



Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського"



Кафедра конструювання машин
Механіко-машинобудівного інституту

ДОСЛІДЖЕННЯ, ДИНАМІКА ТА НАДІЙНІСТЬ ОБЛАДНАННЯ І МАШИН

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Конструювання та дизайн машин
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	6 кредитів (180 год.), з них лекцій - 36 год., практичних робіт - 36 год., лабораторних робіт - 18 год., СРС – 90 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Іспит, МКР, РР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	д.т.н., професор Шевченко Олександр Віталійович, o.shevchenko@kpi.ua , моб. +38(050)730-52-51 к.т.н., доцент Шишкін Валерій Миколайович shyshkinvn@ukr.net , моб. +38(050)649-07-79
Розміщення курсу	https://ecampus.kpi.ua/

Програма навчальної дисципліни

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

Опис дисципліни. Програму навчальної дисципліни «Дослідження, динаміка та надійність обладнання і машин» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» спеціальності 131 - «Прикладна механіка».

Предмет навчальної дисципліни: формування знань і практичних навичок для самостійного виконання задач з аналізу динамічних властивостей верстатів і машин та задач з синтезу нових технічних рішень в галузі створення технологічного обладнання із заданими характеристиками їх пружних систем для забезпечення точності, продуктивності та надійної експлуатації обладнання на рівні сучасних вимог.

Мета навчальної дисципліни. Формування основ знання, методів розрахунку та визначення техніко-економічних, динамічних показників та критеріїв працездатності технологічного обладнання, основ розрахунку та моделювання статичних та динамічних характеристик елементів металообробного обладнання та виробничих систем.

Основні завдання навчальної дисципліни

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

знання:

- загальні відомості про динамічну систему верстата та її елементи;
- принципи і порядок розрахунку частот і форм власних коливань систем довільного ступеня вільності;
- принцип розрахунку амплітудно-фазо-частотних характеристик динамічної системи верстата;
- принципи і порядок розрахунку динамічних характеристик приводів верстата;
- принципи і порядок розрахунку динамічних характеристик пружної системи верстата та робочих процесів зокрема та у взаємодії;
- основні теоретичні та експериментальні методи та технічні засоби для визначення властивостей динамічних систем верстатів та їх окремих елементів.

уміння:

- формулювати технічні вимоги та мету дослідження динамічних явищ у верстатах;
- виявляти фактори та дії, що впливають на динамічну систему верстата;
- будувати концептуальну модель та розрахункову схему динамічної системи верстата та його елементів;
- проводити математичний опис структури;
- проводити аналіз результатів теоретичних та експериментальних досліджень.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають отримати наступні програмні **компетенції**:

ФК8. Здатність розробляти програми і методики досліджень та випробувань машинобудівних виробів, засобів технічного оснащення, автоматизації та управління, розробляти фізичні та математичні моделі досліджуваних машин, приводів, систем, процесів, виконувати заходи щодо вибору випробувального обладнання та організовувати проведення експериментів з аналізом їх результатів

ФК9. Здатність визначати динамічні характеристики та параметри надійності технологічного обладнання у його взаємодії з робочими процесами із використанням теоретичних та емпіричних методів дослідження.

Та продемонструвати такі програмні **результати навчання**:

РН15. Застосовувати методи досліджень складних технічних систем, володіти навичками самостійного проведення досліджень та випробувань машин з використанням сучасного контрольно вимірювального обладнання та програмної обробки експериментальних даних

РН16. Ідентифікувати фактори та дії, що впливають на динаміку та надійність технологічного обладнання, розробляти математичні моделі системи та її елементів, порівнювати результати теоретичних та експериментальних досліджень, визначати показники надійності технічних систем, аналізувати причини несправностей та відмов, впроваджувати методи відновлення працездатності.

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

Вивчення даної дисципліни базується на знаннях, отриманих на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти. У свою чергу дисципліна «Дослідження, динаміка та надійність обладнання і машин» є базою для подальшого вивчення дисциплін «Наукова робота за темою магістерської дисертації», «Практика», «Виконання магістерської дисертації».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Динамічні системи верстатів.

Тема 1.1. Особливості динамічних систем верстатів.

Розділ 2. Статичні та динамічні характеристики пружних систем верстатів.

- Тема 2.1.** Характеристики пружних систем верстатів.
- Тема 2.2.** Визначення власних частот коливань елементів пружних систем верстатів.
- Тема 2.3.** Експериментальні дослідження пружних систем верстатів.
- Тема 2.4.** Основні напрямки поліпшення властивостей пружних систем верстатів.
- Розділ 3.** Характеристики процесів тертя в механізмах машин.
- Тема 3.1.** Види тертя в механізмах машин.
- Тема 3.2.** Визначення сил тертя в рухомих з'єднаннях машин.
- Тема 3.3.** Фрикційні автоколивання в динамічних системах верстатів.
- Розділ 4.** Динаміка різання.
- Тема 4.1.** Вплив процесу різання на динамічні характеристики верстатів.
- Тема 4.2.** Сталість процесу різання.
- Тема 4.3.** Обробка за слідом.
- Розділ 5.** Динаміка приводів головного руху і подач верстатів.
- Тема 5.1.** Характеристики приводів машин.
- Тема 5.2.** Перехідні процеси в приводах.
- Розділ 6.** Динаміка допоміжних механізмів верстатів.
- Тема 6.1.** Динаміка механізмів допоміжних рухів верстатів.
- Розділ 7.** Методи поліпшення динамічних властивостей верстатів.
- Тема 7.1.** Підвищення динамічної якості верстатів.
- Тема 7.2.** Точність формоутворення поверхонь різанням.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Пічкур В. В. Теорія динамічних систем : навч. посіб. / Володимир Володимирович Пічкур, Олексій Володимирович Капустян, Валентин Володимирович Собчук. – Луцьк : Вежа-Друк, 2020. – 348 с. (https://mechmat.knu.ua/wp-content/uploads/2023/01/teoriia_dynamichnykh_system_kapustianov_pichkurvv_sobchukvv.pdf)
2. Теорія автоматичного управління: Навчальний посібник [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології кібер-енергетичних систем»; уклад.: О. Й. Штіфзон, П. В. Новіков, В.П. Бунь. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 144 с. (https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41587/1/%D0%A2eoriia_avtomat_uprav.pdf)
3. Основи теорії коливань та стійкості рухомого складу: Навч. посібник / О. В. Устенко, Р. І. Візняк, А. О. Ловська та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – 129 с. (<http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/5652/1/>)
4. Воробйов В. В., Воробйова Л. Д., Киба С. П. Основи прикладної теорії коливань: Підручник для студентів машинобудівних та електромеханічних спеціальностей. Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2020. 156 с. (http://document.kdu.edu.ua/metod/2020_2201.pdf)
5. Надійність технологічних систем. Посібник-практикум / Н.І. Болтянська. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 162 с. (<http://www.tsatu.edu.ua/tstt/navchannja/pidruchniki-ta-posibniki/nadijnist-tehnolohichnyh-system-posibnyk-praktykum/>)

Додаткова література

1. Лазарєв Ю. Ф. Моделювання динамічних систем у Matlab. Електронний навчальний посібник. – Київ: НТУУ "КПІ", 2011. – 421 с. (https://elprivod.nmu.org.ua/files/mathapps/mds_matlab.pdf)
2. Теорія коливань та стійкості руху: Збірник завдань до курсового проектування та практичних занять для студентів напряму підготовки 6.050501 "Прикладна механіка" / Уклад.: А.Є. Бабенко, М.І. Бобир, О.О. Боронко, С.І. Трубочев. – К.:НТУУ «КПІ», 2010. – 168 с. (<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/23729>)

3. Лазарев Ю. Ф. Л17 MATLAB і моделювання динамічних систем. Навчальний посібник. Глава 4. Засоби взаємодії Matlab з Simulink. – Київ: НТУУ "КПІ", 2009. – 63 с. (https://cions.kpi.ua/Arhiv/Lazarev/uml_4n.pdf)
4. Тексти (конспект) лекцій з дисципліни “Експлуатація та обслуговування верстатів” для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” усіх форм навчання / Укл. С.В. Танченко. - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. - с.86. (<http://eir.zp.edu.ua/bitstream/123456789/8151/1/M08227.pdf>)
5. Динаміка верстатних систем. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт для студентів освітнього рівня «Магістр» спеціальностей 131 "Прикладна механіка" та 133 "Галузеве машинобудування" / Укл.: О.В.Лисенко. – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 84 с. (http://dSPACE.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/11041/1/Met_recom_prakt_zan_DVS_2020.pdf)
6. Основи наукових досліджень. Методичні вказівки до самостійної роботи і практичних занять студентів інженерних спеціальностей денної форми навчання / Укл. О.В. Шевченко – К.: ММІ НТУУ «КПІ», (електронне видання), 2015р. – 50 с. (<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/10869>)
7. Методичні вказівки та контрольні завдання для самостійної роботи студентів з дисципліни «Динаміка верстатів». Для студентів механічних спеціальностей вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом підготовки «Машинобудування» і, насамперед, для спеціальності „Металорізальні верстати та системи” / Укл. О.В. Шевченко, О.О. Боронко, Ю.М. Данильченко, А.Ю. Беляєва. – Київ: ММІ НТУУ «КПІ», 2014. – 72 с. (<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/6912>)

Інформаційні ресурси:

1. <https://core.ac.uk/download/pdf/74356383.pdf>
2. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-9801-9>
3. <https://www.amazon.com/Machine-Tool-Dynamics-Introduction-D-Welbourn/dp/0521077656>
4. <https://www.iitk.ac.in/me/machining-dynamics>
5. <https://www.mmsonline.com/articles/how-machine-tool-dynamics-could-become-a-us-supply-chain-strategy>
6. <https://dSPACE.snu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/13d6473b-e427-4234-a49f-af831428d4f4/content>
7. <https://www.linkedin.com/advice/3/how-do-you-design-implement-active-passive-damping>
8. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:835401/FULLTEXT01.pdf>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття (36 годин).

Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 1. Динамічні системи верстатів.
Тема 1.1. Особливості динамічних систем верстатів. <u>Лекція 1.</u> Структура та особливості динамічних систем верстатів. <u>Лекція 2.</u> Розробка моделей та розрахункових схем реальних систем верстатів.
Розділ 2. Статичні та динамічні характеристики пружних систем верстатів.
Тема 2.1. Характеристики пружних систем верстатів. <u>Лекція 3.</u> Визначення статичних і динамічних характеристик пружних систем верстатів з одним і декількома ступенями свободи. <u>Лекція 4.</u> Характеристики перехідних процесів в пружних системах. Коефіцієнти динамічності. Тема 2.2. Визначення власних частот коливань елементів пружних систем верстатів. <u>Лекція 5.</u> Еквівалентні пружні системи. Вібраційна сталість пружних систем. Розрахунки коливань в пружних системах верстатів. АФЧХ пружних систем. Тема 2.3. Експериментальні дослідження пружних систем верстатів.

<p><u>Лекція 6.</u> Методи експериментального визначення статичних і динамічних характеристик пружних систем верстатів.</p> <p>Тема 2.4. Основні напрямки поліпшення властивостей пружних систем верстатів.</p> <p><u>Лекція 7.</u> Забезпечення раціональних схем навантаження пружних систем. Компенсація пружних деформацій. Підвищення демпферних властивостей пружних систем. Визначення оптимальних динамічних параметрів елементів пружних систем верстатів.</p>
<p>Розділ 3. Характеристики процесів тертя в механізмах машин.</p>
<p>Тема 3.1. Види тертя в механізмах машин.</p> <p><u>Лекція 8.</u> Визначення коефіцієнтів тертя в рухомих з'єднаннях машин в умовах змішаного тертя. Статична характеристика процесу тертя. Динамічні характеристики тертя за контактними деформаціями та за швидкістю відносного руху елементів машин.</p> <p>Тема 3.2. Визначення сил тертя в рухомих з'єднаннях машин.</p> <p><u>Лекція 9.</u> Залежність сил тертя від швидкості тангенціального навантаження та часу нерухомого контакту. Залежність потужності холостого ходу в механізмах машин від швидкості відносного руху елементів.</p> <p>Тема 3.3. Фрикційні автоколювання в динамічних системах верстатів.</p> <p><u>Лекція 10.</u> Визначення критичних швидкостей плавного руху в залежності від схеми навантаження пружної системи повзуна верстата. Методи зменшення витрат на тертя та підвищення плавності переміщень і точності позиціонування вузлів верстатів.</p>
<p>Розділ 4. Динаміка різання.</p>
<p>Тема 4.1. Вплив процесу різання на динамічні характеристики верстатів.</p> <p><u>Лекція 11.</u> Статична та динамічна характеристики процесу різання.</p> <p>Тема 4.2. Сталість процесу різання.</p> <p><u>Лекція 12.</u> Виникнення автоколювань внаслідок нелінійності сили різання. Виникнення автоколювань внаслідок інерційності процесу різання. Виникнення автоколювань внаслідок наявності координатного зв'язку в пружній системі верстата.</p> <p>Тема 4.3. Обробка за слідом.</p> <p><u>Лекція 13.</u> Вплив стану оброблюваної поверхні на сталість процесу різання. Визначення умов виникнення допустимих автоколювань. Експериментальне визначення динамічних характеристик при різанні.</p>
<p>Розділ 5. Динаміка приводів головного руху і подач верстатів.</p>
<p>Тема 5.1. Характеристики приводів машин.</p> <p><u>Лекція 14.</u> Характеристики двигунів та фрикційних муфт приводів. Перехідні процеси в приводах з фрикційними муфтами. Визначення енергетичних та інерційних властивостей приводів з фрикційними муфтами.</p> <p>Тема 5.2. Перехідні процеси в приводах.</p> <p><u>Лекція 15.</u> Перехідні процеси в приводах з жорстким кінематичним зв'язком. Методи поліпшення динамічних характеристик приводів верстатів.</p>
<p>Розділ 6. Динаміка допоміжних механізмів верстатів.</p>
<p>Тема 6.1. Динаміка механізмів допоміжних рухів верстатів.</p> <p><u>Лекція 16.</u> Динаміка механізмів періодичного руху вузлів верстатів. Динаміка механізмів закріплення оброблюваних деталей. Динаміка завантажувальних механізмів.</p>
<p>Розділ 7. Методи поліпшення динамічних властивостей верстатів.</p>
<p>Тема 7.1. Підвищення динамічної якості верстатів.</p> <p><u>Лекція 17.</u> Визначення схеми формоутворення оброблюваних поверхонь та параметрів пружної системи верстата. Методи забезпечення вібраційної сталості верстатів при різанні.</p> <p>Тема 7.2. Точність формоутворення поверхонь різанням.</p> <p><u>Лекція 18.</u> Визначення параметрів технологічної системи для забезпечення заданої точності формоутворення. Методи зменшення навантажень пружної системи верстата при різанні. Методи зменшення часу виконання допоміжних рухів робочих органів верстатів.</p>

Практичні заняття.

Практичні заняття спрямовані на закріплення теоретичних відомостей, отриманих студентом на лекціях і при самостійній роботі, включаючи розуміння фізичних явищ, що супроводжують робочі процеси в динамічних системах верстатів, закріплення методології

визначення параметрів пружної системи та приводів верстатів, їх аналізу та прийняттю рішення щодо їх впровадження в конструкції вузлів верстатів.

Основні завдання циклу практичних занять спрямовані на формування

знання:

- загальні відомості про динамічну систему верстатів та її основні елементи;
- загальні відомості про стійкість динамічних систем верстатів та методів її забезпечення та оцінки;
- основні визначення, класифікацію основних динамічних характеристик, методи та технології забезпечення необхідних характеристик динамічних систем верстатів;
- знати способи оцінки динамічної стійкості залежно від кінематичної структури та пристрою верстатної системи;
- знати основні способи зовнішнього впливу на поведінку динамічної системи верстата, методи вивчення та оцінки швидкості та інтенсивності процесів усередині динамічної системи верстата внаслідок зовнішнього впливу;

уміння:

- проводити аналіз динамічної системи верстатів та її основних елементів;
- вести розрахунки параметрів стійкості динамічних систем верстатів та методів її забезпечення та оцінки;
- застосовувати методи та технології забезпечення необхідних характеристик динамічних систем верстатів;
- визначати на основі розрахунку та моделювання основні динамічні характеристики верстатної системи;
- застосовувати методи оцінки швидкості та інтенсивності процесів усередині динамічної системи верстата внаслідок зовнішнього силового навантаження;

володіння:

- термінологією в сфері дослідження, динаміки та надійності обладнання і машин;
- методами аналізу, узагальнення та сприйняття інформації, постановкою цілей і вибором шляхів її досягнення, здібностями до саморозвитку підвищення своєї кваліфікації і майстерності.

Орієнтовний перелік практичних робіт:

Практична робота № 1 «Встановлення закону зміни випадкових величин за результатами дослідів»;

Практична робота № 2 «Встановлення виду залежності між двома змінними величинами»;

Практична робота № 3 «Розрахунок статичної характеристики пружної системи верстата»;

Практична робота № 4 «Визначення динамічних характеристик простих коливальних систем».

Лабораторні роботи.

Лабораторні роботи спрямовані на набуття студентом знань та умінь в сфері експериментального визначення основних динамічних характеристик верстатів для забезпечення гарантованого та стабільного здійснення обробки деталей із заданими точністю та продуктивністю.

Орієнтовний перелік лабораторних робіт:

Лабораторна робота № 1 «Дослідження жорсткості механізму кріплення інструменту в залежності від схеми навантаження»;

Лабораторна робота № 2 «Дослідження віброакустичних характеристик металорізальних верстатів. Порядок визначення шумового навантаження».

Лабораторна робота № 3 «Дослідження віброакустичних характеристик металорізальних верстатів. Визначення рівня вібрації на робочому місці».

Лабораторна робота № 4 «Дослідження теплових полів та температурних деформацій токарного верстата».

6. Самостійна робота студента

Години, відведені на самостійну роботу студента, призначені для опанування навчальної дисципліни, зокрема, підготовка до виконання робіт на практичних заняттях;

підготовка до лекцій та лабораторних робіт, виконання розрахункової роботи а також підготовка до модульної контрольної роботи та іспиту.

Розрахункова робота «Дослідження впливу методів розгону шпинделя верстата на час розгону та енергетичний стан приводу».

Метою розрахункової роботи є набуття практичних навичок з визначення часу розгону та втрат енергії при розгоні шпинделя приводу головного руху верстата до заданих частот обертання при різній послідовності вмикання електромагнітних муфт автоматичної коробки швидкостей.

Зміст розрахункової роботи:

1. На основі кінематичної схеми приводу головного руху будується графік частот обертання шпинделя.
2. У відповідності з побудованим графіком частот обертання шпинделя складаються схеми ділянок кінематичних ланцюгів, за якими здійснюється розгін шпинделя до заданих частот обертання з вказанням задіяних в передачі руху електромагнітних муфт.
3. Виконується приведення інерційних мас елементів приводу.
4. Визначається час розгону шпинделя до заданих частот обертання при можливих варіантах вмикання муфт приводу та електродвигуна.
5. Визначаються витрати енергії в приводі при розгоні шпинделя різними способами.
6. Виконується аналіз отриманих результатів та розробляються пропозиції щодо використанню та удосконаленню конструкції існуючого приводу верстата.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекцій чи відсутність на них, не оцінюється. Проте, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання.

Відвідування лабораторних робіт є обов'язковим. У разі відсутності студента на лабораторній роботі, у тому числі і за станом здоров'я, йому необхідно пропущену роботу відпрацювати. На одному занятті (2 год.) можна відпрацювати лише одну пропущену лабораторну роботу. Відпрацювання лабораторних робіт відбувається лише за розкладом викладача відповідно до його педагогічного навантаження. Звіт з лабораторних робіт захищається на останньому лабораторному занятті до початку заліку.

Відвідування практичних занять є вельми бажаним, оскільки на цих заняттях вирішуються типові інженерні задачі. Також студенти мають можливість проконсультуватися з викладачем по всіх питаннях з дисципліни. Як правило, на останньому практичному занятті захищаються звіти з практичних робіт.

Відвідування модульних контрольних робіт є обов'язковим. Якщо студент пропустив МКР з поважних причин, наприклад, за станом здоров'я, то за наявності підтверджуючого документа (довідки) він може протягом тижня написати пропущену контрольну роботу. В іншому випадку МКР не оцінюється. Перескладання контрольної роботи на вищу оцінку є неможливим.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень. Детальніше: НАКАЗ №НОН/228/2022 ВІД 21.07.2022 "Про затвердження нової редакції положення про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського", https://document.kpi.ua/2022_НОН-228

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

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

Поточний контроль: лабораторні роботи, практичні роботи, модульна контрольна робота, розрахункова робота.

Календарний контроль: провадиться 2 раз на семестр за встановленим графіком як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: іспит.

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

- виконання та захист лабораторних робіт - 20 балів;
- виконання завдань на практичних заняттях - 20 балів;
- модульну контрольну роботу - 10 балів;
- розрахункову роботу - 10 балів;
- відповідь на екзамені - 40 балів.

Лабораторні роботи r_1

Ваговий бал однієї лабораторної роботи – 5 балів. Мінімальна кількість балів, яка повинна бути набраною, щоб лабораторна робота вважалась зарахованою – 3 бали, тобто 60% від максимальної кількості за одну роботу. Мінімальна кількість балів за всі лабораторні роботи:

$$r1_{min} = 3 \text{ бали} \times 4 = 12 \text{ балів.}$$

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи:

$$r1_{max} = 5 \text{ балів} \times 4 = 20 \text{ балів.}$$

Рейтингові бали за одну лабораторну роботу

Бали	Критерії оцінювання
5,0	Робота виконана повністю, зауважень немає, є відповіді на всі запитання.
4,5	Робота виконана з несуттєвими зауваженнями, у відповідях трапляються неточності.
4,0	Робота виконана з зауваженнями, є відповіді на більшість запитань.
3,5	Робота виконана з помилками, є відповіді лише на частину запитань.
3,0	Робота виконана із значними помилками, є відповіді лише на окремі питання.
0,0	Робота не виконана, звіт не представлений.

Практичні заняття r_2

Максимальна кількість балів за всі завдання, які виконуються на практичних заняттях нараховується за правильне та своєчасне виконання. Максимальна кількість балів за всі завдання становить:

$$r2_{max} = 5 \text{ балів} \times 4 = 20 \text{ балів.}$$

Мінімальна кількість балів за всі виконані практичні завдання складає не менше 60% від максимальної кількості:

$$r2_{min} = 3 \text{ бали} \times 4 = 12 \text{ балів.}$$

Рейтингові бали за практичне завдання

Бали	Критерій оцінювання
5,0	Робота виконана повністю, зауважень немає, є відповіді на всі запитання.
4,5	Робота виконана з несуттєвими зауваженнями, у відповідях трапляються неточності.
4,0	Робота виконана з зауваженнями, є відповіді на більшість запитань.
3,5	Робота виконана з помилками, є відповіді лише на частину запитань.
3,0	Робота виконана із значними помилками, є відповіді лише на окремі питання.
0,0	Робота не виконана, звіт не представлений.

Модульна контрольна робота г3

Робочим навчальним планом передбачено проведення однієї модульної контрольної роботи (МКР) в обсязі 2 год. Виконання модульної контрольної роботи оцінюється в 10 балів.

Рейтингові бали за контрольну роботу

Бали	Критерій оцінювання
10	повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації)
9	повна відповідь з незначними зауваженнями
8	достатньо повна відповідь (не менше 80% потрібної інформації)
7	достатньо повна відповідь (не менше 70% потрібної інформації)
6	неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації)
0	незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації), або студент був відсутній.

Розрахункова робота г4

Розрахунково-графічна робота оцінюється в 10 балів. Термін здачі частин розрахункової роботи оголошується викладачем на практичних заняттях. Максимальна кількість балів нараховується за правильне та своєчасне виконання. Розрахункова робота оцінюється відповідно таблиці:

Рейтингові бали за розрахункову роботу

Бали	Критерій оцінювання
10	Завдання виконані, зауважень немає.
9	Завдання виконані з несуттєвими зауваженнями.
8	Завдання виконані з зауваженнями.
7	Завдання виконані з помилками.
6	Завдання виконані із значними помилками.
0	Завдання не виконані, звіт не представлений.

Штрафні та заохочувальні бали

Загальний рейтинг з дисципліни включає штрафні та заохочувальні бали, які додаються до суми вагових балів усіх контрольних заходів.

Нарахування штрафних балів не передбачено.

Заохочувальні бали можуть нараховуватися за виконання творчих робіт: робота у наукових гуртках з підготовкою матеріалів доповідей або статей для публікації, участь у наукових і науково-практичних конференціях і семінарах, олімпіадах з дисципліни, конкурсах робіт, рефератів та оглядів наукових праць, аналіз сучасної нормативно-правової бази з дисципліни у країні та її відповідність вимогам міжнародних стандартів тощо. Кількість нарахованих балів залежить від отриманих результатів.

Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10% від рейтингової шкали, тобто $60 \times 0,1 = 6$ балів.

Умови календарного контролю

Календарний контроль з навчальної дисципліни (освітнього компонента) проводиться, як правило, на 7-8 та 14-15 тижнях кожного семестру. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю з навчальної дисципліни є значення поточного рейтингу здобувача не менше, ніж 50 % від максимально можливого на час проведення такого контролю. Результати календарного контролю заносяться у модуль «Календарний контроль» Електронного кампусу.

Критерії семестрового оцінювання

Рейтингова система оцінювання складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю, заохочувальних та штрафних балів. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на останньому занятті з дисципліни в семестрі. Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання практичних робіт і захист всіх лабораторних, виконання розрахункової роботи.

Друга складова – це екзаменаційна оцінка, призначена для оцінювання окремих завдань на екзамені.

Екзамен відбувається за розкладом екзаменаційної сесії, затвердженим директором інституту. Екзамен проводиться у письмовій формі. Час написання екзамену складає не менше 60 хвилин. Екзаменаційне завдання складається з трьох завдань – двох теоретичних і одного практичного завдання. Теоретичне питання максимально оцінюється у 10 балів, практичне – 20 балів. Максимальна кількість балів отриманих за екзамен складає 40 балів:

$$r_5 = 10 \text{ балів} \times 2 + 20 \text{ балів} \times 1 = 40 \text{ балів.}$$

Критерій оцінювання визначається як сума якості відповідей на кожне завдання білета:

Кількість балів за одне теоретичне / практичне завдання білета

Бали	Критерій оцінювання
10 / 20	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві зауваження та неточності
9 / 18	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відповідь на переважну більшість питань, творче мислення
8 / 16	Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки
7 / 14	Достатня відповідь (не менше 60% інформації) є зауваження, відповідь тільки на частину питань
6 / 12	Задовільна відповідь (не менше 60% інформації), суттєві помилки, відповідь на поодинокі питання, не може пояснити результати.
0,0	Відповідь не вірна або менше 60% інформації, або відсутня

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни

За результатами заходів поточного контролю з дисципліни, заохочувальних, штрафних балів та екзамену:

$$R = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 = 20 + 20 + 10 + 10 + 40 = 100 \text{ балів}$$

Для отримання відповідної оцінки з дисципліни студент має набрати певну кількість балів, згідно з таблицею перерахунку:

Рейтингова оцінка здобувача	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані інші умови допуску до екзамену	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: д.т.н., проф. Шевченко Олександр Віталійович;
к.т.н., доц. Шишкін Валерій Миколайович

Ухвалено: кафедрою конструювання машин ММІ (протокол № 19 від 26.06.2023 р.)

Погоджено: Методичною комісією Механіко-машинобудівного інституту (протокол №9 від 30.06.2023 р.)