



ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

Частина 1. Класифікація і аналіз механізмів

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>Динаміка і міцність машин.</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2-й курс, весняний семестр;</i>
Обсяг дисципліни	<i>105 годин / 3,5 кредити (лекції – 18 год.; практичні – 18 год.; лабораторні – 18 год.; самостійна робота – 51 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен.</i>
Розклад занять	http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, Заховайко Олександр Панасович, (067) 278 69 44; zakhov1911@gmail.com Практичні / Семінарські: к.т.н., доц. Тимошенко Олександр Вікторович, (067) 451 63 84; timosaha@ukr.net ; Лабораторні: к.т.н., доц. Тимошенко Олександр Вікторович, (067) 451 63 84; timosaha@ukr.net .
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2883 ; https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&ir_own ; http://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/vikladachi-kafedri/36-zakhovajko-oleksandr-panasovich.html .

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення, загальні та фахові компетентності, що набуваються в процесі вивчення дисципліни, та результати навчання

Науково-технічний розвиток суспільства потребує від спеціалістів в галузі машинобудування постійного вдосконалення та покращання якості машин, що виробляються. Важливою умовою вирішення цього завдання є розв'язання питань, пов'язаних з аналізом переваг та недоліків існуючих та проектуванням схем нових ефективних та надійних сучасних механізмів, машин та агрегатів. Вивченню цих питань присвячений курс теорії механізмів і машин.

Даний курс складається з двох модулів.

Кредитний модуль I «Класифікація і аналіз механізмів» є першою частиною навчальної дисципліни «Теорія механізмів і машин». Він присвячений вивченню основних методів структурного, кінематичного, динамічного дослідження основних типів механізмів, що найширше використовуються в сучасних машинах. На лекційних заняттях студенти отримують необхідний обсяг інформації з означених розділів.

Теоретичний курс кредитного модуля І супроводжується значним обсягом лабораторних та практичних занять.

При вивченні кредитного модуля 1 дисципліни “Теорія механізмів і машин” студенти набувають ряд загальних і фахових компетенцій, що забезпечують їм відповідний рівень кваліфікації за обраною спеціальністю. А саме:

Загальні компетентності:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Фахові компетентності:

- здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки;
- здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності;
- здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин;
- здатність спроектувати обладнання для проведення експериментальних досліджень розробити робочу проектну й технічну документацію;
- здатність оптимізувати конструкцію устаткування, машини, агрегату, вузла, тощо з точки зору її міцності, надійності та вартості.

Програмні результати навчання:

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

- вміти створювати і теоретично обґрунтовувати конструкції машин, механізмів та їх елементів на основі методів прикладної механіки, загальних принципів конструювання, теорії взаємозамінності, стандартних методик розрахунку деталей машин;
- знати конструкції, методики вибору і розрахунку, основи обслуговування і експлуатації приводів верстатного і робототехнічного обладнання;
- знати методи обробки математичних моделей сучасними програмними продуктами;
- знати сучасні пакети прикладних програм для розрахунку на міцність, жорсткість та стійкість елементів машинобудівних конструкцій;
- знати сучасні чисельні методи;
- мати знання з механіки матеріалів і конструкцій;
- уміти синтезувати алгоритми вирішення науково-технічних завдань з використанням сучасних технічних і програмних інформаційних засобів реалізації підтримки наукової та технічної діяльності;
- уміти виконувати спостереження, вимірювання, складати звіт про проведені дослідження, аналізувати отримані результати досліджень, готувати дані для оглядів та наукових публікацій;
- уміти проводити аналітичні розрахунки елементів машинобудівних конструкцій на міцність жорсткість та стійкість

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Курс «Теорія механізмів і машин», і зокрема її кредитний модуль 1 «Класифікація і аналіз механізмів», відноситься до загально інженерних дисциплін. Він базується на механіко-

математичній підготовці, що забезпечується попередніми курсами: “Вища математика”, “Фізика”, “Нарисна геометрія та інженерна графіка”, “Теоретична механіка”, “Інформатика”. Даний кредитний модуль є основою або тісно пов’язаний з такими загально інженерними та спеціальними дисциплінами як “Деталі машин”, “Теорія коливань і стійкість руху”, “Основи робототехніки”. Він також є основою для подальшого вивчення кредитного модуля 2 дисципліни «Синтез механізмів», присвяченого методам синтезу механізмів, основам теорії зубчастого зацеплення та кулачкових механізмів, впливу тертя та вібрацій на закони руху механізмів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Введення у предмет вивчення

Тема 1. Введення у предмет вивчення.

Розділ 2. Структура механізму

Тема 2. Загальні поняття та означення.

Розділ 3. Класифікація механізмів і машин

Тема 3. Структурний аналіз та структурна класифікація механізму.

*Тема 4. Основні ознаки, за якими класифікуються механізми в інженерній практиці.
Машина. Машинний агрегат.*

Розділ 4. Кінематичний аналіз механізму

Тема 5. Аналітичні методи кінематичного дослідження механізмів.

Тема 6. Метод кінематичних діаграм.

Тема 7. Метод планів швидкостей та прискорень.

Тема 8 Кінематичне дослідження зубчастих механізмів.

Розділ 5. Динамічне дослідження руху машинного агрегату

Тема 9. Класифікація сил, які дають на механізм, та методи їх визначення.

Тема 10. Рівняння руху механізмів.

Тема 11. Динаміка механізмів за неусталеного режиму роботи.

Тема 12 Динаміка механізмів за усталеного режиму роботи. Регулювання руху машини.

Розділ 6. Силловий розрахунок механізмів

Тема 13. Кінетостатичне дослідження груп Ассура.

Тема 14. Кінетостатичне дослідження плоских механізмів.

Розділ 7. Урівноважування механізмів

Тема 15. Неврівноваженість обертових мас.

Тема 16. Урівноважування виготовлених роторів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

Підручники і навчальні посібники.

1. Заховайко О.П. Теорія механізмів і машин. У 2-х ч. Ч. 1. Класифікація та аналіз механізмів [Електронний ресурс]: підруч. для студ. спец. 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Динаміка і міцність машин» / Заховайко О.П. – Київ : НТУУ «КПІ», 2018. – 172 с.
<http://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=165477>

Методичні вказівки.

2. Синтез циліндричного евольвентного зацеплення з використанням програмного модуля "PROF Z". Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни "Теорія механізмів і машин" для студентів напрямку підготовки 6.050501 "Прикладна механіка" / Укл.: к.т.н., доц.

https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&ir_own

3. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни „Теорія механізмів і машин” для студентів технічних спеціальностей усіх форм навчання / Уклад.: О.П.Заховайко, О.І. Дубинець. – К.: ІВЦ „Видавництво „Політехніка”, 2002. – 76 с. https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&ir_own
4. Методичні вказівки до практичних занять з кредитного модуля «Теорія механізмів і машин» для студентів технічних напрямів підготовки [Електронний ресурс] / НТУУ «КПІ» ; уклад. О. А. Кирієнко. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,20 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2015. – 93 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/11545>

Допоміжна література

5. Zakhovaiko O. P. Theory of mechanisms and machines. In 2 parts. [Electronic resource]: Textbook / O. P. Zakhovaiko. – Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2020 . – Part 1. : Classification and analysis of mechanisms. – Electronic text data (1 file: 9,13 MB). – 188 p. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/40261>
6. Заховайко О.П. Теорія механізмів і машин. Частина 2. Синтез механізмів, тертя, віброзахист [Електронний ресурс]: підруч. для студ. спец. 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Динаміка і міцність машин» / Заховайко О.П. – Київ : НТУУ «КПІ», 2018. – 164 с. <http://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=165478>
7. Zakhovaiko O. P. Theory of mechanisms and machines. In 2 parts. [Electronic resource]: Textbook / O. P. Zakhovaiko. – Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2021 . – Part 2. : Synthesis of mechanisms, friction, vibration protection. – Electronic text data (1 file: 9,13 MB). – 184 p. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/40262>
8. Теорія механізмів і машин: Синтез та аналіз механізму приводу [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів машинобудівних спеціальностей 6.050502 «Інженерна механіка» / НТУУ «КПІ» ; уклад. О. А. Кирієнко, Л. Г. Овсієнко. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,09 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2010. - Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/824>
9. Теорія механізмів і машин/ А.С.Кореняко; Під ред. М.К.Афанасьєва.-К.: Вища шк. Головне вид-во, 1987.- 206с.*)
10. Курсове проектування з теорії механізмів і машин: учбовий посібник / Є.І.Крижанівський, Б.Д.Малько, В.М.Сенчікаш та ін.- Івано-Франківськ: 1996.- 357с.*)"

Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри динаміки і міцності машин і опору матеріалів (сторінка викладача). Адреса сайту: <http://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/vikladachi-kafedri/36-zakhovajko-oleksandr-panasovich>.
1. Електронний кампус КПІ ім. Ігоря Сікорського. Адреса сайту: https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&ir_own

*) Вказана література знаходиться в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Курс складається з лекцій, практичних та лабораторних занять і самостійного вивчення студентами окремих питань. На лекційних заняттях основна увага приділяється вивченню теоретичних основ дисципліни. Перед кожною лекцією надається інформація (за темами) на поточне навчальне заняття та рекомендації щодо їх вивчення. Лабораторні роботи та практичні заняття направлені на поглиблення теоретичних знань.

Для успішного засвоєння курсу слід передбачити тісний взаємозв'язок всіх видів занять - лекційних, практичних та індивідуальних. Теоретичний матеріал, викладений на лекційних заняттях є основою для вирішення інженерних завдань, що виконуються на практичних і лабораторних заняттях та під час виконання індивідуальних самостійних завдань. Це дозволяє поглибити знання з кожної теми.

Лекційні заняття

№	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу)
Лекція 1	Тема 1. Введення у предмет вивчення Завдання курсу та його місце серед загальноінженерних дисциплін. Загальні положення теорії механізмів і машин. Історія розвитку ТММ як науки. Предмет та об'єкти досліджень. Тема 2. Загальні поняття та означення Ланка і деталь. Кінематичні пари. Кінематичні ланцюги. Рухливість кінематичного ланцюга. Кінематична схема механізму. Пасивні (надлишкові) в'язі та ланки. Тема 3. Структурний аналіз та структурна класифікація механізму Поняття про групу Ассура. Класифікація груп Ассура.
Лекція 2	Тема 3. Структурний аналіз та структурна класифікація механізму (продовження) Структурна схема механізму. Класифікація механізмів за структурною ознакою. Тема 4. Основні ознаки, за якими класифікуються механізми в інженерній практиці. Машина. Машинний агрегат. Класифікація механізмів за функціональною ознакою. Класифікація механізмів за способом передачі руху. Класифікація механізмів за характером руху ланок. Класифікація механізмів за конструктивною ознакою. Машина. Агрегат. Вимоги до сучасних машин.
Лекція 3	Тема 5. Аналітичні методи кінематичного дослідження механізмів. Основні кінематичні характеристики механізмів. Передатні функції та відношення. Приклади дослідження деяких типових механізмів. Метод перетворення координат. Тема 6. Метод кінематичних діаграм. Діаграми руху точок та ланок механізмів. Графічне диференціювання та інтегрування. Визначення масштабів діаграм. Перевірка правильності виконаних побудов. Тема 7. Метод планів швидкостей та прискорень. Плани механізму. Плани швидкостей та прискорень твердого тіла. Властивості планів швидкостей та прискорень.
Лекція 4	Тема 7. Метод планів швидкостей та прискорень (продовження). Методика побудови планів швидкостей і прискорень для різних типів груп

	Ассура. Приклади побудови планів швидкостей та прискорень для деяких механізмів.
Лекція 5	Тема 8. Кінематичне дослідження зубчастих механізмів. Графіки розподілу швидкостей обертальних ланок. Дослідження багатоланкових зубчастих механізмів з застосуванням графіків розподілу швидкостей. Визначення передатних відношень в багатоланкових зубчастих механізмах. Тема 9. Класифікація сил, які дають на механізм, та методи їх визначення. Рушійні сили і моменти. Сили і моменти опору. Сили тяжіння. Сили інерції.. Сили і моменти, прикладені до стояка ззовні. Реакції (тиски) в кінематичних парах.
Лекція 6	Тема 10. Рівняння руху механізмів. Механічні характеристики машин. Динамічна модель машинного агрегату. Побудова динамічної моделі: зведення сил. Жорсткий важіль Жуковського. Побудова динамічної моделі: зведення мас. Рівняння руху в інтегральній та диференціальній формі. Тема 11. Динаміка механізмів за неусталеного режиму роботи. Фази руху машинного агрегату. Поняття про неусталений режим роботи.
Лекція 7	Тема 12 Динаміка механізмів за усталеного режиму роботи. Регулювання руху машини. Нерівномірність руху механізму за усталеного режиму роботи. Визначення коефіцієнту нерівномірності руху механізму. Шляхи мінімізації коефіцієнта нерівномірності руху: динамічний синтез маховика; регулятори і модератори (класифікація та особливості конструкції). Тема 13. Кінетостатичне дослідження груп Ассура. Умова кінетостатичної визначності кінематичного ланцюга. Визначення тисків у кінематичних парах за методом Бруєвича.
Лекція 8	Тема 14. Кінетостатичне дослідження плоских механізмів. Плани сил структурної групи. Кінетостатичний розрахунок початкової ланки. Силовий розрахунок типових механізмів з нижчими і вищими кінематичними парами методом планів сил.
Лекція 9	Тема 14. Кінетостатичне дослідження плоских механізмів (продовження). Визначення урівноважувальних сил та моментів методом жорсткого важеля Жуковського. Тема 15. Неврівноваженість обертових мас. Неврівноваженість роторів та її види. Урівноважування роторів на стадії проектування. Тема 16. Урівноважування виготовлених роторів. Статичне та динамічне балансування виготовлених роторів.

Практичні заняття

Практичні заняття охоплюють основні теми лекційного матеріалу і розглядають питання практичного застосування отриманих знань. Їх тематика представлена в таблиці.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Розрахунок ступеня рухливості механізму (тема 2).
2	Побудова схеми замінного механізму та структурної схеми, визначення класу і порядку механізму (тема 3). Контрольна робота за темою 3
3	Визначення кінематичних характеристик механізму методом кінематичних діаграм (тема 6). Побудова планів швидкостей і прискорень структурних груп (тема 7).
4	Побудова планів швидкостей і прискорень механізмів (тема 7). Контрольна робота за темою 7.
5	Визначення кінематичних характеристик зубчастих механізмів (тема 8).
6	Визначення зведених сил і мас, побудова динамічної моделі механізму (тема 10). Дослідження динаміки механізму за усталеного режиму роботи. Синтез маховика (тема 12).
7	Контрольна робота за темою 10. Силовий розрахунок механізму з нижчими кінематичними парами (теми 13, 14)
8	Силовий розрахунок механізму з нижчими кінематичними парами (теми 13, 14)
9	Силовий розрахунок механізму з вищими кінематичними парами (теми 13, 14). Контрольна робота за темами 7-16.

Лабораторні заняття

Основним завданням циклу лабораторних занять є практична перевірка і закріплення знань, отриманих на лекційних і практичних заняттях.

№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1	Визначення ступеню рухливості і побудова структурної схеми плоского механізму (тема 3)	4
2	Експериментальне дослідження руху ланок плоского кулачкового механізму (тема 6)	2
3	Визначення кінематичних характеристик плоских шарнірно-важільних механізмів (теми 6, 7)	4
4	Профілювання евольвентного зубчастого зачеплення (теми 4, 8)	2
5	Визначення кінематичних параметрів зубчастих механізмів (тема 8)	2
6	Урівноважування обертових мас (теми 15, 16)	4

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента передбачає поглиблене вивчення теоретичного матеріалу, підготовку до аудиторних занять, проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, та оформлення протоколів лабораторних робіт, розв'язання задач, заданих на практичних заняттях в якості домашніх завдань, підготовку до модульних контрольних робіт.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Тема 1. Введення у предмет вивчення Історія створення механізмів і машин від античних часів до сьогодення. Історія теорії механізмів і машин як науки. Література: [1], стор. 9-10. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i>	1
2	Тема 2. Загальні поняття та означення Механічні в'язі та приклади їх реалізації в сучасних механізмах. Кінематичні схеми механізмів та принципи їх побудови з використанням системи стандартних позначень. Література: [1], стор. 12-15, 17-19. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i>	0,5
3	Тема 3. Структурний аналіз та структурна класифікація механізму Побудова структурних схем та визначення класу і порядку плоских механізмів. Література: [1], стор. 23-27. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, підготовка до виконання лабораторної роботи №1 та її захисту.</i>	0,75
4	Тема 4. Основні ознаки, за якими класифікуються механізми в інженерній практиці. Машина. Машинний агрегат. Література: [1], стор. 27-30; [9], стор.3-6. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i>	0,25
5	Тема 5. Аналітичні методи кінематичного дослідження механізмів Передатні функції та відношення механізмів. Дослідження кривошипно-коромислового механізму методом замкнених векторних контурів.*) Література: [1], стор. 36-43; [9], стор. 48-56. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	2
6	Тема 6. Метод кінематичних діаграм Побудова кінематичних діаграм для шарнірно-важільних механізмів. Визначення масштабів діаграм. Перевірка правильності виконаних побудов. Література: [1], стор. 43-50; [9], стор. 24-37. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач, підготовка до виконання лабораторних робіт №2 і 3 та їх захисту.</i>	0,5

7	Тема 7. Метод планів швидкостей та прискорень Побудова планів швидкостей і прискорень для механізмів 2-го і третього класів. Література: [1] 53-60; [9], стор. 37 - 47. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач, підготовка до виконання лабораторної роботи №3 та її захисту.</i>	2
8	Тема 8. Кінематичне дослідження зубчастих механізмів. Кінематичне дослідження багатоступінчастих планетарних зубчастих механізмів аналітичним методом зупинки водила і з застосуванням графіків розподілу швидкостей. Визначення передатних відношень в багатоланкових зубчастих механізмах. Література: [1], стор. 60-66; [9], стор. 107-116. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач, підготовка до виконання лабораторних робіт №4 і 5 та їх захисту.</i>	1
9	Тема 9. Класифікація сил, які дають на механізм, та методи їх визначення. Література: [1], стор. 68-71; [9], стор. 137 - 141. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i>	0,5
10	Тема 10. Рівняння руху механізмів. Побудова динамічної моделі машинного агрегату: зведення сил і мас. Література: [1], стор. 75-82; [9], стор. 161 – 163. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	1
11	Тема 11. Динаміка механізмів за неусталеного режиму роботи. Динамічне дослідження різних типів машинних агрегатів за неусталеного режиму роботи.*) Література: [1], стор. 84-95; [9], стор. 163– 167. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i>	1,5
12	Тема 12 Динаміка механізмів за усталеного режиму роботи. Регулювання руху машини. Література: [1], стор. 95-103; [9], стор. 170 - 173. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i>	1,5
14	Тема 14. Кінетостатичне дослідження плоских механізмів. Вивчення методів силового розрахунку шарнірно-важільних, зубчастих і кулачкових механізмів методами планів сил і жорсткого важеля Жуковського	3

	Література: [1], стор. 105-111; [9], стор. 144 – 155. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	
15	Тема 15. Неврівноваженість обертових мас. Література: [1], стор. 120-123; [9], стор. 174 – 177. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i>	0,5
16	Тема 16. Урівноважування виготовлених роторів Література: [1] стор. 123-124. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, підготовка до виконання лабораторної роботи №6 та її захисту.</i>	1
17	Підготовка до екзамену	30
18	Підготовка до модульної контрольної роботи	4

*) Додатковий матеріал, рекомендований для самостійного вивчення в рамках означених тем.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять

Відвідування всіх видів навчальних занять з дисципліни є для студентів обов'язковим. Контроль присутності студентів на заняттях здійснюється викладачем на початку заняття з відмічанням присутності в журналі академічної групи, в тому числі і в електронному кампусі КПП.

Якщо заняття проводяться в дистанційному режимі, зокрема в мережі ZOOM, студент свою присутність має засвідчити, ввімкнувши мікрофон і камеру на вимогу викладача.

Відсутність студента на заняттях може бути тільки в разі поважної причини (хвороба, підтверджена медичною довідкою, або офіційний дозвіл від деканату). Матеріал пропущених занять мають бути відпрацьованим самостійно. Відпрацювання лабораторних робіт здійснюється за графіком кафедри.

Правила поведінки на заняттях

Студенти на заняття мають з'являтися своєчасно, без запізень.

На лекційних заняттях студенти повинні мати конспекти або бланки лекцій, попередньо отриманих від викладача в електронному вигляді. Студенти мають право задавати питання щодо роз'яснення незрозумілих положень, попередньо запитавши дозволу.

На практичні заняття студенти з'являються підготовленими з теорії за тими темами, що будуть розглядатися, та мати при собі необхідні засоби для виконання завдань (калькулятори, смартфони для виходу в інтернет тощо). Всі студенти мають проявляти активність в обговоренні питань, винесених для розгляду, пред'являти для перевірки домашні завдання на вимогу викладача.

На лабораторні заняття студенти з'являються підготовленими до лабораторних робіт та ознайомленими з правилами техніки безпеки при їх виконанні. При собі вони повинні мати бланки

протоколів. Під час проведення робіт всі студенти мають брати активну участь у їх виконанні, проводити необхідні записи та розрахунки, які, після виконання, затверджуються викладачем.

Дотримання дисципліни в аудиторії обов'язкове. Воно передбачає не допущення сторонніх розмов, користування будь-якими гаджетами чи іншими пристроями з метою, не передбаченою потребою виконання поставлених викладачем завдань, категоричне недопущення порушень техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт.

Правила захисту лабораторних робіт

До захисту лабораторних робіт допускаються студенти, що відпрацювали їх на заняттях та мають правильно оформлені і затверджені викладачем протоколи. Захист проходить у формі колоквіуму, за результатами якого викладач проводить бальне оцінювання і робить висновок щодо зарахування чи не зарахування лабораторної роботи.

Правила захисту індивідуальних завдань.

Індивідуальні завдання у вигляді задач після їх виконання здаються викладачу на перевірку. Після підтвердження правильності розв'язку проводиться співбесіда з теоретичних питань за темою завдання та методики розв'язання задачі. За результатами співбесіди викладач проводить бальне оцінювання і робить висновок щодо зарахування чи не зарахування виконаного завдання.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Ці правила відображені в рейтинговій системі оцінювання (див. п. 8)

Політика дедлайнів та перескладань

На початку семестру викладач інформує студентів щодо контрольних заходів та термінів їх проведення. Оголошуються графіки виконання індивідуальних завдань, інших видів робіт, та встановлюються граничні терміни їх виконання та здачі. Також оговорюються умови та терміни перескладань в разі негативного результату попередньої спроби.

Порушення дедлайнів карається зниженням балів у рейтингу (див. п. 8). Кількість перескладань обмежена, але не менша трьох, і встановлюється викладачем.

Політика щодо академічної доброчесності

В процесі вивчення дисципліни студенти виконують індивідуальні завдання, захищають лабораторні роботи, пишуть контрольні роботи та складають іспит. При цьому студенти і викладачі на взаємній основі керуються принципами академічної доброчесності стосовно неприпустимості плагіату, фальсифікації результатів роботи, корупційних проявів тощо.

Виявлення ознак плагіату та інших порушень політики академічної доброчесності у виконаних індивідуальних завданнях має наслідком заміну варіанту завдання, зниження балів у рейтингу аж до подачі на відраховання з університету.

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

Протягом семестру виконуються такі види контролю успішності студентів у вивченні дисципліни:

- **Поточний контроль.** Включає експрес-опитування за темою заняття.
- **Календарний контроль.** Проводиться двічі на семестр, як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
- **Семестровий контроль.** Екзамен.

Модульна контрольна робота

Теми 3 – 16.

Складається з двох частин.

Контрольна робота №1

Тема 3 Структурний аналіз та структурна класифікація механізму.

Контрольна робота №2

Тема 7. Метод планів швидкостей та прискорень.

Тема 8. Кінематичне дослідження зубчастих механізмів.

Тема 9. Класифікація сил, які дають на механізм, та методи їх визначення.

Тема 10. Рівняння руху механізмів.

Тема 12 Динаміка механізмів за усталеного режиму роботи. Регулювання руху машини.

Тема 14. Кінетостатичне дослідження плоских механізмів.

Тема 16. Урівноважування виготовлених роторів

8.1. Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

ЗА КРЕДИТНИМ МОДУЛЕМ 1

Рейтинг студента/ки з дисципліни складається з балів, що він/вона отримує за:

- 1) дві відповіді (кожного/ї студента/ки в середньому) на практичних заняттях протягом семестру (за умови, що на одному занятті опитують 5 студентів при максимальній чисельності групи 25 осіб – $\frac{9 \times 5 \text{ ст}}{25} = 2 \text{ відп.}$);
- 2) написання двох контрольних робіт;
- 3) виконання та захист 6 лабораторних робіт;
- 4) написання модульної контрольної роботи;
- 5) відповідь на екзамені.

1. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – **3**. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях протягом семестру дорівнює 3 бали x 2 = **6 балів**.

Критерії оцінювання відповідей:

- 3 бали – повна, вичерпна відповідь на поставлене запитання;
- 2 бали – відповідь по суті запитання із незначними неточностями;
- 1 бал – відповідь по суті запитання із суттєвими неточностями;
- 0 балів – відсутність знань за сформульованим запитанням.

2. Модульна контрольна робота

Ваговий бал – **13**.

Максимальна кількість балів за контрольні роботи за темами дорівнює 13 балів x 2 = **26 балів**.

Критерії оцінювання контрольних робіт:

- робота виконана правильно – 13 бали;
- відповідь (хід розв'язання) правильні, незначні помилки в обчисленнях чи обґрунтуваннях – 10-12 балів;
- відповідь (хід розв'язання) правильні, суттєві помилки в обчисленнях чи обґрунтуваннях – 7 - 9 балів;
- помилки в формулюваннях, доведеннях чи методиці розв'язання задачі – 1-6 балів;

- відсутність відповіді чи розв'язання задачі – 0 балів

3. Лабораторні роботи

Ваговий бал – 2.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює 2 бали x 6 = **12 балів**.

Критерії оцінювання лабораторних робіт:

- підготовка до лабораторної роботи (знання мети і методики проведення роботи та підготовка протоколу) , виконання лабораторної роботи і своєчасне оформлення протоколів випробувань – 0,5 бал;
- захист лабораторної роботи – 1,5 бали
 - знання теоретичних основ роботи, методики експериментальних досліджень та висновків (5 відповідей) – 1,5 бали;
 - неповні або неточні відповіді на запитання (4 відповіді) – 1 балів;
 - неповні або неточні відповіді на запитання (3 відповіді) – 0,5 бал;
 - відсутність знань – 0 балів).

Лабораторна робота вважається зарахованою, якщо число набраних балів складає не менше 1.

4. Виконання індивідуального завдання (1-й лист курсової роботи)

Ваговий бал – 6.

- своєчасне виконання завдання – 6 балів:

5. Штрафні та заохочувальні бали за:

- несвоєчасний (пізніше атестації) захист лабораторної роботи» «–1» бал;
- несвоєчасне оформлення протоколів випробувань «–0,5» балів;
- несвоєчасне (пізніше атестації) оформлення першого листа курсової роботи «–3» бали;
- невиконання індивідуального завдання (КР) «–2» бали;
- участь у факультетській олімпіаді з дисципліни, модернізації лабораторних робіт, виконанні завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни надається від 5 до **10** заохочувальних балів.

6. Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів складає:

$$R_C = 6 + 26 + 12 + 6 = 50 \text{ балів.}$$

Екзаменаційна складова шкали дорівнює (50 % від R):

$$R_E = R_C \frac{0,5}{1-0,5} = 50 \text{ балів ; } R_E = 50 \text{ балів.}$$

Критерії оцінювання відповідей на екзамені:

Розв'язання однієї задачі - **15** балів (всього дві задачі):

- правильне розв'язання задачі – 15 балів;
- розв'язання з незначними помилками – 10-14 балів;
- розв'язання зі значними помилками – 6-9- балів;
- розв'язання з помилками в методиці розв'язання задач – 1-5 балів;
- відсутність розв'язку - 0 балів.

Відповідь (письмова) на запитання у білеті - **10** балів (всього два запитання):

- 10 балів – повна, вичерпна відповідь на поставлене запитання;
- 7-9 балів – відповідь по суті запитання із незначними неточностями;
- 4-6 балів – неповна відповідь (відсутність необхідних обґрунтувань та математичних виводів);
- 1-3 бали – відповідь по суті запитання із суттєвими неточностями;
- 0 балів – відсутність знань за сформульованим запитанням.

Для підвищення оцінки студент/ка має право відповісти на усні запитання, кожне з яких оцінюється в 4 бали (максимальна кількість питань - 3);

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$R = R_C + R_E = 50 + 50 = 100 \text{ балів.}$$

7. Поточна та семестрова атестація

При проведенні поточної атестації оцінка «атестований/на» ставиться, якщо студент/ка набрав/ла не менше 60% балів з можливих на момент проведення чергової атестації. В іншому разі ставиться оцінка «не атестований/на».

Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, передбачених програмою, а також стартовий рейтинг (R_C) не менший $0,6R_C = 0,6 \cdot 50 = 30$ балів.

Позитивною оцінкою екзамену є оцінка, що перевищує 60% від R_E , тобто **30 балів** і вище. У випадку отримання екзаменаційної оцінки нижче за **30** балів перескладання іспиту відбувається поза екзаменаційною сесією.

Якщо студент/ка до екзамену набрав/ла $\geq 92\%$ від R_C , тобто $50 \times 0,92 = 46$ балів (за умови виконання індивідуальних завдань та всіх лабораторних робіт) він/вона має право без складання екзамену одержати оцінку «добре» («С» або «В»).

$RD = R_C + R_E$	Традиційна оцінка
95 – 100	відмінно
85 – 94	дуже добре
75 – 84	добре
65 – 74	задовільно
60 - 64	достатньо
$RD \leq 59$	незадовільно
$R_C < 24$ балів або не виконані інші умови допуску до екзамену	не допущений/на

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ «ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН» (кредитний модуль І), ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ЕКЗАМЕН

1. Структура механізму. Основні означення.
2. Типи та класифікація кінематичних пар. Класифікація кінематичних ланцюгів. Поняття про механізм.

3. Узагальнені координати механізму. Початкові та вхідні ланки механізму. Степінь свободи кінематичного ланцюга та ступінь рухливості механізму. Структурна формула для просторового та плоского механізмів. Пасивні ланки та в'язі.
4. Структурна схема механізму. Задачі та особливості структурного синтезу. Структурні групи Ассура. Класифікація структурних груп.
5. Порядок побудови структурної схеми механізму. Задачі та особливості структурного аналізу механізму. Класифікація механізмів за структурною ознакою.
6. Класифікація механізмів за функціональною, конструктивною ознакою, способом передачі руху, рухами, що виконують ланки.
7. Машина. Машинний агрегат. Основні вимоги, яким мають відповідати сучасні машини.
8. Кінематичні характеристики механізму. Методи їх дослідження. Порівняльна характеристика методів.
9. Аналітичний метод кінематичного дослідження кривошипно-повзункового механізму.
10. Метод перетворення координат в кінематичному аналізі механізмів.
11. Метод планів у кінематичному дослідженні механізмів. Теорема про подібність планів швидкостей і прискорень (доведення).
12. Плани швидкостей та плани прискорень для двоповідкових та триповідкових структурних груп.
13. Кінематичні діаграми механізму. Метод графічного диференціювання та інтегрування. Визначення масштабних коефіцієнтів кінематичних діаграм при їх графічному диференціюванні та інтегруванні.
14. Кінематичне дослідження кратних, диференціальних та планетарних зубчатих механізмів.
15. Кінематичне дослідження зубчастих механізмів. Графіки розподілу швидкостей.
16. Основні задачі динаміки механізмів і машин. Класифікація сил, що діють на механізм: визначення величини та точок прикладання.
17. Механічні характеристики машин.
18. Поняття про динамічну модель машинного агрегату. Зведення сил і мас.
19. Метод жорсткого важеля Жуковського для визначення зведеної сили.
20. Динамічне дослідження механізму. Рівняння руху в інтегральній та диференціальній формі..
21. Неусталений режим руху машинного агрегату.
22. Усталений режим руху механізму. Нерівномірність руху та причини, що її викликають. Коефіцієнт нерівномірності руху машини. Загальна характеристика способів його зменшення.
23. Динамічний синтез маховика по Мерцалову. Конструювання маховика та особливості його розташування в схемі механізму.
24. Регулятори та модератори: призначення та приклади конструкції.
25. Принцип Даламбера. Умова статичної визначності кінематичного ланцюга. Повне кінетостатичне дослідження механізму. Завдання та порядок проведення
26. Статична і моментна невірноваженість шарнірно-важільного механізму. Статичне та моментне зрівноважування механізму.
27. Види дисбалансу ротора і шляхи його усунення на стадії проектування.
28. Балансування виготовлених роторів. Статичне та динамічне балансування роторів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри ДММ та ОМ, к.т.н., доцентом **Захвайком О.П.**

Ухвалено кафедрою ДММ та ОМ (протокол № 11 від 01.07.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 1 від 29.08.2022 р.)

¹ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.