



Конструювання обладнання машинобудування

-2

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 - Механічна інженерія
Спеціальність	131 - Прикладна механіка
Освітня програма	„Технології комп'ютерного конструювання верстатів, роботів і машин“
Статус дисципліни	Професійної та практичної підготовки
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній семестр (прискорена форма навчання)
Обсяг дисципліни	5,5 кредитів ЄКТС, 165 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, МКР, РГР
Розклад занять	Лекції – 36 год., практичні – 18 год., , лабораторні – 18 год за розкладом Департаменту навчальної роботи КПІ ім. Ігоря Сікорського
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу/ викладачів	Лектор: доцент, к.т.н., доцент ВЕРБА Ірина Іванівна канд. техн. наук, доц, Гаврушкевич Андрій Юрійович Кафедра: Корпус КПІ 1, кімната 226, тел. (044)204-94-61, Тел. прив: Вербв І. І.– (097)243-14-11; Гаврушкевич А. Ю.– (067) 607-42-20. Пошта: Верба I.I.verba.dan@gmail.com ; Гаврушкевич А. Ю. gavrushkevich78@gmail.com Практичні: к.т.н., доцент ВЕРБА І.І., канд. техн. наук, доц, Гаврушкевич А. Ю. Лабораторні: к.т.н., доцент ВЕРБА І.І. доцент, к.т.н., доцент ДАНИЛЕНКО Олександр Васильович
Розміщення курсу	Дистанційний ресурс Microsoft Teams, ресурс «Електронний кампус КПІ»

Програма навчальної дисципліни

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

Бакалавр зі спеціальності 131 Прикладна механіка за ОПП „Технології комп'ютерного конструювання верстатів, роботів і машин“ повинен бути спроможним на основі критичного аналізу інформаційно-аналітичних досліджень і прогнозування показників працездатності обладнання машинобудування, знання основних принципів проектування механізмів, типових методик розрахунку та параметрів типових вузлів відповідного обладнання поставити задачу проектування нового обладнання відповідно до вимог або оцінити показники працездатності існуючого, обґрунтувати науково-технічні рішення і розробляти відповідні конкурентоспроможні конструкції, а також здійснювати оформлення необхідної документації.

Мета навчальної дисципліни «Конструювання обладнання машинобудування» і, відповідно, складової – кредитного модуля «Конструювання обладнання машинобудування» - 2, є

підготовка до професійної інженерної діяльності в галузі проектування, виробництва та експлуатації технічних систем, машин і устаткування, робото-технічних засобів та комплексів.

Предмет вивчення навчальної дисципліни – це теоретичні засади конструювання обладнання машинобудування, у першу чергу – металорізальних верстатів (МРВ) як основної технологічної машини, що виконує основні і допоміжні рухи для формоутворення деталей шляхом зняття стружки, тиском та іншими методами взаємодії заготовки та інструменту, а також інше технологічне обладнання автоматизованих виробництв машинобудування, в першу чергу – модулів виконавчих рухів

Результатом вивчення навчальної дисципліни є формування програмних компетентностей.

- загально професійних:
 - здатність аналізувати науково- технічну інформацію, вивчати вітчизняний і закордонний досвід та виконувати інформаційні дослідження за профілем діяльності й аналізувати результати (ЗК1; ЗК2; ЗК9; ЗК12);
 - вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК3);
 - здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК4).

- фахових:

для проектно-конструкторської діяльності

- виконувати порівняльний аналіз показників працездатності виявлених аналогів модулів виконавчих рухів виробництва різних фірм та компонувань на їхній основі, обґрунтовано обирати вихідні дані, показники працездатності та конструктивне виконання вузлів та складальних одиниць модульного виконання типового обладнання машинобудування та засобів автоматизації на основі досліджень ринку (ФК2; ФК3);
- приймати участь у складі групи фахівців у розробці принципів компоновок, кінематичних та структурних схем, модернізації згідно технічних умов типового обладнання машинобудування середньої складності; проектуванні механічних пристроїв механізації та автоматизації; розробці робочих проектів спроектованого обладнання (ФК4);
- в процесі проектування об'єкта розробки, враховуючи потрібні технічні характеристики та умови експлуатації, використовуючи відомі методики та сучасні пакети прикладних програм, виконувати розрахунки параметрів об'єктів проектування та показників їхньої працездатності (ФК5; ФК7);
- виконувати складальні креслення вузлів та деталювання, розроблювати проекту та робочу технічну документацію щодо об'єкта проектування та оформляти закінчені проектно-конструкторські роботи (ФК8);
- представляти результати своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів (ФК9).

для виробничо-технологічної діяльності

- забезпечувати технологічність виробів і процесів їхнього виготовлення (ФК3);
- брати участь у роботах з доведення й освоєння технологічних процесів у ході підготовки виробництва нової продукції, перевіряти якість монтажу й налагодження при випробуваннях і здачі в експлуатацію нових зразків виробів, вузлів і деталей (ФК9);

для організаційно-управлінської діяльності

- розробляти інструкції з експлуатації верстатів, верстатних комплексів, засобів механізації та автоматизації технологічних процесів у металообробці та пояснювальні записки до них(ФК9) ;

для науково-дослідницької діяльності

- здатність розуміти сутність задач аналізу й синтезу технічних об'єктів;

- приймати участь та проводити самостійно інформаційні, віртуальні, апаратні дослідження за заданою тематикою, аналізувати, та інтерпретувати отримані експериментальні дані (ФК6);
- брати участь у роботі над інноваційними проектами, використовуючи базові методи дослідницької діяльності.

Реалізація поставленої мети формування компетенцій забезпечується нормативним змістом підготовки за кредитним модулем, який надає

- знання:
 - загальних принципів проектування, показників працездатності та особливостей функціонування, компоновок верстатів та іншого обладнання, (PH10);
 - типів приводів технологічного обладнання, порівняльних характеристик з точки зору використання для типових модулів виконавчих рухів, основ проектування та їхньої конструктивної реалізації приводів різного призначення.
 - основних типів рухомих з'єднань та їхньої порівняльної характеристики,
 - основних типів обертових модулів виконавчих рухів на прикладі шпindelних вузлів, основ компонувань і конструктивної реалізації;
 - підшипників, зокрема спеціальних для шпindelних вузлів (ШВ), та їхньої порівняльної характеристики й рекомендацій щодо застосування, компоновок і регулювання опор, способів змащування, конструкцій ущільнень; конструктивної реалізації ШВ та поворотних столів, принципів і методик проектування і розрахунку ШВ на опорах кочення (PH2; PH4);
- уміння:
 - поставити задачу проектування згідно поставлених вимог приводів чи нового верстата чи іншого обладнання або оцінки показників працездатності існуючого вузла;
 - готувати вихідні дані для обґрунтування технічних рішень, застосовувати стандартні методики розрахунків при проектуванні приводів та підшипникових вузлів
 - створювати і теоретично обґрунтовувати конструкції машин, механізмів та їх елементів на основі методів прикладної механіки, загальних принципів конструювання, стандартних методик розрахунку деталей машин (PH6);
 - здійснювати обґрунтований (за можливістю – оптимальний) вибір обладнання та комплектацію технічних комплексів машинобудування (PH14);
 - обрати відповідну методику моделювання і розрахунків, а також засоби їх реалізації з використанням сучасних програмних продуктів – щонайменше знати про існування й можливості подібних програмних продуктів (PH8);
- досвід:
 - практичної роботи по виконанню проектних розрахунків та розробці конструкторської документації (з використанням сучасних програмних середовищ) (PH1; PH3; PH5; PH7);
 - здійснення інформаційно-аналітичних досліджень заданої тематики.

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

Дисципліна «Конструювання обладнання машинобудування» базується на попередніх знаннях з фундаментальних дисциплін та інших професійно-орієнтованих дисциплін, зокрема:

Теорія механізмів і машин;

Теоретична механіка;

Механіка матеріалів і конструкцій;

Технологія машинобудування;

Різальний інструмент та інструментальне забезпечення автоматизованого виробництва;

Деталі машин і основи конструювання;

Метрологія, стандартизація і сертифікація

Основи машинної графіки і чисельних методів проектування;

Системи автоматизованого проектування верстатів та машин, тощо.

Теми навчальних програм цих дисциплін при вивченні дисципліни «Конструювання обладнання машинобудування» отримують конкретне прикладне застосування та конструктивне втілення.

Дисципліна «Конструювання обладнання машинобудування» складається з чотирьох кредитних модулів, одним з яких є курсовий проект, що закріплює на практиці отримані знання з проектування.

Кредитний модуль „Конструювання обладнання машинобудування“–2 розглядає загальні принципи проектування обладнання, починаючи з показників працездатності обладнання розробки технічних характеристик. На прикладі металорізальних верстатів (МРВ) розглянуто повузловий склад обладнання і принципи створення компоновок, методи аналізу і синтезу приводів та шпиндельних вузлів МРВ, загальні принципи їх проектування й розробки відповідних функціональних механізмів технологічного обладнання, зокрема модулів виконавчих рухів та обертових модулів машинобудівного обладнання,

Дисципліна скерована на забезпечення підготовки кваліфікованих кадрів в галузі машинобудування, які мають знання щодо типових конструкцій, їхніх переваг й недоліків, порівняльних характеристик, реалізації різних принципів та конструктивного втілення, здатних творчо вирішувати інженерні задачі.

Дисципліна є базовою для подальшого вивчення особливостей конструкцій та проектування верстатів з ЧПК, обробних центрів, верстатних комплексів та промислових роботів, автоматичних ліній, особливостей експлуатації верстатів і систем керування, а також необхідною для вивчення дисциплін освітньо –кваліфікаційного рівня «магістр».

Отримані при вивченні дисципліни знання й вміння використовуються при виконанні курсового та дипломного проектів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальні принципи проектування й показники працездатності технологічного обладнання машинобудування

Тема 1.1 Особливості розташування і функціонування модулів виконавчих рухів та вимоги до них.

Тема 1.2 Показники працездатності обладнання машинобудування

Тема 1.3 Розробка технічних характеристик обладнання

Розділ 2. Проектування приводів технологічного обладнання

Тема 2.1 Приводи технологічного обладнання: загальна характеристика типів та структури.

Тема 2.2 Проектування й розрахунок приводів модулів головного руху металорізальних верстатів.

Тема 2.3 Проектування й розрахунок приводів модулів лінійних рухів

Розділ 3. Проектування підшипникових вузлів технологічного обладнання.

Тема 3.1 Основні типи рухомих з'єднань модулів виконавчих рухів та їхня

порівняльна характеристика.

Тема 3.2 Загальні положення та класифікація підшипникових вузлів кочення й ковзання, спеціальні підшипники шпindelних вузлів, порівняльна характеристика компонок шпindelних опор кочення та способи їхнього регулювання

Тема 3.3 Конструктивна реалізація підшипникових вузлів: системи змащування, ущільнення, системи живлення підшипників ковзання.

Тема 3.4 Проблеми й рекомендації щодо забезпечення високошвидкісної обробки.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Детали и механизмы металлорежущих станков под ред. Д.Н.Решетова. – М.: Машиностроение, 1972 – т.1, 663с.
2. Детали и механизмы металлорежущих станков под ред. Д.Н.Решетова. – М.: Машиностроение, 1972 – т.2, 520 с.
3. Машиностроение. Энциклопедия. М.: Машиностроение. Металлорежущие станки и деревообрабатывающее оборудование. Т.IV – 7. / Черпаков Б.И. и др., - 2002 – 864 с
4. Металлорежущие станки: учебник. В 2 т. / Т.М.Аврамова, В.В.Бушуев, Л.Я.Гиловой и др.; под ред. В.В.Бушуева. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2011. – 608с.
5. Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов под ред. В.Э.Пуша – М.: Машиностроение, 1985 – 576 с.
6. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3-х т. Т1. Проектирование станков / А.С.Проников и др. – М.: Изд-во МВТУ им. Н.Э.Баумана: Машиностроение, 1994 – 444 с.
7. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3-х т. Т2., Ч1. Расчет и конструирование узлов и элементов станков / А.С.Проников и др. – М.: Изд-во МВТУ им. Н.Э.Баумана: Машиностроение, 1995 – 371 с.
8. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3-х т. Т2, Ч2. Проектирование станков / А.С.Проников и др. – М.: Изд-во МВТУ им. Н.Э.Баумана: Машиностроение, 1995 – 320 с.
9. Проектування обладнання галузевого машинобудування: Шпindelні вузли на опорах кочення. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра, за освітньою програмою „Технології комп’ютерного конструювання верстатів, роботів та машин“ спеціальності 131 „Прикладна механіка“; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,9 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 135 с. – URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38401>
10. Проектування обладнання галузевого машинобудування: Змащування та ущільнення підшипників кочення. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра, за освітньою програмою „Технології комп’ютерного конструювання верстатів, роботів та машин“ спеціальності 131 „Прикладна механіка“; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,45 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 87 с. – URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38403>

Додаткова література

11. Бушуев В.В. Гидростатическая смазка в станках – М.: Машиностроение, 1989 – 176с.
12. Бушуев В.В Устранение зазоров в механизмах станков // Станки и инструмент, 1990, №1, с.39-43.
13. Данильченко Ю.М., Кузнецов Ю.М. Прецизійні шпindelні вузли на опорах кочення (теорія і практика). – Тернопіль-Київ, Економічна думка, 2003 – 344 с.
14. Пуш А. В. Шпindelные узлы: качество и надежность. – М.: Машиностроение, 1992. – 288 с.

15. Калинин В.И. и др. В помощь конструктору-станкостроителю – М.: Машиностроение, 1983 – 288с.
16. Крайнев А. Идеология конструирования. М.: Машиностроение, 2003 –384 с.
17. Крижанівський В.А., Кузнецов Ю.М., Кириченко А.М. та ін.. Агрегатно-модульне технологічне обладнання. Ч1. Принципи побудови агрегатно-модульного технологічного обладнання. – Кіровоград, 2003 – 422 с.
18. Леликов О.П. Валы и опоры с подшипниками качения. Конструирование и расчет: Справочник. – М.: Машиностроение, 2006 –640 с.
19. Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов под ред. В.Э.Пуша – М.: Машиностроение, 1985 – 576 с.
20. Орлов П.И. Основы конструирования. Справ.-методич. Пособие в 3-х кн. – М.: Машиностроение, 1977
21. Розрахунок та проектування вузлів та деталей верстатів і систем: Навчальний посібник / Е.П. Кобзар, Л.С. Мельничук, О.А. Громовий – Житомир, інженерно-технологічний ін-, 2001 – 361с.
22. Чернянский П.М. Основы проектирования точных станков. Теория и расчет: учебное пособие / П.М. Чернянский – М.: КНОРУС, 2010. – 240 с.
23. Шестернинов А. В. Конструирование шпиндельных узлов металлорежущих станков: учебное пособие / А. В. Шестернинов. – Ульяновск: УлГТУ, 2006. –85 с.

Методичні вказівки

24. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу "Металорізальні верстати" Частина 2. Розрахунки та конструювання верстатів. /Укл. Верба І.І., Чікін С.В. - К.: КПІ, 2015 - 56 с. – URL: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/10706/1/%d0%9c%d0%92%2045%d1%83.pdf>
25. Методические указания к выполнению курсового проекта по курсу "Металлорежущие станки" /Сост.. Ю.Н.Кузнецов, И.Г.Федоренко, И.И.Верба - К.: КПИ, 1988 - 80 с
26. Методические указания к самостоятельным работам по курсу "Металлорежущие станки". Раздел "Расчет и конструирование станков" /Сост. И.И.Верба, И.Г.Федоренко, С.В.Чикин - К.: КПИ, 1989 - 52 с
27. Методические указания по курсу "Металлорежущие станки". Часть 2• Проектирование станков /Сост. И.Г.Федоренко - К.:КПИ, 1986 - 68 с.
28. Методические указания и контрольные задания по курсу "Металлорежущие станки"/ Сост. Ю.Н.Кузнецов, В.М.Гурко, В.И.Романов . К.: КПИ, 1987 - 56 с.
29. Статичний розрахунок шпиндельних вузлів на опорах кочення: Методичні вказівки до виконання розрахунків у дипломних проектах та курсових проектах з дисциплін „Металорізальні верстати“, „Металорізальні верстати та обладнання автоматизованого виробництва“, „Конструювання обладнання металообробних цехів“ Частина 1 / Уклад.: І.І.Верба, О.В.Даниленко – К.: НТУУ „КПІ ім. Ігоря Сікорського“, 2017. – 104 с. – Назва з екрана.–Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/24449>

Інформаційні ресурси.

1. http://www.skf.com/portal/skf_ua/home
2. http://www.skf.com/portal/skf_ua/home/literature?contentId=239375&lang=uk
3. <http://www.ina.ua>
4. <http://www.rontec.kiev.ua>
5. <http://www.mt.kh.ua>
6. <http://www.nskeurope.ru/>
7. <http://www.haascnc.com/>
8. <http://www.mech.bz/russian/commodity/index.html>
9. <http://www.thk.com/eng/products/class/lmguid/index.html>
10. <http://www.okuma.de/mainframe.asp?lang=en&e1=900>

11. <http://www.spinner.eu.com>
12. <http://www.citizen-boleyn.de>
13. <http://www.hermler.de/index.php?1032> (виставкова зала)
14. <http://www.nikas.com.ua/> , stanok@nikas.com ,
15. <http://www.moriseiki.com>
16. <http://www.technopolice.com.ua>

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

Методичні вказівки (за винятком [24]) використовувати як допоміжні й довідкові матеріали для виконання розрахункових і практичних завдань. Електронні копії знаходяться в інформаційних ресурсах кафедри, у дистанційному ресурсі Microsoft Teams, в Електронному кампусі КПІ, тощо.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Під час лекційних занять розглядаються наступні питання:

- Тенденції та напрямки розвитку машинобудування. Споживацькі властивості верстата
- Типи модулів виконавчих рухів, компонування верстатів, особливості розташування модулів. Блочно-модульний метод конструювання: переваги, недоліки, особливості
- Загальний огляд показників працездатності модулів виконавчих рухів та способи їхнього забезпечення.
- Технічні характеристики обладнання машинобудівного виробництва: рекомендації й розробка.
- Етапи проектування та оцінка проектних рішень
- Типи приводів технологічного обладнання. Узагальнена структура приводу. Вимоги до приводів різного призначення та порівняльна характеристика використовуваних двигунів.
- Проектування й розрахунок приводів головного руху металорізальних верстатів
- Проектування й розрахунок приводів лінійних рухів. Особливості приводів подач верстатів з ЧПК. Усунення зазорів у кінематичних ланцюгах.
- Основні типи рухомих з'єднань модулів виконавчих рухів та їхня порівняльна характеристика.
- Загальні положення, класифікація та порівняльна характеристика використання підшипникових вузлів кочення, ковзання та магнітних.
- Спеціальні підшипники шпindelних вузлів, порівняльна характеристика компоновок шпindelних опор кочення та способи їхнього регулювання.
- Підшипникові вузли ковзання та їхнє застосування у шпindelних вузлах: конструктивна реалізація й порівняльна характеристика
- Конструктивна реалізація підшипникових вузлів: системи змащування, ущільнення, системи живлення підшипників ковзання та активних електромагнітних опор (АЕМО).
- Проблеми й рекомендації щодо забезпечення високошвидкісної обробки.

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять – це поглиблення теоретичних знань, набуття навичок роботи з інформаційними джерелами, ознайомлення з конструктивними реалізаціями типових модулів обертових виконавчих рухів, методиками проектування та розрахунками окремих вузлів та механізмів подібного призначення.

Основні теми практичних занять та перелік основних питань:

- Кінематичний розрахунок коробки швидкостей із ступінчастим регулюванням. Коробки швидкостей із зв'язаними зубчастими колесами. *Завдання на самостійну роботу* Виконати за індивідуальним завданням кінематичний розрахунок однозв'язаного механізму коробки швидкостей
- Методи розширення діапазону регулювання швидкостей (коробки швидкостей з ламаним рядом частот, накладанням частот та складені структури). *Завдання на самостійну роботу.* За структурною формулою побудувати структурну сітку та графік частот, навести кінематичну схему
- Кінематичний розрахунок приводу з безступінчастим регулюванням (у варіантах використання варіатора та двигуна постійного струму з постійною потужністю або її падінням). Методи розширення діапазону регулювання швидкостей приводів головного руху з постійною потужністю
- Статичний розрахунок шпindelного вузла (ШВ) на опорах кочення. Вибір вихідних даних та компоновки ШВ, розробка розрахункової схеми. Основні принципи розрахунку.
- Визначення фактичних та припустимих радіальних деформацій та кутів нахилу осі шпинделя, статичної жорсткості ШВ та оптимальної міжопорної відстані. Визначення необхідної точності підшипників опор та биття шпинделя. Критичні швидкості та власні частоти шпинделя. Оцінка демпфіруючої здатності ШВ.
Завдання на самостійну роботу: Способи розрахунку власних частот ШВ
- Обґрунтувати вихідні дані для розрахунку ШВ згідно індивідуального завдання, обрати компоновку та навести розрахункову схему.
Завдання на самостійну роботу: виконати розрахунок шпindelного вузла на опорах кочення з викреслюванням ескізу шпindelного вузла.

Лабораторні роботи

На лабораторних роботах студенти знайомляться з конкретними конструкціями вузлів та їхніми особливостями, опановують методики окремих випробувань та аналізують і оцінюють отримані результати. Звіт з лабораторних робіт є спільним для бригади, але додатково містить індивідуальні завдання. Захист лабораторних робіт відбувається протягом семестру. Методика виконання робіт та деякі теоретичні відомості містяться у [24]. Тематика лабораторних робіт кількістю 6 наступна.

- Визначення геометричної точності токарно-гвинторізного верстата та прогнозування можливості верстата виконувати задані функції.
- Дослідження особливостей кінематики автоматичної коробки швидкостей, визначення потужності холостого ходу експериментально та з розрахунково-графічною інтерпретацією і порівнянням отриманих результатів.
- Кінематичний аналіз коробки швидкостей токарно-гвинторізного верстата (мод. 1А62 та 1К62). *Завдання на самостійну роботу:* За заданою викладачем структурною формулою коробки швидкостей із складеною структурою побудувати структурну сітку і графік частот обертання. Надати приклад кінематичної схеми
- Кінематичний аналіз приводу головного руху токарного одношпindelного автомату. Особливості проектування коробок швидкостей із змінними зубчастими колесами та багатошвидкісними електродвигунами.
- Визначення основних принципів конструктивної реалізації ланцюгів різьбоутворення та огляд типових механізмів коробок подач, що мають ланцюги різьбонарізування.

Кінематичний аналіз коробки подач токарно-гвинторізного верстата та настроювання її на різьбонарізування.

Здійснити розрахунок настроювання коробки подач на нарізування дюймової, пітчевої чи модульної різьби згідно індивідуального завдання.

- Експериментальне дослідження навантажувальних характеристик шпindelного вузла.

6. Самостійна робота студента

Розрахунково-графічна робота

Метою виконання розрахунково-графічної роботи є набуття практичних навичок і вміння працювати зі стандартами, довідковою літературою та правильно оформлювати креслення та іншу документацію у відповідності до вимог чинних стандартів. Розрахунково-графічна робота має бути здана і захищена до початку заліку.

Передбачено РГР з 3-х частин: розрахунку приводів із ступінчастим та безступінчастим регулюванням та розрахунку шпindelного вузла на опорах кочення.

Індивідуальні завдання до РГР та докладний виклад порядку виконання РГР-1, 2 з розрахунку приводів надано у методичних вказівках [26, 27, 28], які на даний час знаходяться лише у дистанційному ресурсі Microsoft Teams або в бібліотеці кафедри у друкованому вигляді. Припустимим є узгодження завдання на РГР з майбутнім завданням на курсовий проект або з науковою роботою студента. Порядок розрахунку й розгляд конкретних методик розрахунку шпindelного вузла для окремих випадків надано в [29]

Контрольні роботи

Метою проведення контрольних робіт є перевірка знань, засвоєних студентами в процесі вивчення відповідних розділів кредитного модуля.

Робочим навчальним планом передбачено проведення однієї модульної контрольної роботи (МКР) в обсязі 2 год. МКР відбувається у вигляді двох контрольних робіт по 1 год. кожна. Контрольна робота-1 виконується за розділом 1 (теми 1.1 та 1.2). Контрольна робота-2 виконується за розділом 3 (теми 3.2, 3.3).

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекцій чи відсутність на них, не оцінюється. У разі пропусків більш ніж 4 години лекцій, навіть з поважної причини, з пропущених тем здійснюється додаткове опитування.

Відвідування практичних занять є вельми бажаним, оскільки на цих заняттях вирішуються типові інженерні задачі, які виносяться на залік. Також студенти мають можливість проконсультуватися з викладачем по всіх питаннях з дисципліни. Як правило, на останньому практичному занятті захищаються РГР. Захист РГР можливий і раніше, але обов'язково до початку екзамену з дисципліни (це є однією з умов допуску до екзамену).

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

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

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано пояснивши, з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

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(РСО)

Поточний контроль(МКР): контроль за обраними темами. МКР-1: 1.2 – Показники працездатності обладнання машинобудування; 1.3 – Розробка технічних характеристик обладнання; МКР-2: Проектування підшипникових вузлів технологічного обладнання (теми 3.1, 3.2, 3.3).

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен, під час якого студент відповідає письмово на два теоретичних питання і розв'язує задачу, додатково передбачене усне опитування.

Практичні роботи

Оскільки відвідування практичних занять є бажаним, але не обов'язковим, то воно, як і виконання домашніх завдань, не оцінюється, але враховується при календарному контролі як заохочування чи штраф – у процентному співвідношенні до спільної кількості (не менш за 50 % планованого). У разі пропусків студент має право відпрацювати домашні завдання і продемонструвати свою обізнаність з тем, які вивчались.

Лабораторні роботи (r₁)

Складність лабораторних робіт та індивідуальних завдань різна, тому призначити загальний ваговий бал не є доцільним. Бали для оцінювання наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Назва лабораторної роботи (скорочено)	Виконання роботи	Індивід. завдання	Захист роботи	Сума
Визначення геометричної точності токарно-гвинторізного верстата	0,5		1	1,5
Дослідження кінематики автоматичної коробки швидкостей, визначення потужності холостого ходу	0,5		1	1,5
Кінематичний аналіз коробки швидкостей токарно-гвинторізного верстата (мод. 1А62 та 1К62)	0,5	2	2	4,5
Кінематичний аналіз приводу головного руху токарного одношпиндельного автомату	0,5	1	0,5	2
Кінематичний аналіз коробки подач токарно-гвинторізного верстата та настроювання її на	0,5	1	1	2,5

різьбонарізування.				
Експериментальне дослідження навантажувальних характеристик шпindelного вузла	1		1	2

В табл. 1 наведено максимальну кількість балів – 14. Таку оцінку дає хороше володіння матеріалом, виконання індивідуального завдання без суттєвих помилок, впевнені відповіді на всі або більшість запитань під час захисту. Мінімальна кількість балів – 8.

Контрольні роботи (r_2)

Одна контрольна робота складається з трьох завдань.

Ваговий бал однієї контрольної роботи – 6 (одне питання – мінімально 1,2 бали).

Оцінювання контрольної роботи здійснюється відповідно до таблиці 2.

Максимальна кількість балів за дві контрольні роботи відповідно складає:

$$r_2 = 6 \text{ балів} \times 2 = 12 \text{ балів, мінімальна} - 7.$$

Рейтингові бали за контрольну роботу

Таблиця 2

Бали	Критерій оцінювання
6	Вірна відповідь більш ніж на 90 % питань
5,5	Вірна відповідь на 90 % питань
5	Вірна відповідь на 80 % питань
4	Вірна відповідь на 70 % питань
3,5	Вірна відповідь на 60 % питань
0	Вірна відповідь менш ніж на 60 % питань або студент був відсутній

Розрахунково-графічна робота (r_3)

Розрахунково-графічна робота складається з 3-х завдань. Рейтингові бали нараховуються за кожне завдання окремо. Ваговий бал одного завдання – 8. Максимальна кількість балів за завдання нараховується за правильне та своєчасне виконання. Терміни виконання завдань встановлюються викладачем на практичних заняттях.

Оцінювання контрольної роботи здійснюється відповідно до таблиці 3.

Максимальна кількість балів становить: $r_3 = 24$ бали, мінімальна – 15 балів.

Рейтингові бали за -розрахунково-графічну роботу

Таблиця 3

Бали	Критерій оцінювання
8	Вірна відповідь більш ніж на 90 % питань
7,5	Вірна відповідь на 90 % питань
7	Вірна відповідь на 80 % питань
6	Вірна відповідь на 70 % питань
5	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 r_4 штрафні та заохочувальні бали (табл. 4), які додаються або віднімаються від суми вагових балів усіх контрольних заходів. Загальна сума штрафних балів не може перевищувати $50 \times 0,1 = (-5)$ балів. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати $50 \times 0,1 = (+5)$ балів.

Дія	Бали
Несвоєчасне представлення розрахунково-графічної роботи	мінус 1 бал (в сумі не більш, ніж мінус 3)
Відсутність на 50 % практичних занять	мінус 2 бали
Реферат на тему, яка стосується сучасного промислового обладнання	плюс 1 бал (але не більше, ніж плюс 5)

Умови календарного контролю (рубіжної атестації)

Для отримання «зараховано» з першого календарного контролю у студента повинні бути відпрацьовані усі лабораторні роботи за графіком та зарахована МКР1 і хоча б на 25 % виконано РГР-1 (тобто орієнтовно не менше 10 балів). Для отримання «зараховано» з другої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж 20 балів (зокрема, відпрацьовані усі лабораторні роботи за графіком і частково захищені, зараховану МКР 2 та частково виконані РГР-1 та РГР-2).

Критерії залікового 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.

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 26 і більше балів отримують допуск до екзамену. (рис. 1).



Рис. 1 – Блок-схема функціонування РСО з дисципліни

Форма проведення екзамену комбінована: письмові відповіді на питання екзаменаційного білету й усне опитування. Перелік тем та питань, які виносяться на екзамен, наведений у Методичних рекомендаціях до засвоєння навчального кредитного модуля у дистанційному ресурсі Microsoft Teams. Білет містить два теоретичних питання і одне практичне. Рейтингові бали нараховуються за

кожне завдання окремо. Теоретичні запитання оцінюються із 16 балів, а практичне із 18 балів. Максимальна кількість балів, отриманих за екзамен, складає 50 балів, мінімальна – 10.

Критерій залікового оцінювання визначається як сума якості відповідей на кожне завдання білета r_5 за табл. 4 та якості вирішення практичного завдання r_6 за табл.5.

Таблиця 5

Кількість балів за одне завдання білета

Бали	Критерій оцінювання
16-15	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві зауваження та неточності
15-13	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відповідь на переважну більшість питань, творче мислення
13-11	Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки
10-7,0	Достатня відповідь (не менше 60% інформації) є зауваження, відповідь тільки на частину питань
6,0-5,0	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

Таблиця 6

Кількість балів за практичне завдання білета

Бали	Критерій оцінювання
18-17	повне, безпомилкове розв'язування завдання, припустимі незначні неточності
16-14	повне розв'язування завдання із несуттєвими неточностями
13-11	задачу розв'язано з незначними помилками
10-8,0	завдання виконане з певними недоліками, неточно або не повністю, є зауваження, не може пояснити результати
7,0-6,0	задачу вирішено з суттєвими помилками, порушена методика розрахунку, дана відповідь тільки на частину питань,
0	Відповідь невірна або менше 60% інформації, або вона відсутня

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни

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

$$R = r_1 + r_2 + r_3 \pm r_4 + r_5 + r_6$$

Сума стартових балів та балів за відповідь на екзаменаційний білет переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з 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) склала:

Доцент кафедри конструювання машин, кандидат технічних наук

Ірина Верба

Ухвалено кафедрою конструювання машин (Протокол № _____ від _____)

Погоджено методичною комісією механіко-машинобудівного інституту (Протокол № _____ від _____)