



# Системи комп'ютерного проектування та дослідження машин

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### РЕКВІЗИТИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Рівень вищої освіти	Другий (магістр)
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 кредитів ЄКТС, 150 год., лекції – 36 год., практичні – 36 год., СРС – 78 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, 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: к.т.н., доцент Кравець О.М. <a href="mailto:om.kravets@ukr.net">om.kravets@ukr.net</a> Практичні: к.т.н., доцент Кравець О.М. <a href="mailto:om.kravets@ukr.net">om.kravets@ukr.net</a>
Розміщення курсу	«Електронний кампус», Google – клас «Системи комп'ютерного проектування та дослідження машин»

### ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

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

В дисципліні розглядають засоби систем автоматизованого проектування які дозволяють виконувати динамічний аналіз вузлів та механізмів, аналізувати отримані результати, визначати моменти часу (часові кроки), при яких вузол є найбільш навантаженим і передавати навантаження в модуль АМКЕ. Виконувати моделювання напружено-деформованого стану деталей вузлів та механізмів і застосовувати результати аналізу моделювання динаміки та напружено-деформованого стану для оптимізації конструкцій.

**Предмет навчальної дисципліни** – системи автоматичного проектування та дизайну машин технологічного призначення (CAD/CAE).

**Метою** навчальної дисципліни є підсилення у студентів **компетентностей**, отриманих при вивченні дисциплін нормативного циклу:

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.

ФК6. Здатність використовувати досягнення науки та передових технологій у галузі сучасних технологічних машин і обладнання, процесів їх проектування та виробництва, підвищення їх якості, автоматизації технологічних процесів; застосування комп'ютерних технологій.

ФК8. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань з прикладної механіки.

Завершитись навчання має наступними **програмними результатами:**

РН 1. Здатність застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань.

РН3. Застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проектно - конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні.

РН4. Використовувати сучасні методи оптимізації параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни**

Дисципліна «Системи комп'ютерного проектування та дослідження машин» базується на наступних дисциплінах:

- Інформаційні системи і технології в машинобудуванні
- Дизайн для адитивного виробництва
- Дослідження, динаміка та надійність обладнання і машин
- Оцінка відповідності продукції машинобудування та системи управління якістю

У свою чергу дисципліна «Системи комп'ютерного проектування та дослідження машин» може бути корисною для подальшої підготовки з дисциплін:

- Практика
- Виконання магістерської дисертації

## **3.Зміст навчальної дисципліни**

**Розділ 1.Огляд засобів аналізу кінематики, динаміки та напружено-деформованого стану механізмів і вузлів машин в сучасних CAD/CAE системах.**

Основні поняття та визначення. Предмет та задачі курсу. Засоби синтезу та аналізу механізмів та вузлів машин в сучасних CAD/CAE системах. Засоби синтезу та аналізу механізмів та вузлів машин в SolidWorks, КОМПАС, WinMachine.

**Розділ 2. Методологія проектування металорізальних верстатів та машин в САПР машинобудівного напрямку.**

Рівні автоматизації проектування верстатів та машин. Параметри об'єкта проектування. Структура верстата, як об'єкта проектування. Блоково-ієрархічний підхід до проектування. Процедурна модель проектування.

**Розділ 3. Створення САПР металорізальних верстатів та САПР технологічних машин.**

Особливості верстатів та технологічних машин, як об'єктів проектування. Особливості архітектури САПР верстатів та технологічних машин, його математичного та методологічного забезпечення. Створення САПР верстатів та машин на базі машинобудівних CAD/CAE систем.

**Розділ 4. Функціональне проектування верстатів та машин.**

Функціональний підхід до проектування. Використання майстрів проектування генератори деталей, вузлів та з'єднань; калькулятори; бази знань.

#### **Розділ 5. Аналіз напружено-деформованого стану деталей та вузлів верстатів та машин засобами САПР (CAD/CAE систем).**

Основні відомості метод скінченних елементів. Застосування методу скінченних елементів для аналізу напружено-деформованого стану деталей та вузлів. Модуль аналізу напружень в Autodesk Inventor. Аналіз моделі деталі. Аналіз моделі збірки. Аналіз результатів моделювання.

#### **Розділ 6. Застосування інструментів аналізу динаміки CAD/CAE - систем для оптимізації вузлів верстатів.**

Оптимізація вузлів з мінімальними витратами матеріалів. Зменшення концентрації напружень, уникнення небажаних вібрацій. Вивчення поведінки рухомих деталей для поліпшення експлуатаційних характеристик. Балансування обертових компонент. Передача результатів динамічного аналізу в модуль розрахунку напружено-деформованого стану.

#### **Розділ 7. Аналіз напружено-деформованого стану вузлів верстатів з застосуванням результатів аналізу динаміки.**

Напруження і деформації при пікових навантаженнях. Адаптивні і локалізовані алгоритми розрахунку. Розрахунок статички. Розрахунки методом нормальних хвиль. Параметричні розрахунки. Оптимізаційні розрахунки. Трасування точок.

#### **Розділ 8. Оптимізація конструкцій деталей та вузлів верстатів на основі результатів аналізу динаміки та напружено-деформованого стану.**

Аналіз конструкцій деталей та вузлів при підготовці до аналізу. Створення моделювання та підготовка моделі до аналізу: створення структурних залежностей та навантажень, контактів. Виконання попереднього моделювання та аналіз результатів. Вибір цільової функції. Створення конфігурації параметрів. Виконання параметричного дослідження. Аналіз результатів, вибір значень змінних оптимізації, розробка конструкторських рішень. Оптимізація запасу міцності.

### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

#### **Основна література:**

1. Гейчук, В. М. Оптимізація вузлів і деталей верстатів та машин за допомогою модуля «Аналіз напружений» Autodesk Inventor [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю «Прикладна механіка» / В. М. Гейчук, К. М. Рудаков ; НТУУ «КПІ» ; відп. ред. О. О. Боронко. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,72 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2018. – 176 с. – Бібліогр.: с. 162-164. – Назва з екрана. – Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/15414>.
2. Гейчук, В.М. Динамічне моделювання механізмів верстатів та машин в Autodesk Inventor [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю «Прикладна механіка» / В.М. Гейчук, С.В. Вакуленко ; НТУУ «КПІ» ; ред. Ю. М. Данильченко.–Електронні текстові дані (1 файл: 9,76 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2015. – 167 с. –Бібліогр.: с. 162. – Назва з екрана. – Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/15411>.
3. Гейчук, В. М. Функціональне проектування верстатів, роботів та машин в Autodesk Inventor. Частина I [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю «Галузеве машинобудування» / В. М. Гейчук ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 13,39 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 394 с. – Назва з екрана. – Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19859>
4. Онищенко О. Г. Структура, кінематика та динаміка механізмів: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / О.Г. Онищенко, Б.О. Коробко, К.М. Ващенко. – Полтава: ПолтНТУ, 2010. – 274 с.

### **Додаткова література:**

1. ДСТУ 3008–95 Державний стандарт України. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. – Чинний від 1996-01-01. – К.: Держстандарт України, 1995. – 37 с.
2. ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. Національний стандарт України. Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання (ГОСТ 7.1–2003, IDT). – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 48 с.
3. Українсько-англійський словник ілюстрованих термінів та визначень з машинознавства для студентів машинобудівних спеціальностей [Електронний ресурс] / НТУУ «КПІ»; уклад. А. К. Скуратовський, В. М. Гейчук, І. М. Литовченко. - Електронні текстові дані (1 файл: 4,96 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. - Назва з екрана. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/768>

### **Інформаційні ресурси мережі Інтернет:**

<http://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2012/RUS>.

<http://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2018/RUS>.

Наведена література знаходиться в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://ela.kpi.ua/>) та в мережі Internet.

## **НАВЧАЛЬНИЙ КОНТЕНТ**

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

#### **Лекційні заняття**

Під час лекційних занять розглядаються наступні питання:

- огляд засобів аналізу кінематики, динаміки та напружено-деформованого стану механізмів і вузлів машин в сучасних CAD/CAE системах. Основні поняття та визначення. Предмет та задачі курсу;
- засоби синтезу та аналізу механізмів та вузлів машин в сучасних CAD/CAE системах. Засоби синтезу та аналізу механізмів та вузлів машин в SolidWorks, КОМПАС, WinMachine;
- методологія проектування металорізальних верстатів та машин в САПР машинобудівного напрямку. Рівні автоматизації проектування верстатів та машин;
- параметри об'єкта проектування. Структура верстата, як об'єкта проектування;
- блоково-ієрархічний підхід до проектування. Процедурна модель проектування;
- створення САПР металорізальних верстатів та САПР технологічних машин. Особливості верстатів та технологічних машин, як об'єктів проектування;
- особливості архітектури САПР верстатів та технологічних машин, його математичного та методологічного забезпечення;
- створення САПР верстатів та машин на базі машинобудівних CAD/CAE систем;
- функціональне проектування верстатів та машин. Функціональний підхід до проектування;
- використання майстрів проектування генератори деталей, вузлів та з'єднань; калькулятори; бази знань;
- аналіз напружено-деформованого стану деталей та вузлів верстатів та машин засобами САПР (CAD/CAE систем). Основні відомості метод скінченних елементів. Застосування

методу скінченних елементів для аналізу напружено-деформованого стану деталей та вузлів;

- модуль аналізу напружень в Autodesk Inventor. Аналіз моделі деталі. Аналіз моделі збірки;
- аналіз результатів моделювання;
- застосування інструментів аналізу динаміки CAD/CAE - систем для оптимізації вузлів верстатів;
- оптимізація вузлів з мінімальними витратами матеріалів. Зменшення концентрації напружень, уникнення небажаних вібрацій;
- вивчення поведінки рухомих деталей для поліпшення експлуатаційних характеристик;
- балансування обертових компонент;
- передача результатів динамічного аналізу в модуль розрахунку напружено-деформованого стану;
- аналіз напружено-деформованого стану вузлів верстатів з застосуванням результатів аналізу динаміки;
- напруження і деформації при пікових навантаженнях;
- адаптивні і локалізовані алгоритми розрахунку;
- розрахунок статички. Розрахунки методом нормальних хвиль. Параметричні розрахунки. Оптимізаційні розрахунки. Трасування точок;
- оптимізація конструкцій деталей та вузлів верстатів на основі результатів аналізу динаміки та напружено-деформованого стану;
- аналіз конструкцій деталей та вузлів при підготовці до аналізу;
- створення моделювання та підготовка моделі до аналізу: створення структурних залежностей та навантажень, контактів;
- виконання попереднього моделювання та аналіз результатів. Вибір цільової функції;
- створення конфігурації параметрів. Виконання параметричного дослідження;
- аналіз результатів, вибір значень змінних оптимізації, розробка конструкторських рішень. Оптимізація запасу міцності;

### Практичні заняття

Тематика практичних занять охоплює основні розділи дисципліни. Кожен отримує індивідуальне завдання. Звіт з виконаним завданням захищається на останньому практичному занятті до початку заліку за курсом.

- Аналіз конструкції вузла машини та розробка його розрахункової схеми. Аналіз призначення машини, технічних характеристик, умов експлуатації. Аналіз заданої конструкції, розподіл на вузли, підвузли та деталі. Розробка розрахункової схеми вузла.
- Визначення навантажень на вузол. Визначення або вибір робочих режимів вузла. Визначення навантажень на вузол та їх розрахунок у середовищі Mathcad (Matlab).
- Створення компонування вузла. Створення попереднього компонування вузла. Створення оригінальних деталей в середовищі моделювання деталей та в контексті збірки. Вставка стандартних деталей із бібліотеки компонентів. Редагування фізичних властивостей деталей та збірок.
- Моделювання передач та з'єднань вузла засобами функціонального проектування. Створення передач та з'єднань за допомогою майстра проектування Autodesk Inventor. Розрахунок передач, з'єднань, допусків та розмірних ланцюгів за допомогою калькуляторів Autodesk Inventor. Завершення створення моделі вузла. Підготовка вузла до аналізу напружено-деформованого стану.

- Створення сеансу розрахунку вузла в модулі аналізу напружень Autodesk Inventor та налаштування його середовища. Виключення деталей та підвузлів із аналізу. Призначення матеріалів деталей. Створення зв'язків-кріплень вузла. Прикладення навантажень вузла. Створення сітки та контактів.
- Підготовка моделі вузла (механізму) до аналізу динаміки. Аналіз заданої конструкції, її кінематики, виявлення нерухомих деталей та вузлів, деталей та вузлів, що рухаються разом. Спрощення та реструктуризація вузла (механізму). Виявлення механічних з'єднань, визначення їх типів та властивостей (параметрів).
- Виконання аналізу динаміки вузла (механізму). Створення механічних з'єднань, завдання переміщень та навантажень. Завдання параметрів динамічного моделювання. Виконання моделювання. Створення шляхів трасування та кривих. Аналіз навантажень в з'єднаннях. Завдання тимчасових кроків. Експорт навантажень в АМКЕ. Визначення навантажень на компоненти, експорт яких в АМКЕ динамічний модуль не підтримує.
- Розрахунок напружено-деформованого стану вузла (механізму). Структурний аналіз моделі збірки. Підготовка аналізу: спрощення моделі та виключення компонентів, створення моделювання, застосування структурних залежностей, завдання навантажень, створення контактів. Виконання попереднього аналізу моделі. Аналіз результатів.
- Аналіз результатів, оптимізація конструкції та застосування коригувальних заходів. Розробка коригувальних заходів. Створення конфігурації параметрів. Підготовка аналізу. Виконання аналізу моделі. Аналіз результатів та залежності значень цільової функції від значень параметрів.

## **6. Самостійна робота студента**

Години, відведені на самостійну роботу студента, призначені для опанування навчальної дисципліни, зокрема, підготовки до виконання завдань на практичних заняттях; підготовки до лекцій, модульної контрольної роботи та заліку.

## **7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента).**

### **Правила 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 екзаменаційного завдання та практичних робіт.

Відвідування практичних занять є обов'язковим. У разі відсутності студента на занятті, у тому числі і за станом здоров'я, йому необхідно пропущену роботу (завдання) відпрацювати.

Відвідування контрольних робіт є обов'язковим. Якщо студент пропустив контрольну роботу 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 робота 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:** практичні заняття, модульна контрольна робота.

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

**Семестровий контроль:** залік.

### **Оцінювання здобувача вищої освіти**

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

- 1) виконання завдань на практичних заняттях - 60 балів;
- 2) виконання МКР - 40 балів;

### **Практичні заняття ( $r_1$ )**

Ваговий бал одного практичного заняття – 6 балів, з них 2 бали – експрес-контроль, 4 бали – захист завдання (табл.1, табл.2). Мінімальна кількість балів, яка повинна бути набраною, щоб завдання вважалось зарахованим – 3,6 бали. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи:  $r_1=6$  балів x 10 завдань = 60 балів.

Таблиця 1

#### **Рейтингові бали за експрес-контроль**

<b>Бали</b>	<b>Критерій оцінювання</b>
2,0	Вірна відповідь на п'ять питань
1,6	Вірна відповідь на чотири питання
1,2	Вірна відповідь на три питання
0	Вірна відповідь менше, ніж на три питання

Таблиця 2

#### **Рейтингові бали за захист завдання**

<b>Бали</b>	<b>Критерій оцінювання</b>
4,0	Зауважень до звіту нема, є відповіді на всі запитання
3,6	Несуттєві зауваження до звіту, відповіді на більшість запитань
3,2	Зауваження до отриманих результатів, відповідь на частину питань
2,8	Звіт має помилки, відповіді лише на окремі питання
2,4	Робота виконана, отримано вірні результати, але не захищена.
0	Робота не виконана, звіт не представлений

## Модульна контрольна робота (r2)

Метою проведення модульної контрольної роботи є перевірка знань, засвоєних студентами в процесі вивчення відповідних розділів навчальної дисципліни. 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. Одна контрольна робота складається з чотирьох завдань. Ваговий бал однієї контрольної роботи – 20.

Максимальна кількість балів за дві контрольні роботи відповідно складає:

$$r_2 = 20 \text{ балів} \times 2 = 40 \text{ балів.}$$

Оцінювання контрольної роботи здійснюється відповідно до таблиці 3.

Таблиця 3

### Рейтингові бали за одну контрольну роботу

Бали	Критерій оцінювання
20	Вірна відповідь більш ніж на 90 % питань
15	Вірна відповідь на 90 % питань
10	Вірна відповідь на 80 % питань
5	Вірна відповідь на 70 % питань
3	Вірна відповідь на 60 % питань
0	Вірна відповідь менш ніж на 60 % питань або студент був відсутній

### 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  $100 \times 0,1 = 10$  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 заліку є виконання всіх практичних робіт.

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідно до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.



Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.

У цьому випадку бали, отримані за індивідуальну роботу (практичні завдання) залишаються, а бали отримані за модульну контрольну роботу скасовуються.

Залікове зняття проводиться у вигляді усної співбесіди або залікового завдання. Залікове завдання складається з п'яти питань. Кожне питання максимально оцінюється у 8 балів. Максимальна кількість балів отриманих за залікову контрольну роботу складає 40 балів:

$$r3=8 \text{ балів} \times 5 \text{ питань} = 40 \text{ балів.}$$

Критерій залікового оцінювання визначається як сума якості відповідей на кожне завдання білета за табл.5.

Таблиця 5

**Кількість балів за одне завдання білета**

Бали	Критерій оцінювання
8	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві зауваження та неточності
7	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відповідь на переважну більшість питань, творче мислення
6	Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки
5	Достатня відповідь (не менше 60% інформації) є зауваження, відповідь тільки на частину питань
4	Задовільна відповідь (не менше 60% інформації), суттєві помилки, відповідь на поодинокі питання, не може пояснити результати
0	Відповідь невірна або менше 60% інформації, або вона відсутня

#### Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни

1. За результатами заходів поточного контролю з дисципліни, заохочувальних та штрафних балів без залікової контрольної роботи:

$$R = r1 + r2 = 60 + (20 + 20) = 100 \text{ балів}$$

2. За результатами заходів поточного контролю з дисципліни, заохочувальних та штрафних балів з заліковою контрольною роботою:

$$R = r1 + r3 = 60 + 40 = 100 \text{ балів}$$

Для отримання відповідної оцінки з дисципліни студент має набрати певну кількість балів, згідно з таблицею перерахунку (табл. 6).

Таблиця 6

**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:**

Доцент кафедри конструювання машин, кандидат технічних наук

Олександр КРАВЕЦЬ

**Ухвалено** кафедрою конструювання машин (Протокол №7 від 20.12.2022)

**Погоджено** методичною комісією НН ММІ (Протокол №4 від 22.12.2022)