



# Системи приводів верстатів та роботів. Регульовані електроприводи

## 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	Вибіркова Професійної та практичної підготовки
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	4 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС, 120 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, МКР, РГР
Розклад занять	Лекції – 36 год., практичні – 18год.. 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 Новік Микола Андрійович.
Розміщення курсу	Дистанційний ресурс Microsoft Teams, ресурс «Електронний кампус КПІ

### Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Системи приводів верстатів та роботів. Регульовані електроприводи» орієнтована на формування у студентів певних здатностей, а саме усвідомлення ними: функціонального призначення електромеханічних систем, знання типів електродвигунів, їхньої порівняльної характеристики та структурних схем автоматизованого електропривода, способів керування та тенденцій його розвитку.

**Мета** навчальної дисципліни „Регульовані електроприводи верстатів та роботів“ – 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 – регульований електропривод, як невід'ємна частина автоматизованого технологічного обладнання машинобудівного виробництва, його характеристики, які в значній мірі впливають на продуктивність та точність роботи технологічного обладнання.

Результатом вивчення навчальної дисципліни є формування програмних компетентностей.

- загально професійні

- 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 та придатності виявлених аналогів електроприводів виробництва різних фірм до використання в складі об'єктів проектно-конструкторських розробок, на основі вказаного аналізу уточнювати та на основі досліджень ринку обґрунтовано обирати вихідні дані елементів автоматизованих електроприводів типового обладнання машинобудування та засобів його механізації та автоматизації (ФК2, ФК3);
- приймати участь у складі групи фахівців у розробці принципів компоновок, кінематичних та структурних схем, модернізації згідно технічних умов електроприводів типового обладнання машинобудування середньої складності; проектуванні механічних пристроїв механізації та автоматизації; (ФК4);
- в процесі проектування об'єкта розробки, враховуючи потрібні технічні характеристики та умови експлуатації, використовуючи відомі методики та сучасні пакети прикладних програм, виконувати розрахунки окремих параметрів електродвигунів та автоматизованих електроприводів і його основних енергетичних показників функціонування (ФК5; ФК7);
- розроблювати проектну та робочу технічну документацію щодо обраного електроприводу, визначати вимоги до встановлення й умови його експлуатації (ФК8);

для виробничо-технологічної діяльності;

- 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 ;

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:

- сфери використання, основ проектування, конструктивної реалізації і особливостей експлуатації електроприводів верстатного і робототехнічного обладнання (РН10);
- типів, особливостей, електромеханічних властивостей електричних двигунів, статичних та динамічних характеристик електродвигунів та автоматизованих електроприводів виробництва різних фірм, їхньої порівняльної характеристики, області ефективного

- використання (PH14);
- в узагальненому вигляді (на рівні користувача, а не розробника) принципів будови, принципів дії та засобів налагодження і забезпечення працездатності електродвигунів автоматизованих електроприводів обладнання машинобудування, засобів регулювання типових приводів та особливостей функціонування (PH10);
- режимів навантаження електроприводів та критеріїв вибору типів та параметрів нерегульованих та регульованих електродвигунів (PH10) для застосування у складі рухомих вузлів машинобудівного обладнання;
- принципів роботи систем автоматизованого керування технологічним обладнанням, зокрема мікропроцесорних, принципів вибору пристроїв автоматики;
- вимог, згідно з якими обирають і застосовують датчики контролю положення й руху або параметрів працездатності робочих органів, та можливостей застосувати їх для відповідного керування параметрами електрообладнання технологічних машин (PH11);
- **уміння:**
  - поставити задачу проектування приводів нового верстата чи іншого обладнання або оцінити можливості й параметри існуючого вузла та здійснити модернізацію електроприводів технологічного обладнання;
  - обирати основні енергетичні показники функціонування й виконувати порівняльний аналіз електрообладнання різних виробників та його придатності у конкретних умовах експлуатації, здійснювати вибір автоматизованих електроприводів та комплектацію технічних комплексів (PH14);
  - готувати вихідні дані для обґрунтування технічних рішень щодо вибору типу електроприводу та типу системи автоматизованого керування технологічним обладнанням, застосовувати стандартні методики розрахунків при проектуванні приводів (PH6);
  - обирати систему керування і її елементи, узгоджувати з електродвигуном і експлуатаційними характеристиками привода конкретного обладнання, яке є об'єктом розробки (PH11);
  - обирати практично потужність електродвигунів як змінного струму (нерегульованих та регульованих), так і електродвигунів постійного струму для різних режимів експлуатації технологічного обладнання (PH10);
  - перевіряти технічний стан та орієнтовно розраховувати залишковий ресурс технологічного обладнання (PH7);
- **досвід:**
  - практичної роботи по виконанню проектних розрахунків електроприводів та розробці конструкторської документації (з використанням сучасних програмних середовищ) (PH1; PH5);
  - здійснення інформаційно-аналітичних досліджень заданої тематики.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за освітньою програмою „Технології комп'ютерного конструювання верстатів, роботів і машин“)**

Навчальна дисципліна «Системи приводів верстатів та роботів. Регульовані електродвигуни» базується на попередніх знаннях з фундаментальних дисциплін та інших професійно-орієнтованих дисциплін, зокрема таких, як

- математика (диференціальне, інтегральне та операційне числення);
- фізика;
- електротехніка і електроніка;
- теорія автоматичного керування;
- конструювання обладнання машинобудування;
- промислові роботи та РТК;
- пристрої керування верстатів та роботів;
- технологія машинобудування;
- обладнання автоматизованого виробництва, тощо

Дисципліна є базовою для подальшого вивчення верстатів з ЧПК, обробних центрів, верстатних комплексів та промислових роботів, автоматичних ліній, особливостей експлуатації верстатів і систем керування, особливостей автоматизованого електропривода у мехатронних вузлах сучасного металообробного технологічного обладнання. Отримані при вивченні дисципліни знання й вміння використовуються при виконанні дипломних проектів.

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Розділ 1. Електромеханічні властивості та режими роботи електроприводів**

- Тема 1.1** Тенденції розвитку і класифікація автоматизованих електроприводів технологічного обладнання
- Тема 1.2** Електромеханічні властивості електродвигунів
- Тема 1.3** Електричні та електромеханічні пристрої силової частини електропривода технологічних машин.

#### **Розділ 2. Основи проектування і розрахунку параметрів автоматизованих електроприводів(ЕП) технологічних машин**

- Тема 2.1** Послідовність проектування ЕП та вибір типу електродвигуна (ЕД) за потужністю.

#### **Розділ 3. Системи керування електродвигунами в приводах технологічних машин**

- Тема 3.1** Регулювання електроприводів: загальні принципи.
- Тема 3.2** Регульовані електроприводи технологічних машин.
- Тема 3.3** Сервоприводи технологічних машин.

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

#### **Базова література**

1. Браславский И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод./ И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков. Под ред. И.Я. Браславского. – М. : Изд. центр „Академия“, 2004. – 256 с.
2. Грабко В.В. Электричні машини. Розрахунок експлуатаційних характеристик. Курсове проектування: навчальний посібник./ В.В. Грабко,М.П. Розводюк. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 110 с.
3. Егоров О.Д.,Подураев Ю.В. Конструирование мехатронных модулей: Учебник. – М.: Изд-во „СТАНКИН“, 2005. – 368с.
4. Марголит Р. Б. Оптимизация скоростных и силовых характеристик привода главного движения токарных станков./ Р.Б. Марголит, О.А Терехова, Д.В. Колобаев, Ю.С. Маркин. // СТИН – 2006. – №2. – с .5-11.

5. Михайлов О.П. Автоматизированный электропривод станков и промышленных роботов: Учебник. – М.: Машиностроение, 1990. – 304 с.
6. Молодцов В.В. Особенности конструирования приводов подач с линейными двигателями. // СТИН – 2006. – №9. – с .9-14.
7. Москаленко В.В. Электрический привод: учебник для вузов. – М.: Изд. центр „Академия“, 2007. – 368 с.
8. Онищенко Г. Б. Электрический привод. – М.: РАСХН, 2003 – 320 с.
9. Панкратов В.В. Вентильный электропривод: от стиральной машины до металлорежущего станка и электровоза. //Электронные компоненты – 2004. – №2.
10. Проектирование приводов: Практика приводной техники. [Электронный ресурс ] –SEW-EURODRIVE, Изд. 11/2001,10523057/ RU – 155с. – пер. с нем. Режим доступа : [www.sew-eurodrive.com](http://www.sew-eurodrive.com)
11. Сервоприводы: Практика приводной техники. [Электронный ресурс ] –SEW-EURODRIVE, Изд. 09/2006,11322853/ RU – 141с. – пер. с нем. Режим доступа : [www.sew-eurodrive.com](http://www.sew-eurodrive.com)
12. Шаговые двигатели. Принцип действия. Различные способы управления / Колодийчик В.П. //Электротехнический рынок – 2007. - №12 (18) [Электронный ресурс ]. – URL:<https://vt-tech.eu/articles/cnc/50-stepper-motors.html>

#### **Додаткова література.**

13. Белов М. П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассудов. – М.: Изд. центр „Академия“, 2007. – 576 с.
14. Демидов С. В., Авдушев С. А. и др. Электромеханические системы управления тяжелыми металлорежущими станками. – Л.: Машиностроение, 1986. – 236 с.
15. Качин С. И. Электропривод: учебно-методич. пособие/ С.И. Качин, О.С.Чернышов, О.С. Качин. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета,2009. – 157 с.
16. Ласточкин В.М. Методика по силовому расчету частотно-регулируемых электроприводов крановых механизмов./В.М. Ласточкин, Ф.А. Шамрай. –. [Электронный ресурс ] – Техническая коллекция Schneider Electric. – Techkol 7 RU 02/2007. – 15 с. Режим доступа : [www.schneider-electric.ru](http://www.schneider-electric.ru)
17. Лебедев А.М., Орлова В.Т., Пальцев А.В. Следящие электроприводы станков с ЧПУ. / А.М. Лебедев, В.Т. Орлова, А.В. Пальцев. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 223 с. .
18. Мелехов Р.К.,Грицай І.С. Сучасне металорізальне обладнання з ЧПК та інструментальні системи: Навч. посібн. – Львів: Вид-во „Растр 7”,2008 –240с
19. Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. В.А.Елисеева и А.В.Шинянского. - М.: „Энергоатомиздат“, 1983. 616 с.
20. Сабинин Ю.А. Электромашинные устройства автоматики: Учебник.- Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние, 1988. – 488с.
21. Удут Л.С. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Ч. 8. Асинхронный частотно-регулируемый электропривод: учебное пособие / Л.С. Удут, О.П. Мальцева, Н.В. Кояин. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2009. – 354 с.
22. Фролов Ю. М., Шелякин В. П. Проектирование электропривода промышленных механизмов: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2014. — 448 с
23. Кириллов А В., Степанюк Д. П., Ясенев Н. Д. Электрический привод // Учебное электронное текстовое издание – Информационный портал <http://www.ustu.ru>

## Методичні вказівки

24. 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».
25. 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>
26. 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.

27. [www.siemens.ua](http://www.siemens.ua)
28. [www.estun-servo.com](http://www.estun-servo.com) (ESTUN AUTOMATION TECHNOLOGY CO.LTD)
29. [www.refit.com.ua](http://www.refit.com.ua) ( фірма-постачальник)
30. [www.ardicompani.com.ua](http://www.ardicompani.com.ua)
31. [www.sew-eurodrive.ua](http://www.sew-eurodrive.ua)
32. [www.hpb-industri.com](http://www.hpb-industri.com) (HPB MOTION CONTROL CO.,LTD, Тайвань )
33. [www.lenze.com](http://www.lenze.com) , [www.lenze.org.ua](http://www.lenze.org.ua)
34. [www.danahermotion.com](http://www.danahermotion.com) (Danaher Motion Brend об’єднує фірми Kollmorgen, Thomson, Portescap, Dover )
35. [www.servo.com.ua](http://www.servo.com.ua) (SPN Schwaben Prazision, Германія)
36. [www.boschrexroth.com.ua](http://www.boschrexroth.com.ua) (Bosch, Rexroth, Indramat )
37. [www.abamet.ru/press/mitsubishi/cilindricheskii-lineinyi-dvigatel.php](http://www.abamet.ru/press/mitsubishi/cilindricheskii-lineinyi-dvigatel.php) (лінійні двигуни).

## Навчальний контент

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

#### Лекційні заняття

Під час лекційних занять розглядаються наступні питання:

- Загальна характеристика електропривода, тенденції розвитку, класифікація та структура, основні складові та елементи автоматизованих електромеханічних систем  
Реалізація типових елементів електропривода
- Рівняння руху електродвигуна (ЕД). Еквівалентна механічна система привода.  
Багатомасові розрахункові схеми.

- Механічні характеристики двигуна та робочого органу. Визначення жорсткості механічних характеристик
- Режими роботи електропривода: руховий та гальмівний, усталений і неусталений Тривалість перехідних процесів
- Динамічні режими роботи електропривода Енергозбереження при проектуванні електропривода
- Електромеханічні властивості асинхронних двигунів: переваги й недоліки, область використання, способи отримання штучних механічних характеристик.
- Синхронні нерегульовані ЕД: принцип дії, техніко-економічні показники.
- Крокові двигуни: принцип дії, порівняльна характеристика, переваги й недоліки, область застосування,
- Двигуни постійного струму (ДПС): принцип дії, класифікація, функціональне призначення, механічна характеристика.
- Послідовність проектування ЕП. Навантажувальні діаграми та тахограми ЕП. Номінальні режими роботи та діаграми навантаження двигунів. Вибір типу електродвигуна.
- Основні технічні характеристики регульованого приводу. Техніко-економічні показники для порівняльного аналізу електродвигунів за регульованими якістьми. Основні системи регульованого електропривода. Функції регульованого приводу.
- Основні параметри регулювання. Засоби й системи регулювання. Цифрове керування електродвигунами з використанням програмованих мікроконтролерів та мікропроцесорне. Широтно-імпульсна модуляція. ПІД- регулювання.
- Регулювання швидкості і змінювання параметрів ЕД постійного струму
- Способи регулювання швидкості ДПС НЗ (з електромагнітним збудженням). Штучні механічні характеристики. Статична помилка. Регулювання моменту й струму. Регулювання положення.
- Способи регулювання швидкості АД. Области застосування частотно-регульованих приводів (ЧРП) змінного струму, переваги й недоліки ЧРП. Скалярне й векторне частотне керування. Частотно-струмове керування.
- 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: критерії вибору, особливості застосування для різного устаткування.
- 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.
- Приводи подачі обладнання машинобудування: основні технічні характеристики приводу та двигуни, які можуть застосовуватись (загальна характеристика).
- 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

- Асинхронні та синхронні серводвигуни: принцип дії, конструктивні особливості, механічні характеристики в динамічному режимі та з врахуванням теплового навантаження. Векторне управління із взаємною орієнтацією магнітних полів.
- 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

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:

- Розрахунок потужності нерегульованих АД у приводах головного руху, подач та допоміжних рухів. Розрахункові навантаження. Критерії вибору ЕД за потужністю. Розрахунок потужності нерегульованого АД в режимах S1, S2, S3-S5, S6-S8 у приводах головного руху, подач та допоміжних рухів.
- Методи розрахунку й оцінки нагрівання ЕД: метод середніх втрат у двигуні, непрямі методи еквівалентного струму, еквівалентного моменту, еквівалентної потужності для оцінки нагрівання та умови їхнього використання. Принципи розрахунку потужності.
- Розрахунок потужності електродвигуна привода подач.
- Розрахунок потужності крокового ЕД
- Методи й засоби розширення діапазону регулювання двигуна. Мотор-шпинделі з асинхронними й синхронними електродвигунами. Рекомендації фірм-виробників щодо вибору електродвигуна
- Вибір за потужністю регульованого двигуна постійного струму (на прикладі ВМД привода подач). Розрахунок припустимої температури нагрівання для двигунів, які працюють у переривчастому режимі з відносно малими зупинками між циклами. Визначення передаточного відношення редуктора для ДПС з електромагнітним збудженням
- Датчики зворотного зв'язку: типи, принцип дії, область застосування. Контроль положення та частоти обертання у сервоприводах Аналогові та цифрові датчики абсолютного і інкрементального типів. Порівняльні характеристики для вибору датчиків, параметри, що їх при цьому враховують.

## 6. Самостійна робота студента/аспіранта

### Розрахунково-графічна робота

Передбачено РГР з 2-х частин: РГР 1 за темою: 2.1 «Послідовність проектування ЕП та вибір типу електродвигуна (ЕД) за потужністю» (Режими навантаження електродвигунів, вибір потужності нерегульованого електродвигуна та дослідження впливу параметрів циклу навантаження); РГР 2 за темою 3.2 «Регульовані електроприводи технологічних машин» (Лінійні двигуни(ЛД): принцип дії і варіанти конструктивної реалізації. Приводи подач з лінійними двигунами. Основні характеристики ЛД. Методика вибору ЛД).



Метою виконання розрахунково-графічних робіт є набуття практичних навичок: вміння працювати зі стандартами, каталогами й довідковою літературою, обирати чи аналізувати вихідні дані, будувати діаграми навантаження двигунів та тахограми ЕП, обирати номінальні режими роботи, правильно оформлювати функціональні схеми приводів та іншу документацію. Розрахунково-графічна робота має бути здана і захищена до початку заліку.

Індивідуальні завдання до розрахункової роботи та докладний виклад порядку виконання РГР надано у методичних вказівках [25, 26], які і знаходяться електронних ресурсах бібліотеки КПІ, у дистанційному ресурсі Microsoft Teams та Електронному кампусі КПІ.

### **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 в обсязі 2 год. МКР відбувається у вигляді двох контрольних робіт по 1 год. кожна. Контрольна робота-1 виконується за розділом 1, тема 1.2 та 1.3. Контрольна робота-2 виконується за розділом 3 теми 3.1, 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 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):* експрес-контроль за обраними темами : перша МКР – за темами 1.2, 1.3; друга – за темами 3,1, 3.2

*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.

### Контрольні роботи ( $r_1$ )

Одна контрольна робота (МКР) складається з трьох завдань.

Ваговий бал однієї контрольної роботи – 9 (одне питання – мінімально 1,5 бали).

Оцінювання контрольної роботи здійснюється відповідно до таблиці 1.

Максимальна кількість балів за дві контрольні роботи відповідно складає:

$$r_1=9 \text{ балів} \times 2 = 18 \text{ балів, мінімальна} - 10.$$

### 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	Вірна відповідь на 70 % питань
5	Вірна відповідь на 60 % питань
0	Вірна відповідь менш ніж на 60 % питань або студент був відсутній

### Розрахунково-графічна робота ( $r_2$ )

Розрахунково-графічна робота має ваговий бал 16. 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 2.

Максимальна кількість балів за дві РГР становить:  $r_2=16 \times 2=32$  бали, мінімальна – 18 балів.

### Рейтингові бали за -розрахунко-графічну роботу

Таблиця 2

Бали	Критерій оцінювання
16	Вірна відповідь більш ніж на 90 % питань
15-14	Вірна відповідь на 90 % питань
13-12	Вірна відповідь на 80 % питань
11-10	Вірна відповідь на 70 % питань
9	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  $\Gamma_3$  штрафні та заохочувальні бали (табл. 3), які додаються або віднімаються від суми вагових балів усіх контрольних заходів. Загальна сума штрафних балів не може перевищувати  $40 \times 0,1 = (-4)$  балів. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати (+5) балів.

Таблиця 3

Дія	Бали
Несвоєчасне представлення розрахунково-графічної роботи	мінус 1 бал (в сумі не більш, ніж мінус 2)
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 рубіжної атестації

Для отримання «зараховано» з першої рубіжної атестації у студента повинна бути зарахована МКР1 і хоча б на 20 % виконано РГР (тобто орієнтовно 10 балів). Для отримання «зараховано» з другої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж 20 балів (зокрема, зараховану МКР 2 та частково виконану РГР

Допуском до екзамену є обов'язкові виконання й захист розрахункової роботи та мінімальна кількість балів – 30( максимальна кількість балів, без врахування штрафних і заохочувальних, – 50).

## Критерії екзаменаційного 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 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 два теоретичних питання і одне практичне. Рейтингові бали нараховуються за кожне завдання окремо. Ваговий бал кожного теоретичного питання – 16 балів, практичного – 18. Максимальна кількість балів, отриманих за екзамен, складає 50 балів, мінімальна – 30.

Критерій залікового оцінювання визначається як сума якості відповідей на кожне завдання білета  $\Gamma_4$  за табл. 4 та якості вирішення практичного завдання  $\Gamma_5$  за табл.5.

Таблиця 4

**Кількість балів за одне завдання білета**

Бали	Критерій оцінювання
16-	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві зауваження та неточності
15-14	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відповідь на переважну більшість питань, творче мислення
14-13	Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки
12-11-	Достатня відповідь (не менше 60% інформації) є зауваження, відповідь тільки на частину питань
10	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

## Кількість балів за практичне завдання білета

Бали	Критерій оцінювання
18	повне, безпомилкове розв'язування завдання, припустимі незначні неточності
17-16	повне розв'язування завдання із несуттєвими неточностями
15-14	задачу розв'язано з незначними помилками
13-12	завдання виконане з певними недоліками, неточно або не повністю, є зауваження, не може пояснити результати
11	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:

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

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

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 \_\_\_\_\_ )

*Поточний контроль:* МКР за обраними темами:

3.1 Регулювання електроприводів;

3.2. Регульовані електроприводи технологічних машин

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

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

### **Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання.**

1. Рейтинг студента з навчальної дисципліни розраховується зі 100 балів, з них 50 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- роботу на практичних заняттях (9 год занять);
- виконання МКР;
- виконання розрахункової роботи.

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Робота на практичних заняттях:

- активна творча робота – 1 бал;
- відсутність на занятті без поважних причин – штрафний (–1) бал.

Максимальна кількість балів 4, мінімальна – 2.

2.2. Виконання МКР з 2-х тем:

- максимальна кількість балів за одну роботу – 7;
- повна відповідь (не менше 80% потрібної інформації) – 7-6 балів
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 5-4 бали;
- відповідь з помилками – 3 бали;
- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 3 бали) – 0 балів;

За відсутність на занятті без поважної причини – штрафний (–1) бал.

Максимальна кількість балів – 14, мінімальна – 6

2.4. Виконання розрахункових робіт з 2-х тем:

- творча робота – 16-15 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 14-10 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 9-6 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

За кожний тиждень запізнення з поданням розрахункової роботи на перевірку нараховується штрафний –1 бал (усього не більше за 5 балів).

Максимальна кількість балів – 32, мінімальна – 12

Всього максимальна кількість балів – 50, мінімальна – 20.

3. Умовою першої атестації є отримання не менше 8 балів та виконання однієї РГР (на час атестації). Умовою другої атестації – отримання не менше 16 балів, виконання МКР та зарахування однієї розрахункової роботи.
4. Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за індивідуальне завдання (РГР); виконання МКР; семестровий рейтинг більше 20 балів. Стартову складову можна підвищити виконанням рефератів та оглядів наукових праць і технічної інформації, які оцінюються індивідуально, а також виконанням завдань із вдосконалення дидактичних матеріалів з кредитного модуля. За ці роботи нараховуються заохочувальні бали (не більше за 10 балів).

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

В разі згоди студента з рейтинговими оцінками вони проставляються у заліковій відомості

Студент, який не згоден з отриманими рейтинговими оцінками, приймає участь в письмовій заліковій роботі. При цьому попередньо набрані рейтингові бали втрачаються.

#### Оцінювання залікової контрольної роботи

Максимальна сума балів складає 100.

Письмова залікова робота містить 3 запитання. Кожне з перших 2-х питань оцінюється з 33 бали, а третє у 34 бали відповідно до системи оцінювання:

- “відмінно”, повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 30...33 (34) бали;
- “добре”, достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 29...25 балів;
- “задовільно”, неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 24...20 балів;
- “незадовільно”, незадовільна відповідь – 0 балів.

#### **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено у дистанційному ресурсі (корпоративна платформа) Microsoft Teams

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** доцент, канд. техн. наук, доцент Верба Ірина Іванівна

**Ухвалено** кафедрою \_Конструювання машин (протокол № \_7\_ від \_26. 11. 2020 р)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_)