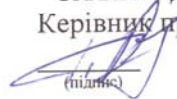


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем
(№ 202)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи



О.М. Гнисько

(ініціали та прізвище)

«___» _____ 2019 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

КОМП'ЮТЕРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Дизайн і проектування пакувального обладнання»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2019 рік

Робоча програма дисципліни «Комп'ютерне дослідження руху»
(назва дисципліни)
для студентів за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»
освітньою програмою «Дизайн і проектування пакувального обладнання»
« 18 » червня 2019 р, – 15 с.
Розробник: Шехов О.В., старший викладач каф. 202
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)  (підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри теоретичної механіки,
машинознавства та роботомеханічних систем
(назва кафедри)

Протокол № 11 від « 25 » червня 2019 р.

Завідувач кафедри д.т.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)  (підпис) О.О. Баранов
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 6	Галузі знань <u>13 «Механічна інженерія»</u> (шифр та найменування) Спеціальність <u>133 «Галузеве машинобудування»</u> (код та найменування) Освітні програми <u>«Дизайн і проектування пакувального обладнання»</u> (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2019/2020
Індивідуальне завдання: <u>РГР «Комп’ютерне моделювання динаміки руху важільного штовхача»</u> (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 64/180		<u>7-й</u>
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 7,25		Лекції ¹⁾
		<u>24</u> годин
		Практичні, семінарські¹⁾
		<u>40</u> годин
		Лабораторні ¹⁾
		<u>0</u> годин
		Самостійна робота
	<u>116</u> годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання – $(64/116) = 0,552$.

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: засвоєння сучасних методів комп'ютерного моделювання динаміки рухів механічних систем для використання в практиці проектування промислового обладнання, а також для модернізації та оптимізації існуючого обладнання.

Міждисциплінарні зв'язки: вища математика, фізика, інженерна графіка, теоретична механіка, механіка матеріалів та конструкцій, теорія механізмів і машин, деталі машин, основи моделювання технічних систем, комп'ютерні технології проектування.

Завдання: навчити використовувати сучасні програмні середовища Mathcad, MATLAB/Simulink і SolidWorks Motion для дослідження динаміки руху конструкцій промислового обладнання які проектується або модернізуються.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- основні можливості пакету Mathcad для математичного моделювання динаміки руху твердих тіл і механізмів, як систем твердих тіл;
- основні можливості пакету MATLAB/Simulink для структурного моделювання динаміки руху твердих тіл і механізмів, як систем твердих тіл;
- основні можливості програмної системи SolidWorks Motion для моделювання динаміки руху 3D геометричних моделей конструкцій промислового обладнання;
- основні принципи побудови математичних моделей для дослідження динаміки руху механічних систем в пакеті Mathcad;
- основні принципи побудови структурних моделей для дослідження динаміки руху механічних систем в пакеті MATLAB/Simulink;
- основні принципи створення дослідження динаміки руху механічних систем в SolidWorks Motion;

вміти:

- виконувати математичне, структурне і 3D твердотільне параметричне моделювання динаміки руху механічних систем в програмних середовищах Mathcad, MATLAB/Simulink і SolidWorks Motion;
- створювати анімацію руху 3D твердотільної моделі конструкції промислового обладнання в SolidWorks Motion;
- розробляти та виконувати імітаційне моделювання руху 3D твердотільної моделі конструкції промислового обладнання в SolidWorks Motion;
- аналізувати результати комп'ютерного дослідження динаміки руху механічних систем;
- використовувати можливості програмних середовищ Mathcad, MATLAB/Simulink і SolidWorks Motion для рішення оптимізаційних задач проектування конструкцій промислового обладнання;

мати уявлення:

- про межі придатності методів програмного середовища і SolidWorks Motion при дослідженні динаміки руху механічних систем.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Математичне і структурне моделювання рухів механічних систем

Тема 1. Основні підходи до дослідження руху механічних систем

Вступ до дисципліни. Основні принципи комп'ютерного дослідження руху механічних систем. Представлення механічних систем у вигляді механічних ланцюгів. Комп'ютерна візуалізація руху механічних систем. Програмні середовища дослідження руху механічних систем.

Тема 2. Моделювання простіших рухів твердого тіла в математичному пакеті Mathcad

Постановка механічної задачі моделювання. Математична модель поступального руху твердого тіла. Побудова комп'ютерної моделі поступального руху твердого тіла. Візуалізація поступального руху твердого тіла. Математична модель обертання твердого тіла довкола нерухомої осі. Побудова комп'ютерної моделі обертального руху твердого тіла. Візуалізація обертального руху твердого тіла довкола нерухомої осі.

Тема 3. Дослідження руху плоских важільних механізмів в математичному пакеті Mathcad

Постановка задачі дослідження. Математична модель руху плоского важільного механізму. Побудова комп'ютерної моделі руху плоского важільного механізму. Принципи візуалізація руху плоского важільного механізму як системи твердих тіл.

Тема 4. Структурне моделювання руху механічних систем в пакеті MATLAB/Simulink

Начальні свідомості о пакеті MATLAB. Принципи моделювання механічних систем у пакеті SimMechanics. Приклад побудови моделі простої механічної системи. Бібліотека блоків SimMechanics.

Тема 5. Комп'ютерне моделювання і візуалізація руху плоских важільних механізмів в пакеті MATLAB/Simulink

Постановка задачі моделювання. Побудова моделі механізму першого класу поступального і обертового типу. Методика налаштування параметрів моделі. Перевірка адекватності. Аналіз результатів моделювання і їх прикладне використання. Побудова моделі механізму другого класу з однією групою Ассура. Топологія механізмів в пакеті Simulink.

Тема 6. Комп'ютерне модулювання руху механічних систем в SolidWorks Motion

Вступ. Запуск інструменту SolidWorks Motion. Функціональні можливості SolidWorks Motion. Алгоритм дослідження кінематики механізму першого класу. Створювання епюр кінематичних параметрів руху механізму. Загальні зауваження до моделювання руху 3D-моделі механізму.

Тема 7. Кінематичний аналіз плоских важільних механізмів в середовищі SolidWorks Motion

Вступ. Кінематика плоского руху твердого тіла. Математична модель кінематики шарнірного чотириланкового механізму. Побудова 3D-моделі шарнірного чотириланкового механізму в SolidWorks. Налаштування інструмента SolidWorks Motion для дослідження руху 3D-моделі шарнірного чотириланкового механізму. Засоби задання стойки (нерухомої ланки) в 3D-моделі механізму.

Тема 8. Динамічний аналіз руху плоских важільних механізмів в середовищі SolidWorks Motion

Вступ. Побудова 3D-моделі механізму першого класу обертального типу. Задання параметрів маси та інерції рухомої ланки механізму. Задання рушійної сили. Створення дослідження руху механізму. Побудова 3D-моделі механізму другого класу з однією групою Ассура. Задання рушійної сили та сили корисного опору. Створення дослідження руху 3D-моделі механізму.

Модульний контроль

Змістовний модуль 2. 3D твердотільне моделювання динаміки рухів механічних систем в SolidWorks Motion

Тема 1. Імітаційне моделювання руху механізмів з урахуванням сил тертя

Тертя в поступальних та обертових нижчих кінематичних парах. Сили тертя в вищій кінематичній парі. Моделювання поступального руху твердого тіла з урахуванням сил тертя в SolidWorks Motion. Моделювання обертального руху твердого тіла з урахуванням сил тертя в SolidWorks Motion. Загальні зауваження до урахування сил тертя в SolidWorks Motion.

Тема 2. Дослідження коливальних процесів руху механічних систем в SolidWorks Motion. Моделювання руху механічних систем при ударних навантаженнях

Основні відомості о коливаннях механічних систем. Коливання механічних систем з одним ступнем вільності. Пружні елементи. Побудова 3D-моделі одно масової динамічної системи, що рухається поступово. Налаштування інструмента SolidWorks Motion для дослідження руху одно масової динамічної системи. Побудова 3D-моделі одно масової динамічної системи, що рухається обертально. Створення дослідження руху 3D-моделі одномасової динамічної системи. Механічний удар. Основні відомості теорії механічного удару. Принципи математичного моделювання удару в механічних системах. Дослідження ударних взаємодій в SolidWorks Motion. Задання та налаштування контакту в інструменті SolidWorks Motion. Аналіз результатів моделювання контактної взаємодії.

Тема 3. Моделювання руху механічних передач

Вступ. Загальні відомості про механічні передачі за принципом дії. Механічні спрження в SolidWorks. Побудова 3D-моделі циліндричного евольвентного

зубчастого колеса зовнішнього зачеплення. Побудова 3D-моделі циліндричної евольвентної зубчастої передачі зовнішнього зачеплення. Дослідження динаміки руху зубчастої передачі. Аналіз результатів моделювання контактної взаємодії зубців зубчастих коліс.

Тема 4. Створення анімації руху механічних систем в SolidWorks Motion. Моделювання руху механічних систем на основі подій

Вступ. Засоби створення анімації в інструменті SolidWorks Motion. Технологія анімації. Тимчасова шкала. Налаштування початкового положення. Зміна кольору компонента. Зміна зовнішнього вигляду компонента. Анімація на основі камери. Модель руху механічної системи як сукупність дій, керованих датчиками. Тригери та серводвигуни. Методика створення дослідження руху. Налаштування дослідження. Приклад дослідження руху технологічної одиниці, що обробляється на кількох послідовних операціях.

Модульний контроль

Модуль 2.

Тема розрахунково-графічної роботи: Комп'ютерне моделювання динаміки руху важільного штовхача.

Створення математичної моделі кінематики руху механізму важільного штовхача пакувальної машини в Mathcad. Геометричний синтез параметрів геометрії важільного механізму штовхача. Створення 3D твердотільної моделі механізму важільного штовхача, конвеєрної стрічки і гравітаційного спуску в SolidWorks. Налаштування дослідження руху в SolidWorks Motion. Створення анімації руху. Аналіз епюр параметрів динаміки руху.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Математичне і структурне моделювання рухів механічних систем					
Тема 1. Основні підходи до дослідження руху механічних систем	10	1	2		7
Тема 2. Моделювання простіших рухів твердого тіла в математичному пакеті Mathcad	11	2	2		7
Тема 3. Дослідження руху плоских важільних механізмів в математичному пакеті Mathcad	11	2	2		7
Тема 4. Структурне моделювання	11	2	2		7

руху механічних систем в пакеті MATLAB/Simulink					
Тема 5. Комп'ютерне моделювання і візуалізація руху плоских важільних механізмів в пакеті MATLAB/Simulink	11	2	2		7
Тема 6. Комп'ютерне моделювання руху механічних систем в SolidWorks Motion	11	2	2		7
Тема 7. Кінематичний аналіз плоских важільних механізмів в середовищі SolidWorks Motion	10	1	2		7
Тема 8. Динамічний аналіз руху плоских важільних механізмів в середовищі SolidWorks Motion	11	2	2		7
Модульний контроль	2	2			
Разом за змістовним модулем 1	88	16	16		56
Змістовний модуль 2. 3D твердотільне моделювання динаміки рухів механічних систем в SolidWorks Motion					
Тема 1. Імітаційне моделювання руху механізмів з урахуванням сил тертя	15	1	6		8
Тема 2. Дослідження коливальних процесів руху механічних систем в SolidWorks Motion. Моделювання руху механічних систем при ударних навантаженнях	16	2	6		8
Тема 3. Моделювання руху механічних передач	15	1	6		8
Тема 4. Створення анімації руху механічних систем в SolidWorks Motion. Моделювання руху механічних систем на основі подій	18	2	6		10
Модульний контроль	2	2			
Разом за змістовним модулем 2	66	8	24		34
Усього годин	154	24	40		90
Модуль 2					
Індивідуальне завдання	26				26
Контрольний захід					
Усього годин	180	24	40		116

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Математичне моделювання кінематики точки та візуалізація її руху в Mathcad.	2
2	Математичне моделювання кінематики систем точок та плоских ланок та візуалізація їх руху в Mathcad.	2
3	Математичне моделювання поступальних рухів твердого тіла в Mathcad.	2
4	Математичне моделювання динаміки руху плоского важільного механізму в Mathcad.	2
5	Математичне моделювання кінематики важільного механізму штовхача в Mathcad.	2
6	Структурне моделювання кінематики простої механічної системи в MATLAB/Simulink.	2
7	Структурне моделювання кінематики важільних механізмів в MATLAB/Simulink.	2
8	Структурне моделювання динаміки руху плоского важільного механізму в MATLAB/Simulink.	2
9	Дослідження руху 3D твердотільних моделей механізмів першого класу в SolidWorks Motion.	2
10	Дослідження кінематики 3D твердотільної моделі важільного механізму другого класу в SolidWorks Motion.	2
11	Дослідження динаміки руху 3D твердотільної моделі важільного механізму другого класу в SolidWorks Motion.	2
12	Імітаційне моделювання поступального руху твердого тіла по нерухомій поверхні з урахуванням сил тертя в SolidWorks Motion.	2
13	Імітаційне моделювання обертального руху твердого тіла відносно нерухомої осі з урахуванням сил тертя в SolidWorks Motion.	2
14	Дослідження динаміки коливань 3D твердотільної моделі одномасової механічної системи в SolidWorks Motion.	2
15	Імітаційне моделювання контактної взаємодії твердих тіл в SolidWorks Motion.	2
16	Дослідження кінематики 3D твердотільної моделі зубчастої передачі в SolidWorks Motion.	2
17	Створення 3D твердотільних моделей механічних передач в SolidWorks Motion.	2
18	Створення 3D твердотільної моделі важільного механізму штовхача технологічної лінії пакувального обладнання в SolidWorks Motion. Методика налаштування дослідження руху.	2
19	Методи створення анімації 3D твердотільної моделі механічної конструкції в SolidWorks Motion.	2

20	Моделювання руху механічних систем на основі подій в SolidWorks Motion.	2
	Разом	40

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	Разом	

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Створення математичних моделей кінематики точки і систем точок в Mathcad.	7
2	Створення математичних моделей кінематики твердого тіла і систем твердих тіл в Mathcad.	7
3	Створення математичних моделей кінематики важільних механізмів в Mathcad.	7
4	Створення структурних моделей важільних механізмів з блоків бібліотеки SimMechanics в MATLAB/Simulink.	7
5	Моделювання і візуалізація динаміки руху плоских важільних механізмів в MATLAB/Simulink.	7
6	Створення 3D твердотільних моделей простих механізмів та дослідження руху в SolidWorks Motion.	7
7	Дослідження кінематики 3D твердотільних моделей важільних механізмів в SolidWorks Motion.	7
8	Дослідження динаміки руху 3D твердотільних моделей важільних механізмів в SolidWorks Motion.	7
9	Імітаційне моделювання руху твердих тіл урахуванням сил тертя в SolidWorks Motion.	8
10	Дослідження коливальних рухів механічних систем в SolidWorks Motion.	4
11	Створення 3D твердотільних моделей механічних систем для моделювання їх руху при ударних навантаженнях.	4
12	Створення 3D твердотільних моделей механічних передач для моделювання їх руху при робочих навантаженнях.	8
13	Методика створення анімацій руху механічних систем в SolidWorks Motion.	5
14	Методика створення дослідження руху механічних систем на основі подій.	5
15	Виконання розрахунково-графічної роботи на тему «Комп'ютерне моделювання динаміки руху важільного штовхача»	26
	Разом	116

9. Індивідуальні завдання

1. Розрахунково-графічна робота «Комп'ютерне моделювання динаміки руху важільного штовхача»

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальних консультацій (при необхідності) і самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення контролю участі у лекціях та виконання практичних завдань. Проведення поточного модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	8	0...4
Робота на практичних заняттях	1...1,5	8	8...12
Модульний контроль	10...18	1	10...18
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	4	0...2
Робота на практичних заняттях	1...1,5	12	12...18
Модульний контроль	10...18	1	10...18
Виконання та захист РГР	20...28	1	20...28
Всього за семестр			60...100

Семестровий контроль у вигляді іспиту проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. До іспиту допускається студент, який виконав і здав розрахункову графічну роботу. При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з одного теоретичного запитання з максимальною кількістю 20 балів і двох практичних завдань з максимальною кількістю 30 балів за кожне питання (сума – 100 балів).

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- 1) основні принципи комп'ютерного дослідження руху механічних систем;
- 2) принципи візуалізації динаміки руху матеріальної точки і твердого тіла в середовищі математичного пакету Mathcad;
- 3) алгоритм візуалізації динаміки руху плоского важільного механізму, ступінь рухливості якого дорівнює одиниці, в середовищі математичного пакету Mathcad;
- 4) принципи моделювання руху механічних систем в пакеті Simulink/SimMechanics;
- 5) структура бібліотеки блоків пакету Simulink/SimMechanics;
- 6) моделювання динаміки руху плоского важільного механізму, ступінь рухливості якого дорівнює одиниці, в середовищі пакету Simulink/SimMechanics;
- 7) інструмент SolidWorks Motion програми SolidWorks і його функціональні рівні дослідження руху 3D твердотільних геометричних моделей механічних систем;
- 8) запуск інструменту SolidWorks Motion програми SolidWorks і панель інструментів MotionManager;
- 9) алгоритм дослідження динаміки руху плоского важільного механізму 1-го класу за допомогою інструментів панелі інструментів MotionManager;
- 10) алгоритм дослідження динаміки руху плоского важільного механізму 2-го класу за допомогою інструментів панелі інструментів MotionManager;
- 11) моделювання вільних коливань механічних систем з урахуванням дії сил тертя в інструменті SolidWorks Motion програми Solid;
- 12) алгоритм дослідження ударної взаємодії за допомогою інструменту SolidWorks Motion програми SolidWorks;
- 13) алгоритм моделювання динаміки руху прямозубої циліндричної евольвентної зубчастої передачі зовнішнього зачеплення за допомогою інструменту SolidWorks Motion програми SolidWorks;
- 14) технологія створення анімації дослідження руху механічної системи за допомогою інструменту SolidWorks Motion програми SolidWorks;
- 15) дослідження руху механічних систем з рухами, керованими подіями.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

- 1) виконувати дослідження динаміки руху матеріальної точки у середовищі математичного пакету Mathcad;
- 2) виконувати дослідження динаміки руху твердого тіла, ступінь рухливості якого дорівнює одиниці, у середовищі математичного пакету Mathcad;
- 3) виконувати дослідження динаміки руху плоского важільного механізму, ступінь рухливості якого дорівнює одиниці, у середовищі математичного пакету Mathcad;

- 4) створювати і налаштовувати структурну модель динаміки руху плоских важільних механізмів 1-го класу в пакеті Simulink/SimMechanics;
- 5) створювати і налаштовувати структурну модель динаміки руху плоских важільних механізмів 2-го класу в пакеті Simulink/SimMechanics;
- 6) створювати 3D твердотільну геометричну модель плоского важільного механізму 1-го класу, ступінь рухливості якого дорівнює одиниці, і виконувати дослідження її динаміки руху в середовищі програми SolidWorks за допомогою інструменту SolidWorks Motion;
- 7) створювати 3D твердотільну геометричну модель плоского важільного механізму 2-го класу, ступінь рухливості якого дорівнює одиниці, і виконувати дослідження її динаміки руху в середовищі програми SolidWorks за допомогою інструменту SolidWorks Motion;
- 8) створювати 3D твердотільну геометричну модель механічної системи і виконувати дослідження її вільних коливань з урахуванням сил тертя в середовищі програми SolidWorks за допомогою інструменту SolidWorks Motion;
- 9) створювати 3D твердотільну геометричну модель механічної системи і досліджувати ударні взаємодії, які відбуваються в ній, в середовищі програми SolidWorks за допомогою інструменту SolidWorks Motion;
- 10) створювати 3D твердотільну геометричну модель прямозубої циліндричної евольвентної зубчастої передачі зовнішнього зачеплення і виконувати дослідження її динаміки руху в середовищі програми SolidWorks за допомогою інструменту SolidWorks Motion;
- 11) виконувати налаштування керуванням руху механічної системи елементами тимчасової шкали;
- 12) створювати і налаштовувати датчики та серводвигуни;
- 13) створювати 3D твердотільну геометричну модель механічної системи і виконувати дослідження її руху на основі подій в середовищі програми SolidWorks за допомогою інструменту SolidWorks Motion;
- 14) створювати епюри кінематичних і динамічних параметрів руху 3D твердотільної геометричної моделі механічної системи, яка досліджується;
- 15) виконувати налаштування дослідження динаміки руху 3D твердотільної геометричної моделі механічної системи за допомогою інструменту SolidWorks Motion програми SolidWorks;

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Виконати та здати індивідуальне завдання. Написати кожен модульний контроль не менше ніж на 10 балів. Бути присутнім не менше ніж на половині лекцій і практичних занять.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум. Виконати та здати індивідуальне завдання не менше ніж на 25 балів. Написати кожен модульний контроль не менше ніж на 16 балів. Бути присутнім не менше ніж на 70% лекцій і практичних занять.

Відмінно (90-100). Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Виконати та здати індивідуальне завдання не менше ніж на 27 балів. Написати кожен модульний контроль не менше ніж на 17 балів. Бути присутнім не менше ніж на 90% лекцій і практичних занять.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Шехов А.В. Теория механизмов и машин в пакете Mathcad. В 3 ч. Ч. 1. Плоские рычажные механизмы [Текст] : учеб. пособие по практ. занятиям. / А. В. Шехов, О. Ю. Кладова. – Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьков. авиац. ин-т», 2019. – 152 с.
2. Московська Н.М. Пакувальне обладнання: навч. посіб. / Н.М Московська, М.О. Яровой. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2009. – Ч. 1. – 36 с.
3. Московська Н.М. Пакувальне обладнання: навч. посіб. / Н.М Московська, М.О. Яровой Х. : Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2010. – Ч. 2. – 36 с.
4. Московская Н.М. Упаковочное оборудование: учеб. пособие по лаб. практикуму. / Н.М. Московская, А.Н. Колоскова. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк.авиацин-т», 2008. – 30 с.
5. А.В. Кондратьев, Н.М. Московская, Д.О. Бетин. Технические средства автоматизации транспортных процессов в упаковочных комплексах. Учеб. пособие. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк.авиацин-т», 2012. – 45 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Соколенко А. І., Яровий В. Л., Піддубний В. А., Васильківський К. В., Шевченко О. Ю. Моделювання процесів пакування./ За редакцією Соколенка А. І./ Підручник. — Вінниця: Нова Книга, 2004. - 272 с.
2. Гавва О.М., Беспалько О.П., Волчко А.І. Пакувальне обладнання в 3 кн. – 1 кн. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару. / За ред. О.М. Гавви. – Київ: ІАЦ “Упаковка”, 2008. – 436 с.
3. Кіницький Я. Т., Харжевський В. О., Марченко М. В. Теорія механізмів і машин в системі Mathcad. Навчальний посібник. — Хмельницький РВЦ ХНУ, 2014. — 324 с.

Допоміжна

1. Макаров Е. Г. Mathcad: Учебный курс (+CD). — Спб.: Питер, 2009. — 384 с.: ил.

2. Мацюк І. М., Шляхов Е. М., Зібров К. А. Кінематичне і динамічне дослідження плоских важільних механізмів: Навчальний посібник. — Д.: Національний гірничий університет, 2009. — 99 с.
3. Алямовський А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи / А.А. Алямовський / БХВ-Петербург, 2012 - 448 с.
4. Алямовський А.А. Инженерные расчеты в Solidworks Simulation / А.А. Алямовський / ДМК пресс. Электронные книги, 2013 р. - 464 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри k202@d2.khai.edu.
2. <http://help.solidworks.com/HelpProducts.aspx> SOLIDWORKS Web Help.