

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Затверджую

Голова Приймальної комісії
Ректор

[Signature]
підпис

Михайло ЗГУРОВСЬКИЙ

[Date]
дата



**Навчально-науковий інститут матеріалознавства та зварювання
ім. Є.О. Патона**

повна назва факультету/навчально-наукового інституту

**ПРОГРАМА
фахового іспиту**

для вступу на освітньо-наукову програму підготовки магістра
«Прикладна механіка»

за спеціальністю 131 Прикладна механіка

Програму ухвалено:

Науково-методичною комісією за спеціальністю

«Прикладна механіка»

Протокол № 6 від 16 квітня 2024 р.

Голова НМК

[Signature]
Микола БОБИР

I. ВСТУП

Програма фахового іспиту створена з метою конкурсного відбору на навчання за освітньо-науковою програмою підготовки магістрів за спеціальністю 131 «Прикладна механіка» та виявлення у вступників систематизованих знань і вмінь із фундаментальних та загально-інженерних нормативних дисциплін.

Програма фахового іспиту передбачає перевірку набуття вступником компетентностей та результатів навчання, що визначені стандартом вищої освіти за спеціальністю 131 Прикладна механіка для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Фаховий іспит проводиться у письмовій формі і полягає у розв'язанні завдань білета. Білет складається із 5 завдань.

Розрахунковий час для повного виконання кожного завдання дорівнює 30 хвилинам, а весь час проходження екзамену складає 2 години 30 хвилин. Оцінюються письмові відповіді за 100-бальною шкалою згідно з Положенням про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського.

II. ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

1. Розділ 1

1. Основи інформатики

Предмет та задачі інформатики. Історія розвитку комп'ютерної техніки. Структура інформаційної системи, визначення терміну інформації, інформаційної системи, технології. Основні напрямки та етапи розвитку сучасних інформаційних технологій.

Інформація та її властивості. Класифікація і кодування інформації. Інформація та дані.

Природа і джерела інформації; її роль в розвитку природи і суспільства.

Інформація як відображення закону всебічного зв'язку і взаємодії явищ і процесів в природі та суспільстві; джерело інформації, сигнал, методи реєстрації і опрацювання сигналів і їх перетворення в інформацію. Об'єктивна і суб'єктивна складова інформації, її суперечливість.

Інформаційні технології обробки даних, керування – структура, види. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень, експертних систем тощо.

Представлення інформації в електронній обчислювальній машині (ЕОМ).

Символьна і аналогова форма представлення інформації. Кодування інформації; методи кодування; база, довжина і ємність коду; системи числення (СЧ). Правила переходу від однієї СЧ до іншої; переваги двійкового коду.

Арифметичні дії в різних системах числення. Прямий, доповнюючий і зворотний коди від'ємного числа і їх застосування в обчислювальній техніці.

2. Опрацювання різних форм інформації в двійковому коді

Кодування символної (текстової) інформації. Таблиці ASCII і Unicode, скан-коди.

Кодування аудіо і відео інформації. Цифрові та аналогові сигнали. Аналогова і цифрова форма відображення інформації (АЦП і ЦАП).

Кодування графічних даних; растрова і векторна графіка; принцип декомпозиції при кодуванні кольорової графіки; кодування звуку (аудіо інформації); формати FM і Wave Table.

Проблеми впровадження сучасних інформаційних технологій. Штучні нейронні мережі. Історія нейронних мереж.

«Industry» 4.0. Четверта індустріальна революція. Структуру сучасного виробництва (розумна фабрика). Industry 4.0 – Смартизація.

Логічна структура персональної електронної обчислювальної машини (ЕОМ). Основи алгебри логіки – позначення, основні логічні функції, формування логічних схем для представлення алгоритмів виконання команд в ЕОМ. Обробка логічної інформації. Основні закони логіки і логічні функції. Основні правила алгебри логіки.

Принцип побудови алгоритму системи та програм, дизайн. Основи алгоритмізації і програмування. Задача, алгоритм, програма, програмна система.

Етапи розробки програм: постановка задачі; аналіз, формалізований опис задачі і вибір моделі; вибір і розробка алгоритму вирішення задачі. Проектування загальної структури програми.

Кодування; налагодження і верифікація. Отримання та інтерпретація результату. Супровід програми.

Програмне керування комп'ютерами.

Способи запису алгоритму. Визначення математичної моделі, модулю, фізичної моделі.

Зображення і функціональний зміст основних символів блок-схем. Приклади побудови алгоритмів.

Функціонально-структурна організація ЕОМ. Основні блоки персонального комп'ютера (ПК), їх призначення і характеристики.

3. Структурно-логічна схема комп'ютера і будова персональних комп'ютерів

Структурно-логічна схема і основні елементи персонального комп'ютера, їх взаємодія; пристрій керування (генератор тактової частоти); пристрої вводу і виводу та зберігання інформації (внутрішня і зовнішня пам'ять); арифметично-логічний пристрій; пристрої вводу і виводу інформації.

Системний інтерфейс, типи мікропроцесорів, їх структура. Материнська плата – роль, функціональні характеристики.

Поняття програмованого контролеру – роль в обчислювальній системі, можливості та перспективи застосування.

Зовнішні пристрої ПК – клавіатура, відеотермінальні пристрої, принтери, сканери тощо.

Рекомендації з вибору персонального комп'ютера.

Класифікація ЕОМ – великі, малі, супер ЕОМ, персональні, переносні. Тенденції розвитку обчислювальних систем – мініатюризація, швидкодія, обсяг пам'яті, програмовані можливості.

Файлова організація інформації для зберігання на зовнішніх носіях.

Файлова організація пам'яті для роботи з інформацією; програмні файли і файли даних; атрибути файлів; стиснення і архівація файлів.

Апаратне забезпечення ПК для опрацювання, збереження, і передавання інформації. Історія розвитку засобів обчислення.

Апаратне забезпечення персональних комп'ютерів базові і додаткові пристрої для опрацювання, збереження і обміну інформацією. Історія розвитку обчислювальної техніки.

Комп'ютерні мережі – архітектура, апаратні можливості. Локальні мережі, особливості організації, методи доступу.

4. Програмне забезпечення персональних комп'ютерів.

Класифікація програмного забезпечення.

Еволюція програмного забезпечення. Перші алгоритми і програми. Програмування механічних лічильних пристроїв. Внесок Ади Лавлейс, Алана Т'юринга, Конрада Цузе у розвиток програмування; внесок українських вчених С.А. Лебедева, В.М. Глушкова у розвиток комп'ютерної техніки і комп'ютерних технологій.

Розвиток мов програмування. Машинний код, машинно-орієнтовані мови (асемблер, автокод); проблемно-орієнтовані мови (Cobol, Fortran, LISP); універсальні мови високого рівня (Basic, Pascal, ADA); транслятори-компілятори та інтерпретатори.

Розвиток прикладного програмного забезпечення. Текстові редактори, електронні таблиці, системи управління базами даних тощо.

Взаємодія між користувачем, апаратними засобами і програмним забезпеченням.

Системне програмне забезпечення. Поняття про системне програмне забезпечення та його призначення. Операційна система ПК і її складові. Типи і версії операційних систем. Включення комп'ютера і завантаження операційної системи (ОС).

Робота з файлами в ОС Windows. Логічна організація збереження інформації в комп'ютері. Ієрархія об'єктів файлової системи, логічні диски, папки.

Поняття про драйвери та їх призначення. Типи і призначення утиліт.

Прикладне програмне забезпечення. Призначення і основні можливості текстових редакторів (ТР). Логічна організація інформації у ТР. Типи сучасних ТР і їхні особливості.

Призначення і основні можливості електронних таблиць (ЕТ). Логічна організація інформації у ЕТ. Принципи формування формул і побудови діаграм у ЕТ. Типи сучасних ЕТ та їх особливості.

Призначення і основні можливості систем управління базами даних (СУБД). Логічна організація інформації в СУБД. Принципи формування таблиць, запитів, форм і звітів в СУБД. Типи сучасних СУБД та їхні особливості.

Призначення і основні можливості графічних редакторів (ГР). Типи сучасних ГР та їх особливості.

Програмне забезпечення для Інтернету. Браузери, основні типи і функціональні можливості. Пошукові системи. Утиліти для роботи в Інтернет.

Навчальні програми. Електронні підручники та енциклопедії. Програми для тестування і перевірки знань.

Приклади спеціалізованого програмного забезпечення. Програмні продукти та їх основні характеристики. Системи автоматизованого проектування (CAD), системи автоматизації інженерних розрахунків і досліджень (CAE), системи автоматизації виробництва (CAM), системи автоматизації документообігу (PDM).

Операційні системи WINDOWS – історія розвитку. Концепція, організація обміну даними, вимоги до апаратної частини.

Текстовий процесор – базові можливості (редагування, форматування, перенесення тощо), робота видавничих систем (створення документів, особливості коректування).

Табличний процесор EXCEL – основні поняття, функціональні можливості, інтерфейс, технологія роботи в електронній таблиці.

Інтелектуальні системи – поняття штучного інтелекту, напрямки розвитку, експертні системи та їх класифікація.

MICROSOFT OFFICE – ефективне середовище користувача. Робота, створення додатків, мови маніпулювання даними.

5. Алгоритмізація і програмування

Мови програмування. Алфавіт мови програмування. Ідентифікатор. Структура програм.

Основи алгоритмізації і програмування.

Задача, алгоритм, програма, програмна система (програмний продукт).

Етапи розробки програм: постановка задачі, аналіз, формалізований опис задачі і вибір моделі; вибір і розробка алгоритму вирішення задачі; проектування загальної структури програми; програмування; налагодження і верифікація; отримання та інтерпретація результату; публікування і передача результатів замовнику; супровід програми.

Основи алгоритмізації. Алгоритм і його властивості. Способи запису алгоритму. Зображення і функціональний зміст основних символів блок-схем. Приклади побудови алгоритмів. Принципи структурного програмування і базові структури алгоритмів.

Налагодження програм. Типи помилок, які можуть траплятись при розробці програм. Режими і команди налагодження. Втручання у хід виконання програми. Встановлення точок спостереження.

Використання довідкової служби інтегрованого середовища мови програмування.

Базові та комбіновані типи даних мов програмування. Спеціальні і складені символи. Зарезервовані слова і стандартні ідентифікатори. Правила формування ідентифікаторів користувача.

Типи даних мови програмування. Огляд типів даних. Цілочислові та дійсні типи даних. Символьні і логічні типи даних. Регулярний тип даних (масиви). Розмірність і розмір масиву. Типи даних користувача. Тотожність і сумісність типів даних.

Загальні поняття про вирази, операнди, операції. Правила складання виразів. Формування арифметичних виразів. Арифметичні операції. Вирази і операції відношення. Логічні вирази і операції. Пріоритет виконання операцій.

Структура програми. Основні блоки програми, правила формування. Коментарі до програм.

Введення-виведення даних. Виведення результатів на екран. Формати виведення.

Базові оператори мови програмування. Внутрішні математичні функції.

Прості оператори, їхні типи, призначення і правила запису. Структуровані оператори. Призначення і правила формування. Оператори вводу-виводу інформації.

Оператори перевірки умови, їхні типи призначення і правила запису. Реалізація розгалужених алгоритмів за допомогою операторів перевірки умови. Оператори вибору. Приклади використання операторів перевірки умови і вибору.

Оператори циклу, їх типи, призначення і правила запису. Оператор циклу із наперед відомою кількістю повторень, параметри і особливості використання. Оператори переривання і продовження циклів. Оператор циклу із наперед невідомою кількістю повторень; параметри і особливості використання. Цикли і робота з масивами; пошук максимального і мінімального елементів; сортування і впорядкування масиву.

Структуроване (модульне) програмування. Процедури (функції і підпрограми) внутрішні і зовнішні процедури.

Загальні поняття про процедури та їх призначення. Розділення процедур на функції і підпрограми, на внутрішні та зовнішні функції і підпрограми, особливості їх використання.

Рекурсивне використання підпрограм; призначення; пряма і непряма рекурсія. Приклади рекурсивних підпрограм.

6. Основи математичного моделювання на комп'ютері

Моделювання в інженерній практиці. Аналогові і цифрові моделі; комп'ютерне моделювання.

Моделювання процесів і систем в техніці. Види моделей – натурні, масштабні, числові, аналогові фізичні, аналогові, математичні, дискретні (чисельні). Комп'ютерне моделювання в науці і техніці.

Підготовка до розробки програм. Формалізація, алгоритмізація.

Розробка і тестування програми. Розробка графічної частини. Проектування інтерфейсу і оформлення програмного забезпечення.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Пасічник В.А. Інформатика: Навч. посібник / В.А. Пасічник. – К.: НТУУ «КПІ».- 2006.- 540 с.
2. Баженов В.А. Інформатика. Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології: Підручник / В.А. Баженов, П.С. Венгерський, В.С. Гарвона та ін. / Наук. ред. Г.А. Шинкаренко, О.В. Шишов - К.: Каравела, 2019.- 592 с.
3. Ковалюк Т.В. Основи програмування / Т.В. Ковалюк. – Київ: Видавнича група ВНУ, 2005. – 384 с.
4. Інформатика: Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології [Текст] : Підруч. для студ. вузів / За ред. О.І. Пушкаря. – К. : Академія, 2003. – 704 с. – (Альма-матер). – ISBN 966-580-135-X
5. Інформатика. Конспект лекцій. / Уклад.: Холявік О.В., 2021. – 78 с. Ухвалено комісією ММІ, Протокол від 20.01. 2021 р. № 6
6. Інформатика. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. / Уклад.: Холявік О.В. 2021. – 78 с. Ухвалено комісією ММІ, Протокол від 20.01. 2020 р. № 6

2. Розділ 2

1. Головні поняття, гіпотези та принципи

Реальний об'єкт та його розрахункова схема. Основні моделі матеріалу, форми тіла, навантажень. Основні принципи механіки матеріалів і конструкцій; внутрішні сили та методи їх визначення, напруження, переміщення, деформації. Опорні пристрої їх реакції. Епюри внутрішніх сил для стержнів.

2. Геометричні характеристики плоских перерізів

Площа, статичні моменти площ, моменти інерції. Визначення моментів інерції відносно паралельних осей та при повороті осей координат. Головні осі та головні моменти інерції, їх визначення. Моменти інерції простих та складних фігур.

3. Розтягання і стискання стержнів. Механічні характеристики матеріалів за чистого розтягу і стиску

Визначення напружень і деформацій за розтягу-стиску. Потенціальна енергія деформації стержня за розтягу-стиску. Визначення основних механічних характеристик матеріалів при розтяганні і стисканні. Визначення допустимих напружень. Розрахунки на міцність і жорсткість стержнів за розтягання і стискання. Умови міцності і жорсткості. Розрахунок статично невизначуваних стержнів

4. Основи теорії напруженого і деформованого стану

Напружений стан тіла в точці: поняття про напруження, тензор напружень; диференціальні рівняння рівноваги (рівняння Нав'є-Коші); закон парності дотичних напружень; визначення напружень на довільній площадці; головні осі та головні напруження; види напруженого стану; октаедричні площадки та

октаедричні напруження; найбільші дотичні напруження; плоский і лінійний напружений стан; пряма і обернена задачі теорії напруженого стану в точці.

Деформований стан тіла в точці: тензор деформацій; об'ємна деформація; взаємозв'язок між переміщеннями і деформаціями (рівняння Коші); рівняння нерозривності деформацій (умова Сен-Венана).

Узагальнений закон Гука. Повна система рівнянь пружності. Потенціальна енергія деформації в загальному випадку напруженого стану.

5. Розрахунки на міцність. Критерії міцності

Методи розрахунків; призначення теорій міцності. Класичні теорії міцності; Поняття про граничну поверхню міцності. Критерії міцності і пластичності частково ізотропних матеріалів.

6. Розрахунки на міцність і жорсткість стержнів при чистому крученні

Кручення круглого стержня: напруження і деформації; умови міцності й жорсткості при крученні валу з круглим поперечним перерізом; розрахунок валів на міцність і жорсткість при крученні; аналіз напруженого стану і руйнування. Кручення стержнів некруглого перерізу: кручення стержнів з некруглим перерізом; кручення тонкостінних стержнів з незамкненим профілем; кручення тонкостінних стержнів з замкненим профілем; про раціональну форму перерізу стержня при крученні. Потенціальна енергія деформації стержня при крученні. Розрахунок гвинтових циліндричних пружин.

7. Зсув. Розрахунок на зріз

Визначення напружень при зсуві (зрізі) стержня. Чистий зсув. Практичні розрахунки на зріз і змінання: розрахунок заклепкових з'єднань; розрахунок зварних з'єднань, виконаних кутовими швами.

8. Згинання стержнів

Напруження в прямому стержні при згинанні. Основні гіпотези та визначення. Розрахункова модель стержня. Нормальні напруження в перерізі прямого стержня при згинанні. Дотичні напруження в стержні при плоскому поперечному згинанні. Розрахунки на міцність при плоскому поперечному згинанні. Аналіз напруженого стану балки по висоті перерізу за плоского поперечного згинання. Раціональна форма поперечного перерізу. Розрахунки на міцність при плоскому поперечному згинанні. Потенціальна енергія деформації стержня при згинанні.

9. Місцеві напруження

Концентрація напружень: поняття про концентрацію напружень; теоретичний коефіцієнт концентрації; концентрація напружень за розтягання; концентрація напружень за кручення; концентрація напружень за згинання; ефективний коефіцієнт концентрації напружень. Контактні напруження: основні поняття; загальний випадок контакту двох тіл; стиск двох куль; стиск двох циліндрів; розрахунок на контактну міцність.

10. Загальні теореми про пружні системи. Загальні методи визначення переміщень

Потенціальна енергія деформації тіла в загальному випадку його навантаження. Теорема Кастіліано. Інтеграл Мора. Спосіб Верещагіна. Теореми про взаємність робіт і переміщень.

11. Статично невизначувані системи

Метод сил для розкриття статичної невизначеності. Каноничні рівняння методу сил.

12. Складний опір

Складне і косе згинання стержня. Згинання з розтяганням (стисканням). Позацентрове розтягання (стискання) прямого стержня. Згин з крученням. Загальний випадок дії сил на стержень.

13. Стійкість стиснених стержнів

Стійка та нестійка пружна рівновага. Задача Ейлера з визначення критичної сили для стисненого стержня. Формула Ясинського. Умова стійкості. Практичні розрахунки на стійкість стиснених стержнів.

14. Елементи теорії тонкостінних оболонок

Напруження в осесиметричній оболонці. Розпірні кільця в оболонках.

15. Товстостінні труби і обертові диски

Напруження, переміщення і деформації в товстостінних циліндрах. Розрахунки обертових дисків.

16. Пластичні деформації. Основи розрахунків елементів конструкцій, що працюють за границями пружності

Фізичні основи пластичного деформування. Розрахунки стержнів і стержневих систем за наявності пластичних деформацій.

17. Руйнування матеріалів

Види руйнувань матеріалів елементів конструкцій. Основи механіки руйнування.

18. Оцінка міцнісної надійності конструкцій при динамічних навантаженнях

Розрахунки рухомих об'єктів з урахуванням сил інерції. Розрахунки при ударних навантаженнях. Пружні коливання. Опір матеріалів дії повторно-змінних навантажень.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Механіка матеріалів і конструкцій: Навчальний посібник для студентів, які навчаються на технічних спеціальностях усіх форм навчання / А.Є. Бабенко, О.О. Боронко, С.М. Шукаєв, та ін..– К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017.– 191 с.
<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19241>

2. Писаренко Г.С. Опір матеріалів: підруч. / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; За ред. Г.С. Писаренка. – 2-ге вид., допов. і перероб. – К.: Вища шк., 2004. – 655 с.
3. Збірник задач з опору матеріалів [Електронний ресурс]: Навч. посіб. / М.І. Бобир, А.Є. Бабенко, О.О. Боронко та ін. – Київ : НТУУ «КПІ», 2012. – 570 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/1885>.
4. Збірник задач з опору матеріалів: Навч. посіб. / М.І. Бобир, А.Є. Бабенко, О.О. Боронко та ін.; За ред. М.І. Бобиря. – К.: Вища шк., 2008. – 399 с.: іл.
5. Збірник задач з опору матеріалів [Електронний ресурс]: Навч. посіб. / М.І. Бобир, А.Є. Бабенко, О.О. Боронко та ін. – Київ : НТУУ «КПІ», 2012. – 570 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/1885>.
6. Заховайко О.П. Збірник конкурсних задач з опору матеріалів [Електронний ресурс]: Навч. посіб. / О.П. Заховайко, В.А. Колодежний, С.І. Трубачев. – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. – 320 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/1007>

3. Розділ 3

1. Основні поняття ТММ

Зміст дисципліни ТММ та її значення для інженерної освіти. Зв'язок ТММ з іншими галузями знань. Машина. Механізм. Прилад. Апарат. Знаряддя праці. Механічний пристрій. Ланка механізму. Вхідні та вихідні ланки. Початкові, ведучі та ведені ланки. Кінематична пара. Класифікація кінематичних пар за числом степенів вільності та числом зв'язків Алгоритм визначення класу кінематичної пари. Нижчі та вищі кінематичні пари. Кінематичні ланцюги. Кінематична схема механізму. Масштабний коефіцієнт ТММ. Структурна схема механізму. Алгоритм побудови структурної схеми механізму.

2. Основні види механізмів

Плоскі та просторові механізми з нижчими парами. Кулачкові, зубчасті, фрикційні механізми. Механізми з гнучкими зв'язками. Рядові, ступінчасті, планетарні, хвильові передачі. Гідравлічні та пневматичні механізми.

3. Структурний аналіз механізмів

Число степенів вільності просторового механізму. Формула Сомова-Малишева. Число степенів вільності плоского механізму. Формула Чебишева. Зв'язки механізму. Надлишкові (пасивні) зв'язки. Усунення надлишкових зв'язків зміною класу кінематичних пар. Місцеві рухомості (зайві степені вільності). Заміна вищих кінематичних пар нижчими. Алгоритм заміни вищої кінематичної пари нижчими. Утворювання механізмів шляхом нашарування структурних груп (груп Ассура). Механізм 1-го класу. Структурна група або група Ассура. Класифікація механізмів. Механізми паралельної структури.

4. Кінематичний аналіз механізмів

Задачі кінематичного аналізу механізмів. Аналоги швидкостей та прискорень. Послідовність кінематичного аналізу механізмів. Плани механізму. Побудова планів положень механізму методом “засічок”. Кінематичний аналіз методом планів швидкостей та прискорень. Властивості планів швидкостей. Методика побудови планів швидкостей механізмів 2-го класу. Визначення кутових швидкостей за планами швидкостей. Властивості плану прискорень. Методика побудови плану прискорень механізму 2-го класу. Визначення кутових прискорень за планами прискорень. Аналітичні методи кінематичного аналізу механізмів.

5. Кінетостатичний аналіз механізмів

Задачі кінетостатичного аналізу механізмів. Сили, що діють на ланки механізму. Принцип кінетостатики. Урахування сил інерції ланок механізму. Плоскопаралельний рух ланки. Поступальний рух ланки. Обертальний рух відносно центральної осі. Обертальний рух відносно довільної осі. Умови статичної визначеності кінематичного ланцюга. Кінематичний ланцюг з нижчими парами. Кінематичний ланцюг з вищими парами. Просторовий кінематичний ланцюг. Силовий розрахунок структурних груп 2-го класу 2-го порядку. Силовий розрахунок початкової ланки в робочій машині. Силовий розрахунок початкової ланки в машині-двигуні. Теорема М.Є. Жуковського.

6. Тертя в механізмах

Види тертя. Основні закони тертя ковзання незмащених тіл. Тертя спокою. Тертя руху. Сучасні положення про сили сухого тертя. Тертя в поступальній кінематичній парі. Умови руху повзуна. Геометрична форма зображення взаємодії сил. Тертя при русі клинчастого повзуна. Тертя в гвинтовій кінематичній парі. Тертя в обертальній кінематичній парі (тертя шипа по підшипнику та п'яти по підп'ятнику). Тертя ковзання змащених тіл. Тертя кочення. Тертя в передачах з гнучкими ланками.

7. Динамічний аналіз механізмів

Задачі динамічного аналізу механізмів. Режими руху машини. Рівняння руху механізму в формі кінетичної енергії. Механічний коефіцієнт корисної дії (ККД). ККД машини при послідовному, паралельному та комбінованому з'єднанні механізмів. Метод зведення мас і сил. Зведена маса (зведений момент інерції). Зведена сила (зведений момент сили). Рівняння руху механізму. Рівняння руху в інтегральній формі. Рівняння руху в диференціальній формі. Функції зведених моментів сил. Розв'язання рівнянь руху. Графічний метод визначення суми робіт (метод графічного інтегрування). Коефіцієнт нерівномірності руху. Регулювання періодичних коливань швидкості (ПКШ). Механіка роботи маховика. Рівняння руху маховика. Визначення моменту інерції маховика методом Грунауера.

8. Зрівноважування та віброзахист машин

Причини та задачі зрівноважування та віброзахисту машин. Умова зрівноваженості обертової ланки. Статичне та динамічне балансування обертових

мас. Зрівноважування механізмів на фундаменті. Статичне зрівноважування механізмів. Засоби віброзахисту. Динамічне віброгасіння. Віброізоляція.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Кіницький Я.Т. Теорія механізмів і машин / . - Підручник. К.: «Наукова думка», 2002. – 660 с.
2. Кіницький Я.Т. Практикум із теорії механізмів і машин / Львів. : «Афіша», 2002. – 452 с.

4. Розділ 4.

1. Точність деталей машин

Основні положення метрології, взаємозамінності, стандартизації, сертифікації. Точність та похибки геометричної точності деталей машин, їх класифікація та причини виникнення. Систематичні та випадкові похибки. Основні закони розподілення випадкових величин.

2. Нормування розмірної точності деталей машин

Основні терміни та визначення системи допусків і посадок ISO, розміри, відхилення, допуски, системи посадок. З'єднання, їх елементи, характеристики та розрахунок. Розрахунки оптимальних натягів чи зазорів у трьох типах посадок: з натягом, з зазором, перехідних. Вибір квалітетів. Вибір посадок. Посадки рекомендовані та переважні.

Контроль деталей гладких циліндричних з'єднань. Міри та калібри, розрахунки виконавчих розмірів.

3. Нормування геометричної точності деталей

Точність форми поверхонь деталей. Точність розташування поверхонь. Залежні та незалежні допуски. Призначення допусків форми та розташування та їх позначення на креслениках. Структура та шорсткість поверхонь. Нормування шорсткості та позначення шорсткості на креслениках.

4. Взаємозамінність типових з'єднань

Підшипники кочення. Допуски та посадки підшипників кочення. Вимоги до точності поверхонь деталей, що з'єднуються з підшипниками.

Основні експлуатаційні вимоги до шпонкових та шліцьових з'єднань. Взаємозамінність шпонкових та шліцьових з'єднань з прямобічним профілем. Взаємозамінність шліцьових з'єднань з евольвентним профілем.

Основні експлуатаційні вимоги до різбових з'єднань. Геометричні параметри метричних різьб. Взаємозамінність метричних різьб. Посадки різьб з зазором, перехідні та з натягом. Трапецієподібні різьби. Вибір допусків і посадок та позначення їх на креслениках. Комплексний та поелементний контроль різьб. Різьбові калібри.

Допуски кутів та конусів. Конічні посадки. Методи і засоби вимірювання кутів і конусів.

Взаємозамінність зубчастих коліс та передач. Норми кінематичної точності, норми плавності та контакту циліндричних зубчастих коліс та передач. Норми бічного зазору. Види спряжень. Допуски конічних і черв'ячних зубчастих коліс та передач.

5. Нормування точності на основі розрахунку розмірних ланцюгів

Розмірні ланцюги, основні властивості, пряма та обернена задачі, порядок побудови розмірних ланцюгів. Методи розрахунку. Вибір методу досягнення необхідної точності. Складання з повною та неповною взаємозамінністю.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Допуски, посадки та технічні вимірювання. Практикум. Частина 1 [Текст]: навч. посібн. / Ю.І. Адаменко, О.М. Герасимчук, В.А. Пасічник, Н.В. Мініцька, С.В. Майданюк, О.А. Плівак . – Іванофранківськ: Симфонія форте, 2016. – 164 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30119>
2. Допуски, посадки та технічні вимірювання. Практикум. Частина 2 [Текст]: навч. посібн. / Ю.І. Адаменко, О.М. Герасимчук, В.А. Пасічник, Н.В. Мініцька, С.В. Майданюк, О.А. Плівак . – Іванофранківськ : Симфонія форте, 2016. – 188 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30120>
3. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Практикум: підруч. для студ. вищ. навч. закл. освіти / Г.О. Іванов, В.С. Шебанін, Д.В. Бабенко, Полянський П.М.; за ред. Г.О. Іванова і В.С. Шебаніна. – Миколаїв : МНАУ, 2016. – 428 с. ISBN 978-617-7149-19-3.
4. Івченко Л.Й. Взаємозамінність, стандартизація та метрологічне забезпечення технічних вимірювань: навч. посібник [для вищих навчальних закладів]/Л.Й. Івченко, В.В. Петрикін, С.І. Дядя, Б.М. Левченко; під заг. ред. Л.Й.Івченка – Запоріжжя, Вид. комплекс ВАТ «Мотор Січ», 2010 - 451 с. ISBN 966-87-2. https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/723461/mod_resource/content/1/199_---.pdf

5. Розділ 5.

1. Основні вимоги до деталей і вузлів машин. Основні критерії працездатності деталей машин.

Умови роботи деталей машин: вид навантажень, характер напруженого стану, поверхневе зношування, вплив температурних коливань. Критерії працездатності деталей машин. Надійність конструкції. Критерії надійності, процеспроможності та ремонтпридатності.

Матеріали для виготовлення деталей машин. Технологічні вимоги до конструкції деталей машин.

2. Механічні передачі

Передачі та їх використання. Класифікація передач. Основні характеристики передач. Схема приводу механізмів. Передачі зачепленням та тертям. Важільні механізми.

3. Зубчасті передачі

Загальні відомості про зубчасті передачі. Класифікація, переваги та недоліки, їх параметри. Область застосування. Технологія виробництва. Сили в передачах. Критерії працездатності. Розрахункові навантаження. Матеріали зубчастих коліс, термообробка допустимі напруження. Види руйнування зубчастих коліс. Розрахунок прямозубої циліндричної передачі на контактну міцність і згин.

Передачі з осями, що схрещуються і перетинаються. Схема прямозубого конічного зачеплення та його параметри. Концепція еквівалентного колеса. Розподіл навантаження по довжині зуба та особливості розрахунку прямозубих конічних коліс на контактну та згинальну міцність. Конічні передачі із круговим зубом.

4. Черв'ячні передачі

Загальні відомості про черв'ячні передачі, їх класифікація, переваги і недоліки. Область застосування. Геометрія та кінематика передачі з архімедовим черв'яком. Основні параметри. Черв'ячні передачі без зміщення та зі зміщенням.

Умови роботи черв'ячних передач. Види ушкодження та критерії працездатності. Матеріали. Особливості розрахунку. Втрати енергії у черв'ячній передачі та ККД. Умова самогальмування. Глобоїдні передачі. Переваги при застосуванні.

5. Планетарні механізми, хвильові механічні передачі, передачі з зачепленням Новикова

Планетарні механізми: переваги планетарних механізмів, умови сполучення коліс. Диференціальні механізми як пристрої для підсумовування руху. Особливості розрахунку планетарних передач та диференціалів.

Хвильові механічні передачі: геометричні, кінематичні параметри та принцип дії. Критерії працездатності та методика проектування хвильових передач.

Особливості конструювання передач з зачепленням Новикова.

6. Вали та осі

Вали та осі. Призначення і класифікація осей та валів. Матеріали для їх виготовлення. Термообробка. Розрахунок валів та осей на статичну та втомну міцність, на жорсткість та поперечні коливання. Особливості конструювання валів.

7. Опори валів та осей

Призначення і класифікація опор валів та осей. Підшипники ковзання. Конструкції та матеріали підшипників. Матильні матеріали. Методи утворення рідинного тертя в підшипниках ковзання. Практичні розрахунки підшипників ковзання.

Підшипники кочення, умови їхньої роботи, конструкції, розмірні серії, класи точності, матеріали. Вибір підшипників кочення за статичною та динамічною вантажопідйомністю. Схеми установки підшипників на валах і способи закріплення кілець. Ущільнення підшипникових вузлів. Регулювання підшипників.

8. Муфти

Типи муфт, їх призначення і класифікація. Вибір та конструкція. Застосування різних типів муфт на практиці. Некеровані, керовані, самокеровані та комбіновані муфти, їхні конструкції (глухі, компенсуючі, пружні, кулачкові, зубчасті, фрикційні, запобіжні, відцентрові та обгінні муфти. Параметри, вибір і розрахунок. Електромагнітні муфти та гальма. Умови роботи муфт. Розрахунки муфт.

9. Фрикційні, пасові та ланцюгові передачі

Фрикційні передачі. Загальні відомості та класифікація. Кінематика. Конструкції. Розрахунок циліндричних фрикційних передач на контактну міцність. Особливості конструкції і розрахунку конічної, жолобчастої та лобової фрикційних передач. Матеріали передач. Варіатори, їх конструктивне виконання. Передавальний крутний момент.

Загальні відомості про пасові передачі. Будова, характеристики і типи пасових передач. Геометричні та кінематичні співвідношення. Сили в передачі і напруження в пасах. Криві ковзання та ККД пасових передач. Розрахунок пасових передач на тягову здатність і довговічність. Натяжні пристрої. Конструювання шківів. Клинопасові, пласкопасові та поліклинові передачі.

Загальні відомості про ланцюгові передачі. Схема передачі. Основні типи приводних кіл. Переваги й недоліки. Область застосування. Геометрія та кінематика ланцюгової передачі. Нерівномірність руху ланцюгової передачі. Сили у гілках ланцюгової передачі. Види пошкодження та критерій працездатності ланцюгової передачі. Проектна розрахункова залежність визначення кроку приводного роликів ланцюга.

10. З'єднання деталей машин

Рознімні з'єднання. Визначення та класифікація. Призначення, конструкції, розрахунок (різбові, шпонкові, шліцьові, клинові і клемові). Нерознімні з'єднання. Визначення. Класифікація. Особливості конструкцій. Розрахунок з'єднувальних елементів за умовами встановлення (зварні, заклепкові, з гарантованим натягом, клейові).

11. Різьблення

Класифікація за призначенням та геометричною формою. Основні параметри (з прикладу метричної різьби). Стандарти. Види різбових з'єднань. Кріпильні деталі: болти, гвинти, шпильки, гайки – їх конструктивні форми та призначення. Гайкові ключі.

Передача гвинт-гайка. Загальні відомості та особливості розрахунку різьблення гвинтових механізмів. Профіль різьблення. Різьби, що самогальмуються і несамогальмуються.

Взаємодія між витком та гайкою. Розподіл осьової сили з витків гайки – рішення Н.Е. Жуковського. Залежність між осьовою силою на гвинті та крутним моментом, прикладеним до гайки. Момент загвинчування та його складові. ККД різьблення, що враховує втрати енергії на тертя у різьбленні. Момент відгвинчування та умова самогальмування різьблення. Перевірочний розрахунок елементів різьблення на зріз та зминання.

Розрахунок на міцність гвинта, навантаженого осьовою силою та крутним моментом. Розрахунок на міцність ексцентрично-навантаженого гвинта. Виникнення згинального моменту та оцінка його впливу на величину сумарної напруги

Розрахунок на міцність затягнутого болтового з'єднання, навантаженого силою та моментом у площині стику. Розрахунок затягнутого різьбового з'єднання, навантаженого після затягування зовнішньою осьовою силою. Коефіцієнт зовнішнього навантаження болта.

12. Шпонкові з'єднання

Шпонкові з'єднання. Основні типи шпонок. Область застосування. Особливості навантаження. Призматичні шпонки. Типи. Матеріали. Стандартизація перерізів та вибір шпонок. Перевірочний розрахунок шпонкових з'єднань.

13. Електричні приводи механізмів машин

Використання асинхронних двигунів. Вибір двигуна за умовами навантаження. Перевірка двигуна за пусковим моментом.

14. Конструювання несучих елементів

Корпуси і базові елементи: призначення та технічні вимоги. Види корпусів. Обґрунтування конструкції та основні вимоги, що забезпечуються при конструюванні. Рами, основи для приводів. Типи та вимоги до конструкції.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Стадник, В. А. Деталі машин [Електронний ресурс] : курс лекцій / В. А. Стадник ; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 24,1 Мбайт). – Київ: НТУУ «КПІ», 2012. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/1602>
2. Бондарев В.С., Дубинець О.І., Колісник М.П., Бондарюв С.В., Горбатенко Ю.П., Барабанов В.Я. Підйомно-транспортні машини. Розрахунки підймальних і транспортувальних машин. К.: Вища школа, 2009.- 734 с.
3. Муфти [Електронний ресурс] : навчальний посібник / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. О. Г. Архипов, Ю. П. Горбатенко, О. П. Мариношенко, Н. І. Галабурда. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,89 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 231 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45679>.
4. Полешко О.П. Деталі машин. Лабораторний практикум: Навчальний посібник / О.П Полешко, М.С. Блощин. –К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 87 с.
5. Скуратовський, А. К. Конструкції механічних муфт [Електронний ресурс]: навчальний наочний посібник / А. К. Скуратовський ; НТУУ «КПІ». –

- Електронні текстові дані (1 файл: 3,68 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2012.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/1826>
6. Підшипники кочення. Ч.1. Кулькові підшипники [Електронний ресурс] : навчальний наочний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. А.К. Скуратовський. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,94 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 51 с.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/24465>
 7. Підшипники кочення. Ч. 2. Роликові підшипники [Електронний ресурс] : навчальний наочний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. А.К. Скуратовський. – Електронні текстові дані (1 файл : 2,53 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 52 с.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/26725>
 8. Підшипники ковзання [Електронний ресурс] : навчальний наочний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальностями 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. А.К. Скуратовський. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,03 МВ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 38 с.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/31982>
 9. Вибір електродвигуна, кінематичний та силовий розрахунки механічного приводу. Розрахунок і конструювання передач гнучкою в'яззю: Методичні вказівки до виконання домашніх контрольних робіт з дисципліни «Деталі машин» для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання: Електронне навчальне видання /Укл.: В.А. Стадник - К.: НТУУ «КПІ», 2012, – 57 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/1852>
 10. Розрахунок та конструювання зубчастих передач [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання домашніх контрольних робіт з дисципліни «Деталі машин» для студентів машинобудівних і механічних спеціальностей усіх форм навчання / НТУУ «КПІ» ; уклад. В. А. Стадник. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,07 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2013. – 112 с. – <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/2680>
 11. Розрахунок та конструювання черв'ячних передач: Методичні вказівки до виконання домашніх контрольних робіт з дисципліни „Деталі машин” для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання: Електронне навчальне видання /Укл. В.А. Стадник – К.: НТУУ «КПІ» 2013, - 47 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/2681>
 12. Стадник, В. А. Розрахунок та конструювання валів. Вибір підшипників кочення за динамічною вантажопідйомністю [Електронний ресурс] : навчальний посібник / В. А. Стадник ; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 15,2 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2014. – 128 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/7848>

13. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. – Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.
14. Коновалюк Д.М. Деталі машин. Практикум / Д.М. Коновалюк, Р.М. Ковальчук, В.О. Байбула, М.М. Толстущко. – К. : Кондор, 2009. – 278 с.
15. Гайдамака А.В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків. Навчальний посібник. – Харків: Харківський політехнічний інститут, Планета – Принт, 2020. – 275 с.
16. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунку деталей машин: Підруч. – 2-ге вид.перероб. – Львів: Афіша. 2003. – 560 с.
17. Курмаз Л.В. Основи конструювання машин: Навчальний посібник, МОН України, - Х.: Підручник НТУ «ХП», 2010.—532 с.
18. Баласанян Р. А. Атлас деталей машин: Навчальний посібник / Р.А. Баласанян. – Х.: Основа, 1996, – 256 с.

III. ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

Критерії оцінювання

На фаховому іспиті вступник отримує екзаменаційний білет, який включає 5 завдань з переліку вищезазначених розділів навчальних дисциплін. Кожне питання оцінюється максимум у 20 балів.

Максимальний ваговий бал – 20:

- повна відповідь з розрахунками, принциповою чи конструктивною схемою (не менше 95% потрібної інформації) – 19-20 балів;
- повна відповідь з неприциповими неточностями (не менше 85% потрібної інформації) – 17-18 бали;
- принципово правильна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) – 15-16 балів;
- повна відповідь з принциповими неточностями або (не менше 65% потрібної інформації) та незначні помилки або неточності – 13-14 балів;
- не повна відповідь з помилками і неточностями (не менше 60% потрібної інформації) – 12 балів;
- «незадовільно», принципово неправильна відповідь, відповідь зі значною кількістю критичних помилок, відсутність відповіді – 0-11 балів.

Загальна оцінка за Фаховий іспит обчислюється як проста арифметична сума за п'ять відповідей. Таким чином, за результатами Фахового іспиту вступник може набрати від 0 до 100 балів.

За умови, якщо вступник набирає менше 60 балів, вважається, що він отримав незадовільну оцінку.

Перерахунок оцінки рейтингової системи оцінювання за 200-бальною шкалою подано в таблиці 1.

Таблиця 1

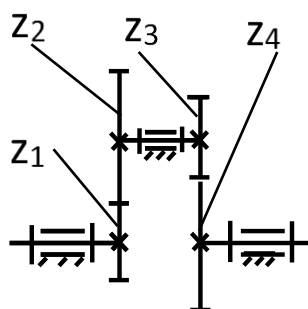
Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів)
оцінкам 200-бальної шкали (100...200 балів)

шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200
60	100	70	140	80	160	90	180
61	105	71	142	81	162	91	182
62	110	72	144	82	164	92	184
63	115	73	146	83	166	93	186
64	120	74	148	84	168	94	188
65	125	75	150	85	170	95	190
66	128	76	152	86	172	96	192
67	131	77	154	87	174	97	194
68	134	78	156	88	176	98	196
69	137	79	158	89	178	99	198
						100	200

ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ ФАХОВОГО ІСПИТУ

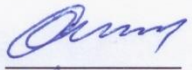
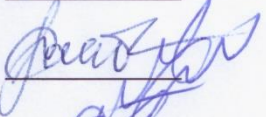
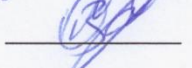
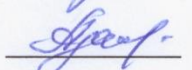
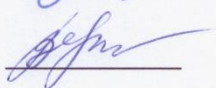
ЭКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № X

- Задані у десятковій системі числення два числа $N_{10}^1 = 654$ та $N_{10}^2 = 465$ представити у двійковій, вісімковій та шістнадцятковій системах числення з наведенням процесу переведення, а також знайти:
 - суму двох чисел, що знайдені Вами у двійковій системі числення $N_2^1 + N_2^2 = ?$
 - суму двох чисел, що знайдені Вами у вісімковій системі числення $N_8^1 + N_8^2 = ?$
 - суму двох чисел, що знайдені Вами у шістнадцятковій системі числення $N_{16}^1 + N_{16}^2 = ?$
- Знайти максимальні нормальні напруження в стрижні, який скручується моментом $M = 314 \text{ Н} \cdot \text{м}$ і має діаметр поперечного перерізу 50 мм.
- Обчислити передаточне відношення i_{14} зубчастої передачі, якщо $z_1 = 22$; $z_2 = 34$; $z_3 = 26$; $z_4 = 30$.



- Для з'єднання $\varnothing 85$ мм призначити стандартну посадку з зазором у системі отвору, якщо найбільший розрахунковий зазор складає $S_{max}^{розр} = 0,225$ мкм, а найменший розрахунковий зазор $S_{min}^{розр} = 0,030$ мм. Побудувати схему полів допусків та вказати: номінальний діаметр; граничні відхилення отвору і вала; допуски отвору і вала; граничні зазори.
- Розвантажувальна опора для шківів пасової передачі. Навести конструктивне рішення, обґрунтувати його. Вибрати опори та засоби передачі крутного моменту від шківів на робочий вал.

РОЗРОБНИКИ:

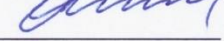
Пискунов С.О.	д.т.н., професор, завідувач кафедру ДММОМ	
Саленко О.Ф.	д.т.н., професор кафедри КМ	
Холявік О.В.,	к.т.н., доцент кафедри ТВЛА	
Лукавенко В.П.	к.т.н., доцент кафедри КМ	
Адаменко Ю.І.	к.т.н., доцент кафедри КМ	

Програму рекомендовано:

кафедру «Прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки»
(протокол № 11 від 13 березня 2024 р.)

Завідувача кафедру  Олег ЛЕВЧЕНКО

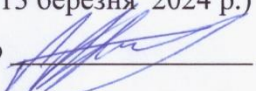
кафедру «Динаміки і міцності машин та опору матеріалів»
(протокол № 10 від 25 березня 2024 р.)

Завідувач кафедру  Сергій ПИСКУНОВ

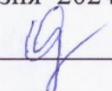
кафедру «Конструювання машин»
(протокол № 9 від 13 березня 2024 р.)

Завідувач кафедру  Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО

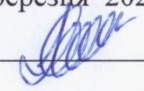
кафедру «Технології виробництва літальних апаратів»
(протокол № 14 від 13 березня 2024 р.)

Завідувач кафедру  Антон ЛАВРІНЕНКОВ

кафедру «Технології машинобудування»
(протокол № 9 від 20 березня 2024 р.)

Завідувач кафедру  Олександр ОХРІМЕНКО

кафедру «Зварювального виробництва»
(протокол № 13 від 7 березня 2024 р.)

Завідувача кафедру  Віктор КВАСНИЦЬКИЙ

кафедру «Лазерної техніки та фізико-технічних технологій»
(протокол № 10 від 13 квітня 2024 р.)

Завідувача кафедру  Олексій КАГЛЯК

кафедру «Хімічного, полімерного і силікатного машинобудування»
(протокол № 10 від «20» березня 2024 р.)

Завідувач кафедру  Олександр СОКОЛЬСЬКИЙ