



ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

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; 3-й курс, осінній семестр.</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 годин / 5 кредитів (лекції – 18+18=36 год.; практичні – 18+9=27 год.; лабораторні – 18 год.; самостійна робота – 51+18=69 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>https://kpi.ua/#rozkladModal</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>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.</i>
Розміщення курсу	<i>https://do.ipkpi.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.</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення 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 I супроводжується значним обсягом лабораторних та практичних занять.

При вивченні кредитного модуля I з дисципліни “Теорія механізмів і машин” студенти опановують принципи класифікації механізмів і машин та методи їх аналізу. В результаті вивчення дисципліни студенти набувають:

- **ЗНАННЯ** основних законів кінематики та динаміки механізмів та їх систем; принципів реалізації руху за допомогою механізмів, взаємодії механізмів у машині, які обумовлюють кінематичні та динамічні властивості механічної системи; загальних методів аналізу різних типів плоских механізмів;
- **УМІННЯ** на практиці реалізувати системні підходи до аналізу машин і механізмів; знаходити кінематичні та динамічні характеристики механізмів за допомогою сучасних аналітичних та графоаналітичних методів;
- **ДОСВІД** використання вимірювальної апаратури та приладдя для визначення кінематичних та динамічних параметрів машин і механізмів; розробки алгоритмів програм розрахунків параметрів на ЕОМ, виконання конкретних розрахунків.

При вивченні кредитного модуля 2 студенти опановують методи синтезу механізмів з нижчими і вищими парами, основи теорії зубчастого зачеплення та кулачкових механізмів, вплив тертя та способи його врахування на закони руху, віброактивність машинних агрегатів та способи її усунення. В результаті вивчення дисципліни студенти набувають:

- **ЗНАННЯ** основних принципів проектування схем різних типів плоских механізмів з нижчими і вищими парами, теорії зубчастого зачеплення та кулачкових механізмів, законів тертя та пов'язаного з ним зносу, джерел вібрації в механізмах та способів віброзахисту;
- **УМІННЯ** на практиці реалізувати системні підходи до синтезу механізмів з нижчими і вищими парами; проектувати схеми механізмів за допомогою сучасних аналітичних та графоаналітичних методів, визначати сили тертя, коефіцієнти корисної дії кінематичних ланцюгів різних типів;
- **ДОСВІД** використання вимірювальної апаратури та приладдя для визначення розмірів та кінематичних характеристик зубчастих і кулачкових механізмів; розробки алгоритмів програм розрахунків параметрів на ЕОМ, виконання конкретних розрахунків.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Курс «Теорія механізмів і машин» 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”. Дана дисципліна є основою або тісно пов'язана з такими загально інженерними та спеціальними дисциплінами як “Деталі машин”, “Теорія коливань і стійкість руху”, “Основи робототехніки”.

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. Силовий 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.

Розділ 8. Синтез плоских механізмів

Тема 17. Синтез кінематичних схем механізмів з нижчими парами.

Тема 18. Синтез механізмів з вищими парами.

Розділ 9. Зубчасте зачеплення

Тема 19. Класифікація зубчастих передач.

Тема 20. Евольвентна циліндрична передача.

Тема 21. Просторові зубчасті передачі.

Розділ 10. Кулачкові механізми

Тема 22. Види, призначення та особливості кулачкових механізмів.

Тема 23. Кінематичний аналіз кулачкових механізмів.

Тема 24. Синтез кулачкових механізмів.

Розділ 11. Тертя та зношування в кінематичних парах

Тема 25. Види тертя в кінематичних парах.

Тема 26. Сухе та рідинне тертя.

Тема 27. Механічний коефіцієнт корисної дії.

Тема 28. Зношення елементів кінематичних пар.

Розділ 12. Вібрації в механізмах. Віброзахист

Тема 29. Демпфірування коливань.

Тема 30. Конструкції гасників і амортизаторів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

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>
2. 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>

3. Теорія механізмів і машин/ А.С.Кореняко; Під ред. М.К.Афанасьева.-К.: Вища шк. Головне вид-во, 1987.- 206с. *)
4. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: Учеб. для вузов.- 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука. Гл. ред. физ. –мат. мет., 1988. – 640 с. *)
5. Теория механизмов и машин: Учеб. для вузов / К. В. Фролов, С. А. Попов, А. К. Мусатов и др.; :Под ред. К. В. Фролова. – 3-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2001. – 496 с. : ил. *)
6. Попов С.А. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин.- М., 1985. *)

Допоміжна література

7. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин / Кореняко А.С. и др.- "Вища школа", 1970, 332 с. *)
8. Синтез циліндричного евольвентного зачеплення з використанням програмного модуля "PROF Z". Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни "Теорія механізмів і машин" для студентів напряму підготовки 6.050501 "Прикладна механіка" / Укл.: к.т.н., доц. О.П. Заховайко. – К.: НТУУ "КПІ", 2010. – 42 с.
https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&ir_own
9. 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
10. Левитский Н.И. Теория механизмов и машин :Учебное пособие для вузов. – 2 – е изд. перераб. и доп. – М. :Наука. Гл. ред. физ. –мат. лит. ,1990. – 592 с. *)
11. Левитская О.И. „Левитский Н.И. Курс теории механизмов и машин : Учеб. пособие для тех. Спец. Вузов. – 2 – е изд. ,перераб. И доп. – М. :Высш. Шк. , 1985. – 279 с. ,ил. *)
12. 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>
13. 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>
14. Сборник задач по теории механизмов и машин / И.И. Артоболевский, Б.В. Эдельштейн, Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука", 1975. – 256 стр. *)
15. 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

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	<p>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. Література: [1], стор. 9-11; [3], стор.3-6; [4], стор. 11-20; [5], стор. 4-18.</p> <p>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. Література: [1], стор. 11-20; [3], стор.7-14; [4], стор. 20-40; [5], стор. 18-41.</p> <p>Тема 3. Структурний аналіз та структурна класифікація механізму Поняття про групу Ассура. Класифікація груп Ассура. Література: [1], стор. 20-22; [3], стор. 17 - 23; [4], стор. 52-63; [5], стор. 34-50.</p>
Лекція 2	<p>Тема 3. Структурний аналіз та структурна класифікація механізму (продовження) Структурна схема механізму. Класифікація механізмів за структурною ознакою. Література: [1], стор. 23-27; [3], стор. 17 - 23; [4], стор. 34-63; [5], стор. 34-50.</p> <p>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. Література: [1], стор. 27-30; [3], стор.3-6; [4], стор. 34-63.</p>
Лекція 3	<p>Тема 5. Аналітичні методи кінематичного дослідження механізмів. Основні кінематичні характеристики механізмів. Передатні функції та</p>

	<p>відношення. Приклади дослідження деяких типових механізмів.</p> <p>Література: [1], стор. 31-42; [3], стор. 48 - 56; [4], стор. 64-79, 112-130, 174-202; [5], стор. 59-65, 89-109, 128-139.</p> <p>Тема 6. Метод кінематичних діаграм. Діаграми руху точок та ланок механізмів. Графічне диференціювання та інтегрування. Визначення масштабів діаграм. Перевірка правильності виконаних побудов.</p> <p>Література: [1], стор. 43-50; [3], стор. 24 - 37; [4], стор. 103-112; [5], стор. 109-118.</p> <p>Тема 7. Метод планів швидкостей та прискорень. Плани механізму. Плани швидкостей та прискорень твердого тіла. Властивості планів швидкостей та прискорень.</p> <p>Література: [1], стор. 50-53; [3], стор. 37 - 39; [5], стор. 65-70.</p>
Лекція 4	<p>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.</p> <p>Література: [1], стор. 53-59; [3], стор. 39 - 47; [4], стор. 79-102; [5], стор. 70-89.</p>
Лекція 5	<p>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.</p> <p>Література: [1], стор. 60-66; [3], стор. 107-116; [4], стор. 145-166; [5], стор. 70-75, 402-413.</p> <p>Тема 9. Класифікація сил, які дають на механізм, та методи їх визначення. Рушійні сили і моменти. Сили і моменти опору. Сили тягіння. Сили інерції. Сили і моменти, прикладені до стояка ззовні. Реакції (тиски) в кінематичних парах.</p> <p>Література: [1], стор. 67-72; [3], стор. 137 - 144; [4], стор. 206-210, 238-247; [5], стор. 140-141.</p>
Лекція 6	<p>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.</p> <p>Література: [1], стор. 72-83; [3], стор. 116 – 124, 155-157, 160 – 167; [4], стор. 210-212, 324-344; [5], стор. 141-156.</p> <p>Тема 11. Динаміка механізмів за неусталеного режиму роботи. Фази руху машинного агрегату. Поняття про неусталений режим роботи.</p> <p>Література: [1], стор. 84-85; [3], стор. 122– 123.</p>
Лекція 7	<p>Тема 12 Динаміка механізмів за усталеного режиму роботи. Регулювання руху машини. Нерівномірність руху механізму за усталеного режиму роботи. Визначення</p>

	<p>коефіцієнту нерівномірності руху механізму. Шляхи мінімізації коефіцієнта нерівномірності руху: динамічний синтез маховика; регулятори і модератори (класифікація та особливості конструкції).</p> <p>Література: [1], стор. 95-103; [3], стор. 123– 124, 167 - 173; [4], стор. 373-410; [5], стор. 164-173.</p> <p>Тема 13. Кінетостатичне дослідження груп Ассура.</p> <p>Умова кінетостатичної визначності кінематичного ланцюга. Визначення тисків у кінематичних парах за методом Бруєвича.</p> <p>Література: [1], стор. 104-105; [3], стор. 144 - 148; [4], стор. 247-263; [5], стор. 180-185.</p>
Лекція 8	<p>Тема 14. Кінетостатичне дослідження плоских механізмів.</p> <p>Плани сил структурної групи. Кінетостатичний розрахунок початкової ланки. Силовий розрахунок типових механізмів з нижчими і вищими кінематичними парами методом планів сил.</p> <p>Література: [1], стор. 105-111; [3], стор. 144 - 155; [4], стор. 247-275; [5], стор. 180-201</p>
Лекція 9	<p>Тема 14. Кінетостатичне дослідження плоских механізмів (продовження).</p> <p>Визначення урівноважувальних сил та моментів методом жорсткого важеля Жуковського.</p> <p>Література: [1], стор. 111-113; [3], стор. 155 - 157.</p> <p>Тема 15. Неврівноваженість обертових мас.</p> <p>Неврівноваженість роторів та її види. Урівноважування роторів на стадії проектування.</p> <p>Література: [1], стор. 120-123; [3], стор. 174 – 177; [4], стор. 292-295; [5], стор. 211-217.</p> <p>Тема 16. Урівноважування виготовлених роторів.</p> <p>Статичне та динамічне балансування виготовлених роторів.</p> <p>Література: [1], стор. 123-124; [3], стор. 179 - 181; [4], стор. 295-300; [5], стор. 217-225</p>
Лекція 10	<p>Тема 17. Синтез кінематичних схем механізмів з нижчими парами</p> <p>Умова існування кривошипа в чотириланкових механізмах (правило Грасгофа). Приклади синтезу чотириланкових механізмів.</p> <p>Література: [2], стор. 8-11; [3], стор. 57 - 59; [4], стор. 550-568; [5], стор. 307-321; [6], стор. 15 – 25</p> <p>Тема 18. Синтез механізмів з вищими парами</p> <p>Основна теорема зачеплення. Основна теорема зачеплення для плоских механізмів (теорема Вілліса). Графічні методи синтезу спряжених профілів.</p> <p>Література: [2], стор. 12-20; [3], стор. 60 - 61; [4], стор. 323-327; [5], стор. 340-352</p>
Лекція 11	<p>Тема 19. Класифікація зубчастих передач</p> <p>Класифікація за типом передачі, за формою зубця, за формою коліс, за кількістю ступенів, за розташуванням осей.</p> <p>Література: [2], стор. 23-25.</p>

	<p>Тема 20. Евольвентна циліндрична передача Загальні відомості. Геометрія евольвентного зачеплення. Методи виготовлення зубчастих коліс. Визначення розмірів зачеплення.</p> <p>Література: [2], стор. 25-44; [3], стор. 75 – 86, 92 - 97; [4], стор. 427-441, 446-451, 455-466, 468-475; [5], стор. 358-372, 373-377; [6], стор. 42 – 56, 73 - 76; [7], стор. 36 - 40; [8], стор. 3 - 14.</p>
Лекція 12	<p>Тема 20. Евольвентна циліндрична передача (продовження). Косозубе зачеплення. Елементи зовнішнього евольвентного зачеплення. Вплив зміщення інструменту на форму зубців при їх нарізанні. Показники якості зачеплення. Інтерференція зубчастих профілів. Підрізання та загострення зубців.</p> <p>Література: [2], стор. 45-59; [3], стор. 75 – 86, 92 - 97; [4], стор. 427-441, 446-451, 455-466, 468-475; [5], стор. 358-372, 373-377; [6], стор. 42 – 56, 73 - 76; [6], стор. 36 – 40; [7], стор. 3 - 14.</p>
Лекція 13	<p>Тема 20. Евольвентна циліндрична передача (продовження). Вибір коефіцієнтів зміщення. Блокуючі контури.</p> <p>Література: [2], стор. 60-62; [3], стор. 75 – 86, 92 - 97; [4], стор. 427-441, 446-451, 455-466, 468-475; [5], стор. 358-372, 373-377; [6], стор. 42 – 56, 73 - 76; [7], стор. 36 – 40; [8], стор. 3 - 14.</p> <p>Тема 21. Просторові зубчасті передачі. Евольвентна конічна передача. Передачі з осями, що перехрещуються.</p> <p>Література: [2], стор. 62-74; [3], стор. 97 - 107; [4], стор. 475-493; [5], стор. 383-401; [6], стор. 78 – 81.</p> <p>Тема 22. Види, призначення та особливості кулачкових механізмів Плоскі кулачкові механізми. Просторові механізми. Способи замикання кулачка і штовхача: силове замикання; геометричне замикання. Основні переваги та недоліки кулачкових механізмів. Геометрія кулачка: фази руху штовхача; фазові кути кулачка.</p> <p>Література: [2], стор. 77-83; [3], стор.61-63, 67; [4], стор. 510-516; [5], стор. 422-426; [6], стор.103-104.</p>
Лекція 14	<p>Тема 23. Кінематичний аналіз кулачкових механізмів. Задачі та методи кінематичного аналізу кулачкових механізмів. Приклади розв'язання задач.</p> <p>Література: [2], стор.84-88; [3], стор. 65-67; [4], стор. 130-136; [6], стор.101-103.</p> <p>Тема 24. Синтез кулачкових механізмів. Діаграми руху штовхача. М'які та жорсткі удари в кінематичній парі "кулачок-штовхач". Динамічний синтез кулачкових механізмів з поступально рухомим штовхачем. Динамічний синтез кулачкових механізмів з обертальним штовхачем.</p> <p>Література: [2], стор.88-97; [3], стор.69-70; [4], стор. 516-535; [5], стор. 426-441; [6], стор.106-118.</p>
Лекція 15	<p>Тема 24. Синтез кулачкових механізмів (продовження). Динамічний синтез кулачкових механізмів з плоским тарілчастим штовхачем. Кінематичний синтез плоских кулачкових механізмів. Кінематичний та динамічний синтез механізму з циліндричним кулачком.</p>

	Література: [2], стор.98-109; [3], стор.69-70; [4], стор.535-550; [5], стор. 441-452; [6], стор.118-139.
Лекція 16	<p>Тема 25. Види тертя в кінематичних парах. Історія питання. Природа тертя. Класифікація тертя за різними ознаками. Література: [2], стор.111-113; [3], стор. 124-125; [4], стор. 212-214, [5], стор. 206-209.</p> <p>Тема 26. Сухе та рідинне тертя. Закони тертя Амантона-Кулона. Вплив експлуатаційних факторів на коефіцієнт тертя. Тертя в нижчих кінематичних парах (повзунах, п'ятах, гвинтових парах, парах з гнучким зв'язком). Література: [2], стор.113-129; [3], стор. 125-130; [4], стор. 209-211; стор. 214-234; [5], 225-230.</p>
Лекція 17	<p>Тема 26. Сухе та рідинне тертя (продовження). Тертя ковзання змащених тіл. Література: [2], стор.129-136; [3], стор. 126-127; [4], стор. 229-234.</p> <p>Тема 27. Зношення елементів кінематичних пар. Види зношення. Стадії зношування. Кількісна оцінка зношення та засоби збільшення зносостійкості. Література: [2], стор.136-140; [5], стор. 243-252.</p>
Лекція 18	<p>Тема 28. Механічний коефіцієнт корисної дії. Коефіцієнт втрат та коефіцієнт корисної дії механічної системи. Визначення к.к.д. кінематичних ланцюгів. Література: [2], стор.140-144; [3], стор. 132 - 136; [4], стор. 308-324; [5], стор. 220-221.</p> <p>Тема 29. Демпфірування коливань. Джерела вібрацій у механізмах. Методи віброгасіння. Розрахунок демпфера. Література: [2], стор.147-152; [3], стор. 181–183; [5], стор. 267-286.</p> <p>Тема 30. Конструкції гасників і амортизаторів. Інерційні гасники. Повітряні демпфери. Рідинні демпфери. Амортизатори. Література: [2], стор.153-156; [5], стор. 286-306.</p>

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.
10	Синтез механізмів з нижчими парами (тема 17). Синтез механізмів з вищими парами (тема 18).
11	Синтез евольвентного зачеплення з використанням ПК (тема 20).
12	Кінематичний аналіз кулачкових механізмів. (тема 23). Профільювання кулачків графоаналітичними методами (тема 24).
13	Профільювання кулачків аналітичними методами (тема 24). Силовий розрахунок механізмів з урахуванням сил тертя (тема 26)
14	Силовий розрахунок механізмів з урахуванням сил тертя (тема 26). Визначення к.к.д. кінематичних ланцюгів різних типів (тема 27)

Література: [1, 2, 3, 6, 7, 8, 14].

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 степеню 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	Профільювання евольвентного зубчастого зачеплення (теми 4, 8)	2
5	Визначення кінематичних параметрів зубчастих механізмів (тема 8)	2
6	Урівноважування обертових мас (теми 15, 16)	4

Література: [1, 9]

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента передбачає 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	<p>Тема 1. Введення у предмет вивчення</p> <p>Історія створення механізмів і машин від античних часів до сьогодення. Історія теорії механізмів і машин як науки. Література: [1], стор. 9-10; [5], стор. 5-17.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i></p>	1
2	<p>Тема 2. Загальні поняття та означення</p> <p>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, [4], стор. 32-34; [5], стор. 18-32.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i></p>	1
3	<p>Тема 3. Структурний аналіз та структурна класифікація механізму</p> <p>Побудова структурних схем та визначення класу і порядку плоских механізмів. Література: [1], стор. 23-27; [3], стор. 18-23; [4], стор. 40-47; [5], стор. 18-32.</p> <p><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 №1 та її захисту.</i></p>	0,75
4	<p>Тема 4. Основні ознаки, за якими класифікуються механізми в інженерній практиці. Машина. Машинний агрегат.</p> <p>Література: [1], стор. 27-30; [3], стор.3-6; [4], стор. 34-63.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i></p>	0,25
5	<p>Тема 5. Аналітичні методи кінематичного дослідження механізмів</p> <p>Передатні функції та відношення механізмів. Дослідження кривошипно-коромислового механізму методом замкнених векторних контурів; метод перетворення координат.*)</p> <p>Література: [1], стор. 36-43; [3], стор. 48-56; [4], стор. 70-73, 112-117.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i></p>	2
6	<p>Тема 6. Метод кінематичних діаграм</p> <p>Побудова кінематичних діаграм для шарнірно-важільних механізмів. Визначення масштабів діаграм. Перевірка правильності виконаних побудов. Література: [1], стор. 43-50; [3], стор. 24-37; [4], стор. 103-112; [5], стор. 109-118.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках</i></p>	1

	<i>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>	
7	<p>Тема 7. Метод планів швидкостей та прискорень</p> <p>Побудова планів швидкостей і прискорень для механізмів 2-го і третього класів.</p> <p>Література: [1] 53-60; [3], стор. 37 - 47; [4], стор. 79-102; [5], стор. 65-89.</p> <p><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></p>	2
8	<p>Тема 8. Кінематичне дослідження зубчастих механізмів.</p> <p>Кінематичне дослідження багатоступінчастих планетарних зубчастих механізмів аналітичним методом зупинки водила і з застосуванням графіків розподілу швидкостей. Визначення передатних відношень в багатоланкових зубчастих механізмах.</p> <p>Література: [1], стор. 60-66; [3], стор. 107-116; [4], стор. 145-166; [5], стор. 70-75, 402-413.</p> <p><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></p>	1
9	<p>Тема 9. Класифікація сил, які дають на механізм, та методи їх визначення.</p> <p>Література: [1], стор. 68-71; [3], стор. 137 - 141; [4], стор. 238-241.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i></p>	1
10	<p>Тема 10. Рівняння руху механізмів.</p> <p>Побудова динамічної моделі машинного агрегату: зведення сил і мас.</p> <p>Література: [1], стор. 75-82; [3], стор. 161 – 163; [4], стор. 324-330, 336-340; [5], стор. 144-153.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i></p>	1
11	<p>Тема 11. Динаміка механізмів за неусталеного режиму роботи.</p> <p>Динамічне дослідження різних типів машинних агрегатів за неусталеного режиму роботи. *)</p> <p>Література: [1], стор. 84-95; [3], стор. 163– 167.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i></p>	2
12	<p>Тема 12 Динаміка механізмів за усталеного режиму роботи. Регулювання руху машини.</p> <p>Література: [1], стор. 95-103; [3], стор. 170 - 173; [4], стор. 382-393; [5], стор. 167-173.</p>	2

	<i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i>	
14	<p>Тема 14. Кінетостатичне дослідження плоских механізмів.</p> <p>Вивчення методів силового розрахунку шарнірно-важільних, зубчастих і кулачкових механізмів методами планів сил і жорсткого важеля Жуковського</p> <p>Література: [1], стор. 105-111; [3], стор. 144 - 155; [4], стор. 247-275; [5], стор. 180-201</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i></p>	4
15	<p>Тема 15. Неврівноваженість обертових мас.</p> <p>Література: [1], стор. 120-123; [3], стор. 174 – 177; [4], стор. 292-295; [5], стор. 211-217.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i></p>	0,5
16	<p>Тема 16. Урівноважування виготовлених роторів</p> <p>Література: [1] стор. 123-124; [4], стор. 217-225.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, підготовка до виконання лабораторної роботи №6 та її захисту.</i></p>	1,5
17	<p>Тема 17. Синтез кінематичних схем механізмів з нижчими парами</p> <p>Синтез чотириланкових механізмів: кривошипно-повзункового, кривошипно-коромислового, з хитним циліндром.</p> <p>Література: [2], стор. 8-10; [5], стор. 310-314.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i></p>	1
18	<p>Тема 18. Синтез механізмів з вищими парами</p> <p>Література: [2], стор. 18 - 20, [5], стор. 350-352.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i></p>	1
19	<p>Тема 19. Класифікація зубчастих передач</p> <p>Література: [2], стор. 23-25.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i></p>	0,25
20	<p>Тема 20. Евольвентна циліндрична передача</p> <p>Історія створення і розвитку зубчастих передач. Конструктивні особливості.</p> <p>Література: [2], стор. 23-25; [4], стор. 145-166; [5], стор. 27. 29.</p> <p>Нові види зубчастих зачеплень.*)</p> <p>Література: [5], стор. 96-97.</p> <p>Твірні поверхні та геометрія формоутворюючого інструменту.*)</p>	1,75

	<p>Література: [2], стор. 30-35, 65; [5], стор. 354-357.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i></p>	
21	<p>Тема 21. Просторові зубчасті передачі</p> <p>Література: [2], стор. 68-74; [3], стор. 101-107; [4], стор. 484-493; [5], стор. 394-401.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i></p>	1
22	<p>Тема 22. Види, призначення та особливості кулачкових механізмів</p> <p>Література: [2], стор. 77-79; [3], стор. 61-63; [4], стор. 510-513; [5], стор. 444-447.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i></p>	0,7
23	<p>Тема 23. Кінематичний аналіз кулачкових механізмів</p> <p>Побудова планів швидкостей і прискорень для кулачкових механізмів. Аналітичні методи кінематичного дослідження кулачкових механізмів</p> <p>Література: [2], стор. 45-59, 67-87; [3], стор. 48-56; [4], стор. 70-73, 79-102, 112-117; [5], стор. 65-89.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i></p>	1,3
24	<p>Тема 24. Синтез кулачкових механізмів</p> <p>Графоаналітичні методи кінематичного синтезу плоских кулачкових механізмів.*)</p> <p>Література: [4], стор. 537-550; [5], стор. 466-469.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i></p>	1
25	<p>Тема 25. Види тертя в кінематичних парах.</p> <p>Література: [2], стор.111-113; [3], стор. 124-125; [4], стор. 212-214, [5], стор. 206-209.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i></p>	0,25
26	<p>Тема 26. Сухе та рідинне тертя</p> <p>Дії сил в кінематичних парах з урахуванням тертя. Силовий розрахунок механізмів з урахуванням тертя.*)</p> <p>Література: [3], стор. 157-160; [4], стор. 209-211; стор. 214-234; [5], 230-238.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i></p>	1,75
27	<p>Тема 27. Зношення елементів кінематичних пар</p> <p>Література: [2], стор.136-140; [5], стор. 248-252.</p>	2

	<i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i>	
28	<p>Тема 28. Механічний коефіцієнт корисної дії</p> <p>Визначення к.к.д. кінематичних ланцюгів з послідовним, паралельним та змішаним з'єднанням елементів.</p> <p>Література: [2], стор.140-144; [3], стор. 132 - 135; [4], стор. 308-313.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i></p>	1
29	<p>Тема 29. Демпфірування коливань</p> <p>Розрахунок параметрів гасника з обертальними масами. *)</p> <p>Література: [2], стор.148-152.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять, розв'язання заданих для самостійного виконання задач.</i></p>	0,5
30	<p>Тема 30. Конструкції гасників і амортизаторів</p> <p>Література: [1], стор.153-156; [4], стор. 286-306.</p> <p><i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми, підготовка до аудиторних занять.</i></p>	0,5
31	Підготовка до модульної контрольної роботи	4
32	Підготовка до екзамену	30

*) 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 КПІ.

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. 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 затвержені 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 іспити і заліки. 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 відрахування 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 / залік.

Контрольні роботи

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

Модульна контрольна робота

Теми 17 – 30.

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) відповідь на екзамені.

1. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – **3**. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях протягом семестру дорівнює $3 \text{ бали} \times 2 = \mathbf{6 \text{ балів}}$.

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. Контрольні роботи

Ваговий бал – **13**.

Максимальна кількість балів на питання в контрольному завданні – **13 балів.**

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

Критерії оцінювання завдань у контрольних роботах.

Розв'язання задачі підвищеної складності:

- хід розв'язання правильний **13 балів;**
- хід розв'язання правильний, незначні помилки в обчисленнях чи обґрунтуваннях **9-12 балів;**
- хід розв'язання правильний, суттєві помилки в обчисленнях чи обґрунтуваннях **4-8 балів;**
- помилки в методиці розв'язання задачі **1-3 балів;**
- відсутність 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»).

ЗА КРЕДИТНИМ МОДУЛЕМ 2

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

- 1) дві відповіді (кожного студента 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) Модульна контрольна робота за темами, яка включає комплексне завдання, що складається з двох частин по чотири запитання (задачі) у кожній;
- 3) Відповідь на заліку.

1. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – **6**. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях протягом семестру дорівнює $6 \text{ балів} \times 2 = 12 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання відповідей:

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

2. Модульна контрольна робота

Ваговий бал – **24**.

Максимальна кількість балів за контрольні роботи за темами дорівнює 24 бали x 2 = **48 балів**.

Критерії оцінювання контрольних робіт:

- робота виконана правильно – 24 бали;
- відповідь (хід розв'язання) правильні, незначні помилки в обчисленнях чи обґрунтуваннях – 20 бали;
- відповідь (хід розв'язання) правильні, суттєві помилки в обчисленнях чи обґрунтуваннях – 12 - 16 балів;
- помилки в формулюваннях, доведеннях чи методиці розв'язання задачі – 6-10 балів;
- відсутність відповіді чи розв'язання задачі – 0 балів

3. Штрафні та заохочувальні бали за:

- відсутність на практичному занятті без поважної причини – 1 бал;
- невиконання домашнього завдання – 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.

4. Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів складає:

$$R_C = 12 + 48 = 60 \text{ балів.}$$

Екзаменаційна складова шкали дорівнює (40 % від R):

$$R_E = R_C \frac{0,4}{1 - 0,4} = 40 \text{ балів}; \quad R_E = 40 \text{ балів.}$$

Критерії оцінювання відповідей на заліку:

Розв'язання однієї задачі - **12** балів (всього дві задачі):

- правильне розв'язання задачі – 12 балів;
- розв'язання з незначними помилками – 10 балів;
- розв'язання зі значними помилками – 8 балів;
- розв'язання з помилками в методиці розв'язання задач – 5 балів;
- відсутність розв'язку - 0 балів.

Відповідь (письмова) на запитання у білеті - **8** балів (всього два запитання):

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

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

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$R = R_C + R_E = 60 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

5. Поточна та семестрова атестація

Необхідною умовою допуску до заліку є здача КР, а також стартовий рейтинг (R_C) не менший $0,4R_C = 0,4 \cdot 60 = 24$ балів.

Позитивною оцінкою на заліку є оцінка, що перевищує 50% від R_E , тобто **20 балів** і вище. У випадку отримання оцінки нижче за **20** балів перескладання заліку відбувається у встановленому порядку згідно з розкладом кафедри.

Якщо студент до заліку набрав $\geq 92\%$ від R_C , тобто $60 \times 0,92 = 55$ балів (за умови зарахування КР) він має право без складання заліку одержати оцінку «добре» або «дуже добре».

Для отримання студентом/кою відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його/її рейтингова оцінка **RD** переводиться згідно з таблицею:

RD = R_C + R_E	Традиційна оцінка
95 – 100	відмінно
85 – 94	дуже добре
75 – 84	добре
65 – 74	задовільно
60 - 64	достатньо
RD ≤ 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 I), 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 замкнених векторних контурів 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.

**ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ
«ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН» (кредитний модуль 2),
ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ЕКЗАМЕН**

1. Синтез механізмів з нижчими парами. Правило Грасгофа.
2. Синтез механізмів з нижчими парами за заданими положеннями вихідної ланки та за середньою швидкістю руху вихідної ланки.
3. Основна теорема зачеплення. Поняття про аксоїди.
4. Доведення основної теореми зачеплення для плоских зубчастих механізмів.
5. Історія розвитку зубчастих передач. Конструкція, особливості та основні недоліки сучасних цівкових передач.
6. Класифікація зубчастих передач. Поняття про евольвенту. Обґрунтування спряженості евольвентних профілів.
7. Геометрія евольвентного зачеплення (поняття про модуль, ділильне коло, крок зачеплення).
8. Методи виготовлення зубчастих коліс, їх переваги та недоліки.
9. Метод обкочування при нарізанні зубчастих коліс: варіанти нарізання (за Олів'є); інструментальна рейка та її параметри.
10. Основні рухи інструмента і заготовки в процесі нарізання; типи коліс, отримуваних залежно від установки інструменту у верстатному зачепленні.
11. Визначення розмірів зачеплення. Три типи зачеплень, які можна отримати, залежно від сумарного зміщення коліс; інволюта кута; формули для визначення розмірів зачеплення і коліс, нарізаних без зміщення.
12. Косозубе зачеплення. Основні розміри косозубих коліс.
13. Вплив зміщення інструменту на форму зубців при їх нарізанні. Показники якості зачеплення (загальні означення).
14. Коефіцієнт перекриття для прямозубих та косозубих евольвентних передач.

15. Коефіцієнт питомого ковзання.
16. Коефіцієнт питомого тиску.
17. Інтерференція зубчастих профілів. Підрізання і загострення зубців. Вивід формули для визначення мінімальної величини коефіцієнта зміщення для уникнення підрізання ніжок зубців.
18. Вибір коефіцієнтів зміщення: поняття про блокуючі контури.
19. Кінематичне дослідження зубчастих механізмів. Графіки розподілу швидкостей.
20. Кінематичне дослідження кратних, диференціальних та планетарних зубчастих механізмів.
21. Типи та конструктивні особливості кулачкових механізмів.
22. Геометрія кулачка. Фази руху штовхача.
23. Аналіз кулачкових механізмів з поступально рухомим штовхачем з загостреним штовхачем та штовхачем, спорядженим роликом.
24. Аналіз кулачкових механізмів з коромисловим штовхачем, спорядженим роликом.
25. Аналіз кулачкових механізмів з плоским тарілчастим штовхачем.
26. Основна задача синтезу кулачкових механізмів. Варіанти діаграм руху штовхача: безударна робота механізму, м'які та жорсткі удари.
27. Визначення мінімального радіуса кулачка механізму з поступально рухомим штовхачем.
28. Визначення мінімального радіуса кулачка механізму з коромисловим штовхачем.
29. Вибір мінімальних розмірів кулачка механізму з плоским тарілчастим штовхачем.
30. Кінематичний синтез кулачкових механізмів з поступально рухомим штовхачем (графічний та аналітичний метод).
31. Кінематичний синтез кулачкових механізмів з коромисловим штовхачем (графічний та аналітичний метод).
32. Кінематичний синтез кулачкових механізмів з плоским тарілчастим штовхачем (графічний та аналітичний метод).
33. Синтез кулачкового механізму з циліндричним кулачком.
34. К.к.д. та коефіцієнт втрат.
35. Визначення к.к.д. кінематичних ланцюгів з послідовним з'єднання елементів.
36. Визначення к.к.д. кінематичних ланцюгів з паралельним з'єднання елементів.
37. Визначення к.к.д. кінематичних ланцюгів зі змішаним з'єднання елементів.
38. Зношування елементів кінематичних пар: види зносу; стадії зношування; кількісна оцінка зносу; зносостійкість.
39. Вібрації в механізмах: причини і наслідки. Способи віброзахисту.
40. Конструкції гасників та амортизаторів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою ДММ та ОМ (протокол № ___ від _____)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № __ від _____)

¹ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.