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

Кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА

СИСТЕМИ ПРОГРАМНОГО ТА СЛІДКУЮЧОГО КЕРУВАННЯ РУХОМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	*Другий (магістерський)*
Галузь знань	*14 «Електрична інженерія»*
Спеціальність	*141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»*
Освітня програма	*ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА*
Статус дисципліни	*Нормативний освітній компонент циклу професійної підготовки*
Форма навчання	*Очна (денна)*
Рік підготовки, семестр	*1 курс, весняний семестр*
Обсяг дисципліни	*54 години лекцій / 4 кредити ECTS*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*Залік*
Розклад занять	*http://rozklad.kpi.ua*
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: *к.т.н., доц. Теряєв Віталій Іванович, 0957555224*
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Системи програмного та слідкуючого керування рухом» складено відповідно до освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» підготовки доктора філософії спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою кредитного модуля *є набуття знань з теорії і принципів технічної реалізації сучасних слідкуючих та програмних електроприводів, призначених для машинобудування, транспорту, робототехніки, металообробки, автоматизації виробництва, військової та авіаційно-космічної техніки.*

Предмет навчальної дисципліни *включає: принципи перетворення енергії в слідкуючих електромеханічних системах та закони керування рухом виконуючих органів робочих машин. Студенти вивчатимуть типові технологічні застосування слідкуючих електромеханічних систем, принципи розрахунку, вибору обладнання та проектування промислових електроприводів, методи підвищення точності та елементну базу слідкуючих систем, сучасні тенденції і досягненнями в даній галузі.*

Програмні результати навчання:

РН03. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.
РН06. Здійснювати пошук джерел ресурсної підтримки для додаткового навчання, наукової та інноваційної діяльності.
РН07. Планувати та виконувати наукові дослідження та інноваційні проекти в сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
РН09. Дотримуватися принципів та напрямів стратегії розвитку енергетичної безпеки України.
РН11. Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами з сучасних наукових і технічних проблем електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
РН15. Синтезувати алгоритми робастного та адаптивного, векторного керування, слідкуючого та програмного керування рухом.
РН19. Застосовувати енергоефективні методи керування при розробці нових електромеханічних систем автоматизації та електроприводів, електромобілів.

Набуті фахові компетентності

ФК1. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
ФК3. Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
ФК4. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
ФК7. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів.
ФК8. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові актів, норми, правила й стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
ФК11. Здатність проектувати алгоритми робастного та адаптивного керування для електромеханічних систем автоматизації та електроприводів, розробляти оптимальні та інтелектуальні закони керування з використанням методів ідентифікації та спостереження.
ФК17. Здатність до виконання дослідно-конструкторських робіт, що передбачають розробку нових та модернізацію існуючих електромеханічних систем автоматизації та електроприводів.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен мати базові знання в галузі фізики та математики, теорії автоматичного керування, елементів автоматизованого електроприводу, теорії електроприводу, керування електроприводами, промислових електроприводів та електромеханічних систем. Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля дають можливість студентам та майбутнім спеціалістам самостійно створювати сучасні програмні та слідкуючі електромеханічні системи для широкого спектру технологічних застосувань на основі серійного і нестандартного обладнання, здійснювати інтеграцію передових технологій в електромеханічні і електротехнічні системи, впроваджувати в експлуатацію, проводити

модернізацію та обслуговування складних систем автоматизації промислових комплексів, технологічних установок і систем.

3. Зміст навчальної дисципліни

*Дисципліну структурно розділено на **4 розділи**, а саме:*

***Розділ 1.** Принципи побудови систем слідкуючого та програмного керування*

Тема 1.1 Системи слідкуючого та програмного керування. Терміни та визначення, класифікація, узагальнена функціональна схема

Тема 1.2 Зображення похибок, добротність, технічні вимоги та етапи проектування програмних та слідкуючих електроприводів

Тема 1.3 Математичний опис слідкуючого електроприводу при стандартних налаштуваннях

Тема 1.4 Методи підвищення точності слідкуючих та програмних електроприводів

***Розділ 2.** Апаратна частина систем ЧПК*

Тема 2.1 Принцип побудови та структура системи ЧПК

Тема 2.2 Блок введення програм

Тема 2.3 Контроль введення інформації

Тема 2.4 Блок буферної пам'яті

Тема 2.5 Перетворювачі кодів

***Розділ 3.** Програмування систем ЧПК*

Тема 3.1 Системи кодування вихідної інформації

Тема 3.2 Програмування геометричної інформації

Тема 3.3 Програмування технологічної інформації

***Розділ 4**. Особливості використання крокових двигунів в системах з числовим програмним керуванням*

Тема 4.1 Характеристики та застосування крокових двигунів

Тема 4.2 Види крокових двигунів

Тема 4.3 Гібридні крокові двигуни

Тема 4.4 Особливості режимів роботи крокових двигунів

Тема 4.5 Момент утримання і робочий момент крокового двигуна

Тема 4.6 Формування перехідних процесів

Розділ 5. Інформаційно-вимірювальні елементи слідкуючих та програмних електроприводів

Тема 5.1 Датчики положення слідкуючих електроприводів

Тема 5.2 Засоби сполучення цифрових і аналогових систем, інтерфейс

Тема 5.3 Цифро-аналогові та аналогово-цифрові перетворювачі

Тема 5.4 Засоби формування перехідних процесів та підвищення точності динамічних режимів

1. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. *Suk-Hwan Suh, Seong-Kyoon Kang, Dae-Hyuk Chung, Ian Stroud Theory and Design of CNC Systems / Springer-Verlag London Limited, 2008. – 477 p.*
2. *Tan K.K. Precision Motion Control: Design and Implementation. Precision Motion Control / K.K.*

Tan, T.H. Lee, S. Huang. – London: Springer, 2008. – 272 p.
3. *Sabanovic A. Motion Control Systems / A. Sabanovic. – Wiley-IEEE Press, 2011. – 352 p.*
4. *Advances in High-Performance Motion Control of Mechatronic Systems / eds. T. Yamaguchi, M. Hirata, C.K. Pang. – Boca Raton, Florida: CRC Press, 2013. – 337 p.*
5. *Thyer G.E. Computer Numerical Control of Machine Tools, Second Edition / G.E. Thyer. – Oxford ; Boston: Butterworth-Heinemann, 1991. – 256 p.*
6. *Evans K. Programming of CNC Machines / K. Evans. – New York: Industrial Press, Inc., 2007. – 500 p.*
7. *Ловыгин А. А., Теверовский Л. В. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 280 с.*
8. *Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Системы числового программного управления: Учеб. пособие. - М.: Логос, 2005. - 296 с.*

Допоміжна література

9. *Черков Е.А., Кузьмин В.П. Комплектний электропривод станков с ЧПУ. Горький, 1989.*
10. *Головенков Е.А., Сирочкин С.В. Основи автоматики и автоматического регулирования станков с программным управлением. – М. :Машиностроение, 1988. – 288 с.*
11. *Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Системи програмного керування електроприводами і промисловими установками». Розділ 1. Синтез цифрового регулятора положення електроприводу подачі верстата з ЧПК/ Укладачі В.Ф. Кудін, І.О. Коваленко. – К.:КПІ. – 1995.*
12. *Кенио Такаши Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления: Пер. с англ., М.: Энергоатомиздат, 1987 — 199с.*

Підручники та навчальні посібники

13. *Системы управления электроприводов: Учебник для высших учебных заведений. - Под ред. В.М.Терехова. 2-е изд. - М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 304 с.*
14. *Белов М.П., Новиков А.Д., Рассудов Л.Н. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учебник для высших учебных заведений. - 3-е изд. - М.: Академия, 2007. - 576 с.*
15. *Расчет и конструирование элементов электропривода: Учебное пособие / В.С.Янковенко, С.С. Арсенюк, В.С.Царик. - М.: Энергоатомиздат, 1997. – 320 с.*
16. *Гусев Н.В., Букреев В.Г. Системы цифрового управления многокоординатными следящими электроприводами: Учебное пособие / Н.В. Гусев, В.Г. Букреев – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 213 с.*
17. *URL: http://elprivod.nmu.org.ua/files/automaticED/Гусев%20системы%20управления%20следЭП.pdf*
18. *Теория автоматизированного электропривода: Учеб. пособие для вузов / М.Г.Чиликин, В.И.Ключев, А.С.Сандлер. – М.:Энергия, 1979. – 616 с.*
19. *Динамика следящих приводов: Учеб. пособие для втузов / Б.И.Петров, В.А.Полковников и др.; Под ред. Л.В.Рабиновича. – М:. Машиностроение, 1982. – 496 с.*

Навчальний контент

2. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ лекц.	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	*Розділ 1 Вступ. Принципи побудови систем слідкуючого та програмного керування* *Тема 1.1 Системи слідкуючого та програмного керування. Терміни та визначення, класифікація, узагальнена функціональна схема* *Програмні та слідкуючі електроприводи. Класифікація, визначення. Узагальнена функціональна схема ЕМС регулювання положення. Варіанти реалізації контуру положення. Типові види навантажень, задаючих дій та похибок слідкуючих електроприводів.* *Література: 13, с. 234-296; 14, с. 164-180.* *СРС: Області застосування систем слідкуючого та програмного керування. Способи реалізації регулювання за положенням.* *Література: 13, с. 234-296; 14, с. 164-180.*
2	*Тема 1.2 Зображення похибок, добротність, технічні вимоги та етапи проектування програмних та слідкуючих електроприводів* *Зображення похибок за керуючою та збурювальною діями, добротність слідкуючого електроприводу. Технічні вимоги та етапи проектування програмних та слідкуючих електроприводів.* *Література: 13, с. 234-296; 14, с. 164-180; 16, 23-33; 18, с. 7-11.* *СРС: Види випробувань слідкуючих електроприводів, випробувальне обладнання.* *Література: 15, с. 297-316.*
3	*Тема 1.3 Математичний опис слідкуючого електроприводу при стандартних налаштуваннях* *Математичний опис слідкуючого електроприводу при стандартних налаштуваннях на технічний та симетричний оптимум. Розрахунок параметрів ланок контуру регулювання положення. Помилки при стандартних впливах.* *Література: 17, с. 472-497.* *СРС: Способи реалізації зворотного зв'язку за положенням.* *Література: 14, с. 164-172.*
	Тема 1.4 Методи підвищення точності слідкуючих та програмних електроприводів
4	*Підвищення точності систем автоматичного керування на основі збільшення коефіцієнту підсилення та порядку астатизму.*
5	*Інваріантність. Застосування комбінованого керування в слідкуючих електроприводах.*
6	*Використання корегуючих зворотних зв'язків в слідкуючих електроприводах.*
7	*Багатоканальне керування в електроприводах, регульованих по швидкості та положенню.*
8	*Застосування ковзного керування.*

9	*Застосування адаптивного керування.* *Література: 16, с. 155-165; 17, с. 472-497; 18, с. 224-254.* *СРС: Види систем адаптивного керування* *Література: 13, с. 147-159.*
10	*Розділ 2 Апаратна частина систем ЧПК* *Тема 2.1 Принцип побудови та структура контурної системи ЧПК* *Функціональна схема контурної системи ЧПК. Блок зчитування програми.* *Література: 1, с. 6-8, с. 33-66, 8, с. 55-121.* *СРС: Основні складові функціональної схеми контурної СЧПК.* *Література: 1, с. 6-8; 6, с. 1-33.*
11	*Тема 2.2 Блок введення програм* *Функції введення програми, контролю інформації, перетворення кодів.* *Література: 6, с. 35-81; 1, с. 62-66.* *СРС: Принципи перетворення кодів програми.* *Література: 6, с. 35-50.*
12	*Тема 2.3 Контроль введення інформації* *Задачі контролю. Два етапи контролю. Контроль парності. Контроль структури адреси. Апаратний контроль. Програмний контроль.* *Література: 6, с. 69-72; 6, с. 34-37.* *СРС: Алгоритм програмного контролю.* *Література: 6, с. 77-91.*
13	*Тема 2.4 Блок буферної пам'яті* *Функціональна схема ББП. Регістр адреси. Комірки пам'яті.* *Література: 1, с. 19-31.* *СРС: Алгоритм програмної реалізації ББП.* *Література: 1, с. 19-31.*
14	*Тема 2.5 Перетворювачі кодів* *Інтерпретатори. Функції інтерпретаторів* *Література: 1, с. 33-69.* *СРС: Програмна верифікація.* *Література: 1, с. 56-62.*
15	*Розділ 3 Особливості використання крокових двигунів в системах з числовим програмним керуванням* *Тема 3.1 Характеристики та застосування крокових двигунів* *Особливості конструкції та застосування крокових двигунів. Підходи до вибору крокових двигунів. Надійність крокових двигунів.* *Література: 12, с. 45-49, с. 6-16.* *СРС: Крокові двигуни з постійними магнітами.* *Література: 12, с. 77-91.*
16	*Тема 3.2 Види крокових двигунів*

	Двигуни зі змінним магнітним опором. Двигуни з постійними магнітами. Гібридні двигуни. Обмеження максимальної швидкості через вплив зворотної ЕРС. *Література: 12, с. 16-24.* *СРС: Вимірювання статичних характеристик.* *Література: 12, с. 137-138.*
17	*Тема 3.3 Гібридні крокові двигуни* *Число кроків на оберт. Типові значення моменту та швидкості. Конструкція гібридного двигуна. Біполярні та уніполярні двигуни.* *Література: 12, с. 55-61; 12, с. 44-54.* *СРС: Вимірювання динамічних характеристик.* *Література: 12, с. 138-144.*
18	*Тема 3.4 Особливості режимів крокових двигунів* *Повнокроковий та напівкроковий режими. Причини коливань моменту та методи їх усунення. Способи прискорення спаду струму в обмотках. Мікрокроковий режим.* *Література: 12, с. 16, с. 44-51.* *СРС: Однокрокова реакція.* *Література: 12, с. 85-88.*
19	*Тема 3.5 Момент утримання і робочий момент крокового двигуна* *Фактори, що визначають момент крокового двигуна. Вплив мертвих зон на точність позиціонування. Забезпечення синусоїдального струму фаз. Джерела похибок позиціонування.* *Література: 12, с. 69-75.* *СРС: Рівняння руху та прискорення.* *Література: 12, с. 145-148.*
20	*Тема 3.6 Формування перехідних процесів* *Робочий момент двигуна. Особливості розгону та гальмування двигуна. Максимальна швидкість старту. Критерій вибору режиму розгону.* *Література: 12, с. 58-68 .* *СРС: Передаточні функції крокових двигунів.* *Література: 12, с. 81-84.*
21 *22* *23*	*Розділ 4 Інформаційно-вимірювальні елементи слідкуючих та програмних електроприводів* *Тема 4.1 Датчики положення слідкуючих електроприводів* *Датчики положення слідкуючих електроприводів: класифікація, вимоги, класи точності, основні параметри, статичні характеристики та динамічні властивості. Узгодження характеристик датчиків з подальшими пристроями.* *Потенціометричні та індуктивні датчики кутового та лінійного переміщення.* *Електромашинні датчики положення на основі сельсинів та обертових трансформаторів. Лінійний індуктосин. Принцип роботи, амплітудний і фазовий режими.* *Оптичні датчики кутового і лінійного переміщення.* *Імпульсні та цифрові датчики положення. Література: 16, с. 40-52.*

	СРС: Імпульсні та кодові датчики переміщення. *Література: 16, с. 40-52.*
24	*Тема 4.2 Засоби сполучення цифрових і аналогових систем, інтерфейс* *Засоби сполучення цифрових і аналогових систем в слідкуючих та програмних електроприводах, елементи інтерфейсу зв'язку.* *Література: 14, 16.* *СРС: Приклади схем інтерфейсу для цифро-аналогових систем.* *Література: 14, 16.*
25 *26*	*Тема 4.3 Цифро-аналогові та аналогово-цифрові перетворювачі* *Призначення та принципи побудови цифро-аналогових та аналогово-цифрових перетворювачів (число-імпульсних, з часовим перетворенням, компенсаційні)* *Література: 13, с. 256-260.* *СРС: Схемотехніка та технічні характеристики типових ЦАП і АЦП.* *Література: 13, с. 256-260.*
27	*Тема 4.4 Засоби формування перехідних процесів та підвищення точності статичних і динамічних режимів* *Задатчики інтенсивності, датчики збурень, параболічний регулятор положення* *Література: 17, с. 497-525.* *СРС: Технічна реалізація засобів формуваня перехідних процесів.* *Література: 17, с. 512-513, 525.*

Самостійна робота студента

№з/п	*Вид самостійної роботи*	*Кількість годин СРС*
1	*Підготовка до аудиторних занять*	*15*
2	*Підготовка до лабораторних занять*	*18*
3	*Підготовка до МКР*	*5*
4	*Підготовка до заліку*	*10*
	Разом	*48*

Політика та контроль

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- *правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях;*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;*
- *політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів;*

- *політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» https://kpi.ua/files/honorcode.pdf встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Автоматизований електропривод»;*
- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

3. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

***Поточний контроль**: експрес-опитування на лекціях, МКР.*
***Календарний контроль**: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*
***Семестровий контроль:** залік.*
***Умови допуску до семестрового контролю**: семестровий рейтинг більше 30 балів.*
Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Менше 30	Не допущено

***Загальна рейтингова оцінка** студента за роботу в семестрі складається з балів, отриманих за:*
1.Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях. Ваговий бал дорівнює 1. Максимальна кількість балів за всі 27 лекцій становить 27 балів. Нарахування балів за 1 лекцію здійснюється за наступним критерієм:
- активна робота на занятті та повний конспект лекції – 1 бал за кожну лекцію;
- пасивна участь у занятті, неповний конспект лекції – 0,5 бала за кожну лекцію;
- пропущена лекція без поважної причини із обов'язковим представленням конспекту лекції – 0,2 бала;
- пропущена лекція з поважної причини із обов'язковим представленням конспекту лекції – 1 бал;
2. Виконання та захист лабораторних робіт.
Ваговий бал дорівнює 3. Максимальна кількість балів за всі 4 лабораторні роботи становить 12 (6 балів відпрацювання та 6 балів за захист).
Виконання завдання з лабораторної роботи оцінюється в 1,5 балів.
Захист однієї лабораторної роботи оцінюється в 1,5 балів.
Критерії оцінювання лабораторних робіт:

- «відмінно» (3 бали) – протокол підготовлений без помилок, виконаний синтез всіх задач та представлені всі схеми, задача зібрана та відповідає умовам завдання, відповіді на питання чіткі та змістовні..
- «добре» (2 бали) – протокол підготовлений з деякими неточностями, виконаний синтез всіх задач та представлені всі схеми, задача зібрана з деякими незначними помилками, відповіді на питання мають незначні помилки.
- «задовільно» (1 бал) – протокол підготовлений з помилками, виконаний синтез всіх задач та представлені всі схеми з деякими помилками, задача зібрана з деякими незначними помилками, відповіді на питання нечіткі та мають суттєві помилки.
- «незадовільно» (0 балів) – протокол підготовлений з помилками, виконаний синтез не всіх задач та представлені не всі схеми з деякими помилками, задача не зібрана або не працює, відповіді на питання невірні. Лабораторна робота потребує додаткового відпрацювання.
3. Розрахунково-графічна робота:
Ваговий бал дорівнює 8. Нарахування балів за РГР здійснюється за наступним критерієм:
- «відмінно», не менше 90% потрібної інформації – 8 балів;
- «добре», не менше 75% потрібної інформації– 5-7 балів;
- «задовільно», не менше 60% потрібної інформації та незначні помилки – 3-4 бали;
- «незадовільно», менше 60% потрібної інформації або значні помилки – 0-2 бали.
4. Модульна контрольна робота:
Ваговий бал дорівнює 3. Нарахування балів за МКР здійснюється за наступним критерієм:
- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 3 бали;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 2 бали;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 1 бал;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 3 бали) або відсутність під час проведення роботи – 0 балів.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Форма семестрового контролю – екзамен

Максимальна сума балів складає 50. Необхідною умовою допуску до екзамену є повний конспект лекцій, виконані і захищені лабораторні роботи.

Критерії оцінювання екзамену

– «відмінно», повна відповідь, не менше 95% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 45 - 50 балів;
– «дуже добре», достатньо повна відповідь, не менше 85% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 35-44 бали;

– «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 25-34 бали;
– «задовільно», неповна відповідь, не менше 65% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 15-24 бали;
– «достатньо», неповна відповідь, але не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з суттєвими недоліками) – 10 - 14 балів;
– «незадовільно», відповідь не відповідає умовам «задовільно» – 0 балів.

4. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. *Системи слідкуючого та програмного керування. Терміни та визначення, класифікація, узагальнена функціональна схема*
2. *Зображення похибок, добротність, технічні вимоги та етапи проектування програмних та слідкуючих електроприводів*
3. *Математичний опис слідкуючого електроприводу при стандартних налаштуваннях*
4. *Методи підвищення точності слідкуючих та програмних електроприводів*
5. *Принцип побудови та структура системи ЧПК*
6. *Блок введення програм*
7. *Контроль введення інформації*
8. *Блок буферної пам'яті*
9. *Перетворювачі кодів*
10. *Системи кодування вихідної інформації*
11. *Програмування геометричної інформації*
12. *Програмування технологічної інформації*
13. *Характеристики та застосування крокових двигунів*
14. *Види крокових двигунів*
15. *Гібридні крокові двигуни*
16. *Особливості режимів роботи крокових двигунів*
17. *Момент утримання і робочий момент крокового двигуна*
18. *Формування перехідних процесів*
19. *Датчики положення слідкуючих електроприводів*
20. *Засоби сполучення цифрових і аналогових систем, інтерфейс*
21. *Цифро-аналогові та аналогово-цифрові перетворювачі*
22. *Засоби формування перехідних процесів та підвищення точності динамічних режимів*

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у *Наказі № 7-177 від 01.10.2020 Про затвердження положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА Теряєвим В.І.

Ухвалено кафедрою автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА (протокол № 12 від 30.06.2020 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету[1] (протокол № __ від _____)

[1]Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.