



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра конструювання
машин

Інноваційне конструювання обробного обладнання та спеціалізованих роботів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Ч.2 Інноваційне конструювання обробного обладнання

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 - Механічна інженерія
Спеціальність	131 - Прикладна механіка
Освітня програма	„Технології комп’ютерного конструювання верстатів, роботів і машин“
Статус дисципліни	Вибіркова. Професійної та практичної підготовки (Освітній компонент 1 з Ф-Каталогу)
Форма навчання	Очна (денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	6 кредитів ЄКТС, 180 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, МКР
Розклад занять	Лекції – 36 год., практичні – 9 год. Лабораторні – 9 год за розкладом Департаменту навчальної роботи КПІ ім. Ігоря Сікорського
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу/ викладачів	Лектори: ч. 1 -доц, канд. техн. наук, доц. Самойленко Олександр Васильович; ч.2 - доцент, кандидат технічних наук, доцент Верба Ірина Іванівна Кафедра: корпус КПІ 1, кімн 226, тел. (044)204-94-61, Самойленко О.В. прив. тел (096) 481-21-84; пошта: o.samoilenko@kpi.ua Верба І. І.: прив. тел (097) 243-14-11; пошта: verba.dan@gmail.com Практичні: доц.,канд. техн. наук Самойленко О.В., доц.,канд. техн. наук, доц. Верба І.І. Лабораторні: доц.,канд. техн. наук, доц. Даниленко Олександр Васильович: прив тел. (097)-512-81-03; пошта: alednink@gmail.com
Розміщення курсу	Дистанційний ресурс Microsoft Teams, ресурс «Електронний кампус КПІ»

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна „Інноваційне конструювання обробного обладнання та спеціалізованих роботів“ належить до циклу вибіркових дисциплін (каталог К-1) самостійного вибору студентів плану підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» і орієнтована на формування у студентів певних здатностей, а саме усвідомлення студентами, що їхня майбутня професійна діяльність передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог, а також те, що серед основних тенденцій розвитку науки і техніки останніх десятиріч можна виділити:

- використання штучних та природних неметалевих матеріалів для виготовлення елементів конструкцій;
- модульний принцип побудови технологічного обладнання;
- широке використання мехатронних систем, зокрема, високошвидкісних;
- підвищення рівня застосування технічних засобів у біологічних, медичних та аграрних процесах і технологіях;
- енерго- та ресурсоощадливі технології

Об'єктами вивчення є спеціалізоване обладнання для виконання таких операцій:

- обробка неметалевих матеріалів (зокрема, природного походження);
- принципи застосування модульних мехатронних вузлів в обладнанні різного призначення;
- балансування обертових мас;
- маніпулювання матеріальними технологічними об'єктами, зокрема, складання конструкцій та їх елементів, тощо; для потокового маніпулювання об'єктами виробництва, для потреб різних галузей господарства, науки і техніки, способи та пристрої реалізації

Мета навчальної дисципліни „ Інноваційне конструювання обробного обладнання та спеціалізованих роботів“ – підготовка до професійної інноваційної та інженерної діяльності в галузі проектування, виробництва та експлуатації технічних систем, машин і устаткування, робото-технічних засобів та комплексів

Предмет вивчення навчальної дисципліни – це робоча або технологічна машина, яка побудована на загальних принципах створення технологічної системи і призначена для виконання конкретних, зокрема й специфічних, операцій обробки металевих та неметалевих матеріалів, переробки, маніпулювання, складання та транспортування.

Результатом вивчення навчальної дисципліни є формування програмних компетентностей загально – професійних

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

вміння виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми (ЗК 1);

- здатність приймати обґрунтовані рішення;
- ефективно використовувати можливості інформаційних і комунікаційних технологій для пошуку, обробки й аналізу інформації (ЗК 2);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях та виявляти креативність(ЗК 6; ФК 14));

- фахових

- спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування і дослідження конструкцій, машин та процесів в галузі машинобудування (ФК5, РН 1);
- здатність виконувати критичний порівняльний аналіз та прогнозування параметрів працездатності та придатності нових об'єктів проектно-конструкторських розробок та виявлених аналогів виробництва різних фірм, на основі якого уточнювати та обґрунтовано обирати вихідні дані та параметри працездатності; обирати вузли та складальні одиниці модульного виконання типового обладнання машинобудування та засобів його механізації та автоматизації на основі досліджень ринку (ФК6; ФК 13, РН 1);
- здатність описати, класифікувати та змодельовати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук (ФК 2);

- 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 (ФК 2);
- проводити самостійно інформаційні, віртуальні, апаратні дослідження за заданою тематикою аналізувати, та інтерпретувати отримані експериментальні дані;
- здатність застосовувати прогресивні методи виготовлення виробів машинобудування та обробки як металевих, так і неметалевих матеріалів, зокрема, деревини й каменю (ФК 12);
- представляти результати своєї професійної й наукової діяльності з дотриманням загальноприйнятих вимог, норм і стандартів (ФК4).

Реалізація поставленої мети формування компетенцій забезпечується змістом підготовки за кредитним модулем, який надає програмні результати навчання:

- знання:
 - загальних принципів будови, функціонування, проектування, параметрів працездатності, основ створення різного призначення модульних компонок для обробного та іншого обладнання машинобудування;
 - методології, методів і методики розробки і постановки на виробництво нового виду продукції, зокрема на етапах виконання дослідно-конструкторських робіт (РН 2);
- уміння:
 - вести пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі електронних базах та інших джерелах, засвоювати, оцінювати та аналізувати цю інформацію (РН9);
 - збирати інформацію стосовно продукції підприємства та об'єктів-аналогів, будувати інформаційні моделі предмету дослідження: описувати його суттєві параметри та змінні величини, відокремлювати його вхідні параметри та встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між ними, виконувати порівняльний аналіз показників працездатності виявлених аналогів об'єктів проектно-конструкторських розробок виробництва різних фірм(РН 22);
 - самостійно й аргументовано вирішувати поставлені задачі інноваційного характеру (РН 4).розв'язувати складні задачі і проблеми, що потребує оновлення та інтеграції знань, часто в умовах неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог, обґрунтовано і самостійно обирати напрям розробок, шляхи досягнення поставленої мети, вихідні дані для створення нових об'єктів або модернізації вже існуючих;
 - розробляти технічні та/або технологічні рішення за невизначених умов та вимог, оцінювати і порівнювати альтернативи, аналізувати ризики, прогнозувати можливі наслідки (РН 10);
 - проектувати та конструювати нестандартне обладнання.
 - оцінювати інноваційні проекти та обґрунтовувати їхню доцільність та ефективність.
- досвід
 - здійснення інформаційно-аналітичних досліджень заданої тематики
 - практичної роботи по виконанню конструювання і проектних розрахунків та розробці конструкторської документації (з використанням сучасних програмних середовищ);
 - аналізу та підбору складових для створення спеціалізованого обладнання для обробки і маніпулювання;

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

Дисципліна „Інноваційне конструювання обробного обладнання та спеціалізованих робіт“ базується на попередніх фахових знаннях та практичних навичках інженерного проектування на базі першого (бакалаврського) рівня вищої освіти із спеціальності 131 «Прикладна механіка».

Передбачає вивчення конструкцій обладнання, що не увійшли до попередніх курсів – особливостей обладнання для обробки неметалевих матеріалів (деревини, каменю), особливостей технологічних процесів різних галузей обробної промисловості і інструментів та пристосувань, що їх використовують, складальних автоматів, складальних центрів та ліній, технічних засобів у біологічних, медичних та аграрних процесах і технологіях, балансувальних машин, машин зварювання тертям, а також типових компоновок та вузлів вищезгаданого обладнання, складу та принципів створення елементної бази, деяких особливостей експлуатації.

Отримані при вивченні дисципліни знання й вміння використовуються при виконанні дипломних проектів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Конструювання спеціалізованих робіт

- Тема 1.1** Області використання спеціалізованих робіт та вимоги, що цим зумовлені
- Тема 1.2** Узагальнений огляд конструктивної реалізації вузлів спеціалізованих робіт.
- Тема 1.3** Конструювання складальних робіт, робіт для біологічного, медичного та аграрного застосування.

Розділ 2. Загальна характеристика та проектування мехатронних вузлів технологічних машин

- Тема 2.1** Мехатронні технологічні системи: основні поняття, концепція проектування та використання у сучасному машинобудуванні, тенденції розвитку.
- Тема 2.2** Типи мехатронних вузлів технологічного обладнання. Принципи й особливості проектування
- Тема 2.3** Методи керування та контролю у мехатронних системах.

Розділ 3. Верстати та інструменти для обробки неметалевих матеріалів

- Тема 3.1** Обладнання для обробки деревини.
- Тема 3.2** Обладнання для обробки природного каменю.

Розділ 4. Спеціальні верстати та машини

- Тема 4.1** Балансувальні верстати та машини.

4. Навчальні матеріали та ресурси

ДО РОЗДІЛУ 2.

Базова література

1. Егоров О.Д., Подураев Ю.В. Конструирование мехатронных модулей: Учебник. – М.:Изд-во „СТАНКИН”, 2005. – 368с.
2. Введение в мехатронику: Уч. пособие / Грабченко А.И., Клепиков В.Б., Доброскок В.Л., Крыжний Г.К., Анищенко Н.В., Кутовой Ю.Н., Пшеничников Д.А., Гаращенко Я.Н. – Х.: НТУ "ХПИ", 2014. – 274 с.

3. Живицкая Е. Н. Системный анализ и проектирование / інформаційний ресурс: <http://victor-safronov.narod.ru/systems-analysis/lectures/zhivickaya/21.html>
4. Крайнев А. Идеология конструирования. М.: Машиностроение – 1, 2003 – 384с.
5. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 608 с.
6. Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение: учеб. пособие для студ. вузов.– М.: Машиностроение, 2006.- 256 с.:
7. Таугер В. М. Конструирование мехатронных модулей : учеб. пособие. —Екатеринбург : УрГУПС, 2009. — 336 с.
8. Федосов И. В. Основы программирования в LabView – Саратов, 2010 с.: ил.
9. Фрайден Д. Современные датчики. Справочник. Москва: Техносфера, 2005. – 592с.

Додаткова література Готлиб Б. М. Введение в мехатронику: Учебное пособие. – Екатеринбург:Изд-во Уральского государственного университета путей сообщения, 2007. – 782 с.

12. Егоров О. Д. Основы проектирования интегрированных мехатронных модулей / О. Д. Егоров, Ю. В. Подураев // Мехатроника, автоматизация, управление. - 2007. – № 3. – с. 2-5.
13. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BMV, 2004 – 847 с.
14. Концепция: мехатронные технологии и микророботостроение./ В.А. Лопота, Е.И. Юревич А.С. Кондратьев, В.В. Кириченко. – [Электронный ресурс].– URL: <https://studylib.ru/doc/2690421/koncepciya-mehatronnye-tehnologii-i>
15. Проектирование приводов: Практика приводной техники. [Электронный ресурс] –SEW-EURODRIVE, Изд. 11/2001,10523057/ RU – 155с. – пер. с нем. Режим доступа : www.sew-eurodrive.com
16. Столы, применяемые в станках как мехатронные узлы. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.allbest.ru>
17. Хомченко, В. Г. Мехатронные и робототехнические системы: учеб. пособие / В. Г. Хомченко, В. Ю. Соломин. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008. – 160 с.
18. SIMODRIVE. Руководство по проектированию. ECO-Моторшпиндель2SP1. – [Электронный ресурс] – SIEMENS, Изд. 02/2003 / RU – 134 с. – пер. с нем. Режим доступа: www.sinumeric.ru.
19. SIMODRIVE. Руководство по проектированию линейные электродвигатели 1FN1 1FN3 – [Электронный ресурс] – SIEMENS, Изд. 06/2002 / RU – 314 с. – пер. с нем. Режим доступа: www.sinumeric.ru.

Інформаційні ресурси.

Мехатронні шпинделі

1. <http://podshipnik-nn.ru/dopolnitel-nye-materialy/mehatronnye-podshipniki-gosty.html>
2. (Мехатронные подшипники)
3. www.DYNOSPINDLES.com
4. www.fiegekg.de (Heinz Fiege GmbH & Co.KG, Heinz Fiege – Spindel- und Abrichttechnik).
5. www.ibag.ch, www.ibag-hsc.de.
6. www.fischerprecise.com (FISCHER FORTUNA GmbH, шліфувальні електрошпинделі)

Приводи

7. www.siemens.ua, www.siemens.ru.
8. www.sinumeric.ru.

9. www.estun-servo.com (ESTUN AUTOMATION TECHNOLOGY CO.,LTD)
10. www.refit.com.ua (фірма-постачальник)
11. www.lenze.com , www.lenze.org.ua
12. www.danahermotion.com (Danaher Motion Brend об'єднує фірми Kollmorgen, Thomson, Portescap, Dover)
13. www.servo.com.ua (SPN Schwaben Prazision, Германія)
14. www.boschrexroth.com.ua (Bosch, Rexroth, Indramat)
15. www.abamet.ru/press/mitsubishi/cilindricheskii-lineinyi-dvigatel.php (лінійні двигуни).
16. www.hsddeutschland.de (HSD MECHATRONIC SOLUTION. Linea Fresatura HP (HP Milling Line)).
17. www.festo.com/ru (Электрические линейные приводы. Мехатроника).
18. www.elektroprivod.ru.
19. www.atlantagmbh.de (Servo-Antriebssystem. Servo Drive System).
20. www.electroprivod.ru.
21. www.pragati.ru ; www.pragati-automation.com. (Револьверні головки)
22. www.ivtexservis.ru (фірма-постачальник)
23. www.lehmann-rotary-tables.com (поворотні столи)
24. www.allbest.ru(фірма-постачальник).

Хвильові редуктори:

25. <https://www.youtube.com/watch?v=nJiQWjCOXaA> відео
26. http://vpk.name/news/130796_volnovyie_reduktoryi_rossiiskogo_proizvodstva.html?last

До лабораторних робіт:

27. http://optics.sgu.ru/media/library/education/labview_basics_online.pdf
28. ftp://ftp.ni.com/pub/branches/russia/software/labview_8.5.pdf
29. <http://www.novsu.ru/file/883805>
30. <http://www.picad.com.ua/lesson.htm>
31. <http://www.arduino.cc/>
32. <http://habrahabr.ru/post/156579/>
33. <http://www.labviewportal.eu/viewtopic.php?f=538&t=4493>

ДО РОЗДІЛУ 3.

Базова література

1. Амаліцький В.В., Амаліцький В.В. Деревообрабатывающие станки и инструменты: Учебник – М.: Изд.центр «Академия», 2002 - 400с.
2. Бакка М. Т., Коробійчук В. В., Зубченко О. А. Обработка природного камня – Житомир, РВВ ЖДТУ, 2006 – 438 с.
3. Верба І. І. Інноваційне конструювання обробного обладнання та спеціалізованих робіт: Обладнання для обробки природного каменю. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра, за освітньою програмою „Технології комп'ютерного конструювання верстатів, робіт та машин“ спеціальності 131 „Прикладна механіка“; / І. І. Верба., О. В. Даниленко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 7,32 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 288 с. – URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37231>
4. Деревообработка: сборник под ред В. Нуча – М.:Техносфера, 2007. –848 с.
5. Добыча и обработка природного камня: Справочник / Под ред. А. Г. Смирнова – М.: Недра, 1990 – 645 с.

отформатировано: Шрифт: (по умолчанию) +Основной текст (Calibri), 12 пт, не выделение цветом

отформатировано: Шрифт: (по умолчанию) +Основной текст (Calibri), 12 пт, не разреженный на / уплотненный на , не выделение цветом

отформатировано: Шрифт: (по умолчанию) +Основной текст (Calibri), 12 пт, уплотненный на 0,2 пт, не выделение цветом

отформатировано: Шрифт: (по умолчанию) +Основной текст (Calibri), 12 пт, не разреженный на / уплотненный на , не выделение цветом

отформатировано: Шрифт: (по умолчанию) +Основной текст (Calibri), 12 пт, не разреженный на / уплотненный на , не выделение цветом

отформатировано: Шрифт: (по умолчанию) +Основной текст (Calibri), 12 пт, не разреженный на / уплотненный на , не выделение цветом

отформатировано: Шрифт: (по умолчанию) +Основной текст (Calibri), 12 пт, не разреженный на / уплотненный на , не выделение цветом

6. Касьянов И. В. Альбом структурных, функциональных и кинематических схем технологического оборудования деревообрабатывающего производства для специальности 250403 «Технология деревообработки» – Нижний Ломов; 2007 – 178 с
7. Коротков В.И. Деревообрабатывающие станки: Учебник - М.:Изд.центр «Академия», 2003 - 304с.
8. Левадный В.С., Черный Ю.М. Обработка дерева на станках. Практическое пособие – М.: ООО «Аделант», 2007. – 384с.
9. Любченко В.И., Дружков Г.Ф. Станки и инструменты мебельного производства – М.: Лесная промышленность, 1990. –360с.
10. Маковский Н.В., Амалицкий В.В и др. Теория и конструкции деревообрабатывающих машин - М.: Лесная промышленность, 1990. –525с.
11. Машиностроение. Энциклопедия. Ред. совет: К. В. Фролов (пред.) и др. – М.: Машиностроение. Металлорежущие станки и деревообрабатывающее оборудование. Т. IV – 7 / Б. И. Черпаков и др. – 2002. – 864 с.
12. Соловьев А.А. Коротков В.И. Наладка деревообрабатывающего оборудования. М.: Высш.шк., 1987 – 320с.
13. Сычев Ю. И., Берлин Ю. Я. Шлифовально-полировальные и фрезерные работы по камню. – М.: Стройиздат, 1985 – 312 с.
14. Сычев Ю. И., Берлин Ю. Я, Шалаев И. Я. Оборудование для распиловки камня – Л.: Стройиздат, 1983 – 288 с.

Додаткова література

15. Бондар В.Г. Фуговальные станки для обработки древесины. М.: Лесная промышленность, 1987 –78с.
16. Глебов И.Т. Альбом схем деревообрабатывающих станков: Учебное пособие. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. – 55 с.
17. Косарев В.А. Широколенточные шлифовальные станки. М.: Лесная промышленность – 1977. – 136 с.
18. Кутузов Л.Г., Зотов Г.А. Шлифовальные станки для обработки древесины, М.: Лесная промышленность, 1983 -76.
19. Кузнецов М.А. Атлас конструкций деревообрабатывающих станков. М.: Гослесбумиздат, 1963.
20. Оборудование для добычи и обработки камня: Каталог-справочник – М.: ЦНИИТ Эстроймаш, 1980 – 230 с.
21. Пермин В. Обработка дерева по программе – 2014 – URL: – http://www.equipnet.ru/articles/tech/tech_1377.html
22. Расчет подающих механизмов деревообрабатывающих станков: учеб.-метод. пособие для выполнения дипломных и курсовых проектов по дисциплине проектирование и производство деревообрабатывающего оборудования для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 03 «Машины и оборудование деревообрабатывающей промышленности» / сост. : С. А. Гриневич, В. В. Раповец. – Минск : БГТУ, 2014.– 70с.

Інформаційні ресурси.

1. http://www.dial-company.ru/ifiles/katalog/catalog_gp04_09_2015.pdf
2. <https://www.felder-group.com/ru-ua/materialy/massivnaya-drevesina>

3. <http://www.ima-ag.ru/product/stationary/index.php>
4. <https://wood.nestormedia.com/index.pl?act=PRODUCT&id=861>
5. <https://www.imaschelling.com/ru/>
6. https://www.tepka.ru/obrabotka_dereva/mindex.html

ДО РОЗДІЛУ 4.

Базова література

1. Барке В. Н., Воробьева Т. С. Балансировка станочных деталей. Методические рекомендации – М.: ЭНИМС, 1978 – 28 с.
2. Верба І.І. Балансування обертових інструментальних систем: багато питань і деякі відповіді / І.І. Верба, О.В. Даниленко // Перспективні технології та прилади.// м. Луцьк, червень 2018р. – Луцьк: Луцький НТУ, 2018.-196 с. – с. 30-38.
3. Вибродиагностика шпинделя. (назва з екрану) –URL: <http://sibengine.com/vibrodiagnostika/>
4. Левит М. Е., Рыженков В. М. Балансировка деталей и узлов. – М.: Машиностроение, 1986 – 248 с.
5. Струтинський В.Б., Сахно Є.Ю. Автоматичне центрування незрівноважених роторів технологічних систем. – Чернігів, ЧДІЕУ, 2004 – 198 с

Додаткова література Балансировка шпинделя (назва з екрану) –URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=3jqFA0rKqzU>

2. ДИАМЕХ: Вибродиагностика и балансировка) –URL: www.diamech.ru
3. Современные методы и средства балансировки машин и приборов / М. В. Баркан, Т. Т. Гаппоев, А. А. Геркус и др. Под общ. ред. В. А. Щепетильникова – М.: Машиностроение, 1985 – 232 с
4. Энциклопедия по машиностроению XXL – URL: <https://mash-xxl.info/info/7557/>

Нормативна література:

Міжнародні стандарти з балансування роторів:

1. ISO 1925 Термінологія балансування (1974 р.)
2. ISO 2953 Балансувальні машини (1975 р.)
3. ISO 5406 Балансування гнучких роторів (1980 р.)

Стандарти СРСР:

4. ГОСТ 22061 – 61. Система классов точности балансировки. Основные положения.
5. ГОСТ 20076 – 76. Станки балансировочные. Нормы точности.
6. ГОСТ 19534-74. Балансировка вращающихся тел. Термины.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Під час лекційних занять розглядаються наступні питання:

Розділ 2.

- Основні поняття „мехатронної техніки“. Концепція побудови мехатронних модулів. Організаційні, економічні та соціальні проблеми впровадження мехатроніки.. Основні області використання мехатроніки. Головні переваги мехатронних систем, наслідки їхнього впровадження.
- Ознаки мехатронного пристрою. Структура мехатронної системи. Функції та структура електромеханічного мехатронного модуля. Базові технічні вимоги до мехатронних модулів

- Модулі обертового та лінійного руху верстатів та промислових роботів: загальна характеристика, класифікація, складові відповідно до функціонального призначення, структури однокоординатних модулів руху для автоматизованого машинобудування.
- Мехатронні модулі типу „ДВИГУН–РОБОЧИЙ ОРГАН“. Електрошпинделі: характеристики та конструктивні особливості на прикладі вузлів виробництва фірми IBAG Switzerland AG (Швейцарія), Siemens (Німеччина). Моторшпинделі з поворотним пристроєм В-осі фірми SAUTER.
- Поворотні (ротаційні) столи фірм UCAM, HAAS, LEHMANN. Затискні Багатомістні затискні системи фірм HAAS, TRIAG, GRESSELTa ін.. Поворотні столи з прямим приводом (на прикладах фірм UCAM, LEHMANN, RuchServoMotor «Системи прямого привода» (Беларусь)). Індексні поворотні столи. Використання ротаційних столів як 4-тої та 5-тої вісей верстата. Технологічні роботи.
- Координатні та координатно-силові столи. Конструктивні елементи.
- Мехатронні модулі лінійного руху („актуатори“) : переваги та недоліки, область використання, конструктивне виконання, технічні характеристики типових модулів. Маніпуляторні модулі.
- Інтелектуальні мехатронні модулі.
- . Методи керування мехатронними системами: Класифікація систем керування, специфічні особливості та вимоги. Системи контролю.
- Принципи й методи проектування мехатронних вузлів. Обґрунтування вибору типових мехатронних модулів з метою осучаснення верстатів
- Використання моделювання в процесі проектування: математичне; імітаційне; макетне; фізичне моделювання (безінструментальні методи створення фізичного об'єкта). Віртуальна інженерія. CAD/CAM/CAE – системи. Концепція, стратегія та технології CALS (або «ИПИ») – інформаційна підтримка процесів життєвого цикла, рос.) як приклад використання сучасних інформаційних технологій.

Розділ 3

Обладнання для обробки деревини

- Характеристика деревини як природного полімеру та процесів її механічної обробки.
- Загальні відомості про деревообробні верстати (класифікація, характеристика області використання) та дереворізальні інструменти: пили, фрези, свердла, довбальні ланцюжки, шліфувальні інструменти.
- Функціональні механізми деревообробних верстатів. Класифікація, основні характеристики, область використання, конструкції механізмів головного руху (обертового, поступального, за замкнутою траєкторією, зворотно-поступального) та механізмів подачі (з жорстким зв'язком: безперервного руху, зворотно-поступального руху (шарнірно-важільні та крокові) і безперервного руху з фрикційним зв'язком: (вальцеві, конвеєрні, вальцево-конвеєрні, гусеничні)).
- Круглопилкові верстати. Верстати для форматної обробки. Стрічкопилкові верстати. (Призначення, принципи роботи, конструктивні схеми).
- Обладнання поздовжньо-фрезерувальної обробки і фрезерне: верстати стругальні (фуговальні, рейсмусові, 4-бічні поздовжньо-фрезерувальні); фрезерні та копіювально-фрезерні; шипорізне обладнання. (Призначення, принципи роботи, конструктивні схеми).
- Верстати для утворення пазів і гнізд. Класифікація, компоновки, конструкція окремих вузлів свердильних, свердильно-пазувальних, свердильно-присаджувальних багатшпиндельних, різцедовбальних та ланцюгодобвальних верстатів.
- Токарні та круглопалкові верстати.

- Шліфувальні верстати: особливості конструкцій та компоновки стрічкових та циліндрових шліфувальних верстатів. Верстати викінчувальної обробки.
- Спеціальне обладнання: для облицювання, складання й склеювання. Комбіновані (багатоцільові) верстати
- . Деревообробні верстати з ЧПК та обробні центри.
Обладнання для обробки природного каменю
- Основні відомості про природний камінь та особливості обробки. Види та призначення виробів із природного каменю.
- Типові процеси та фактури обробки каменю. Каменеобробні інструменти – загальна характеристика
- Обладнання для видобування каменю. Добування та пасирування блоків. Основні властивості личкувального каменю. Способи розпилювання та відповідні інструменти: штабові пили з вільним абразивом, штрипсові й дискові пили, гнучкі робочі інструменти.
- Верстати для розпилювання каменю: алмазно-штрипсові, з дисковими пилами, алмазно-стрічкові, з канатними пилами (область використання, компоновки, конструкції).
- Фрезерно-обкрантовувальні та фрезерувальні верстати: призначення, класифікація, основні компоновки та конструкції вузлів. Технологія виготовлення виробів складного профілю.
- Шліфувально-полірувальні верстати. Призначення, класифікація, конструкції, технічні характеристики верстатів. Виготовлення личкувальних плит. Технологічні схеми Поточні та конвеєрні лінії для виробництва.
- Спеціальні види обробки каменю: обробка каменю сколюванням, ударна, кільцевими свердлами, гідро-абразивна, ультразвукова, газотермічна, тощо.

Розділ 4

- Статична та динамічна невірноваженість. Пристосування та методи статичного і динамічного балансування
- Технологічні процеси статичного, динамічного, моментного балансування дисків, роторів, маховиків. Якість балансування. Норми точності балансування. Контроль залишкових дисбалансів. Похибки динамічного балансування.
- Класифікація, принцип дії, конструкції балансувальних верстатів. Балансування важких роторів. Низькочастотне та високочастотне балансування. Експлуатація верстатів для динамічного балансування.
- Балансування інструментальних оправок. Автоматичні балансувальні пристрої високошвидкісних шпиндельних вузлів та прецизійних затискних патронів. Балансувальні пристрої шліфувальних верстатів. Вимоги до балансування електродвигунів приводів.

Узагальненим інформаційним джерелом є конспект лекцій.

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять – це поглиблення теоретичних знань, набуття навичок роботи з інформаційними джерелами, ознайомлення з конструктивними реалізаціями типових приводів технологічного обладнання, методиками вибору електродвигунів та обґрунтуванням їхніх характеристик.

Основні теми практичних занять та перелік основних питань:

Розділ 2

- Принцип дії й конструктивні особливості мехатронних вузлів виробництва різних фірм, їхні порівняльні характеристики, області ефективного використання. Основи проектування мехатронних вузлів та їхньої конструктивної реалізації. Приклади

використання мехатронних систем. Мехатронні підшипники ASB-Active Sensor Bearing (фірма SNR ROULEMENTS, Франція).

- Модуль „МОТОР–РЕДУКТОР“. Планетарні мотор-редуктори. Редуктори на основі хвильового механізму (на прикладі редуктора фірми Harmonic Drive). Мотор-варіатор-редуктори.

Конструктивні виконання й особливості мотор-редукторів виробництва провідних фірм (фірми Renold (Велика Британія), Sumitoto (Японія), Rossi (Італія), Innovari (Італія), Rotor (Нідерланди) ARDI MOTOVARIO, VARVEL, MAXON, ARDI (Австралія), SIEMENS, Rossi Motoriduttori (Італія), SEW Eurodrive (Німеччина), STM Riduttori (Італія), Alpha, Nord, Bauer, Paramax, Vonfiglioli, російські НТЦ „Приводная техника“, НТЦ „Редуктор“ та українські). Планетарні мотор-редуктори (OMBA (Італія), ZF (Німеччина), Redex (Франція), MAXON, Harmonic Drive AG (Німеччина), ARDI, Thomson, Kollmorgen та ін.

- Компонувки опор та підшипники електрошпинделів. Змашування й охолодження електрошпинделів. Рекомендації щодо залишкових дисбалансів, резонансних частот обертання, перекидних вібрацій
Мотор-шпинделі фірми Heinz Fiege, HSD Mechatronik Solution, Dynomax, GMN (Німеччина). Шліфувальні електрошпинделі (фірм Fortuna, Gamfior та ін.). Електрошпинделі на АЕМО (Actidyne з пристроєм зовнішньої автоматичної стабілізації фірми S2M (Франція), фірм IBAG, АМО ЗИЛ (Росія, Москва) та ін.)
- Одиначні, двохосові (портальні), трьохосові модульні транспортні системи (на прикладі модулів фірми ROLLON
- Мехатронні транспортні пристрої із вбудованими лінійними двигунами. Проектування приводів з лінійними двигунами на прикладах лінійних сервоприводів швидкісного порталу завантаження, привода подач обробного центру, лінійного привода позиціонування. Перетворювачі руху у мехатронних системах. Порівняльна характеристика приводів з шариковими гвинтовими передачами та з лінійними двигунами
- Особливості конструктивного виконання модулів лінійного переміщення виробництва провідних фірм (Bosch Rexroth (Німеччина), THK (Японія), Hiwin, ROLLON, Max Jac Thomson, Lim-Tec, Danahermotion. Прецизійні хрестові столи й високопродуктивні багатоосові системи з прямим приводом (фірма IDAM).
- Напрямки розвитку електроприводів мехатронних модулів. Технічні характеристики електродвигунів, що їх випускають такі фірми, як Siemens, Bosch Rexroth, Philips, General Electric, Fanuc, Baldor, Kollmorgen, NSK, Taskawa, Samitowa, Mazak. Спостерігачі стану як інформаційні пристрої

Розділ 3

- Розрахункові схеми та визначення тягових зусиль у механізмах безперервного руху з фрикційним зв'язком (вальцеві, конвеєрні, вальцево-конвеєрні, гусеничні).
- Особливості обладнання для розпилювання деревини та форматного розкрою деревинних матеріалів, для стругання й фрезерування. Приклади типових компонувальних рішень вказаного обладнання
- Каменеобробні інструменти: загальна характеристика, типи, матеріали, конструктивні реалізації та їхні особливості у провідних фірм-виробників.

Розділ 4

- Класи та типи роторів. Технологічні та експлуатаційні дисбаланси. Визначення значень та кутів головного вектора початкових та залишкових дисбалансів. Визначення площин корекції та розрахунок коригуючих мас. Конструктивні особливості обладнання й пристосовань для статичного та динамічного балансування. Складання балансувальної карти верстата. Типові робочі технологічні процеси балансування

Лабораторні роботи

На лабораторних роботах студенти опановують основні можливості середовища LabView та отримують навички його застосування, зокрема для віртуальних експериментальних досліджень.

- Переваги та недоліки середовища LabView. Основні функції для реалізації розрахункових задач середовища. Основи використання циклів
- Розроблення віртуального прибору. Типи структур "умова". Визначення кількості необхідних кадрів структури. Використання редактора формул при написанні віртуальних пристроїв.
- Формування масивів даних в середовищі LabView, інструменти для роботи з масивами даних. Об'єднання масивів в кластери.
- Загальна структура автоматизованої мехатронної вимірювальної системи. Основні вузли: датчики, аналогово-цифрові перетворювачі, програмне забезпечення. Проектування віртуальних приборів для роботи з вимірювальним обладнанням. Блок-схема віртуального осцилографа, реалізована в середовищі LabView. Розгляд додаткових підпрограм для роботи з драйверами аналогово-цифрового перетворювача.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

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 чотирьох контрольних робіт по 0,5 год. кожна. Контрольна робота-1 виконується за розділом 1. Контрольна робота-2 виконується за розділом 2.2. Контрольна робота 3 за темою 3.1. Контрольна робота 4 – за темою 3.2.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

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

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

Відвідування практичних занять є вельми бажаним, оскільки на цих заняттях вирішуються типові інженерні задачі, 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 заліку з дисципліни.

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 (PCO)

Поточний контроль: МКР за обраними темами.

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)

Кількість лабораторних робіт – три. Ваговий бал однієї лабораторної роботи – 6 балів, з них 1 бал – захист лабораторної роботи. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи: $r_1 = 6 \text{ балів} \times 3 = 18 \text{ балів}$. 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, яка повинна бути набраною, щоб лабораторна робота вважалась зарахованою – 3,6 балів.

Контрольні роботи (r₂)

Одна контрольна робота складається з трьох завдань.

Ваговий бал однієї контрольної роботи – 8 (одне питання – мінімально 2,6 бали).

Оцінювання контрольної роботи здійснюється відповідно до таблиці 1.

Максимальна кількість балів за чотири контрольні роботи відповідно складає:

$r_2 = 8 \text{ балів} \times 4 = 32 \text{ бали}$, мінімальна - 19.

Рейтингові бали за контрольну роботу

Таблиця 1

Бали	Критерій оцінювання
8	Вірна відповідь більш ніж на 90 % питань
7	Вірна відповідь на 90 % питань
7–6	Вірна відповідь на 80 % питань
6–5	Вірна відповідь на 70 % питань
4	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 Гз штрафні та заохочувальні бали (табл. 2), 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.

Таблиця 2

Дія	Бали
Відсутність на 50 % практичних занять	мінус 2 бали
Реферат на тему, яка стосується сучасного промислового обладнання	плюс 1 бал (але не більше, ніж плюс 6)

Умови календарного контролю (рубіжної атестації)

Для отримання «зараховано» з першої рубіжної атестації у студента повинні бути відпрацьовані усі лабораторні роботи за графіком та зарахована МКР1 (тобто орієнтовно 10 балів). Для отримання «зараховано» з другої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж 17 балів (зокрема, відпрацьовані усі лабораторні роботи за графіком і частково захищені, зараховану МКР 2, 3. Мінімальний бал допуску до екзамену 30 балів.

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 екзамену та мають рейтингову оцінку 30 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 п'ять теоретичних питань. Рейтингові бали нараховуються за кожне завдання окремо. Теоретичні запитання оцінюються із 10 балів. Максимальна кількість балів, отриманих за екзамен, складає 50 балів, мінімальна – 20.

Критерій залікового оцінювання визначається як сума якості відповідей на кожне завдання білета Г3 за табл. 3

Таблиця 3

Кількість балів за одне завдання білета

Бали	Критерій оцінювання
10	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві зауваження та неточності
9,5-8	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відповідь на переважну більшість питань, творче мислення
8-7	Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки
7-5	Достатня відповідь (не менше 70% інформації) є зауваження, відповідь тільки на частину питань
5-4	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

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

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

Сума стартових балів та балів за відповідь на екзаменаційний білет переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з табл.6:

Таблиця 4

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 № 1 від 31.08 2021)

Погоджено методичною комісією навчально-наукового механіко-машинобудівного інституту (Протокол № 4 від 19.11 2021)