

Аерокосмічний факультет
Кафедра машинознавства, стандартизації та сертифікації

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри _____ Кіндрачук М.В.
(підпис)

«_____» _____ 2020 р.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТІВ З ОПАНУВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

з дисципліни «Теорія машин і механізмів»

Розробник: к.т.н., доц., с.н.с. Радько О.В.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Самостійна робота студентів є складовою навчального процесу, основним засобом опанування навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Мета самостійної роботи студентів з дисципліни «Теорія машин і механізмів» — сприяти засвоєнню в повному обсязі навчальної програми та формуванню самостійності як особистісної риси та важливої професійної якості, сутність якої полягає в умінні систематизувати, планувати та контролювати власну діяльність.

Завдання самостійної роботи студентів з дисципліни «Теорія машин і механізмів» — засвоєння відповідних знань, їх закріплення та систематизація, а також їх застосування при виконанні практичних завдань.

Самостійна робота забезпечує підготовку студентів до поточних аудиторних занять.

Зміст самостійної роботи студентів з дисципліни «Теорія машин і механізмів» визначається навчальною програмою цієї дисципліни, а також цими методичними матеріалами.

Основними формами самостійної роботи студентів з дисципліни «Теорія машин і механізмів» є:

- 1) опрацювання прослуханого лекційного матеріалу, обов'язкових та додаткових літературних джерел;
- 2) вивчення окремих тем або питань, передбачених для самостійного опрацювання;
- 3) виконання домашніх завдань;
- 4) виконання та письмове оформлення задач, практичних завдань та інших робіт;
- 5) підготовка до лабораторних робіт;
- 6) підготовка до різних форм поточного контролю;
- 7) пошук та огляд літературних джерел за заданою проблематикою;
- 8) написання реферату за заданою проблематикою;
- 9) аналітичний розгляд наукових публікацій.

У процесі самостійної підготовки студенти повинні опрацювати прослуханий лекційний матеріал, всебічно розглянути зміст питань, що виносяться на заняття, опрацювати навчальну літературу, відповідні нормативно-правові акти. Перевірку засвоєння знань студенти здійснюють за допомогою питань для самоконтролю.

Курсова робота з дисципліни «Теорія машин і механізмів» виконується з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь студента з навчального матеріалу, винесеного на самостійне опрацювання.

Лабораторні роботи мають за мету закріпити теоретичні знання студентів і головне — виробити в них навички роботи з літературними та нормативними джерелами, які рекомендовані за кожною темою дисципліни. має закріпити теоретичні знання, одержані студентами на лекційних та практичних заняттях, виробити навички самостійного вирішення окремих задач дослідження та проектування машин і механізмів. При виконанні лабораторних робіт студенти набувають практичних навичок креслення схем механізмів, дослідження характеру руху окремих ланок та визначення ступеня вільності механізмів, засвоюють методи ділення механізмів на структурні групи ланок, методику визначення основних геометричних пара-метрів зубчастих коліс, знайомляться з теоретичними та експериментальними методами дослідження зубчастих і кулачкових механізмів, з принципами утворення евольвентного профілю зубів при виготовленні зубчастих коліс, а також з методикою зрівноваження ланок, що обертаються, у тому числі роторів авіаційних двигунів, повітряних гвинтів літаків.

Для ефективної підготовки до лабораторного заняття та успішної самостійної роботи в лабораторії студент повинен вивчити рекомендовану літературу, ознайомитися зі змістом і порядком виконання лабораторної роботи, оформленням звіту

Критерії оцінювання самостійної роботи студентів:

- оцінка “відмінно” — студент повно і всебічно розкриває питання теми, винесені на

самостійне опрацювання, вільно оперує поняттями і термінологією, демонструє глибокі знання джерел, має власну позицію стосовно відповідної теми і може аргументовано її доводити;

- оцінка “добре” — загалом рівень знань студентів відповідає викладеному вище, але мають місце деякі упущення при виконанні завдань, винесених на самостійне опрацювання, обґрунтування неточні, не підтверджуються достатньо обґрунтованими доказами;

- оцінка “задовільно” — студент розкрив питання, винесені на самостійне опрацювання, в загальних рисах, розуміє їх сутність, намагається робити висновки, але при цьому припускається грубих помилок, матеріал викладає нелогічно і не самостійно;

- оцінка “незадовільно” — студент не в змозі дати відповідь на поставлене запитання або відповідь неправильна студент не розуміє сутності питання, не може зробити висновки.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ТЕОРІЯ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ»

№ пор.	Назва теми (тематичного розділу)	Обсяг навчальних занять (год.)			
		Усього	Лекції	Лабораторні	СРС
1	2	3	4	5	6
4 семестр					
Модуль №1 «Структура, кінематика та динаміка механізмів і машин»					
1.1	Структура плоских важільних механізмів	14	4	4	6
1.2	Кінематичний та силовий аналіз плоских механізмів	16	4	2	5
1.3	Рух механізму. Зрівноваження ланок, що обертаються	15	4	2	5
1.4	Модульна контрольна робота №1	3	2	–	2
Усього за модулем №1		48	14	8	18
Модуль №2 «Механізми з вищими парами»					
2.1	Зубчасті механізми	12	4	4	6
2.2	Багатоланкові зубчасті механізми	14	6	2	9
2.3	Механізми привчастого руху, кулачкові	15	6	2	7
2.4	Модульна контрольна робота №2	3	2	–	2
Усього за модулем №2		60	18	8	24
Модуль №3 "Курсова робота"					
3.1	Виконання та захист курсової роботи	30	–	–	30
Усього за модулем №3		30	–	–	30
Усього за навчальною дисципліною		144	32	16	72

ЗМІСТ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ТЕОРІЯ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ»

Модуль №1 «Структура, кінематика та динаміка механізмів і машин»

Тема 1.1. Основні поняття і визначення

Машинобудування як провідна галузь народного господарства. Теорія механізмів і машин як наука. Взаємозв'язок ТММ з іншими суміжними дисциплінами. Роль ТММ в підготовці спеціалістів з літакобудування і вертолітобудування.

Поняття про механізм, ланку, кінематичну пару. Класифікація кінематичних пар. Ступінь вільності механізмів.

Питання для самоконтролю

1. Навести визначення понять: машина, механізм, ланка, деталь, кінематична пара.
2. Провести класифікацію кінематичних пар за родами (за В.В.Добровольським).
3. Провести класифікацію кінематичних пар за класами (за І.І.Артоболевським).
4. Провести класифікацію кінематичних пар за характером дотику (за Ф.Рело).
5. Охарактеризувати умовні зображення кінематичних пар і ланок плоских механізмів.

Практичні завдання

1. Визначити число ступенів вільності механізму, схема якого надана викладачем.
2. Накреслити схему механізму, наданого викладачем.
3. Визначити рід і вид кінематичних пар, які утворюють ланки механізму.

Література [1–4; 8-10]

Тема 1.2. Структурне дослідження механізмів

Структурне дослідження та синтез механізмів. Групи ланок. Група початкових ланок. Групи Ассура і їх класифікація. Заміна вищих кінематичних пар нижчими. Замінні механізми. Надлишкові зв'язки в механізмах та їх виключення. Визначення структури механізмів.

Питання для самоконтролю

1. Пояснити структуру плоских механізмів. Надати визначення групи початкових ланок та груп Ассура.
2. Охарактеризувати двоповідкові та триповідкові групи Ассура.
3. Провести класифікацію груп Ассура.
4. Описати утворення чотириланкових механізмів.
5. Пояснити порядок заміни вищих кінематичних пар плоских механізмів нижчими.

Практичні завдання

1. Визначити структуру плоского механізму, наданого викладачем.
2. Виконати заміну вищих кінематичних пар плоских механізмів, наданих викладачем, нижчими. Накреслити структурну схему механізму.

Література [1–4; 7, 9,10]

Тема 1.3. Кінематичний аналіз механізмів

Основні задачі і методи кінематичного дослідження. Побудова планів механізму і траєкторій окремих точок. Масштаби. Стандартизація масштабів. Векторні рівняння для швидкостей і прискорень. Плани швидкостей і прискорень. Теорема послідовності для швидкостей і прискорень.

Питання для самоконтролю

1. Визначити основні задачі кінематичного аналізу механізмів.
2. Охарактеризувати методи кінематичного аналізу механізмів.
3. Визначити призначення масштабних коефіцієнтів.
4. Описати послідовність побудови планів механізму.
5. Пояснити властивості плану швидкостей (прискорень).

Практичні завдання

1. Побудувати план швидкостей наданого викладачем механізму.
2. Побудувати план прискорень наданого викладачем механізму.
3. Побудувати план наданого механізму.

Література [1–10]

Тема 1.4. Кінетостатика механізмів

Кінетостатичний метод силового дослідження механізмів. Основні задачі. Класифікація діючих сил. Сили інерції. Порядок силового розрахунку груп Ассура. Визначення зрівноважуючої сили методом жорсткого важеля Жуковського.

Питання для самоконтролю

1. Визначити основні задачі кінетостатичного аналізу механізмів.
2. Провести класифікацію діючих сил.
3. Охарактеризувати сили інерції.
4. Описати порядок силового розрахунку груп Ассура.
5. Пояснити порядок визначення зрівноважуючої сили методом жорсткого важеля Жуковського.

Практичні завдання

1. Виконати силовий аналіз наданого викладачем механізму.
2. Побудувати план сил для ланок і кінематичних пар наданого викладачем механізму.
3. Визначити зрівноважуючу силу для наданого механізму.

Література [1–10]

Тема 1.5. Зрівноваження механізмів і машин.

Задачі зрівноваження механізмів. Статичне, динамічне і повне зрівноваження обертових ланок. Визначення величини і положення противаг графоаналітичним методом. Зрівноваження механізмів авіаційної техніки.

Питання для самоконтролю

1. Визначити поняття статичного та відцентрового моментів інерції.
2. Провести класифікацію видів неврівноваженості залежно від взаємного розташування осі обертання та головної центральної осі інерції.
3. Охарактеризувати статичне зрівноваження.
4. Описати порядок визначення мас противаг та радіусів їх установки графічним методом.
5. Пояснити порядок динамічного зрівноваження.

Практичні завдання

1. Виконати зрівноваження ланки, що обертається.
2. Побудувати трикутник амплітуд коливань маятникової рами за наданими викладачем даними.

Література [1–4; 8-10]

Тема 1.6. Рух механізмів під дією заданих сил.

Зведення мас і моментів інерції ланок, сил і моментів пар сил до ланки зведення. Динамічна модель механізму. Зведена сила. Зведений момент сил.

Питання для самоконтролю

1. Визначити поняття зведеної сили.
2. Пояснити значення зведеного моменту сил.
3. Охарактеризувати динамічну модель механізму.
4. Описати порядок зведення мас і моментів інерції ланок, сил і моментів пар сил до ланки зведення з обертальним рухом.
5. Описати порядок зведення мас і моментів інерції ланок, сил і моментів пар сил до ланки зведення з поступальним рухом.

Практичні завдання

1. Визначити величину й напрямок зведеного моменту сил M_{ze} та величину зведеного

моменту інерції, J_{z_0} за наданими викладачем вихідними даними.

2. Для заданого положення механізму знайти зведений момент інерції.

3. Визначити зведений момент механізму способом жорсткого важеля Жуковського за наданими викладачем вихідними даними.

Література [1-10]

Модуль №2 «Механізми з вищими парами»

Тема 2.1. Зубчасті механізми. Параметри евольвентних циліндричних зубчастих коліс.

Загальні відомості про зубчасті механізми, їх призначення, різновиди. Передаточне відношення. Евольвента кола та її властивості. Основні параметри нормальних зубчастих коліс. Стандартизація основних понять, визначень, параметрів зубчастих коліс. Модуль. Крок. Види кіл.

Питання для самоконтролю

1. Навести формули для визначення параметрів зубчатого колеса.
2. Охарактеризувати геометричні параметри евольвентного циліндричного зубчатого колеса без зміщення.
3. Охарактеризувати евольвентний профіль зуба. Евольвента кола, її рівняння.
4. Описати властивості евольвенти.
5. Описати початкове, ділильне, основне кола зубчатого колеса.

Практичні завдання

1. Визначити крок по основному r_b наданого викладачем зубчатого колеса.
2. Визначити коефіцієнти висоти голівки зуба h_a^* і ніжки зуба h_f^* наданого викладачем зубчатого колеса.

Література [1–4; 8-10]

Тема 2.2. Зубчасті передачі зі зміщенням.

Методи виготовлення зубчастих коліс. Колеса зі зміщенням і без зміщення. Коефіцієнт зміщення. Підріз зуб'їв. Явище заклинювання в зубчастій передачі. Різновиди зубчастих передач зі зміщенням.

Питання для самоконтролю

1. Визначити види корегованих зубчастих коліс.
2. Пояснити висотну корекцію та описати та її властивості.
3. Охарактеризувати методи нарізання зубчастих коліс.
4. Охарактеризувати кутову корекцію та її властивості.
5. Описати явище підрізування та умови його виникнення.

Практичні завдання

1. Обчислити основні параметри колеса з додатним зміщенням за наданими викладачем вихідними даними.
2. Порівняти параметри коліс без зміщення та зі зміщенням між собою за наданими викладачем вихідними даними.

Література [1-10]

Тема 2.3. Визначення передаточних відношень зубчастих механізмів.

Передаточне відношення одноступінчастих та багатоступінчастих передач. Передача з проміжними зубчастими колесами. Планетарні передачі. Основні види планетарних передач. Метод обернення руху. Використання в редукторах авіаційних двигунів. Основна теорема зачеплення.

Питання для самоконтролю

1. Визначити передаточне відношення одноступінчастих та багатоступінчастих передач.
2. Пояснити суть методу обернення руху.
3. Охарактеризувати основні види планетарних передач..
4. Сформулювати основну теорему зачеплення.
5. Охарактеризувати передачі з проміжними зубчастими колесами.

Практичні завдання

1. Визначити передаточне відношення багатоступінчастої передачі, наданої викладачем.
2. Визначити передаточне відношення диференціального механізму.
3. Визначити передаточне відношення черв'ячної передачі, наданої викладачем.

Література [1-10]

Тема 2.4. Аналіз та синтез планетарних передач.

Аналітичний і графічний методи кінематичного аналізу. Зубчасті диференціали. Замкнуті диференціальні передачі. Умови, що використовуються при підборі чисел зубів планетарних передач. Підбирання чисел зубів.

Питання для самоконтролю

1. Пояснити умову правильного зачеплення.
2. Пояснити умову співвісності.
3. Пояснити умову правильного складання.
4. Пояснити умову правильного сусідства.
5. Описати порядок кінематичного дослідження планетарних механізмів графічним методом.

Практичні завдання

1. Виконати кінематичне дослідження планетарного механізму графічним методом за наданими викладачем вихідними даними.
2. Підбирати число зубів для планетарної передачі, наданої викладачем.

Література [1-10]

Тема 2.5. Механізми з переривчастим рухом вихідної ланки.

Основні види механізмів переривчастої дії. Аналіз та синтез мальтійських, храпових механізмів і інших механізмів із зупинками заданої тривалості. Зубчасто-важільні механізми.

Питання для самоконтролю

1. Визначити основні види механізмів переривчастої дії.
2. Пояснити призначення механізмів переривчастої дії.
3. Охарактеризувати зубчасто-важільні механізми..
4. Описати порядок аналізу мальтійських, храпових механізмів і інших механізмів із зупинками заданої тривалості.
5. Описати порядок синтезу мальтійських, храпових механізмів і інших механізмів із зупинками заданої тривалості.

Практичні завдання

1. Виконати аналіз мальтійського механізму за наданими викладачем вихідними даними.
2. Виконати синтез храпового механізму за наданими викладачем вихідними даними.

Література [1-4]

Тема 2.6. Кулачкові механізми. Побудова діаграм положень штовхача.

Типи кулачкових механізмів, їх використання в техніці. Метод обернення руху. Побудова планів механізму та діаграм положень штовхача для різних типів кулачкових механізмів.

Питання для самоконтролю

1. Визначити типи кулачкових механізмів.
2. Пояснити метод обернення руху..
3. Описати порядок побудови плану механізму та діаграми положень штовхача для кулачкового механізму з обертальним рухом штовхача.
4. Описати порядок побудови плану механізму та діаграми положень штовхача для позацентрального кулачкового механізму.
5. Описати порядок побудови плану механізму та діаграми положень штовхача для осьового кулачкового механізму.

Практичні завдання

1. Побудувати план механізму та діаграму положень штовхача для кулачкового механізму з обертальним рухом штовхача.
4. Побудувати план механізму та діаграму положень штовхача для позацентрального кулачкового механізму.
5. Побудувати план механізму та діаграму положень штовхача для осьового кулачкового механізму.

Література [1–4; 8-10]

Тема 2.7. Профілювання плоских кулачків кулачкових механізмів.

Закони руху штовхача. Побудова профілю кулачка за заданим законом руху штовхача. Поняття про кут тиску в кулачкових механізмах.

Питання для самоконтролю

1. Визначити законів руху штовхача.
2. Пояснити поняття кут тиску в кулачкових механізмах.
3. Описати порядок побудови профілю кулачка для кулачкового механізму з обертальним рухом штовхача.
4. Описати порядок побудови профілю кулачка для позацентрального кулачкового механізму.
5. Описати порядок побудови профілю кулачка для осьового кулачкового механізму.

Практичні завдання

1. Побудувати профіль кулачка для кулачкового механізму з обертальним рухом штовхача.
4. Побудувати профіль кулачка для позацентрального кулачкового механізму.
5. Побудувати профіль кулачка для осьового кулачкового механізму.

Література [1–4; 8-10]

Тема 2.8. Тертя в кінематичних парах механізмів. Коефіцієнт корисної дії механізмів.

Види тертя. Тертя ковзання. Коефіцієнт тертя ковзання. Тертя в поступальній кінематичній парі. Тертя на похилій площині. Умова самогальмування. Тертя в обертальній кінематичній парі. Тертя кочення. Коефіцієнт корисної дії (ККД) як основна характеристика роботи машини. ККД при послідовному і паралельному з'єднанні механізмів.

Питання для самоконтролю

1. Визначити види тертя.
2. Пояснити значення коефіцієнта тертя ковзання.
3. Охарактеризувати тертя в обертальній кінематичній парі.
4. Навести умову самогальмування.
5. Описати порядок визначення ККД при послідовному і паралельному з'єднаннях механізмів.

Практичні завдання

1. Визначити величину ККД при послідовному з'єднанні механізмів за наданими викладачем вихідними даними.
2. Визначити величину ККД при паралельному з'єднанні механізмів за наданими викладачем вихідними даними.

Література [1–4]

Література

1. Баранов Г.Г. Курс теории механизмов и машин. – М.: Машиностроение, 1975. – 494 с.
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука. 1988. – 640 с.
3. Кіницький Я.Т. Теорія механізмів і машин. . – К.: Наукова думка, 2002. – 660 с.
4. Воронкін М.Ф., Цимбалюк А.А. Основи теорії механізмів і машин: Конспект лекцій. – К.: КМУЦА, 2000. – 208 с. ББК К 412 я73-2 В 753
5. Теория механизмов и машин: Методические указания и задания к курсовой работе/Сост. Н.Ф. Воронкин, Е.М. Бабенко, А.В. Карлашов. – К.: КМУГА, 2001. – 40 с.
6. Теория механизмов и машин. Кинематическое и силовое исследование механизмов: Методическая разработка к выполнению курсовой работы/ Сост.: Н.Ф. Воронкин, А.В. Карлашов, Е.М. Бабенко. – К.: КМУГА, 1999. – 72с.
7. Теорія механізмів і машин. Лабораторний практикум / А.О. Корнієнко, С.В. Федорчук, О.В.Радько. – К.: НАУ, 2018. – 36 с.
8. Теорія механізмів і машин. Розв'язання задач: навч. посіб. / Є.М. Бабенко, А.О. Корнієнко, О.В. Башта, А.С. Крижановський. – К.: НАУ, 2010. – 120 с.
9. Теория механизмов и машин. Решение задач : учеб. пособ. / О.В.Радько, С.В. Федорчук, А.О. Корниенко. – К.: НАУ, 2013. – 120 с.
10. Теорія механізмів та машин. Механізми з вищими кінематичними парами: навч. посібник / А.О. Корнієнко, С.В. Федорчук, О.В. Радько, О.В. Тісов. – К. : НАУ, 2018. – 128 с.