ніж на 95 % питань
18	Вірна відповідь більш, ніж на 85 % питань
16	Вірна відповідь більш, ніж на 75 % питань
14	Вірна відповідь більш, ніж на 65 % питань
12	Вірна відповідь більш, ніж на 60 % питань
0	Вірна відповідь менш, ніж на 60 % питань або студент був відсутній

Максимальна кількість балів за дві контрольні роботи відповідно складає:

$$r3 = 20 \text{ балів} \times 2 = 40 \text{ балів}$$

Штрафні та заохочувальні бали

Загальний рейтинг з дисципліни включає штрафні та 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 $100 \times 0,1 = 10$ 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 залікового 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.

Необхідною умовою допуску до заліку є виконання та захист всіх лабораторних та практичних робіт.

Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на передостанньому занятті з дисципліни в семестрі. Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідно до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.

У цьому випадку бали, отримані за індивідуальну роботу залишаються, а бали отримані за модульні контрольні роботи скасовуються.

Максимальна кількість балів, отриманих за залікову контрольну роботу, складає 40 балів:

$r_4 = 40$ балів.

Критерій залікового оцінювання визначається як сума якості відповідей на всі завдання білета за табл. 4.

Таблиця 4

Кількість балів за всі завдання білета

Бали	Критерій оцінювання
40	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві зауваження та неточності
36	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відповідь на переважну більшість питань, творче мислення
32	Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки
28	Задовільна відповідь (не менше 65% інформації) є зауваження, відповідь на частину питань
24	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

- без залікової контрольної роботи:

$$R = r_1 + r_2 + r_3 = 30 + 30 + (20 + 20) = 100 \text{ балів}$$

- із заліковою контрольною роботою:

$$R = r_1 + r_2 + r_4 = 30 + 30 + 40 = 100 \text{ балів}$$

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) склав:

професор кафедри КМ, ММІ, д.т.н., проф. Струтинським В.Б.

Ухвалено кафедрою Конструювання машин (протокол № 6 від 15.12 2021 року)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 5 від 17.12.2021 року)