|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **Кафедра конструювання машин** |
| **Конструювання обладнання машинобудівних виробництв – 3**  **(****Конструювання систем приводів машин )**  **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 підготовки |
| Форма навчання | очна(денна)/дистанційна/змішана |
| Рік підготовки, семестр | 4 курс, 3 курс (прискор), осінній семестр |
| Обсяг дисципліни | 4,5 кредитів ЄКТС, 135 год. |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | Екзамен,  МКР, РГР |
| Розклад занять | Лекції – 36 год., практичні – 18 год.– за розкладом Департаменту навчальної роботи КПІ ім. Ігоря Сікорського |
| Мова викладання | Українська |
| Інформація про  керівника курсу/ викладачів | Лектор: доцент, кандидат технічних наук, доцент Верба Ірина Іванівна  Кафедра: Корпус КПІ 1, кімната 226, тел. (044)204-94-61, прив (097) 243-14-11  Пошта: verba.dan@gmail.com  Практичні: доц.,канд. техн. наук., доц. Верба І.І. |
| Розміщення курсу | Дистанційний ресурс Microsoft Teams, ресурс «Електронний кампус КПІ» |

# Програма навчальної дисципліни

# Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання 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; функціонального призначення електромеханічних систем; порівняльної характеристики електродвигунів та структурних схем автоматизованого електропривода, способів керування та тенденцій його розвитку; мехатронних вузлів та систем поставити задачу проектування нового обладнання відповідно до вимог або оцінити показники працездатності існуючого, обгрунтувати науково-технічні рішення і розробляти відповідні конкурентоспроможні конструкції, а також здійснювати оформлення необхідної документації.

**Мета** вивчення навчальної дисципліни «Конструювання обладнання машинобудівних виробництв» і, відповідно, кредитного модуля «Конструювання обладнання машинобудівних виробництв -3, є підготовка до розв’язку базових науково-технічних задач і 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, зокрема – модулів виконавчих рухів, на основі створення регульованих приводів формоутворюючих та допоміжних рухів як невід'ємної складової автоматизованого технологічного обладнання машинобудівного виробництва,

Результатом вивчення навчальної дисципліни є формування програмних компетентностей.

* Загальних:
* здатність аналізувати науково- технічну інформацію, вивчати вітчизняний і закордонний досвід та виконувати інформаційні дослідження за профілем діяльності й аналізувати результати (ЗК1; ЗК2; ЗК9; ЗК12);
* ЗК3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
* ЗК4. Здатність застосовувати набуті знання у практичних ситуаціях.
* Фахових:
* ФК13. Здатність синтезувати функціональні, структурні та кінематичні схеми технологічного оброблювального обладнання для заданих режимів роботи, умов експлуатації та показників працездатності.
* ФК 14. Здатність конструювати модулі та приводи виконавчих і допоміжних рухів технологічного обладнання і машин з урахуванням особливостей їх функціонування і умов експлуатації та з урахуванням типових методик конструювання.

**Завершитись навчання має наступними програмними результатами:**

* РН10. Знати конструкції, методики вибору і розрахунку, основи обслуговування і експлуатації приводів верстатного і робототехнічного обладнання;
* РН11. Розуміти принципи роботи систем автоматизованого керування технологічним обладнанням, зокрема мікропроцесорних, вибирати та використовувати оптимальні засоби автоматики
* РН14. Здійснювати оптимальний вибір обладнання та комплектацію технічних комплексів
* РН 20. Враховувати функціональні та конструктивні особливості модулів та приводів виконавчих і допоміжних рухів технологічного обладнання і машин при розробленні їхніх конструкцій;

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

Дисципліна «Конструювання обладнання машинобудівних виробництв» базується на попередніх знаннях з фундаментальних дисциплін та інших професійно-орієнтованих дисциплін, зокрема таких, як Теорія механізмів і машин; Теоретична механіка; Електротехніка і електроніка; Механіка матеріалів і конструкцій; Технологія машинобудування;Різальний інструмент та інструментальне забезпечення автоматизованого виробництва; Деталі машин і основи конструювання; Метрологія, стандартизація і сертифікація

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

Дисципліна «Конструювання обладнання машинобудівних виробництв» 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.

# Зміст навчальної дисципліни

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Розділ 1**. Загальні принципи проектування виконавчих приводів лінійного руху з обертовими або лінійними електродвигунами | | | |
| ***Тема 1.1*** | | Призначення, основні вимоги, показники працездатності, компоновки виконавчих приводів лінійного руху | |
| ***Тема 1.2*** | | Конструктивна реалізація тягових пристроїв приводів лінійного руху (ковзання й кочення) | |
| ***Тема 1.3*** | | Проектування напрямних ковзання та кочення, лінійних систем кочення. | |
| **Розділ 2. Несучі системи (НС) обробного обладнання** | | | |
| ***Тема 2.1*** | | Основні поняття й вимоги до НС, матеріали. Типові базові деталі. Жорсткість НС: принципи розрахунку. | |
| **Розділ 3.**  **Автоматизовані електроприводи технологічного обладнання** | | |
| ***Тема 3.1***  ***Тема 3.2*** | Електромеханічні властивості та режими роботи електроприводів. Типи електродвигунів технологічного обладнання: принцип дії та порівняльна характеристика | |
| ***Тема 3.3*** | Основи проектування і розрахунку параметрів автоматизованих електроприводів (ЕП) технологічних машин | |
| ***Тема 3.4*** | Регульовані електроприводи технологічних машин | |
| ***Тема 3.5*** | Регулювання електроприводів: загальні принципи | |
| **Розділ 4.**  **Сервоприводи технологічних машин** | | |
| ***Тема 4.1*** | Сервоприводи технологічних машин: загальна характеристика та порівняння з приводами із загальнопромисловими і векторними перетворювачами частоти, область застосування . | |
| ***Тема 4.2*** | Вибір типу серводвигунів для обробного обладнання. Крокові серводвигуни. | |

# Навчальні матеріали та ресурси

**Базова література**

1. Бочков В. М. Розрахунок та конструювання металорізальних верстатів: Підручник / В. М. Бочков, Р. І. Сілін, О.В. Гаврильченко. За ред. Сіліна Р. І.– Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2008. – 448 с.

2. Глембоцька Л. Є., Мельник О. Л., Степчин Я. А. Металообробне обладнання: навч. посіб. [Електронне видання] / Глембоцька Л. Є., Мельник О. Л., Степчин Я. А. – Житомир: Житомирська політехніка, 2019. – 205 с.

3. Кроль О.С., Шевченко С.В., Соколов В.І. Проектування металорізальних верстатів у середовищі APM WinMachine: підручник / О.С. Кроль, С.В. Шевченко, В.І. Соколов. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2011. – 386 с.

4. Крижанівський В.А., Кузнєцов Ю.М., Кириченко А.М. та ін.. Агрегатно-модульне технологічне обладнання. Ч1. Принципи побудови агрегатно-модульного технологічного обладнання. – Кіровоград, 2003 – 422 с

5. Ловейкін В.С. Мехатроніка: Навчальний посібник. / В. С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич, Ю. В. Човнюк – К.: Технічн. навчально-науковий ін-т Нац. університету біоресурсів і природокористування України, 2012. – 357

6. Мелехов Р.К.,Грицай І.С. Сучасне металорізальне обладнання з ЧПК та інструментальні системи: Навч. посібн. – Львів: Вид-во „Растр 7’’,2008 –240с

7. Михайлов, М. И. Конструирование и расчет станков : учеб. пособие / М. И. Михайлов ; М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2020. – 418 с.

8. В.Смирнитский. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов—Харьков: ХПИ, 1998. — 380 с. – Режим доступу:  
 <http>[://www.studmed.ru/smirnitskiy-bv-avtomatizirovannyy-elektroprivod-tipovyh-promyshlennyh-mehanizmov\_7e22de83512.html](http://www.studmed.ru/smirnitskiy-bv-avtomatizirovannyy-elektroprivod-tipovyh-promyshlennyh-mehanizmov_7e22de83512.html)

9.Теорія електроприводу: Підручник / М.Г. Попович, М.Г Борисюк, В.А. Гаврилюк та ін.; За ред. М.Г. Поповича. – К.: Вища шк., 1993. – 494 с.: – Режим доступу:

<http>[://www.twirpx.com/file/161594/](http://www.twirpx.com/file/161594/)

10. Шульга, А.А. Автоматизований електропривод металорізальних верстатів: навчальний посібник: для студентів спеціальності «Електромеханічні си-стеми автоматизації та електропривод» / А. А. Шульга, І. І. Полупан, А.А. Ткаченко. - Краматорськ: ДДМА 2010. - 124 с.

1. ***.* Додаткова література**

11.Азюковський О. О. Аналіз перспектив використання електромеханічних перетворювачів енергії для приводу головного руху металорізальних верстатів / О. О. Азюковський, А. В. Бакутін // Гірнича електромеханіка та автоматика. – 2012. – Вип. 89. – С. 128-133. - Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/UJRN/geta_2012_89_31>

12. Васильков Д.В. Электромеханические приводы металлообрабатывающих станков. Расчет и конструирование: учебник / Д.В. Васильков, В. Л. Вейц, А. Г., Схиртладзе. – СПб.: Политехника, 2011. – 759 с.

13. Грабко В.В. Електричні машини. Розрахунок експлуатаційних характеристик. Курсове проектування: навчальний посібник./ В.В. Грабко,М.П. Розводюк. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 110 с.

14. Конструювання і розрахунок металорізальних верстатів і верстатних комплексів: Посібник до дипломного проектування для студентів спеціальності “Металорізальні верстати і системи” освітньо-кваліфікаційних рівнів “спеціаліст”, “магістр” / Укл. К.Я. Охріменко. – Черкаси: ЧДТУ, 2007. – 183 с.

15. Машиностроение. Энциклопедия. М.: Машиностроение. Металлорежущие станки и деревообрабатывающее оборудование. Т.IV – 7. / Черпаков Б.И. и др., - 2002 – 864 с

16. Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных втузов под ред. В.Э.Пуша – М.: Машиностроение, 1985 – 576с.

17. Онищенко Г. Б. Электрический привод. – М.: РАСХН, 2003 – 320 с

18. Орлов П.И. Основы конструирования. Справ.-методич. пособие в 3-х кн. – М.: Машиностроение, 1977

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22.Проектирование приводов: Практика приводной техники. [Електронний ресурс ] –SEW-EURODRIVE, Изд. 11/2001,10523057/ RU – 155с. – пер. с нем. Режим доступу : [www.sew-eurodrive.com](http://www.sew-eurodrive.com)

23. Решетов. Д. Н. Детали машин: Учебник для студ. машиностроительных и механических специальностей вузов. – М.: Машиностроение, 1989. – 496 с.

24. Сервоприводы: Практика приводной техники. [Електронний ресурс ] –SEW-EURODRIVE, Изд. 09/2006,11322853/ RU – 141с. – пер. с нем. Режим доступу : [www.sew-eurodrive.com](http://www.sew-eurodrive.com)

25. Шаговые двигатели. Принцип действия. Различные способы управления / Колодийчик В.П. //Электротехнический рынок – 2007. - №12 (18) [Електронний ресурс ]. – URL:<https://vt-tech.eu/articles/cnc/50-stepper-motors.html>

26. Шульга, А.А. Автоматизований електропривод металорізальних верстатів: навчальний посібник: для студентів спеціальності «Електромеханічні си-стеми автоматизації та електропривод» / А. А. Шульга, І. І. Полупан, А.А. Ткаченко. - Краматорськ: ДДМА 2010. - 124 с

**Методичні вказівки**

1. Методичні вказівки до самостійної роботи «Вибір і розрахунок високомоментних електродвигунів сучасних приводів подач» з курсу «Розрахунок і конструювання верстатів» для студентів механіко-машинобудівного факультету для напряму підготовки 6.050503 "Машинобудування" освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр" (спеціальність "Металорізальні верстати та системи") / Сост. І.І Верба, В.А. Шевчук. – К.: КПІ, 2013 – 52 с. – Електронний ресурс кафедри «Конструювання верстатів і машин».

2. Методичні вказівки „Дослідження впливу параметрів циклу навантаження привода на еквівалентні втрати при визначенні потужності двигуна**“** до виконання лабораторної роботи з дисципліни „Електрообладнання технологічних машин“ для напряму підготовки 6.050503 "Машинобудування" освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр" (спеціальність "Металорізальні верстати та системи") Форма навчання: денна (шифр за ОПП: 3/св ). / Укл. І. І. Верба, О. В. Даниленко. – К.: ММІ НТУУ „КПІ ім. Ігоря Сікорського“, 2017. – 20 с. – URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/24449>

3. Методичні вказівки до самостійних робіт з дисципліни „Конструювання верстатів і машин та мехатронних систем“ для другого рівня вищої освіти ступеню „магістр“ галузі знань 13 „Механічна інженерія“, спеціальності 133 „Галузеве машинобудування“, спеціалізації „Технології комп’ютерного конструювання верстатів, роботів та машин“./ Укл. І І Верба. – К.: ММІ НТУУ „КПІ ім. Ігоря Сікорського“, 2017. – 50 с. – URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/24457>

### **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. 3. <http://www.ina.ua>
4. <http://www.rontec.kiev.ua>
5. <http://www.haascnc.com/>
6. <http://www.thk.com/eng/products/class/lmguide/index.html>
7. [www.siemens.ua](http://www.siemens.ua)
8. [www.estun-servo.com](http://www.estun-servo.com) (ESTUN AUTOMATION TECHNOLOGY CO.LTD)
9. [www.refit.com.ua](http://www.refit.com.ua) ( фірма-постачальник)
10. [www.ardicompani.com.ua](http://www.ardicompani.com.ua)
11. [www.sew-eurodrive.ua](http://www.sew-eurodrive.ua)
12. [www.lenze.com](http://www.lenze.com) , [www.lenze.org.ua](http://www.lenze.org.ua)
13. [www.danahermotion.com](http://www.danahermotion.com) (Danaher Motion Brend об’єднує фірми Kollmorgen, Thomson, Portescap, Dover )
14. [www.servo.com.ua](http://www.servo.com.ua) (SPN Schwaben Prazision, Германія)
15. [www.boschrexroth.com.ua](http://www.boschrexroth.com.ua) (Bosch, Rexroth, Indramat )
16. [www.abamet.ru/press/mitsubishi/cilindricheskii-lineinyi-dvigatel.php](http://www.abamet.ru/press/mitsubishi/cilindricheskii-lineinyi-dvigatel.php) (лінійні двигуни).

Наведена література знаходиться в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського ([https://ela.kpi.ua/](https://ela.kpi.ua/%20) ) та в мережі Internet.

Методичні вказівки минулих років видання використовувати за вказівкою викладача 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

# Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

**Лекційні заняття**

Під час лекційних занять розглядаються наступні питання:

* Загальний огляд приводів лінійного руху з електродвигунами обертового або лінійного рухів: призначення, вимоги, функціональні схеми реалізації.
* Типи тягових пристроїв, принцип дії, їхні переваги, недоліки, функціональні схеми реалізації та область використання: порівняльна характеристика. Геометричні параметри передач, норми точності, матеріали гвинтів та гайок. Засоби регулювання зазорів у різьбовому з’єднанні. Компоновочні схеми розташування підп’ятників.
* Напрямні металорізальних верстатів: призначення, основні вимоги, класифікація, характеристика умов роботи. Накладні напрямні: область використання, типи, способи кріплення, матеріали.
* Напрямні змішаного тертя: переваги та недоліки, конструкції та матеріали. Засоби підвищення зносостійкості. Регулювання зазорів. Змащування напрямних. Пристрої .для регулювання та захисту напрямних.
* Загальні положення проектування напрямних кочення: переваги, недоліки, область застосування, класифікація, матеріали напрямних кочення.
* Основні поняття й вимоги до НС, матеріали. Типові базові деталі. Жорсткість НС: принципи розрахунку
* Тенденції розвитку, класифікація та структура автоматизованих електроприводів технологічного обладнання. Електромеханічні властивості електродвигунів постійного та змінного струму: асинхронних, синхронних, крокових. Принцип дії, переваги, недоліки, механічні характеристики.
* Основи проектування і розрахунку параметрів автоматизованих електроприводів (ЕП) технологічних машин. Послідовність проектування ЕП.
* Основні технічні характеристики регульованого приводу. Техніко-економічні показники для порівняльного аналізу електродвигунів за регулювальними якостями. Основні системи регульованого електропривода. Функції регульованого приводу.
* Регулювання електроприводів: загальні принципи

Основні параметри регулювання. Засоби й системи регулювання. Цифрове керування електродвигунами з використанням програмованих мікроконтролерів та мікропроцесорне. Широтно-імпульсна модуляція. ПІД- регулювання.

* Перетворювачі частоти: функції, принцип дії і конструктивне виконання (тиристорні та на основі автономних інверторів), характер змінювання сигналів. Вольт-частотне керування (з енкодером та без нього). Векторне керування без зворотного зв’язку та із зворотним зв’язком – порівняльна характеристика. Вибір частотного перетворювача.
* Лінійні двигуни (ЛД): принцип дії і варіанти конструктивної реалізації, область використання. Основні характеристики ЛД та зумовлені ними переваги. Порівняльна характеристика ЛД та шарикових гвинтових передач Позиційні приводи з лінійними кроковими двигунами. Методика вибору ЛД
* Сервоприводи технологічних машин: загальна характеристика та порівняння з приводами із загальнопромисловими і векторними перетворювачами частоти.
* Типи, порівняльна характеристика, обмеження у використанні серводвигунів. Область застосування сервоприводів. Вибір типу серводвигунів.

**Практичні заняття**

Основні завдання циклу практичних занять – це поглиблення теоретичних знань, набуття навичок роботи з іінформаційними 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:

* Конструктивна реалізація тягових пристроїв ковзання приводів лінійного руху (змішаного тертя та гідростатичних) та кочення (шарикових та роликових). Змащування передач. Захист передачі від забруднень
* Розрахунок гвинтових передач кочення– основні принципи. Вибір модульних тягових вузлів кочення (за рекомендаціями виробників.
* Розрахунок напрямних змішаного тертя: загальні принципи та припущення, складання розрахункової схеми, порядок розрахунку.
* Конструктивна реалізація напрямних кочення: з фіксованими осями тіл кочення, шарикових та роликових з потоком тіл кочення та з циркуляцією тіл кочення, роликових опор, шарикових втулок, рейкових напрямних. Регулювання натягу, особливості встановлення
* Особливості розрахунків напрямних кочення відповідно до конструкцій. Специфіка розрахункових методик різних фірм-виробників. Особливості розрахунку напрямних з потоком та поверненням тіл кочення, роликових та шарикових опор, рейкових напрямних
* Рівняння руху електродвигуна (ЕД). Еквівалентна механічна система привода. Механічні характеристики двигуна та робочого органу. Визначення жорсткості механічних характеристик
* Основи проектування і розрахунку параметрів автоматизованих електроприводів (ЕП) технологічних машин. Послідовність проектування ЕП. Навантажувальні діаграми та тахограми ЕП. Номінальні режими роботи та діаграми навантаження двигунів. Вибір нерегульованого електродвигуна (ЕД) за потужністю
* Регулювання швидкості ДПС НЗ (з електромагнітним незалежним збудженням). Штучні механічні характеристики. Статична помилка. Регулювання моменту й струму. Регулювання положення. Способи регулювання швидкості АД. Області застосування частотно-регульованих приводів (ЧРП) змінного струму, переваги й недоліки ЧРП. Скалярне й векторне частотне керування. Частотно-струмове керування.
* Приводи головного руху обробних верстатів. Основні технічні характеристики привода та двигуни, які можуть застосовуватись. Типові діаграми навантаження регульованих асинхронних і синхронних двигунів та режими роботи. Методи й засоби розширення діапазону регулювання двигуна.
* Приводи подачі обладнання машинобудування: основні технічні характеристики привода та двигуни, які можуть застосовуватись (загальна характеристика). Розрахунок потужності електродвигуна привода подач
* Сервоприводи технологічних машин. Асинхронні та синхронні серводвигуни: принцип дії, конструктивні особливості, механічні характеристики в динамічному режимі та з врахуванням теплового навантаження. Порівняльна характеристика синхронних (із збудженням від постійних магнітів) та асинхронних (з датчиком зворотного зв’язку та живленням від ПЧ) серводвигунів, їхні механічні характеристики.
* Переваги, недоліки, принцип дії, характеристики крокових двигунів. Лінійні і синхронні крокові двигуни та режими їхньої роботи. Порівняльна характеристика крокових та серводвигунів щодо застосування у приводах подачі верстатів з ЧПК

На самостійне опрацювання винесено наступні питання:

* Розрахунок. гвинтових передач ковзання– основні принципи.
* Приклади конструктивної реалізації шарикових гвинтових передач.
* Приклади конструктивної реалізації напрямних кочення.
* Режими роботи електропривода: руховий та гальмівний, усталений і неусталений Тривалість перехідних процесів.
* Асинхронні та синхронні серводвигуни: принцип дії, конструктивні особливості, механічні характеристики в динамічному режимі та з врахуванням теплового навантаження.

# Самостійна робота студента

**Розрахунково-графічна робота**

Метою виконання розрахунково-графічної роботи є набуття практичних навичок 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:

* розрахунок тягового механізму привода лінійних рухів (тема 1.2);
* розрахунок потужності нерегульованого асинхронного електродвигуна (тема 3.3);
* розрахунок автоматизованих приводів лінійних рухів з лінійними електродвигунами (тема 3.4).

Індивідуальні завдання до РГР та докладний виклад порядку виконання РГР-2 і 3 з розрахунку приводів надано у методичних вказівках [2 та 3], які на даний час знаходяться і в бібліотеці КПІ, Методичні вказівки з розрахунку тягових механізмів – лише у дистанційному ресурсі Microsoft Teams. Припустимим є узгодження завдання на РГР з майбутнім завданням на курсовий проект або з науковою роботою студента.

**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 робі по 1 год. кожна. Контрольна робота-1 виконується за розділом 1 (тема 1.3). Контрольна робота-2 виконується за розділом 3 (теми 3.2, 3.4).

# Політика та контроль

# Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

**Відвідування занять**

З огляду на військове положення, відвідування лекцій чи відсутність на них, не оцінюються. 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 екзамен. Також студенти мають можливість проконсультуватися з викладачем по всіх питаннях з дисципліни. Передбачені консультації у дистанційному режимі поза розкладом, як групові, так і індивідуальні. Захист РГР можливий не обов’язково у точні строки, але обов’язково до початку екзамену з дисципліни (це є однією з умов допуску до екзамену).

Відвідування модульних контрольних робіт є обов’язковим. Якщо студент пропустив МКР з поважних причин, він може протягом тижня написати пропущену контрольну роботу. В іншому випадку МКР не оцінюється. Перескладання контрольної роботи на вищу оцінку є неможливим.

Враховуючі ситуацію, яка склалася в Україні, можливим є виконання МКР не під час занять, а у будь-який час, коли це можливо (наприклад, коли наявний інтернет, тощо). Результати МКР, тестів та завдань на самостійну роботу враховуються у календарному контролі

**Процедура оскарження результатів контрольних заходів**

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов’язково аргументовано пояснивши, з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень. Детальніше: НАКАЗ №НОН/228/2022 ВІД 21.07.2022 "Про затвердження нової редакції положення про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського", <https://document.kpi.ua/2022_HOH-228>

**Академічна доброчесність**

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

**Норми етичної поведінки**

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2. Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

# Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

**Поточний контроль**здійснюється за станом виконання РГР та

МКР, може передбачатиекспрес-контроль за обраними темами, наприклад, у вигляді тестів.

**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.

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

* виконання практичних робіт – *r1*;
* модульну контрольну роботу та тести – *r2*;
* виконання РГР – *r3*;
* екзамен та *– (r5* + *r6)*

Додатково РСО передбачає можливість нарахування заохочувальних та штрафних балів *r4*.

**Практичні роботи**

Оскількивідвідування 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.

**Модульні контрольні роботи (***r2***)**

Одна контрольна робота складається з трьох завдань.

Ваговий бал однієї контрольної роботи – 9.

Оцінювання контрольної роботи здійснюється відповідно до таблиці 1.

Максимальна кількість балів за дві контрольні роботи відповідно складає

*r2=*9 балів х 2 = 18 балів, мінімальна - 4 бали х 2 =8 балів.

**Рейтингові бали за контрольну роботу**

Таблиця 1

|  |  |
| --- | --- |
| **Бали** | **Критерій оцінювання** |
| 9 | Вірна відповідь більш ніж на 90 % питань |
| 8 | Вірна відповідь на 90 % питань |
| 7 | Вірна відповідь на 80 % питань |
| 6–5 | Вірна відповідь на 70 % питань |
| 4,0 | Вірна відповідь на 60 % питань |
| 0 | Вірна відповідь менш ніж на 60 % питань або студент був відсутній |

**Розрахунково-графічна робота (***r3***)**

Розрахунково-графічна робота складається з 3-х завдань. Рейтингові бали нараховуються за кожне завдання окремо. Ваговий бал одного завдання – 12. 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.

**Рейтингові бали за -розрахунко-графічну роботу**

Таблиця 2

|  |  |
| --- | --- |
| **Бали** | **Критерій оцінювання** |
| 12 | творча робота |
| 11– 10 | роботу виконано з незначними недоліками |
| 9–7 | роботу виконано з певними помилками |
| 0 | завдання не виконане або є грубі помилки |

Максимальна кількість балів становить: *r3*=36 балів, мінімальна – 21 бал.

**Штрафні та заохочувальні бали**

Загальний рейтинг з дисципліни включає *r4* штрафні та заохочувальні бали (табл. 4), які додаються або віднімаються від суми вагових балів усіх контрольних заходів. З огляду на військовий час, штрафні бали не нараховуються. Заохочувальні бали можуть нараховуватися за виконання творчих робіт: робота у наукових гуртках з підготовкою матеріалів доповідей або статей для публікації, участь у наукових і науково-практичних конференціях і семінарах, олімпіадах з дисципліни, конкурсах робіт, рефератів та оглядів наукових праць, аналіз сучасної нормативно-правової бази з дисципліни у країні та її відповідність вимогам міжнародних стандартів тощо. Кількість нарахованих балів залежить від отриманих результатів. Може оцінюватись також активність у вивченні матеріалів, додаткові консультації, активність на практичних заняттях.

Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 60×0,1 = (+6) балів. Можуть нараховуватися за реферат на тему, яка стосується сучасного промислового обладнання (плюс 1 бал, але не більше, ніж плюс 6, за ,

Таблиця 3

|  |  |
| --- | --- |
| **Дія** | **Бали** |
| Реферат на тему, яка стосується сучасного промислового обладнання | плюс 1 бал  (але не більше, ніж плюс 6) |
| Активність на заняттях | Плюс 3 бали |
| Індивідуальні заняття та консультації. | Плюс 3 бали |

**Умови календарного контролю (рубіжної атестації)**

Для отримання «зараховано» з першого календарного контролю у студента повинні бути зарахована МКР1 і хоча б на 25 % виконано РГР-1 (тобто орієнтовно від 7 до 13 балів). Для отримання «зараховано» з другої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж 25 балів (зарахована 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 31 і більше балів отримують допуск до екзамену.

Таблиця 4

**Кількість балів за одне завдання білета**

|  |  |
| --- | --- |
| **Бали** | **Критерій оцінювання** |
| 15-14 | Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві зауваження та неточності |
| 14-13 | 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 |
| 11-10 | Достатня відповідь (не менше 60% інформації) є зауваження, відповідь тільки на частину питань |
| 10,0 | 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 5

**Кількість балів за практичне завдання білета**

|  |  |
| --- | --- |
| **Бали** | **Критерій оцінювання** |
| 16 | повне, безпомилкове розв'язування завдання, припустимі незначні неточності |
| 16-14 | повне розв'язування завдання із несуттєвими неточностями |
| 14-12 | задачу розв’язано з незначними помилками |
| 12-10 | завдання виконане з певними недоліками, неточно або не повністю, є зауваження, не може пояснити результати |
| 9 | задачу вирішено з суттєвими помилками, порушена методика розрахунку, дана відповідь тільки на частину питань, |
| 0 | Відповідь невірна або менше 60% інформації, або вона відсутня |

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 15 балів, а практичне із 16 балів. Максимальна кількість балів, отриманих за екзамен, складає 46 балів., мінімальна – 29.

Критерій залікового оцінювання визначається як сума якості відповідей на кожне завдання білета *r5*за табл. 4 та якості вирішення практичного завдання *r6* за табл.5.

**Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни**

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

R = r2 + r3 ± r4+ r5+ r6

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 № | 13 | від | 19.07 . 2022) |
| **Погоджено** методичною комісією  механіко-машинобудівного інституту | (Протокол № | 1 | від | 2022) |