



Технічна механіка-3. Коливання в технічних системах.

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>173 Авіоніка</i>
Освітня програма	<i>Системи керування літальними апаратами та комплексами</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>II курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3.5 кредитів (105 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	<i>Rozklad kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>Кандидат фізико-математичних наук, доцент Ільчишина Діна Іванівна, т.м. +380507441867, e-mail: ilnadin@ukr.net</i> Практичні: <i>старший викладач Іванова Ольга Миколаївна, т.м. +380991022827, e-mail: ivpon@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>Платформа "Сікорський"</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Технічна механіка-3. Коливання в технічних системах.» належить до обов'язкових навчальних дисциплін циклу професійної підготовки за спеціальністю 173 «Авіоніка» освітньою програмою (спеціалізацією) «Системи керування літальними апаратами та комплексами».

1.1 Мета навчальної дисципліни.

- Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей та знань згідно із освітньою програмою:
- ЗК 3 Здатність до проведення досліджень для розв'язання складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності (практичного застосування набутих теоретичних знань; самостійної роботи з навчальною, навчально-методичною і довідковою літературою згідно із освітньою програмою.

- ЗК 11 Здатність працювати в команді з метою ефективної реалізації поставлених задач;
- ФК 4 Здатність описувати моделі робочих процесів у системах та елементах авіаційної та ракетно-космічної техніки, необхідні для розуміння, опису, вдосконалення об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки та оптимізації їх параметрів (побудови математичної моделі механічної задачі та вибір методу її розв'язання).
- ФК 5 Здатність ставити та вирішити професійні задачі на основі базових знань у галузі гідравлічних, пневматичних, електричних та електронних систем (знання розділів суміжних дисциплін, що використовуються в курсі технічної механіки: інтегрування основних типів диференціальних рівнянь, визначення екстремумів однієї та кількох змінних).

1.2 Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати:

- ПРН1. Вміння розв'язувати складні інженерні завдання і проблеми авіаційної та/або ракетно-космічної техніки, що потребує оновлення та інтеграції знань, у тому числі в умовах неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог (складати математичні моделі руху (у вигляді диференціальних рівнянь) і рівняння рівноваги тіл).
- ПРН13. Вміння застосовувати вимоги галузевих та міжнародних нормативних документів щодо формулювання та розв'язання науково-технічних задач проектування, виробництва, ремонту, складання, випробування та (або) сертифікації елементів та об'єктів ракетно-космічної техніки на всіх етапах її життєвого циклу (розв'язувати алгебричні та диференціальні рівняння з метою визначення кінематичних законів руху та параметрів рівноваги тіл).
- ПРН14. Вміння, на основі навичок оцінювання стійкості та керованості літального апарата згідно з існуючими методиками, визначати вихідні параметри для формування зовнішнього вигляду ракетно-космічної техніки (аналізувати та класифікувати сили, що діють на механічні системи).
- ПРН17. Вміння використовувати на практиці сучасні методи, способи та засоби проектування, виробництва, ремонту, складання, випробування та (або) сертифікації елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки для різних типів промислового виробництв (Знання необхідного теоретичного матеріалу: кінематичні характеристики механізмів, основні теореми динаміки, основні принципи механіки для застосування їх в інженерних розробках).

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

Предмет навчальної дисципліни найбільш загальні закони руху і взаємодії тіл, пізнання кількісних і якісних закономірностей, що спостерігаються у природі; розуміння явищ, що спостерігаються, і передбачення закономірностей нових явищ.

Міждисциплінарні зв'язки: Вивчення дисципліни базується на знаннях, отриманих студентами курсів вищої математики та фізики.

Успішне вивчення дисципліни підготовлює студентів до самостійного вивчення наступних навчальних дисциплін спеціальності, як, коливання в технічних системах, аеродинаміка та теорія польоту ЛА, основи моделювання, основи будови систем керування ЛА, приводи систем керування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні (комп'ютерний практикум)	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Основні положення					
Тема 1.1. Стійкість рівноваги та стійкість руху. Класифікація сил.	3	1			2
Тема 1.2. Узагальнене рівняння енергії. Функція Релея. Квадратичні форми кінетичної, потенціальної енергії та функції Релея	6	1			5
Розділ 2. Лінійні системи з одним степенем свободи					

1	2	3	4	5	6
Тема 2.1. Диференціальні рівняння руху. Інтерпретація руху на фазовій площині.	8	1	2		5
Тема 2.2. Вільні коливання без опору. Втрата стійкості	8	1	2		5
Тема 2.3. Згасаючі коливання при наявності малого опору	8	2	2		4
Тема 2.4. Зростаючі коливання	4	1			3
Тема 2.5. Вимушені коливання.	12	1	2		9
Розділ 3. Лінійні системи зі скінченим числом степенів свободи					
Тема 3.1. Диференціальні рівняння руху автономної системи Критерії стійкості системи	6	1	2		3
Тема 3.2. Вільні коливання системи з N степенем свободи	3	1			2
Тема 3.3. Вільні коливання системи з двома степенем свободи	12	2	4		6
Тема 3.4. Згасаючі коливання системи з двома степенями свободи. Критерії Гурвіца.	8	2	2		4
Тема 3.5. Вимушені коливання системи з двома степенями свободи при відсутності опору. Динамічний гасник коливань	17	2	2		13
Розділ 4. Нелінійні					

1	2	3	4	5	6
коливання системи					
Тема 4.1. Консервативні системи	1	0,5			0,5
Тема 4.2. Дисипативні системи	1	0,5			0,5
Тема 4.3. Автоколивальні системи	1	0,5			0,5
Тема 4.4. Параметричні коливання систем	1	0,5			0,5
Залік	6				6
ВСЬОГО	105	18	18		69

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

- Павловский М. А. Теоретическая механика / М. А. Павловский, Т. В. Путята – Киев.: Вища школа. 1985. -328 с.
- Павловський М. А. Теоретична механіка / М. А. Павловський – К.: “Техніка”. 2002 – 510 с.
- Савин Г. Н. Курс теоретической механики / Г. Н. Савин, Т. В. Путята, Б. Н. Фрадлин Киев.: Вища школа 1973. - 416 с.
- Мещерский И. В. Сборник задач по теоретической механике / И. В. Мещерский М., Наука, 1986.-448 с.
- Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике под редакцией Яблонского А. А. Высшая школа, 1985.- 367 с.
-

Допоміжна

- Бать М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Т. 1, 2, 3 / М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон – М.: В. школа.- 1971, 1972, 1973.
- Павловский М. А. Теоретическая механика. Статика. Кинематика / М. А. Павловский, Л. Ю. Акинфиева, О. Ф. Бойчук К.: Вища школа, 1989.-350 с.
- Айзенберг Т. Б. Руководство к решению задач по теоретической механике / Айзенберг Т. Б. – М.: Высшая школа, 1963.-420 с.
- Путята Т. В. Методика розв'язування задач з теоретичної механіки / Т. В. Путята, Б. Н. Фрадлін Київ. Вища школа. 1955. 288 с.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційний заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
Тема 1.1.	<p>Стійкість рівноваги та стійкість руху <i>Лекція 1.</i> Класифікація сил. Стійкість рівноваги та стійкість руху. Теорема Лагранжа – Діріхле. Терми Ляпунова. Класифікація сил, що діють на точки коливальної системи. Кінетичний потенціал. <i>Література:</i> [1] стор. 131-135, 335-344.</p>
Тема 1.2.	<p>Узагальнене рівняння енергії. Узагальнене рівняння енергії. Фізичний зміст функції Релея. Квадратичні форми кінетичної, потенціальної енергії та функції Релея. <i>Література:</i> [1] стор. 131-135, [5] стор. 22-28.</p>
Розділ 2. Лінійні системи з 1 степенем свободи	
Тема 2.1.	<p>Диференціальні рівняння руху. <i>Лекція 2.</i> Диференціальні рівняння малих коливань системи з N степенями свободи в околі положення стійкості рівноваги. <i>Література:</i> [5] стор. 28-31, [4] стор. 73-83.</p>
Тема 2.2.	<p>Вільні коливання без опору. Втрата стійкості Диференціальне рівняння руху автономної системи (з одним степенем свободи). Поняття про фазові координати. Інтерпретація руху на фазовій площині. Фазовий портрет вільних коливань системи. <i>Література:</i> [3] стор. 460-463, [5] стор. 33-41. Завдання на СРС № 1. Розв'язування задач по темах 2.1-2.2. <i>Література:</i> [6], № 54.1 – 54.18. Випадок руху системи з від'ємною силою пружності (коефіцієнт пружності від'ємний). Втрата системою стійкості. Фазовий портрет цього виду руху системи. <i>Література:</i> [5] стор. 44-49.</p>

Тема 2.3.	<p>Згасаючі коливання при наявності малого опору.</p> <p><i>Лекція 3.</i> Вплив сил опору на вільні коливання системи. Згасаючі коливання. Фазовий портрет згасаючих коливань.</p> <p><i>Література:</i> [5] стор. 49-60, [3] стор. 419-421.</p>
Тема 2.4.	<p>Зростаючі коливання.</p> <p><i>Лекція 4.</i> Рух системи у випадку, коли коефіцієнт опору може стати від'ємним. Випадок та званого «від'ємного опору». Фазова діаграма зростаючих коливань.</p> <p><i>Література:</i> [5] стор. 60-64.</p>
Тема 2.5.	<p>Вимушені коливання.</p> <p>Вимушені коливання при наявності лінійного опору та періодичного збудження. Амплітудно-частотні характеристики вимушених коливань. Вимушені коливання при довільному законі збурювальної сили</p> <p>Завдання на СРС № 2. Підготовка реферату (ч.1).</p> <p><i>Література:</i> [7], Д-23</p>
Розділ 3. Лінійні системи зі скінченим числом степенів свободи	
Тема 3.1.	<p>Диференціальні рівняння руху автономної системи</p> <p><i>Лекція 5.</i> Рух системи з N степенем свободи. Диференціальні рівняння руху. Критерій Сільвестра. Приклади складання диференціальних рівнянь руху систем, що мають 2-3 степені свободи.</p> <p><i>Література:</i> [5] стор. 201-203, [3] стор. 400-416.</p>
Тема 3.2.	<p>Вільні коливання системи з N степенем свободи</p> <p>Вільні коливання системи з N степенем свободи. Інтегрування диференціальних рівнянь руху системи. Рівняння частот. Властивості коренів рівняння частот. Головні частоти та головні форми коливань.</p> <p><i>Література:</i> [2] стор. 505-516, [4] стор. 73-94.</p>
Тема 3.3.	<p>Вільні коливання системи з двома степенем свободи</p> <p><i>Лекція 6.</i> Вільні коливання системи з двома степенями свободи. Нормальні координати.</p> <p><i>Література:</i> [2] стор. 509-530, [3] стор. 429-434.</p> <p>Розв'язування задач по темах 3.1-3.3.</p> <p><i>Література:</i> [7], Д-24. [6], № 55-1 – 55-12.</p>
Тема 3.4.	<p>Згасаючі коливання системи з двома степенями свободи.</p> <p>Згасаючі коливання системи з двома степенями свободи. Критерій Гурвіца.</p>

	<i>Література:</i> [3] стор. 404-416, [5] стор. 233-237.
Тема 3.5.	Вимушені коливання системи з двома степенями свободи. <i>Лекція 7.</i> Вимушені коливання системи з двома степенями свободи при відсутності сил опору. Динамічний віброгасник без згасання. <i>Література:</i> [5] стор. 237-243, 266-270. Завдання на СРС № 4. Підготовка реферату (ч.1)
Розділ 4. Нелінійні коливання систем	
Тема 4.1.	Консервативні системи <i>Лекція 8.</i> Системи з одним ступенем свободи при наявності нелінійної поновлюючої сили. Сила кулонового тертя. Опір, пропорційний квадратові швидкості. <i>Література:</i> [2] стор. 422-442.
Тема 4.2.	Дисипативні системи Основні поняття. Вплив сухого тертя на рух системи. Методи дослідження систем з сухим тертям.
Тема 4.3.	Автоколивальні системи Автоколивальні системи. Основні поняття. Фазові траєкторії. Метод усереднення. <i>Література:</i> [3] стор. 469-475, [5] стор. 137-149, [4] стор. 194-213.
Тема 4.4.	Параметричні коливання систем <i>Лекція 9.</i> Параметричні коливання. Основні поняття. Параметричні коливання в околі положення рівноваги. Параметричні коливання при відсутності тертя. Параметричне збудження за законом синуса. Стійкість астатичного маятника, точка опори якого виконує гармонічні коливання. <i>Література:</i> [4] стор. 176-194. Завдання на СРС № 5. Підготовка до заліку. Висновки.

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять – закріпити у студентів, шляхом виконання практичних завдань і розв’язку практичних задач за вивченими темами, теоретичні положення кредитного модуля, а також дати студентам певний досвід їх практичного застосування. На практичному занятті студенти вчаться розв’язувати задачі під керівництвом викладача, виконують контрольні роботи.

Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	К-сть годин
Критерії стійкості рівноваги систем.	2
Лінійні системи з 1ю степенем свободи (вільні, згасаючі, вимушені коливання).	8
Лінійні системи з 2ма степенями свободи (вільні та згасаючі).	6
Вимушені коливання системи з 2ма степенями свободи.	2

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Класифікація сил, що діють на точки коливальної системи. Кінетичний потенціал. <i>Література:</i> [1] стор. 131-135, 335-344.	2
2.	Квадратичні форми кінетичної, потенціальної енергії та функції Релея. <i>Література:</i> [1] стор. 131-135, [5] стор. 22-28.	2
3.	Рівняння частот. Властивості коренів рівняння частот. Головні частоти та головні форми коливань. <i>Література:</i> [2] стор. 505-516, [4] стор. 73-94.	2
4.	Розв'язування задач по темах 3.1-3.3. <i>Література:</i> [7], Д-24. [6], № 55-1 – 55–12.	2
5.	Метод усереднення при дослідженні автоколивальних систем. <i>Література:</i> [3] стор. 469-475, [5] стор. 137-149, [4] стор. 194-213.	2

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика виставлення оцінок (пропущені заняття, відпрацювання пропусків): кожна оцінка виставляється відповідно до розроблених викладачем та заздалегідь оголошених студентам критеріїв, а також мотивується в індивідуальному порядку на вимогу студента; у випадку

невідпрацювання студентом усіх передбачених занять до заліку він не допускається; пропущені заняття обов'язково мають бути відпрацьовані.

Форму і час відпрацювання студент та викладач взаємопогоджують.

Політика академічної поведінки та доброчесності (плагіат, поведінка в аудиторії):

конфліктні ситуації мають відкрито обговорюватись в академічних групах з

викладачем, необхідно бути взаємно толерантним, поважати думку іншого. Плагіат та інші форми нечесної роботи неприпустимі. Недопустимі підказки і списування у ході семінарських і практичних занять, контрольних роботах, на заліку та екзамені. Норми академічної етики: дисциплінованість; дотримання субординації; чесність; відповідальність; робота в аудиторії з відключеними мобільними телефонами.

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

Для ефективної перевірки рівня засвоєння здобувачами вищої освіти знань, умінь і навичок з навчальної дисципліни використовуються різні методи і форми контролю:

-метод усного контролю: основне запитання, додаткові, допоміжні; запитання у вигляді проблеми; індивідуальне, фронтальне та комбіновані опитування;

- метод письмового контролю;

- метод тестового контролю;

- практичний контроль.

Поточний контроль здійснюється на кожному практичному занятті відповідно до конкретних цілей теми з метою перевірки ступеню та якості засвоєння матеріалу. На всіх заняттях застосовується об'єктивний контроль теоретичної підготовки та засвоєння практичних навичок із метою перевірки підготовленості здобувача вищої освіти до заняття. В процесі поточного контролю оцінюється самостійна робота студента щодо повноти виконання завдань, рівня засвоєння навчальних матеріалів, оволодіння практичними навичками аналітичної, дослідницької роботи та ін.

Результати поточного контролю заносяться в Систему Кампус КПІ Імені Ігоря Сікорського.

Підсумковий контроль – контроль навчальних досягнень здобувачів вищої освіти з метою оцінки якості освоєння ними програми навчальної дисципліни, що проводиться в період семестрової атестації у формі заліку. Мета підсумкового контролю – виявити засвоєння навчальної дисципліни в цілому, розуміння навчального матеріалу, взаємозв'язок змісту навчального матеріалу, логіку його засвоєння тощо.

Підсумковий контроль здійснюється у формі заліку відповідно до освітньої програми, індивідуального плану здобувача вищої освіти і робочого навчального плану, розроблених на основі стандарту спеціальності. На цьому етапі підводиться підсумок вивчення дисципліни, визначаються можливості переходу до наступного етапу навчання.

Підсумковий контроль у формі заліку проводиться за розкладом заліково-екзаменаційної сесії.

Результати підсумкового контролю заносяться в Систему Кампус КПІ Імені Ігоря Сікорського.

До підсумкового контролю допускаються студенти, які виконали передбачену навчальним планом програму та набрали кількість балів, не меншу за мінімальну.

Студенту, який з поважної причини мав пропуски навчальних занять, вносяться корективи до індивідуального навчального плану і дозволяється відпрацювати академічну заборгованість до певного визначеного терміну.

Підсумковий контроль проводиться за змішаною формою – письмово-усна і включає контроль теоретичної та практичної підготовки.

Рейтинг здобувача вищої освіти з навчальної дисципліни розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 58 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- робота на практичних заняттях ;

- написання модульної контрольної роботи;

Критерії нарахування балів

Робота на практичних заняттях:

- активна творча робота – 3 бали;
- плідна робота – 2 бал;
- пасивна робота – 0 балів.

Написання модульної контрольної роботи:

- роботу написано бездоганно – 5 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 4 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 3 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

На заліку здобувачі вищої освіти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних запитання (завдання) і одне практичне. Кожне запитання (завдання) оцінюється у 14 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) – 10-12 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) – 8-10 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

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

Кількість балів	Оцінка
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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- до класичних, то її викладання проводиться за традиційними методиками.
- На лекціях крім викладання основного теоретичного матеріалу обов'язково приводяться приклади розв'язку типових задач.
- Засвоєні технічної механіки ускладнюється тим, що в цій дисципліні питому вагу мають моделювання та математичне уявлення досліджуваних явищ природи. Тому при розв'язуванні інженерних задач студенти випробують ускладнення, тим більші, чим ширше поставлена задача. Ці ускладнення складаються у тому, що студенти не зразу в змозі встановити зв'язок теорії з практичним застосуванням. Тому перед викладачем стоїть задача формування у студентів дослідницького підходу до поставлених задач.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, Ільчишина Діна Іванівна

Ухвалено кафедрою СКЛА (протокол № 16 від 12.05.2021 р.)

Погоджено Методичною комісією ІАТ (протокол № _____ від _____)