



Деталі машин та основи конструювання ЛА
Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка</i>
Освітня програма	<i>Інженерія авіаційних та ракетно-космічних систем</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кр. / 120 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор, практичні: доц., к.т.н. Котляр Світлана Сергіївна s.tkachenko@kpi.ua
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=6064

Програма навчальної дисципліни

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

Для майбутнього фахівця в галузі механічної інженерії необхідно ознайомитися з основними деталями машин літальних апаратів, проводити їх розрахунки, отримати навички виконувати конструкторську документацію на деталі машин літальних апаратів з метою представлення результатів своєї творчої технічної роботи.

Мета дисципліни – ознайомитися з конструкцією, навчити проводити розрахунки і виконувати конструкторську документацію деталей машин літальних апаратів.

Предмет дисципліни - конструювання деталей машин та літальних апаратів.

Програмні результати навчання:

Компетентності:

- Здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- Здатність приймати обґрунтовані рішення;
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- Здатність проектувати та здійснювати випробування елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки, її обладнання, систем та підсистем;
- Здатність розробляти і реалізовувати технологічні процеси виробництва елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- Здатність розробляти загальну конструкцію авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- Здатність здійснювати метрологічне забезпечення, стандартизацію і сертифікацію елементів конструкцій ракетних та космічних апаратів, в тому числі розрахунковим шляхом та з урахуванням технологічної і функціональної взаємозамінності;
- Розуміти та обґрунтовувати послідовність проектування, виробництва, випробування та (або) сертифікації систем авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- Розуміти та обґрунтовувати особливості конструкції та основні аспекти робочих процесів в системах та елементах авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- Розробляти конструкцію ракетних та космічних апаратів;
- Пояснювати вплив конструктивних параметрів ракетних та космічних апаратів на їх льотно-технічні характеристики. Мати уявлення про методи забезпечення стійкості та керованості авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Знання:

- знати основні положення практичного використання сучасних систем автоматизованого проектування;
- знати основи сучасних методів та технологій виробництва деталей машин та ЛА;
- знати основні положення та методи конструювання деталей машин та ЛА;
- знати різновиди і призначення елементів деталей машин та ЛА;
- знати стандарти для виконання конструкторської документації;
- знати правил виконання креслень деталей машин та ЛА;
- знати умовні позначень розмірів на кресленнях;
- знати методики призначення розмірів;
- знати відомості про утворення різьби;
- знати відомості про основні матеріали деталей машин та ЛА;
- знати назви та призначення деталей машин та ЛА;
- знати технологій виготовлення деталей машин та ЛА;
- знати основні відомості про складальні одиниці;
- знати правила вибору шорсткості поверхонь;
- знати основних параметрів зубчатих коліс і зубчатого зачеплення;
- знати основних параметрів гвинтових пружин;

Уміння:

- вміти розробляти графічну конструкторську та технологічну документацію використовуючи сучасні САПР;
- вміти конструювати деталі машин та ЛА і їх складальні одиниці;
- вміти обирати види деталі на кресленнях;
- вміти обирати розмірні бази;
- вміти позначати різьбове з'єднання;
- вміти призначати матеріали;
- вміти виконувати складальне креслення;
- вміти складати специфікацію;
- вміти позначати шорсткості поверхонь;

Навички:

- навички орієнтуватися у різновидах і призначенні деталей машин ЛА;
- навички розрахунку деталей машин ЛА;
- навички розробки документації на складальні одиниці виробів;
- навички обирати дотичні і приєднувальні поверхні;

Досвід:

- досвід розрахунку деталей машин ЛА;
- досвід виконувати роботи з конструювання деталей машин та ЛА, знати зміст і правила оформлення конструкторських документів, послідовність виконання конструкторських робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів;

Послідовність дій в стандартних виробничих ситуаціях:

- проводити розрахунки та розробляти конструкторську документацію на нові деталі машин ЛА або вдосконалювати існуючі вироби у виробничих умовах.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Перелік дисциплін, що необхідні для успішного засвоєння дисципліни: Вища математика, Фізика, Теоретична механіка, Електротехніка і електроніка, Нарисна геометрія, Інженерна та комп'ютерна графіка, Теорія механізмів та машин, Аерокосмічне матеріалознавство.

Перелік дисциплін, які базуються на результатах навчання з даної дисципліни: Механіка матеріалів і конструкцій, Конструкція ЛА, Конструкція супутників, Технічні вимірювання та телеметрія, Метрологія і стандартизація, Теорія автоматичного керування, Аеродинаміка літальних апаратів, Динаміка польоту, Технологія виробництва ЛА.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальні питання конструювання механічних передач

Тема 1.1. Загальні стандарти.

Тема 1.2. Єдина система конструкторської документації.

Тема 1.3. Механізми, вузли та деталі в ЛА.

Тема 1.4. Фактори, що впливають на міцність деталей машин.

Тема 1.5. Основні критерії працездатності деталей машин та механізмів ЛА та шляхи їх забезпечення.

Розділ 2. Основи розрахунку та конструювання механічних передач

Тема 2.1. Зубчасті циліндричні передачі

Тема 2.2. Конічні зубчасті передачі

Тема 2.3. Планетарні і диференціальні передачі.

Тема 2.4. Хвилеві передачі

Тема 2.5. Черв'ячні передачі

Тема 2.6. Передачі гвинт-гайка

Тема 2.7. Важільні передачі

Розділ 3. Основи розрахунку деталей машин.

Тема 3.1. Вали та осі в передачах ЛА

Тема 3.2. Гвинтові пружини.

Тема 3.3. Спіральні пружини.

Розділ 4. Основи конструювання деталей машин.

Тема 4.1. Виконання креслень деталей.

Тема 4.2. Виконання креслень складальної одиниці.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Коновалюк Д.М. Деталі машин: підручник / Д.М. Коновалюк, Р.М. Ковальчук. Київ: Кондор, 2021. – 582 с. ISBN 966-7982-22X.
2. Ванін В.В. Оформлення конструкторської документації: навчальний посібник / В.В. Ванін, А.В. Блюк, Г.О. Гнітецька; 6-те вид. – К.: Каравела, 2018. – 200 с. ISBN 978-966-801-907-5.

Додаткова література:

1. Державний стандарт України 3008-95.
2. Мархель І.І. Деталі машин: Навчальний посібник / І.І. Мархель. К.: Алерта, 2005. – 368 с. ISBN 966-8533-26-7
3. Малащенко В.О. Деталі машин. Конспект лекцій: підручник / В.О. Малащенко. – Львів «Новий Світ-2000», 2019. – 193 с. ISBN 978-966-418-258-1.
4. Токарський Ю.М. Механічні передачі. Розрахунок та конструювання : навчальний посібник / Токарський Ю.М., Янків В.В., Сірик З.О., Гошко М.О., Коненко І.Є. Львів : Новий Світ-2000, 2021. – 149 с. ISBN 966-782-7453

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Розділ 1. Загальні питання конструювання механічних передач

Тема 1.1. Загальні стандарти.

Тема 1.2. Єдина система конструкторської документації.

Лекція 1. Мета і задачі курсу. Загальні відомості про стандарти. Єдина система конструкторської документації.

Література: [1, с. 5-7; 2, с. 8-32]

Завдання на СРС: Додаткові відомості про стандарти.

Тема 1.3. Механізми, вузли та деталі в ЛА.

Лекція 2. Механічні передачі, вузли та деталі, що використовуються в ЛА. Особливості експлуатації деталей, вузлів та передач ЛА.

Література: [1, с. 8-31;]

Завдання на СРС: Поняття втоми.

Тема 1.4. Фактори, що впливають на міцність деталей машин.

Лекція 3. Фактори, що впливають на міцність деталей машин і механізмів при статичному і динамічному навантаженні.

Література: [1, с. 55-58;]

Завдання на СРС: Місця концентрації напруг.

Тема 1.5. Основні критерії працездатності деталей машин та механізмів ЛА та шляхи їх забезпечення.

Лекція 4. Міцність. Контактна витривалість. Жорсткість. Зносостійкість.

Література: [1, с. 58-63;]

Завдання на СРС: Види руйнувань.

Лекція 5. Теплостійкість. Вібростійкість. Технологічність.

Література: [1, с. 63-67;]

Завдання на СРС: Види вібрації.

Розділ 2. Основи розрахунку та конструювання механічних передач

Тема 2.1. Зубчасті циліндричні передачі

Лекція 6. Види зубчастих передач та їх застосування у ЛА. Конструкція зубчастих коліс.

Література: [1, с. 153-164;]

Завдання на СРС: термічна обробка зубчастих коліс.

Лекція 7. Конструкція зубчастого колеса

Література: [1, с. 165-177;]

Завдання на СРС: Коефіцієнт ширини зубчастого колеса.

Тема 2.2. Конічні зубчасті передачі

Лекція 8. Види конічних передач та області їх застосування в ЛА

Література: [1, с. 208-221;]

Завдання на СРС: Напруга вигину в зубі конічної передачі.

Тема 2.3. Планетарні і диференціальні передачі.

Лекція 9. Загальні відомості, кінематика, основні схеми планетарних передач

Література: [1, с. 230-240;]

Завдання на СРС: Вибір чисел зубів планетарної передачі.

Тема 2.4. Хвилеві передачі

Лекція 10. Загальні відомості про хвилеві передачі.

Література: [1, с. 241-251;]

Завдання на СРС: Матеріали жорсткого і гнучкого колеса.

Тема 2.5. Черв'ячні передачі

Лекція 11. Види черв'ячних передач і сфери їх застосування.

Література: [1, с. 257-279;]

Завдання на СРС: Швидкості в черв'ячному зачепленні.

Тема 2.6. Передачі гвинт-гайка

Лекція 12. Види передач гвинт-гайка. Утворення різьби, її параметри і види.

Література: [1, с. 280-283;]

Завдання на СРС: Упорна різьба.

Лекція 13. Передачі гвинт-гайка з тертям ковзання. Передачі гвинт-гайка з тертям кочення.

Література: [1, с. 285-292;]

Завдання на СРС: Матеріали гвинта.

Тема 2.7. Важільні передачі

Лекція 14. Призначення і основні схеми важільних передач. Сфери застосування

Література: [1, с. 300-303;]

Завдання на СРС: Різновиди кулісних механізмів.

Розділ 3. Основи розрахунку деталей машин.

Тема 3.1. Вали та осі в передачах ЛА

Лекція 15. Конструкції валів та осей. Матеріали, що використовуються для їх виготовлення.

Література: [1, с. 304-332;]

Завдання на СРС: Різновиди валів-шестерень.

Тема 3.2. Гвинтові пружини.

Лекція 16. Гвинтові пружини стиску і розтягу.

Література: [1, с. 396-400;]

Завдання на СРС: Сили, що діють у витках при навантаженні.

Тема 3.3. Спиральні пружини.

Лекція 16. Спиральні пружини.

Література: [1, с. 400-402;]

Завдання на СРС: Момент тертя.

Розділ 4. Основи конструювання деталей машин.

Тема 4.1. Виконання креслень деталей.

Лекція 17. Зображення деталей машин на робочих кресленнях.

Література: [2, с. 67-83;]

Завдання на СРС: Нестандартні формати.

Тема 4.2. Виконання креслень складальної одиниці.

Лекція 18. Зображення складальних одиниць на кресленнях. Підготовка специфікації.

Література: [2, с. 104-127;]

Завдання на СРС: Основний напис.

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять є засвоєння студентами умінь проводити розрахунки основних видів деталей машин ЛА та розробляти конструкторську документацію для них, з відомостями про яку студентів було ознайомлено на лекційних заняттях.

Під час практичних занять студентам необхідно провести розрахунки деталей машин, виконати їх робочі креслення деталей.

№ з/п	Назва тем практичних занять
1	Стандарти виконання креслень. Основні види проектної документації.
2	Вибір для деталей форматів, масштабів, видів на кресленнях.
3	Вибір розрізів, місцевих розрізів, перерізів, виносних елементів.
4	Нанесення розмірів на кресленнях деталей. Позначення і розміри елементів деталей.
5	Методика призначення розмірів деталей. Вибір розмірних баз.
6	Розрахунок циліндричної зубчатої передачі
7	Виконання креслення циліндричного зубчатого колеса <i>Модульна контрольна робота ч.1.</i>
8	Виконання креслення циліндричного зубчатого колеса
9	Розрахунок конічної зубчатої передачі
10	Виконання креслення конічного зубчатого колеса
11	Розрахунок диференціальної передачі
12	Розрахунок хвилевої передачі
13	Розрахунок черв'ячної передачі
14	Виконання креслення черв'яка <i>Модульна контрольна робота ч.2.</i>
15	Виконання креслення черв'яка
16	Розрахунок передачі гвинт-гайка
17	Зображення гвинтових пружин на кресленнях
18	Доопрацювання креслень деталей

Лабораторні заняття

Не передбачено.

Контрольні роботи

З метою проведення проміжного контролю засвоєння знань під час семестру проводиться модульна контрольна робота (МКР), що поділена на дві частини по одній годині кожна і проводиться на практичних заняттях на 7 і 14 навчальних тижнях. МКР дозволяють оцінити рівень

засвоєння знань студентами матеріалу, що був розглянутий на лекційних і практичних заняттях, а також опрацьованим ними самостійно під час самостійної роботи.

Під час першої частини МКР студенти мають дати відповіді на питання, що розглядалися у розділі 1, під час другої частини МКР - у розділі 2. Завдання до контрольної роботи додаються до робочої навчальної програми.

6. Самостійна робота студента

Під час самостійної роботи студенти опрацьовують матеріал лекційних та практичних занять, додаткові відомості отримують при опрацюванні рекомендованої літератури, допрацьовують розрахунки і креслення деталей, готуються до виконання МКР і екзамену.

№ з/п	Назви робіт, що виносяться на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Опрацювання матеріалу лекційних занять	6
2	Виконання завдань практичних занять	6
3	Підготовка до виконання МКР	6
4	Підготовка до екзамену	30
	Всього	48

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:**
 - у режимі очного навчання заняття відбуваються в аудиторії згідно розкладу занять;
 - у режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції у програмі Zoom - посилання на конференцію видається на початку семестру.
- **правила поведінки на заняттях:**
 - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується предмету дисципліни або може зашкодити здоров'ю;
 - дозволяється використання засобів зв'язку лише для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в Інтернет;
 - забороняється будь-яким чином не етична поведінка під час проведення занять.
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
 - докладна інформація із приводу штрафних та заохочувальних балів наведена у п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання»;
 - максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського.
- **політика дедлайнів та перескладань:**
 - перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин відсутності на занятті;
 - перескладань для підвищення балів передбачено.
- **політика округлення рейтингових балів:**
 - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа за правилами округлення.
- **політика оцінювання контрольних заходів:**
 - оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;

- нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
- негативний результат оцінюється в 0 балів.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Оскарження результатів контрольних заходів

- У випадку незгоди із результатами контрольних заходів студенти можуть виконувати і/або захищати їх у присутності комісії, яка формується із викладачів кафедри.

Загальні рекомендації

- Лекційні, практичні заняття рекомендується відвідувати в повному обсязі.
- Для допуску до семестрового контролю студентам необхідно відпрацювати обидві частини МКР в термінах до останнього заняття за розкладом. Семестровий контроль проходить в вигляді заліку. Для студентів, що не впоралися із завданнями вчасно, можливо відпрацювання в режимі консультацій і складання заліку під час додаткової сесії.

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

Система рейтингових балів. Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- 1) відповіді під час експрес контролю на лекційних заняттях (проводиться після вивчення кожного розділу, кредитний модуль складається з 4 розділів);
- 2) виконанні завдань на практичних заняттях;
- 3) виконання МКР.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

1. Експрес контролю на лекційних заняттях.

Ваговий бал – 1. Максимальна кількість балів дорівнює 1 бал * 4 розділи = 4 бали.

Питання розкрито повністю – 1 бал.

Неповна відповідь – 0,5-0,9 балів.

Відповідь невірна – 0-0,4 балів.

2. Робота на практичних заняттях.

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів дорівнює 2 бали * 18 практичних занять = 36 балів.

Завдання виконано повністю – 2 бали.

Завдання виконано неповністю – 0,5-1,9 бали.

Завдання не виконано або виконано не правильно – 0-0,4 балів.

3. Контрольні роботи.

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів дорівнює 5 балів * 2 частини МКР = 10 балів.

Питання розкрито повністю – 5 балів.

Неповна відповідь – 3 - 4 бали.

Відповідь не достатня – 1-2 бали.

Відповідь невірна – 0 балів.

4. Розрахунок шкали (R_c) рейтингу:

сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 4 + 36 + 10 = 50 \text{ балів.}$$

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 0,5 від RD:

$$R_E = 0,5 \times RD = 0,5 \times 100 \text{ балів} = 50 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає:

$$RD = R_c + R_E = 50 + 50 = 100 \text{ балів.}$$

Умови позитивної проміжної атестації

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент повинен набрати не менше ніж 10 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «Ідеальний» студент має отримати 20 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менше ніж 19 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «Ідеальний» студент має отримати 38 бали).

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання всіх завдань на практичних заняттях, написання МКР не менше ніж на 5 балів, а також стартовий рейтинг (r_c) не менше 50 % від R_c , тобто 25 балів.

Екзаменаційну роботу всі студенти пишуть обов'язково.

На екзамені студенти відповідають на три теоретичні питання і виконують графічне завдання. Теоретичне питання оцінюється у 10 балів кожне, а практичне завдання - 20 балів.

Система оцінювання теоретичного питання:

Теоретичне питання розкрито повністю – 10 балів.

Теоретичне питання розкрито не повністю – 6 - 9 балів.

Теоретичне питання розкрито не достатньо – 3 - 5 балів.

Відповідь недостатня або невірна – 0 - 2 бали.

Система оцінювання практичного завдання:

Практичне завдання виконано без помилок – 20 балів.

Практичне завдання виконано з помилкою, що не впливає на кінцевий результат – 15 - 19 балів.

Практичне завдання виконано з помилкою, що впливає на кінцевий результат – 10 - 14 балів.

Практичне завдання виконано не повністю – 5 - 9 балів.

Практичне завдання не виконано – 0 балів.

6. Заохочувальні бали за виконання додаткових завдань із кредитного модулю – «+» від 1 до 3 заохочувальних балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

доц., к.т.н. Котляр Світлана Сергіївна

Ухвалено кафедрою космічної інженерії (протокол № 15 від 07.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІАТ (протокол № 6 від 22.06.2023 р.)