



# НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

## 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	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кредити ЕКТС, 150 год., Лекції – 36 год., практичні – 18 год., лабораторні – 18 год., СРС 78 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, МКР
Розклад занять	За розкладом на сайті університету. <a href="http://roz.kpi.ua/">http://roz.kpi.ua/</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу/ викладачів	Лектор: д.т.н., проф. Саленко Олександр Федорович Кафедра: Корпус КПІ 1, кімната 224 e-mail: salenko2006@ukr.net, тел. +380686594795 Google Scholar: <a href="https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=list_works&amp;hl=ru&amp;user=jEFFlyAAAAAJ&amp;gmla=AJsN-F55Z6wz9vzRcCXdROVi9AzFfrnYWWTiBZoBzObh_L64zi9ZSAjkg-jCscsN-t_cMQrtFhrbap9HvFTimZ7A6DFMOGYLSCGYtQ55dolRFUVtjGxJRAHQ6fuAIOdvA4UMB3oPF5EomocIzFIlgTUUn2NCxazvEKg">https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=list_works&amp;hl=ru&amp;user=jEFFlyAAAAAJ&amp;gmla=AJsN-F55Z6wz9vzRcCXdROVi9AzFfrnYWWTiBZoBzObh_L64zi9ZSAjkg-jCscsN-t_cMQrtFhrbap9HvFTimZ7A6DFMOGYLSCGYtQ55dolRFUVtjGxJRAHQ6fuAIOdvA4UMB3oPF5EomocIzFIlgTUUn2NCxazvEKg</a> Scopus: Author ID: 56310735800 <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56310735800">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56310735800</a> Web of Science: ResearcherID: K-3222-2018 <a href="https://publons.com/researcher/3522559/alexandr-salenko/">https://publons.com/researcher/3522559/alexandr-salenko/</a> ORCID: ID: 0000-0002-5685-6225 <a href="https://orcid.org/0000-0002-5685-6225">https://orcid.org/0000-0002-5685-6225</a> Практичні: старший викладач, Вакуленко С.В., e-mail: <a href="mailto:vakulenko.serhii1@gmail.com">vakulenko.serhii1@gmail.com</a> Лабораторні: старший викладач, Вакуленко С.В.
Розміщення курсу	Ресурс «Електронний кампус», classroom google

### Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Наукові дослідження складних технічних систем» є вибірковою для підготовки магістрів за освітньою програмою «Конструювання та дизайн машин».

**Метою дисципліни** є засвоєння основ сучасних методів, методик і підходів щодо дослідження складних технічних систем, прогнозування їх поведінки у різних несталіх умовах зовнішнього середовища, оцінки надійності функціонування складних технічних систем, керування системами в умовах невизначеності та використання набутих знань у професійній діяльності.

Тож у студентів відповідно до Стандарту вищої освіти магістрів спеціальності 131 – Прикладна механіка – мають бути розширені компетентності щодо планування і проведення експериментальних досліджень, аналізу даних щодо поведінки системи, отриманих під час вивчення, вміння скорочувати число дослідів, знаходити оптимум, прогнозувати розвиток системи в умовах невизначеності, вміння отримувати кількісні оцінки впливу чинників та визначити похибки вимірів. Поєднання лекційних занять курсу із практичними та лабораторними роботами дозволяє сформувати експериментальні навички: вміння проводити експерименти під наглядом наставника, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані, бути знайомим з найбільш важливими експериментальними методами. Поряд із зазначеним студенти набудуть досвіду в питаннях формулювання складних проблеми оптимізації і прийняття рішень, а також інтерпретувати рішення у вихідних контекстах проблем. Вони також набудуть здатності досліджувати моделі складних технічних систем, що працюють в умовах невизначеності, для отримання оптимальних параметрів конструкції, технологічних режимів.

**Предмет навчальної дисципліни:** теоретичне, комп'ютерне та експериментальне дослідження сучасних науково-технічних проблем прикладної механіки і вирішення задач динаміки, міцності, оптимізації, ресурсу, надійності та безпеки конструкцій і машин, композитних структур, споруд, пристроїв і агрегатів.

Дисципліна «Наукові дослідження складних технічних систем» відноситься до вибіркового дисциплін циклу професійної підготовки, вона самостійно не формує компетентностей, проте здатна підсилювати компетентності та результати навчання, які забезпечують нормативні освітні компоненти.

**Вивчення дисципліни сприяє підсиленню наступних компетентностей:**

***Загальні компетентності***

- ЗК1. Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми
- ЗК2. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології

***Фахові компетентності***

- ФК1. Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.
- ФК2. Здатність описати, класифікувати та змодельовувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук.
- ФК6. Здатність розробляти компоненти програмних комплексів при створенні електронних баз даних та "цифрових двійників" об'єктів і процесів машинобудування, використовуючи сучасні інструментальні засоби та технології програмування
- 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 організувати 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.

### Завершитись навчання має наступними програмними результатами:

- PH1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань
- PH3. Застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проектно- конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні
- PH4. Використовувати сучасні методи оптимізації параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації
- PH13. Застосовувати сучасні інструментальні засоби та технології програмування при створенні електронних баз даних та "цифрових двійників" об'єктів і процесів машинобудування
- PH15. Застосовувати методи досліджень складних технічних систем, володіти навичками самостійного проведення досліджень та випробувань машин з використанням сучасного контрольно вимірювальному обладнання та програмної обробки експериментальних даних

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

Дисципліна «Наукові дослідження складних технічних систем» базується на наступних дисциплінах:

- Інформаційні системи і технології в машинобудуванні
- Дослідження, динаміка та надійність обладнання і машин  
Основи інженерії та технології сталого розвитку

У свою чергу дисципліна «Наукові дослідження складних технічних систем» може бути корисною для подальшої реалізації наступних освітніх компонент:

- Практика
- Виконання магістерської дисертації

## 3. Зміст навчальної дисципліни

Частина 1. Основні ознаки і властивості складних технічних систем	
Тема 1.1	Загальні визначення складних технічних систем.
Тема 1.2	Основи математичного опису складних технічних систем засобами SciLAB
Тема 1.3	Принципи системного підходу
Тема 1.4	Опис задач динаміки на основі найпростіших моделей (дво- та тримасових). Опис явищ із застосуванням випадкових параметрів
Тема 1.5	Дослідження систем на основі створених моделей. Системне моделювання.
Тема 1.6	Ознайомлення із програмою обробки статистичних даних StatGraphics Методи описової статистики StatGraphics Centurion
Тема 1.7	Ознайомлення із основними можливостями щодо моделювання програми SciLab
Тема 1.8	Декомпозиція та агрегування систем перед дослідженням
Тема 1.9	Складні технічні системи з точки зору їх невизначеності. Застосування алгоритмів неявної логіки для аналізу складних систем
Тема 1.10	Проблеми дослідження складних технічних систем
Тема 1.11	Статистична перевірка масивів даних, дисперсійний аналіз засобами StatGraphics Centurion
Тема 1.12	Прийняття рішень у складних системах.
Тема 1.13	Робота у StatGraphics Centurion. Планування та аналіз повнофакторного експерименту засобами StatGraphics.
Тема 1.14	Математичні методи аналізу систем. Створення

	імітаційних моделей для симуляції поведінки складних систем
<i>Тема 1.15</i>	Scilab в моделюванні багатокомпонентних технічних системах
<b>Частина 2. Застосування методів наукового дослідження до складних технічних систем</b>	
<i>Тема 2.1</i>	Логіко-ймовірнісна теорія та її використання при дослідженні складних систем
<i>Тема 2.2</i>	Опис заданих технічних рішень математичними співвідношенням.
<i>Тема 2.3</i>	Розробка імітаційних моделей заданого технічного рішення
<i>Тема 2.4</i>	Методи переведення функції алгебри логіки у ймовірнісну функцію
<i>Тема 2.5</i>	Використання спеціальних математичних пакетів у вигляді логічних калькуляторів
<i>Тема 2.6</i>	Методи параметричної оптимізації структурно-складних технічних систем
<i>Тема 2.7</i>	Розв'язок задач оптимізації програмними пакетами Ms Office
<i>Тема 2.8</i>	Дослідження складних технічних систем за відсутності доступної інформації щодо структури і зв'язків.
<i>Тема 2.9</i>	Використання SciLab для вирішення задач моделювання складних технічних систем на практиці.
<i>Тема 2.10</i>	Задачі із нечіткими параметрами.
<i>Тема 2.11</i>	Використання SciLab для вирішення задач моделювання у системах із нечітким визначенням параметрів

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Основна література

1. Наукові дослідження складних технічних систем: навч. посібник. ч.1. для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / О.Ф. Саленко, С.В. Вакулєнко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 102 с. - [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/55800/1/Navchalnyi\\_posibnyk\\_NDSTS.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/55800/1/Navchalnyi_posibnyk_NDSTS.pdf)
2. Математичне моделювання процесів і систем [Електронний ресурс] : Навч. посіб. / А. І. Жученко, Л. Р. Ладієва, М. С. Піргач, Я. Ю. Жураковський; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 351 с <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/47992/1/MatematyчнеModeluvannyaProcesivISystem.pdf>
3. Струтинський В.Б. Математичне моделювання процесів і систем механіки: Підручник. - Житомир. ЖТУ. – 420 с. 2001 р. [https://chtyvo.org.ua/authors/Strutynskiy\\_Vasyl\\_Borysovych/Matematyчне\\_modeliuvannya\\_protsesiv\\_ta\\_system\\_mekhaniky/](https://chtyvo.org.ua/authors/Strutynskiy_Vasyl_Borysovych/Matematyчне_modeliuvannya_protsesiv_ta_system_mekhaniky/)
4. Методологія та технологія створення складальних програмних систем : навчально-методичний посібник / Укладачі : Кінах Я.І., Бойко І.В. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 40 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/22395?locale=bg>
5. І.Ю. Семенова МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ МСС. – Київ. В-во КНУ ім. Т.Г.Шевченка, 2014. - <https://www.mechmat.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2018/03/MatModelMSSlast.pdf>

##### Додаткова література

1. [Using a functional approach in solving problems improve performance waterjet equipment](#) O Salenko, M Khorolska, V Lopata, E Solovuch, V Kulyzhskiy. - Problems of Tribology 27 (2/104), 94-103

2. [Using the functional approach in the development of hybrid processes in engineering: theoretical base](#). - AF Salenko, SA Klimenko, VM Orel, VY Kholodny, NV Gavrushkevich - Mechanics and Advanced Technologies, Vol. 6, No. 1
3. [Improving the technology for manufacturing hollow cylindrical parts for vehicles by refining technological estimation dependences](#) - R Puzyr, V Shchetynin, V Vorobyov, A Salenko, R Arhat, T Haikova, ... - Eastern-European Journal of Enterprise Technologies 6 (1), 114
4. Павленко Л.В. Сучасні інформаційні технології: навч. посібник/ Л.В. Павленко, М.П. Павленко, С.В. Хоменко. – Бердянськ: БДПУ, 2017. – 401 с.2.
5. 7. Антоненко О. В., Бардус І. О. Архітектура комп'ютера та конфігурування комп'ютерних систем (на основі фундаменталізованого підходу): навч. посіб. Харків: ТОВ «ПромАрт», 2018. 269 с.
6. 8. Павленко П.М. Інформаційні системи і технології : навч. посіб. / П. М. Павленко, С. Ф. Філоненко, К. С. Бабіч та ін. – К. : НАУ, 2013. – 324 с.
7. 9. Соколов В.Ю. Інформаційні системи та технології: навч. посіб./ В.Ю. Соколов; К.: ДУІКТ, 2010. – 138 с.
8. 10. Дубровська Г.М. Системи сучасних технологій./ Г.М. Дубровська, А.П. Ткаченко; - К.: Центр навч. л-ри, 2004.
9. 11. Душинский В.В. Основи наукових досліджень. – К.: КПИ, 1998 – 240 с.
10. 12. Пальчевський Б.О. Дослідження технологічних систем (моделювання, проектування, оптимізація): Навч. посібник/ Б.О. Пальчевський. – Львів: Світ, 2001. – 232 с
11. 13. Дибкова Л.М. Інформатика і комп'ютерна техніка: навч. посібник / Л.М. Дибкова. -2-ге вид. перероб., доп.. – К.: Академвидав, 2005. – 416 с.
12. 14. Лук'янова В.В. Комп'ютерний аналіз даних: навч. посібник / В.В. Лук'янова. –Київ: Видавничий центр " Академія", 2003. – 344 с.
13. 15. Гужва В. М. Інформаційні системи і технології на підприємствах: навч. посібник/ В.М. Гужва. — К.: КНЕУ, 2001. — 400 с.
14. Тимейчук О. Ю. Дослідження робочих процесів машин і методи оптимізації: навч. посібник/С. В. Кравець, О. П. Лук'ячук, О. Ю. Тимейчук. – Рівне : НУВГП, 2011. – 240 с.
15. Божанова, Т. А. Про узагальнені розв'язки однієї задачі векторної оптимізації на транспортних мережах [Електр. ресур] / Т. А. Божанова, П. І. // Динамические системы: зб. наук. праць. – 2010. – Вип. 28. – С. 48-62. – Режим доступа : [http://www.dynsys.crimea.edu/issue/28/dynsys\\_28\\_bozhanova.pdf](http://www.dynsys.crimea.edu/issue/28/dynsys_28_bozhanova.pdf)
16. D'Apice, C. Efficient Controls for Traffic Flow on Networks / C. D'Apice, P. I. Kogut, R. Manzo // Dynamical and Control Systems. – 16(2010). – No 3. – P. 407-437.
17. Jahn J. Vector Optimization: Theory, Applications and Extensions. – Berlin: Springer-Verlag, 2004. – 400 p.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Лекційні заняття

На лекціях подається теоретичний матеріал та наводяться приклади розв'язування основних тематичних задач. Під час лекційних занять розглядаються наступні питання:

- Складна технічна система як об'єкт дослідження. Ієрархічність складних технічних систем. Особливості взаємозв'язку компонентів у складних технічних системах. Забезпечення їх надійності.
- Огляд системного підходу та основні засади. Парадигма системного підходу. Використання системного підходу до питань опису складних технічних систем. Уявлення процесів, машин і агрегатів у вигляді складних технічних систем.
- Основні проблеми теорії систем. Рангування систем, використовувані методи. Задачі розподілу ресурсів у системах. Прийоми моделювання систем. Декомпозиція системи.

- Основні принципи та прийоми декомпозиції. Інформаційний аспект вивчення складних технічних систем. Точність математичних та імітаційних описів. Проблеми збору інформації.
- Обмін інформацією, її нагромадження і зберігання. Методи та проблеми збору інформації. Класифікація задач прийняття рішень.
- Моделі прийняття рішень. Методи розв'язку багатокритеріальних задач вибору. Методи пошуку раціональних рішень.
- Математичний опис систем та їх властивостей. Методи вивчення структури систем. Застосування теорії нечітких множин для розв'язку певного кола задач складних технічних систем
- Параметрична оптимізація складної системи. Монотонні та немонотонні логічні функції.
- Алгоритми ортогоналізації. Рекурентний алгоритм. Алгоритм нарощування шляхів
- Модель «чорної скрині» та опис поведінки передавальними функціями. Перетворення передавальних функцій, отримання законів поведінки складних технічних систем
- Приклади моделювання складних технічних систем аеробалістики, руху літальних апаратів, поведінки композиційних матеріалів в умовах різноманітного термобаричного навантаження
- Основними завданнями циклу практичних занять є поглиблення теоретичних знань, набуття навичок роботи з нормативно-технічною та довідниковою літературою та вирішення практичних задач метрологічного забезпечення машинобудівного виробництва.

#### **Основні теми практичних занять та перелік основних питань:**

- Використання відомих програмних пакетів для опису складних технічних систем. Використання засобів MS OFFICE
- Методи описової статистики у пакеті STATGRAPHICS
- Однофакторний ранговий та дисперсійний аналіз у статистичному пакеті STATGRAPHICS
- Scilab в моделюванні багатокомпонентних технічних системах

#### **Лабораторні роботи**

На лабораторних роботах студенти опановують методики повірки засобів вимірювальної техніки, методики та техніки вимірювань за допомогою універсальних та спеціальних засобів вимірювання, а також обробки отриманих експериментальних даних. Лабораторні роботи, розроблені та запропоновані студентам, мають індивідуальний, дослідницький характер.

Тематика лабораторних робіт.

- Задачі динаміки на основі найпростіших моделей (дво- та тримасових). Опис явищ із застосуванням випадкових параметрів
- Реалізація математичної моделі багатомасової динамічної моделі із зовнішнім впливом в системі Simulink
- Математичне моделювання технологічного процесу за допомогою активного повнофакторного експеримента засобами Statgraphics
- Використання SciLab для вирішення задач моделювання у системах із нечітким визначенням параметрів

#### **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, а також підготовка до модульної контрольної роботи та заліку.



Теми задач для самостійної роботи можуть бути такі:

- Типи складних технічних систем; існування складних технічних систем у ноосфері та проблеми взаємодії систем між собою;
- Системний підхід до розгляду задач дослідження складних технічних систем;
- Інформаційні технології, що використовуються для аналізу складних технічних систем;
- Методи і прийоми рангування факторів і систем;
- Сучасні моделі складних технічних систем;
- Приклад декомпозиції складної технічної системи; складання структурно-логічного опису складних технічних систем;
- Інформаційна технологія обробка даних;
- Статистичні прийоми відсіювання недостовірних даних та інформаційних викидів (похибок)
- Однокритеріальні та багатокритеріальні задачі вибору;
- Застосування методів пошуку раціональних рішень у певних класах задач;
- Методи вивчення складних технічних систем;
- Розв'язок задач із теорією нечітких множин; типи логіко-ймовірнісних моделей;
- Застосування немонотонних функцій для опису задач досліджень;
- Застосування алгоритмів переведення функцій алгебри логіки у ймовірнісні функції;
- Використання ймовірнісних функцій в інженерній практиці
- Теорія автоматичного регулювання та її використання при вирішенні задач із обмеженою інформацією;
- Застосування прийомів імітаційного моделювання в інженерній практиці

## 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. 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 модульної контрольної роботи на вищу оцінку не передбачено.

#### 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](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, модульні контрольні роботи, експрес опитування за темою заняття.

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

**Семестровий контроль:** екзамен.

Рейтингова оцінка  $R$  студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- виконання лабораторних робіт  $r_1$ ;
- виконання практичних робіт  $r_2$ ;
- модульну контрольну роботу  $r_3$ ;
- екзамен  $r_4$ .

Додатково PCO передбачає можливість нарахування заохочувальних та штрафних балів.

### Лабораторні роботи ( $r_1$ )

Ваговий бал однієї лабораторної роботи – 5 балів. Мінімальна кількість балів, яка повинна бути набраною, щоб лабораторна робота вважалась зарахованою складає 3 бали, тобто 60% від максимальної кількості за одну роботу (табл. 1).

Таблиця 1

Рейтингові бали за одну лабораторну роботу

Бали	Критерії оцінювання
4,0	Робота виконана повністю, зауважень немає, є відповіді на всі запитання.
3,6	Робота виконана з несуттєвими зауваженнями, у відповідях трапляються неточності.
3,2	Робота виконана з зауваженнями, є відповіді на більшість запитань.
2,8	Робота виконана з помилками, є відповіді лише на частину запитань.
2,4	Робота виконана із значними помилками, є відповіді лише на окремі питання.
0,0	Робота не виконана, звіт не представлений.

Мінімальна кількість балів за всі лабораторні роботи:

$$r_{1_{min}} = 2,4 \text{ бали} \times 6 = 14,4 \text{ балів.}$$

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи:

$$r_1 = 4 \text{ балів} \times 6 = 24 \text{ бали.}$$

Звіт з лабораторних робіт захищається на останньому лабораторному занятті до початку заліку за курсом.

### Звіт з практичних робіт ( $r_2$ )

Звіт з практичних робіт вміщує усі завдання, видані викладачем. Максимальна кількість балів за завдання нараховується за його правильне та своєчасне виконання. Терміни виконання завдань



встановлюються викладачем на практичних заняттях. Оцінювання звіту здійснюється відповідно до таблиці 2.

Таблиця 2

### Рейтингові бали за звіт з практичних робіт

Бали	Критерій оцінювання
20	Завдання виконані, зауважень немає, є відповіді на всі запитання.
18	Завдання виконані з несуттєвими зауваженнями, у відповідях трапляються неточності.
16	Завдання виконані з зауваженнями, є відповіді на більшість запитань.
14	Завдання виконані з помилками, є відповіді лише на частину запитань.
12	Завдання виконані із значними помилками, є відповіді лише на окремі питання.
0,0	Завдання не виконані, звіт не представлений.

Максимальна кількість балів становить:

$$r_2 = 20 \text{ балів.}$$

Мінімальна кількість балів за звіт з практичних робіт складає не менше 60% від максимальної кількості:

$$r_{2_{min}} = 0,6 \times 20 = 12 \text{ балів.}$$

### Модульна контрольна робота

Робочим навчальним планом передбачено проведення однієї модульної контрольної роботи (МКР) в обсязі 2 год. МКР відбувається у вигляді двох контрольних робіт по 1 годині кожна. Контрольна робота-1 виконується за розділом 1. Контрольна робота-2 виконується за розділом 2.

Одна контрольна робота складається з кількох завдань. Завдання оновлюються кожного семестру. Ваговий бал однієї контрольної роботи – 8 балів.

Оцінювання контрольної роботи здійснюється відповідно до таблиці 3.

Таблиця 3

### Рейтингові бали за одну контрольну роботу

Бали	Критерій оцінювання
8,0	Вірна відповідь більш, ніж на 95 % питань
7,2	Вірна відповідь більш, ніж на 85 % питань
6,4	Вірна відповідь більш, ніж на 75 % питань
5,6	Вірна відповідь більш, ніж на 65 % питань
4,8	Вірна відповідь більш, ніж на 60 % питань
0	Вірна відповідь менш, ніж на 60 % питань або студент був відсутній

Максимальна кількість балів за дві контрольні роботи відповідно складає:

$$r_3 = 8 \text{ балів} \times 2 = 16 \text{ балів}$$

### 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 підсумкового оцінювання

Рейтингова система оцінювання складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю, заохочувальних та штрафних балів.

**Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання та захист всіх лабораторних та практичних робіт.**

Друга складова – це екзаменаційна оцінка (максимальна кількість балів – 40), призначена для оцінювання окремих завдань на екзамені. Екзамен відбувається за розкладом екзаменаційної сесії, затвердженим директором інституту. Передбачено наявність 20 екзаменаційних білетів, питання в яких рівнозначні за складністю. Екзаменаційний білет містить одне теоретичне питання і одну задачу, у вигляді закритого тесту. За кількістю оцінюваних балів ці дві складових рівнозначні, а отримані бали підсумовуються; загальна сума впливає на оцінку, яка визначається за критеріями табл. 4

Таблиця 4

**Рейтингові бали за екзаменаційне завдання**

Оцінка	Бали	Критерій оцінювання
«відмінно»	40	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливе несуттєве зауваження або неточність
«дуже добре»	36	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відповідь на переважну більшість питань
«добре»	32	Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки
«задовільно»	28	Достатня відповідь (не менше 65% інформації), є зауваження, відповідь тільки на частину питань
«достатньо»	24	Задовільна відповідь (не менше 60% інформації), суттєві помилки, відповідь на поодинокі питання
«незадовільно»	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:

$$R = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 = 24 + 20 + 16 + 40 = 100 \text{ балів}$$

Для отримання відповідної оцінки з дисципліни студент має набрати певну кількість балів, згідно з таблицею 5 перерахунку:

Таблиця 5

**Таблиця перерахунку рейтингових балів в оцінки**

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

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус) склав:**

Професор кафедри конструювання машин, доктор  
технічних наук

Олександр САЛЕНКО

Старший викладач кафедри конструювання машин,

Сергій ВАКУЛЕНКО

**Ухвалено** кафедрою конструювання машин

(Протокол №7 від 20.12.2022 р.)

**Погоджено** методичною комісією  
навчально-наукового механіко-машинобудівного інституту

(Протокол №4 від 22.12.2022 р.)