



МЕХАНІКА. ОПІР МАТЕРІАЛІВ ТА ДЕТАЛІ 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>136 Металургія</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютеризовані процеси лиття</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2-й курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредитів (лекції – 36 год.; практичні – 18 год.; лабораторні – 18 год.; самостійна робота – 48 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР</i>
Розклад занять	<i>https://kpi.ua/#rozkladModal</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., доцент, Сидоренко Юрій Михайлович, (050) 363 52 80; yura_michael@ukr.net Практичні / Лабораторні: ас. Устименко Павло Романович, (066) 522 48 90; pavloustymenko96@gmail.com;</i>
Розміщення курсу	<i>http://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/materiali/%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B41.html; http://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/vikladachi-kafedri/22-sydorenko-yurii-mykhailovych.html.</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Освітній компонент "Механіка. Опір матеріалів та деталі машин" відноситься до загально інженерних дисциплін за своїм змістом знаходиться на перехресті загально технічних і спеціальних дисциплін, передбачених програмою підготовки інженерно-технічних кадрів. Він тісно пов'язаний з іншими суміжними дисциплінами: математикою, фізикою, матеріалознавством, теоретичною механікою, кристалографією, електротехнікою та ін. В курсі майбутні спеціалісти знайомляться з методами оцінки міцності, надійності та економічності механізмів, машин і технологічного обладнання, із засобами, що забезпечують технологію виробництва, а також з окремими методиками проведення експериментальних досліджень.

Освітній компонент "Опір матеріалів та деталі машин" складається з трьох частин. В першій частині розглядаються загальні питання синтезу, статички, динаміки та кінетостатички різноманітних механізмів і машин. У другій – розглядаються питання деформування та руйнування матеріалів при різного роду навантаженнях, яка складає основу подальшого засвоєння матеріалу загального курсу. Заключна третя частина присвячена вивченню уніфікованих вузлів і окремих деталей загально інженерного призначення, їхніх конструктивних особливостей та основ проектування. Окремі розділи курсу торкаються питань оцінки довговічності деталей та впливу на неї нестационарності режимів теплового та механічного навантажень, а також питань матеріалознавства. Усі розділи курсу тісно переплітаються між собою та мають велике значення для формування інженерних поглядів майбутнього спеціаліста.

Крім лекційного матеріалу програмою курсу передбачено самостійну роботу студентів із науково-технічною літературою, практичні, лабораторні заняття з розрахунків кінематики приводів механізмів і машин, розрахунків міцності, жорсткості та стійкості окремих елементів конструкцій, довготривалості механічних передач. При виконанні лабораторних робіт студенти знайомляться з методиками проведення механічних випробувань із визначення фізико-механічних властивостей сучасних конструкційних матеріалів.

Метою та головним завданням курсу є навчити майбутніх спеціалістів загальних принципів розробки, побудови та проектування механізмів і машин, правильного вибору форм і розмірів, а також матеріалів для виготовлення конструктивних елементів із врахуванням конкретних умов роботи, що дозволяє забезпечити високі показники надійності, довговічності та безпеки навантажень конструкцій вузлів обладнання, в тому числі і технологічного. Не менш важливим при цьому є вивчення фундаментальних законів прикладної механіки та їхньої взаємодії із законами інших суміжних дисциплін.

Засвоєння основ прикладної механіки, які складають фундамент загально інженерної підготовки, суттєво розширює знання студентів у галузі природничих наук, сприяє формуванню інженерного мислення, виробленню навичок дослідника, вчить діалектично підходити до розв'язання питань надійності, довговічності та економічності створення інженерних виробів, включаючи технологічне обладнання.

Компетентності та програмні результати навчання наступні:

ЗК 5 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ФК 2 Здатність вирішувати типові інженерні завдання відповідно до спеціалізації.

ФК 4 Здатність застосовувати і інтегрувати знання на основі розуміння інших інженерних спеціальностей.

ФК 5 Здатність застосовувати наукові і інженерні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення типових та комплексних завдань металургії за спеціалізацією, у тому числі в умовах невизначеності.

ФК 20 Здатність обирати та застосовувати стандартні методи випробувань та розрахунків для визначення властивостей матеріалів та готової продукції і здійснювати їх контроль.

ПР 01 Концептуальні знання і розуміння фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації металургії, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

ПР 02 Знання і розуміння інженерних наук, що лежать в основі спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, у тому числі достатня обізнаність в їх останніх досягненнях.

ПР 04 Вміння виявляти, формулювати і вирішувати типові та складні й непередбачувані інженерні завдання і проблеми відповідно до спеціалізації, що включає збирання та інтерпретацію інформації (даних), вибір і використання відповідних обладнання, інструментів та методів, застосування інноваційних підходів.

ПР 11 Вміння поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань відповідної спеціалізації металургії.

ПР 13 Вміння застосовувати стандарти інженерної діяльності відповідно до спеціалізації.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Курс «Механіка. Опір матеріалів та деталі машин» відноситься до нормативних дисциплін циклу професійної підготовки. Він ґрунтується у теоретичній частині на таких дисциплінах, як «Вища математика» та «Теоретична механіка», а в експериментальній частині – на дисциплінах «Фізика» і «Матеріалознавство». Знання, здобуті студентами при вивченні цієї дисципліни, використовуються в подальшому при вивченні таких курсів як «Устаткування ливарних цехів», «Автоматизація виробничих процесів», «Пректування ливарних цехів».

3. Зміст навчальної дисципліни

Частина I. Теорія механізмів та машин

Розділ 1. Структурний аналіз механізмів.

Тема 1.1. Роль машин і механізмів у розвитку суспільства. Класифікація механізмів і машин. Поняття кінематичної схеми механізму. Клас кінематичної пари. Структурна формула механізму.

Тема 1.2. Групи Ассура. Клас і порядок групи Ассура. Формула механізму.

Розділ 2. Кінематичне дослідження механізмів.

Тема 2.1. Основні поняття та визначення. Методи кінематичного аналізу. Побудова плану положень шарнірно-важільного механізму.

Тема 2.2. Побудова плану швидкостей. Побудова плану прискорень.

Тема 2.3. Дослідження кінематики механізмів методами кінематичних діаграм.

Розділ 3. Динамічне дослідження механізмів.

Тема 3.1. Динамічний аналіз механізмів і машин. Кінетостатичне дослідження механізмів.

Тема 3.2. Важіль Жуковського. Принцип можливих переміщень. Приведення сил і моментів сил в машинах. Рівняння руху механізмів. Маховик.

Тема 3.3. Кінетостатичне дослідження механізмів. Приведені сили та маси. Регулювання ходу механізмів і машин. Поняття коефіцієнта корисної дії.

Частина II. Опір матеріалів та деталі машин

Розділ 4. Завдання курсу "Опір матеріалів" та його місце серед загально інженерних дисциплін.

Тема 4.1. Поняття зовнішніх і внутрішніх сил. Класифікація сил. Метод перерізів.

Тема 4.2. Поняття напружень і деформацій. Головні гіпотези опору матеріалів. Навантаження і розрахункова схема.

Розділ 5. Розтяг і стиск.

Тема 5.1. Побудова епюр внутрішніх силових факторів при розтягу та стиску. Допустимі напруження. Коефіцієнт запасу міцності. Умови міцності та жорсткості при розтязі.

Тема 5.2. Випробування матеріалів на розтягання. Діаграма розтягу та основні характеристики механічних властивостей матеріалів.

Тема 5.3. Розрахунки на міцність і жорсткість статично невизначених систем при розтязі. Врахування температурних і монтажних напружень.

Тема 5.4. Розрахунок клепааних, зварних і клеєних з'єднань.

Розділ 6. Основи напружено-деформованого стану твердого тіла.

Тема 6.1. Напружений стан у точці твердого тіла. Види напружених станів. Поняття тензорів напружень і деформацій.

Тема 6.2. Узагальнений закон Гука. Потенціальна енергія деформації. Класичні критерії міцності.

Розділ 7. Зсув. Чистий зсув.

Тема 7.1. Закон Гука при чистому зсуві. Розрахунки на міцність шпонкового та клепааного з'єднання при зсуві та зминанні.

Тема 7.2. Кручення. Побудова епюр внутрішніх силових факторів при крученні. Розрахунки на міцність і жорсткість при крученні стержнів. Кручення стержня не круглої форми поперечного перерізу.

Тема 7.3. Розрахунок на міцність циліндричних пружин.

Розділ 8. Згин.

Тема 8.1. Метод перерізів при згині. Побудова епюр внутрішніх силових факторів. Диференційні залежності між внутрішніми силовими факторами при згині.

Тема 8.2. Геометричні характеристики плоских перерізів.

Тема 8.3. Розрахунки на міцність і жорсткість стержнів при плоскому згині. Нормальні та дотичні напруження при згині стержнів. Умови міцності.

Розділ 9. Загальні методи визначення переміщень у механічних системах.

Тема 9.1. Диференціальне рівняння зігнутої осі балки. Визначення переміщень у балках за методом початкових параметрів.

Тема 9.2. Потенціальна енергія деформації у загальному випадку навантаження. Інтеграл Мора.

Тема 9.3. Спосіб Верещагіна для визначення деформацій балок при згині.

Тема 9.4. Теорема Кастільяно. Теорема Лагранжа. Теорема про мінімум потенціальної енергії.

Розділ 10. Складний опір.

Тема 10.1. Згин із розтягом та стиском.

Тема 10.2. Згин із крученням.

Розділ 11. Стійкість стиснутих стержнів.

Тема 11.1. Розрахунок на стійкість за допомогою формули Ейлера.

Тема 11.2. Розрахунки на стійкість за допомогою коефіцієнта поздовжнього згину.
Формула Ясінського.

Розділ 12. Місцеві напруження.

Тема 12.1. Поняття концентрації напружень.

Тема 12.2. Контактні напруження. Задача Герца.

Розділ 13. Опір матеріалів дії повторно-змінних напружень.

Тема 13.1. Явище втоми матеріалів. Діаграма втоми.

Тема 13.2. Розрахунок на міцність при повторно-змінних навантаженнях.

Розділ 14. Основи механіки руйнування. Крихке руйнування. Теорія Гріффітса.

Розділ 15. Загальні принципи конструювання та розрахунків механізмів і машин.

Тема 15.1. Поняття оптимального проектування. Надійність машин. Стандартизація.
Технологічність конструкцій.

Тема 15.2. Механічні передачі. Типи механічних передач та основні характеристики.
Фрикційні передачі. Передачі гнучкою в'яззю.

Тема 15.3. Ланцюгові передачі. Загальні властивості, класифікація та конструкція.
Розрахунок ланцюгів на міцність.

Розділ 16. Передачі зчепленням.

Тема 16.1. Зубчасті передачі. Евольвентне зачеплення. Методи виготовлення зубчатих коліс. Показники якості зачеплення.

Тема 16.2. Сили в зачепленні циліндричних передач. Види руйнування зубів. Критерії оцінки міцності та довговічності зубчатих передач.

Тема 16.3. Планетарні та хвильові передачі: конструкція, кінематика, принципи роботи, коефіцієнт корисної дії.

Тема 16.4. Конічні зубчасті передачі.

Тема 16.5. Черв'ячні передачі. Основні поняття та оцінка довговічності.

Розділ 17. Основи конструювання приводів механізмів.

Тема 17.1. Устрій та експлуатація типових вузлів. Редуктори. Муфти.

Тема 17.2. Підшипники. Класифікація. Позначення. Критерії працездатності.

Тема 17.3. Пружні елементи механізмів і машин.

Розділ 18. Компонування механізмів і машин.

Тема 18.1. Причини виникнення похибок. Припуски, посадки.

Тема 18.2. З'єднання деталей та вузлів машин. Точність механізмів і машин.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Опір матеріалів: Підручник /Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; За ред. Г.С. Писаренка. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища шк., 2004. – 655 с.: ил.
2. Сопротивление материалов: Учебник для вузов / Под общ. ред. Г.С. Писаренко. – 4-е изд., перераб. и доп. – К., Вища школа, 1979. – 696 с.
3. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учеб. для вузов. – 10-е изд., перераб. и доп. – М, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000 – 592 с. (Сер. Механика в техническом университете; Т.2);
4. Прикладная механика. Путята Т.В. и др.– К.: Вища школа, 1977. – 536 с.
5. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов. / Учебное пособие для техн. вузов/ Миролюбов И.Н., Сергиевский Н.Д. и др. – 5е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1985, - 399 с.
6. Г.М. Ицкович, Л.С. Минин, А.И. Винокуров. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов. – М.: Высш. шк., 1999. -592 с. (Учебное пособие для вузов, 3е изд.)
7. Збірник задач з опору матеріалів: Навч. посіб./ М.І.Бобир, А.С.Бабенко, О.О.Боронко та ін.; За ред. М.І. Бобира. – К.: Вища школа., 2008. – 399с.: іл.
8. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1988. – 650 с.
9. Кіницький Я.Т. Теорія механізмів і машин. – К.: Наукова думка, 2002. – 660 с.
10. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підруч. – 2-е перероб. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
11. Иванов М.Н., Иванов В.Н. Детали машин. Курсовое проектирование. Учеб. пособие для машиностроит. вузов. – М.: Высшая школа, 1975. – 551 с.
12. Детали машин: Учеб. для вузов / Л.А. Андриенко, Б.А. Байков, И.К. Ганулич и др.; Под ред. О.А. Ряховского. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 544 с. – (Сер. Механика в техническом университете; Т.8).

Додаткова література

1. Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1986. – 560 с.
2. Заславский Б.В. Краткий курс сопротивления материалов. – М.: Машиностроение, 1984. – 328 с.
3. Мороз Л. С. Механика и физика деформаций и разрушения. – Л., Машиностроение, 1984. – 224 с.
4. Красовский А.Я. Физические основы прочности. К., Наук, думка, 1977 – 240 с.
5. Колинз Дж. Повреждение материалов в конструкциях. М., Мир, 1977 – 624 с.
6. Тимошенко С.П., Герге Дж. Механика материалов. – М.: Мир, 1976. – 549 с.
7. Шкелев Л.Т. Сопротивление материалов и основы строительной механики. – К.: Вища школа,

1989. – 248 с.

8. Курс теоретической механики: Учебник для вузов / В.И. Дронг, В.В. Дубинин, М.М. Ильин и др.; Под общ. ред. К.С. Колесникова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 736 с.
9. Решетов Д.Н. Детали машин. Атлас конструкций. – М.: Машиностроение, 1979.
10. Цехнович Л.И., Петриченко И.П. Атлас конструкций редукторов, : Учеб. пособие. – 2-е изд, перераб. и доп. – К.: Выща школа, 1990. – 151 с.: ил.
11. Расчет и проектирование деталей машин. Ч.1. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. – 2-е изд., перераб. и доп. – Х.: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1987. – 136 с.
12. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин.: [Учеб. пособие для техн. вузов]: Ч.2. – 2-е изд., перераб. и доп. – Х.: Выща школа. Изд-во при ХГУ, 1988. – 142 с: схем.
13. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.3 – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 557 с.

Методична література

1. Методичні вказівки до розрахунково-проектувальних завдань з дисципліни "Опір матеріалів": Частина 1 / Укл. Г.Є. Візерська, Л.В. Рогозіна, Б.І. Ковальчук, К.М. Рудаков. – К.: КПІ, 1993. – 52с.
2. Методичні вказівки до розрахунково-проектувальних завдань з дисципліни "Опір матеріалів": Частина 2 / Укл. Г.Є. Візерська, Л.В. Рогозіна, Б.І. Ковальчук, К.М. Рудаков. – К.: КПІ, 1993. – 32с.
3. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни "Опір матеріалів": Частина 1 / Укл. А.Є. Бабенко, В.В. Хильчевський, Д.Ю. Шпак, С.М. Шукаєв. – К.: КПІ, 1998. – 48с.
4. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни "Опір матеріалів": Частина 2 / Укл. А.Є. Бабенко, Г.Є. Візерська, О.П. Заховайко. – К.: КПІ, 2001.
5. Методические указания к выполнению л/р по дисциплине "Соппротивление материалов" для студентов всех специальностей / Сост. Н.М. Мухин, В.С. Носальский, Е.Е. Онищенко, Д.Е. Шпак. – К.: КПИ, 1986. – 64с.
6. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни "Прикладна механіка" для студентів інженерно-фізичного факультету. Розділ "Теорія механізмів і машин". / Укл. Ю.М. Сидоренко. – К.: НТУУ "КПІ", 2006. – 56 с.
7. Прикладна механіка: Метод. вказівки до викон. курс. проекту для студ. інж.-фіз. ф-ту НТУУ "КПІ" спец.: 6.090403 – Ливарне виробництво чорних і кольорових металів, 6.090405 – Спеціальна металургія. Ч.2. Деталі машин. / Укл.: Ю.М. Сидоренко. – К.: НТУУ "КПІ", 2009. – 96 с.
8. Вибір електродвигуна, кінематичний та силовий розрахунки механічного приводу. Розрахунок і конструювання передач гнучкою в'язью: Метод. вказівки до викон. розрахунково-графічних робіт з диск. "Деталі машин" для студ. машинобудівних спец. усіх форм навчання / Уклад.: В.А. Стадник, В.Г. Шарапов, В.Л. Дубнюк. – К.: ІВЦ "Видавництво "Політехніка", 2004. – 60 с.

9. Методические указания к курсовому проектированию по прикладной механике для студентов факультета электроэнергоавтоматики. Раздел "Расчет передач в машиностроении" / Сост. В.А. Петрик. – Киев: КПИ, 1989. – 88с.

бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Найменування розділів, тем	Розподіл за семестрами та видами занять				
	Всього	Лекції	Практичні заняття (контрольні роботи)	Лабораторні роботи	СРС
1	2	3	4	5	6
<p>Розділ 1. Структурний аналіз механізмів. <i>Тема 1.1.</i> Роль машин і механізмів у розвитку суспільства. Класифікація механізмів і машин. Поняття кінематичної схеми механізму. Клас кінематичної пари. Структурна формула механізму. <i>Тема 1.2.</i> Групи Ассура. Клас і порядок групи Ассура. Формула механізму.</p>	7	2	-	2	3
<p>Розділ 2. Кінематичне дослідження механізмів. <i>Тема 2.1.</i> Основні поняття та визначення. Методи кінематичного аналізу. Побудова плану положень шарнірно-важільного механізму. <i>Тема 2.2.</i> Побудова плану швидкостей. Побудова плану прискорень.</p>	7	2	-	4	1
<p><i>Тема 2.3.</i> Дослідження кінематики механізмів методами кінематичних діаграм.</p>					
<p>Розділ 3. Динамічне дослідження механізмів. <i>Тема 3.1.</i> Динамічний аналіз механізмів і машин. Кінетостатичне дослідження механізмів. <i>Тема 3.2.</i> Важіль Жуковського. Принцип можливих переміщень. Приведення сил і моментів сил в машинах. Рівняння руху механізмів. Маховик. <i>Тема 3.3.</i> Кінетостатичне дослідження механізмів. Приведені сили та маси. Регулювання ходу механізмів і машин. Поняття коефіцієнта корисної дії.</p>	7	3	2	-	2

1	2	3	4	5	6
<p>Розділ 4. Завдання курсу опору матеріалів та його місце серед загально інженерних дисциплін.</p> <p><i>Тема 4.1.</i> Поняття зовнішніх і внутрішніх сил. Класифікація сил. Метод перерізів.</p> <p><i>Тема 4.2.</i> Поняття напружень і деформацій. Головні гіпотези опору матеріалів. Навантаження і розрахункова схема.</p>	4	2	-	-	2
<p>Розділ 5. Розтяг і стиск.</p> <p><i>Тема 5.1.</i> Побудова епюр внутрішніх силових факторів при розтягу та стиску. Допустимі напруження. Коефіцієнт запасу міцності. Умови міцності та жорсткості при розтягу.</p> <p><i>Тема 5.2.</i> Випробування матеріалів на розтягання. Діаграма розтягу та основні характеристики механічних властивостей матеріалів.</p> <p><i>Контрольна робота з розділу 5.</i></p>	11	3	-	5	3
<p>Розділ 5. Розтяг і стиск.</p> <p><i>Тема 5.3.</i> Розрахунки на міцність і жорсткість статично невизначених систем при розтязі. Врахування температурних і монтажних напружень.</p> <p><i>Тема 5.4.</i> Розрахунок клепаных, зварних і клеєних з'єднань.</p>	8	2	2	-	4
<p>Розділ 6. Основи напружено-деформованого стану твердого тіла.</p>	8	2	2	-	4
<p><i>Тема 6.1.</i> Напружений стан у точці твердого тіла. Види напружених станів. Поняття тензорів напружень і деформацій.</p> <p><i>Тема 6.2.</i> Узагальнений закон Гука. Потенціальна енергія деформації. Класичні критерії міцності.</p> <p><i>Контрольна робота з розділу 6.</i></p>					
<p>Розділ 7. Зсув. Чистий зсув.</p> <p><i>Тема 7.1.</i> Закон Гука при чистому зсуві. Розрахунки на міцність шпонкового та клепаного з'єднання при зсуві та зминанні.</p> <p><i>Тема 7.2.</i> Кручення. Побудова епюр внутрішніх силових факторів при крученні. Розрахунки на міцність і жорсткість при крученні стержнів різної форми поперечного перерізу.</p> <p><i>Тема 7.3.</i> Розрахунок на міцність циліндричних пружин.</p> <p><i>Контрольна робота з розділу 7.</i></p>	10	2	1	3	4

1	2	3	4	5	6
<p align="center">Розділ 8. Згин.</p> <p><i>Тема 8.1. Метод перерізів при згині. Побудова епюр внутрішніх силових факторів. Диференційні залежності між внутрішніми силовими факторами при згині.</i></p> <p><i>Тема 8.2. Геометричні характеристики плоских перерізів.</i></p> <p><i>Тема 8.3. Розрахунки на міцність і жорсткість стержнів при плоскому згині. Нормальні та дотичні напруження при згині стержнів. Умови міцності.</i> <i>2 контрольних роботи з розділу 8.</i></p>					
<p>Розділ 9. Загальні методи визначення переміщень у механічних системах.</p> <p><i>Тема 9.1. Диференціальне рівняння зігнутої осі балки. Визначення переміщень у балках за методом початкових параметрів.</i></p> <p><i>Тема 9.2. Потенціальна енергія деформації у загальному випадку навантаження. Інтеграл Мора.</i></p> <p><i>Тема 9.3. Спосіб Верещагіна для визначення деформацій балок при згині.</i></p> <p><i>Тема 9.4. Теорема Кастільяно. Теорема Лагранжа. Теорема про мінімум потенціальної енергії.</i> <i>Контрольна робота з розділу 9.</i></p>	9	2	1	4	2
<p>Розділ 10. Складний опір.</p> <p><i>Тема 10.1. Згин із розтягом та стиском.</i></p> <p><i>Тема 10.2. Згин із крученням.</i></p>	4	1	1	-	2
<p>Розділ 11. Стійкість стиснутих стержнів.</p> <p><i>Тема 11.1. Розрахунок на стійкість за допомогою формули Ейлера.</i></p> <p><i>Тема 11.2. Розрахунки на стійкість за допомогою коефіцієнта поздовжнього згину. Формула Ясінського.</i></p>	3	2	-	-	1
<p>Розділ 12. Місцеві напруження.</p> <p><i>Тема 12.1. Поняття концентрації напружень.</i></p> <p><i>Тема 12.2. Контактні напруження. Задача Герца.</i></p>	2	1	-	-	1
<p>Розділ 13. Опір матеріалів дії повторно-змінних напружень.</p> <p><i>Тема 13.1. Явище утоми матеріалів. Діаграма утоми.</i></p> <p><i>Тема 13.2. Розрахунок на міцність при повторно-змінних навантаженнях.</i></p>	2	1	-	-	1
<p>Розділ 14. Основи механіки руйнування.</p> <p><i>Тема 14.1. Крихке руйнування. Теорія Гріффітса.</i></p>	2	1	-	-	1

1	2	3	4	5	6
<p>Розділ 15. Загальні принципи конструювання та розрахунків механізмів і машин.</p> <p>Тема 15.1. Поняття оптимального проектування. Надійність машин. Стандартизація. Технологічність конструкцій.</p> <p>Тема 15.2. Механічні передачі. Типи механічних передач та основні характеристики. Фрикційні передачі. Передачі гнучкою в'яззю.</p> <p>Тема 15.3. Ланцюгові передачі. Загальні властивості, класифікація та конструкція. Розрахунок ланцюгів на міцність.</p>	7,5	2,5	1,5	-	3,5
<p>Розділ 16. Передачі зчепленням.</p> <p>Тема 16.1. Зубчасті передачі. Евольвентне зачеплення. Методи виготовлення зубчатих коліс. Показники якості зачеплення.</p> <p>Тема 16.2. Сили в зачепленні циліндричних передач. Види руйнування зубів. Критерії оцінки міцності та довговічності зубчатих передач.</p> <p>Тема 16.3. Планетарні та хвильові передачі: конструкція, кінематика, принципи роботи, коефіцієнт корисної дії.</p> <p>Тема 16.4. Конічні зубчасті передачі.</p> <p>Тема 16.5. Черв'ячні передачі. Основні поняття та оцінка довговічності.</p>	7,5	2,5	1,5	-	3,5
<p>Розділ 17. Основи конструювання приводів механізмів.</p> <p>Тема 17.1. Устрій та експлуатація типових вузлів. Редуктори. Муфти.</p> <p>Тема 17.2. Підшипники. Класифікація. Позначення. Критерії працездатності.</p> <p>Тема 17.3. Пружні елементи механізмів і машин.</p>	6	2	1	-	3
<p>Розділ 18. Компонування механізмів і машин.</p> <p>Тема 18.1. Причини виникнення похибок. Припуски, посадки.</p> <p>Тема 18.2. З'єднання деталей та вузлів машин. Точність механізмів і машин. Модульна контрольна робота.</p>	2	1	-	-	1
Залік	4	-	2	-	2
Всього	120	36	18	18	48

Розділ 1. *Тема 1.1., Тема 1.2.*

Лекція 1. Роль машин і механізмів у розвитку суспільства. Основні поняття та визначення. Класифікація механізмів і машин. Структурний аналіз механізмів.

Література: [4], 269-282; [8], стор. 5-55.

Розділ 2. *Тема 2.1., Тема 2.2., Тема 2.3.*

Лекція 2. Кінематичне дослідження механізмів. Методи кінематичного аналізу.

Література: [4], стор.47-75, 269-282; [8], стор. 56-138.

Розділ 3. *Тема 3.1., Тема 3.2., Тема 3.3.*

Лекція 3. Динамічний аналіз механізмів і машин. Кінетостатичне дослідження механізмів. Важіль Жуковського. Принцип можливих переміщень. Приведення сил і моментів сил в машинах. Рівняння руху механізмів. Маховик.

Література: [4], стор. 76-114, 308-342; [8], стор. 139-233.

Розділ 4. *Тема 4.1. Тема 4.2.*

Лекція 4. Завдання курсу та його місце серед загально інженерних дисциплін. Поняття зовнішніх і внутрішніх сил. Класифікація сил. Метод перерізів. Поняття напружень і деформацій. Головні гіпотези опору матеріалів. Навантаження і розрахункова схема.

Література: [1], стор. 9-16, 37-42; [2], стор. 5-12, 34-40; [3], стор. 8-29; [4], стор. 121-126, 145-155.

Розділ 5. *Тема 5.1., Тема 5.2., Тема 5.3., Тема 5.4.*

Лекція 5. Розтяг і стиск. Побудова епюр внутрішніх силових факторів. Діаграма розтягу та основні характеристики механічних властивостей матеріалів. Допустимі напруження. Коефіцієнт запасу міцності. Умови міцності та жорсткості при розтязі. Випробування матеріалів на розтягання. Література: [1], стор. 83-114; [2], стор. 85-119, 200-214; [3], стор. 37-102; [4], стор. 126-142.

Розділ 6. *Тема 6.1., Тема 6.2.*

Лекція 6. Основи напружено-деформованого стану твердого тіла. Напружений стан у точці твердого тіла. Види напружених станів. Поняття тензорів напружень і деформацій. Узагальнений закон Гука. Потенціальна енергія деформації. Класичні критерії міцності.

Література [1], стор. 152-192; [2], стор. 159-190; [3], стор. 300-371; [4], стор. 177-198.

Розділ 7. *Тема 7.1., Тема 7.2., Тема 7.3.*

Лекція 7. Розрахунки на міцність і жорсткість при зсуві та крученні стержнів. Побудова епюр внутрішніх силових факторів.

Література: [1], стор. 193-236; [2], стор. 196-230; [3], стор. 103-141; [4], стор. 206-212.

Розділ 8. *Тема 8.1., Тема 8.2., Тема 8.3.*

Лекція 8. Розрахунки на міцність і жорсткість стержнів при плоскому згині. Побудова епюр внутрішніх силових факторів. Нормальні та дотичні напруження при згині стержнів. Умови міцності.

Література: [1], стор. 237-260; [2], стор. 240-264; [3], стор. 157-193; [4], стор. 212-218; 235-241.

Розділ 9. *Тема 9.1., Тема 9.2., Тема 9.4.*

Лекція 9. Диференціальне рівняння зігнутої осі балки. Визначення переміщень у балках за методом початкових параметрів. Загальні методи визначення переміщень у механічних системах. Потенціальна енергія деформації у загальному випадку навантаження. Інтеграл Мора.

Література: [1] стор. 265-289, 354-370; [2], стор. 269-295; [3], стор. 194-201; [4], стор. 218-228.

Розділ 10. *Тема 10.1. Тема 10.2.*

Лекція 10. Складний опір. Згин із розтягом. Згин із крученням.

Література: [1], стор. 325-355; [2], стор. 330-358; [4], стор. 228-235.

Розділ 11. *Тема 11.1., Тема 11.2.*

Лекція 11. Стійкість стиснутих стержнів. Розрахунок на стійкість за допомогою формули Ейлера. Розрахунки на стійкість за допомогою коефіцієнта поздовжнього згину. Формула Ясінського.

Література: [1], стор. 492-508; [2], стор. 501-517; [4], стор. 246-252.

Розділ 12. *Тема 12.1., Тема 12.2.*

Лекція 12. Місцеві напруження. Поняття концентрації напружень. Контактні напруження. Задача Герца.

Література: [1], стор. 613-621; [2], стор. 650-659.

Розділ 13. *Тема 13.1., Тема 13.2.*

Лекція 13. Опір матеріалів дії повторно-змінних напружень. Явище втоми матеріалів. Діаграма втоми. Розрахунок на міцність при повторно-змінних навантаженнях.

Література: [1], стор. 562-589; [2], стор. 588-624; [3], стор. 471-504; [4], стор. 253-268.

Розділ 14. *Тема 14.1.*

Лекція 14. Основи механіки руйнування. Крихке руйнування. Теорія Гріффітса.

Література: [1], стор. 622-633.

Розділ 15. *Тема 15.1., Тема 15.2., Тема 15.3.*

Лекція 15. Загальні принципи конструювання та розрахунків механізмів і машин. Поняття оптимального проектування. Надійність машин. Стандартизація. Технологічність конструкцій. Механічні передачі. Типи механічних передач та основні характеристики. Фрикційні передачі. Передачі гнучкою в'яззю.

Література: [9], стор. 14-21; 204-250; [10], стор. 8-13, 199-209; [11], стор. 7-17, 217-225, 393-409.

Розділ 16. *Тема 16.1., Тема 16.2., Тема 16.3., Тема 16.4., Тема 16.5.*

Лекція 16. Передачі зчепленням. Зубчаті передачі. Евольвентне зачеплення. Методи виготовлення зубчатих коліс. Показники якості зачеплення. Сили в зачепленні циліндричних передач. Види руйнування зубів. Критерії оцінки міцності та довговічності зубчатих передач.

Планетарні та хвильові передачі: конструкція, кінематика, принципи роботи, коефіцієнт корисної дії. Конічні зубчасті передачі. Черв'ячні передачі. Основні поняття та оцінка довговічності.

Література: [9], стор. 141-150; 256-280; 289-329, 342-376; [10], стор. 117-132; [11], стор. 230-250, стор. 259-296; [4], стор. 371-413.

Розділ 17. *Тема 17.1., Тема 17.2, Тема 17.3.*

Лекція 17. Основи конструювання приводів механізмів. Устрій та експлуатація типових вузлів. Редуктори. Муфти. Підшипники. Класифікація. Позначення. Критерії працездатності.

Література: [9], стор. 428-465, 483-505; [10], стор.132-148, 164-177, . 217-294, 356-393 ; [11], стор. 296-374, 448-502.

Розділ 18. *Тема 18.1., Тема 18.2.*

Лекція 17. Компонування механізмів і машин. Причини виникнення похибок. Припуски, посадки. Література: [9], стор. 75-197; [4], стор. 343-361, 491-524.

Лекція 18. З'єднання деталей та вузлів машин. Точність механізмів і машин. Модульна контрольна робота. Література: [9], стор. 75-197; [4], стор. 343-361, 491-524.

Практичні заняття

Заняття 1. Вступне заняття. Динамічний аналіз плоских механізмів за допомогою важеля Жуковського. Розрахунок параметрів махового колеса. (теми 3.1, 3.2).

Заняття 2. Розрахунки на міцність та жорсткість при розтягу та стиску. Епюри. (теми 5.1-5.4).

Заняття 3. Чистий зсув. Розрахунки шпонкового, болтового та клепаного з'єднання на зрізування і зминання. (тема 7.1).

Заняття 4. Розрахунки на міцність та жорсткість при крученні валів з різною формою поперечного перерізу. (тема 7.2).

Заняття 5. Згин. Побудова епюр згинального моменту та поперечної сили. Визначення переміщень в балці при згині. Геометричні характеристики поперечних перерізів. Розрахунки на міцність при згинанні. (теми 8.1, 8.2, 8.3).

Заняття 6. Напружено-деформований стан. (теми 6.1, 6.2).

Заняття 7. Складний опір. Розрахунок на міцність вала зубчастої передачі в умовах згину та кручення. Проектування валів редукторів. (тема 10.2).

Заняття 8. Визначення кінематичних і енергетичних параметрів приводів. Коефіцієнт корисної дії механічних передач. Розрахунок передачі гнучкою в'яззю. (теми 15.1, 15.2).

Заняття 9. Вибір муфт для механічних передач, конструювання корпусних деталей. Вибір підшипників опор валів механічних передач і оцінка їхньої довговічності. Проектування опорних плит та рам. (теми 17.1, 17.2).

Лабораторні заняття

Метою лабораторних робіт є практичне застосування знань, набутих у процесі освоєння лекційного матеріалу, стосовно реальних процесів, що мають місце в матеріалі та у механізмах дії на них зовнішніх факторів.

Лабораторна робота №1. Техніка безпеки при виконанні лабораторних робіт. Визначення ступені рухливості плоского механізму та його структурний аналіз. (теми 1.1, 1.2).

Лабораторна робота №2. Визначення кінематичних характеристик плоского шарнірно-важільного механізму. Правила побудови плану швидкостей. (теми 2.1, 2.2).

Лабораторна робота №3. Визначення кінематичних характеристик плоского шарнірно-важільного механізму. Правила побудови плану прискорень (теми 2.1, 2.2).

Лабораторна робота №4. Визначення механічних характеристик маловуглецевої сталі при розтягу. (теми 4.2, 5.2).

Лабораторна робота №5. Визначення модуля пружності при розтягу. (тема 5.2).

Лабораторна робота №6. Випробування матеріалів на стиск. (теми 5.2, 6.1, 6.2).

Лабораторна робота №7. Кручення. Побудова епюри крутного моменту. Визначення модуля пружності при зсуві. (тема 7.2)

Лабораторна робота №8. Визначення переміщень точок балки при згинанні. Метод початкових параметрів. Інтеграл Мора. Спосіб Верещагіна. (теми 8.1, 8.2, 8.3, 9.2, 9.3).

Контрольні роботи

Протягом семестру студентами з метою визначення рівня їхньої підготовки з окремого розділу та спроможності ними практично застосовувати набуті знання та навички проводяться:

- 1) 6 контрольних робіт на практичних заняттях (з 1 МКР виділяється 6 контрольних робіт тривалістю по 10 хвилин кожна);
- 2) одну модульну контрольну роботу тривалістю 30 хвилин.

Контрольна робота №1. Побудова епюр повздовжньої сили і нормального напруження та графіку переміщення точок ступінчатого стержня в умовах розтягу-стиску.

Контрольна робота №2. Побудова епюри крутного моменту та графіку кута повороту поперечних перерізів вала при крученні.

Контрольна робота №3. Визначення моменту опору поперечного перерізу балки.

Контрольна робота №4. Побудова епюр поперечної сили та згинального моменту для консольної балки.

Контрольна робота №5. Визначення прогину шарнірно-опертої балки методом початкових параметрів.

Модульна контрольна робота. Розрахунок на міцність шарнірно-опертої балки.

Примітка. Завдання для кожного студента індивідуальні, у вигляді окремих карток.

6. Самостійна робота студента

Розподіл годин на самостійну роботу студента представлено у пункті «Методика опанування навчальної дисципліни»

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять

Відвідування всіх видів навчальних занять з дисципліни для студентів не є обов'язковим проте відповідний контроль 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 в разі поважної причини (хвороба, підтверджена медичною довідкою, або офіційний дозвіл від деканату). Матеріали пропущених занять мають бути відпрацьованим самостійно. Відпрацювання лабораторних робіт здійснюється за графіком кафедри.

Правила поведінки на заняттях

Відвідування лекцій, практичних, лабораторних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та при виконанні практичних та лабораторних робіт розвиваються навички, необхідні для виконання курсової роботи та розрахунків реальних об'єктів, розв'язання задач контрольних робіт та складання заліку.

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 колоквиуму, за результатами якого викладач проводить бальне оцінювання і робить висновок щодо зарахування чи не зарахування лабораторної роботи.

Правила захисту практичних завдань.

Практичні 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

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 практичних завдань, інших видів робіт, та встановлюються граничні терміни їх виконання та задачі. 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 двох, і встановлюється викладачем.

Політика щодо академічної доброчесності

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

Виявлення ознак плагіату у виконаних практичних 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.
- **Перевірка виконання практичного завдання.**
- **Семестровий контроль.** Залік (за необхідності).

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

- 1) роботу над практичним завданням;
- 2) написання контрольних робіт;
- 3) виконання та захист лабораторних робіт
- 4) письмова контрольна робота на заліку (за необхідності).

8.1. Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

8.1.1. Практичні завдання

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів на всі виконані практичні завдання протягом семестру дорівнює $2 \text{ бали} \times 9 = 18 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання контрольних робіт (максимальний бал):

- роботи виконано правильно – 2 бали;
- хід розв'язання правильний, є помилки в обчисленнях – 1 бал;
- відсутність розв'язання задачі – 0 балів

8.1. Контрольні роботи

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює 10 бали x 5 = 50 балів.

Критерії оцінювання контрольних робіт (максимальний бал):

- роботи виконано правильно – 10 балів;
- хід розв'язання правильний, є помилки в обчисленнях – 7 балів;
- помилки в методиці розв'язання задачі – 6 балів;
- відсутність розв'язання задачі – 0 балів

8.1.3. Лабораторні роботи

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює 4 бали x 8 = 32 балів.

Критерії оцінювання лабораторних робіт:

- бездоганна робота – 4 бали;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 2 бали;
- Робота не виконана або не захищена – 0 балів.

8.2. Розрахунок шкали (R) рейтингу

$$R_E = 2 * 9 + 10 * 5 + 4 * 8 = 100 \text{ балів}$$

Календарний контроль

Умовою позитивної оцінки першого календарного контролю є виконання всіх контрольних заходів (на час проведення контролю). Умовою позитивної оцінки другого календарного контролю є виконання всіх контрольних заходів на час проведення другого контролю.

8.4. Допуск до заліку

Умовою допуску до заліку є зарахування всіх лабораторних робіт та стартовий рейтинг, що складає не менше 40 балів.

8.5. Критерії оцінювання відповідей на заліку:

У випадку отримання менше 60 балів протягом семестру або бажання студента підвищити рейтингову оцінку, здобувач ВО виконує залікову контрольну роботу з використанням РСО 2 (https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/Pol_potocnyi_kalendar_semestr_kontrol_2022.pdf).

Бали з контрольних робіт, які було отримано під час семестру, скасовуються. Кожне завдання залікової контрольної роботи містить два теоретичних запитання і одне практичне завдання. Кожне теоретичне запитання оцінюється у 15 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 13-14 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 11 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 9 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Кожне виконане практичне завдання оцінюється у 20 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв’язування завдання) – 18 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності (повне розв’язування завдання з незначними неточностями) – 15 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 12 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Сума стартових балів та балів за залікову контрольну роботу переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доц. каф. ДММ та ОМ, д.т.н. **Сидоренко Ю.М.**, ас. Каф. ДММ та ОМ, **Устименко П.Р.**

Ухвалено кафедрою ДММ та ОМ

Погоджено Методичною комісією ІМЗ ім. Є. О. Патона (протокол № 10/22 від 10.07.2022р.)