



МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність (Electromechanical automation systems, electric drive and electric mobility)
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	III курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	120 годин / 4 кредити ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/МКР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?g=b404f1a4-6345-40d5-b389-5d2121433a6a
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., професор, Толочко Ольга Іванівна, тел. 0994945473 Лабораторні: д.т.н., професор, Толочко Ольга Іванівна, тел. 0994945473;
Розміщення курсу	Google Classroom https://classroom.google.com/c/MzgxNzc4OTcxMDYy

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Моделювання систем автоматичного керування» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни "Моделювання систем автоматичного керування" є підсилення у студентів здатностей дослідження фізичних об'єктів методом математичного моделювання, а саме: програмування у середовищі пакета MatLab; структурного математичного моделювання у середовищі програми Simulink пакета MatLab; віртуального фізичного моделювання у середовищі програми Simulink пакета MatLab з використанням блоків бібліотек віртуального фізичного моделювання SimPowerSystem.

Предмет навчальної дисципліни: основні визначення та поняття про моделювання, знайомство з середовищем Simulink, формування вхідних сигналів, візуалізація вихідних сигналів, моделювання лінійних і нелінійних неперервних систем, створення та маскуванню підсистем, математичне моделювання електричних кіл, механічних систем, двигуна постійного струму та асинхронного двигуна.

Програмні результати навчання:

Компетенції: (K01) здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу; (K03) здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; (K05) здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; (K06) здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; (K12) здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки; (K19) усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; (K22) здатність використовувати математичні методи та методи теорії автоматичного керування при дослідженні лінійних та нелінійних систем, проводити аналіз показників якості, синтезувати П, ПД, ПІ, ПІД та інші регулятори, складати та аналізувати структурні схеми систем автоматичного керування; (K23) здатність застосовувати пакети моделюючих програм для аналізу, синтезу та дослідження електромеханічних систем автоматизації та електроприводів; (K25). Здатність здійснювати розрахунки механічної частини електропривода, механічних перехідних процесів, розраховувати параметри двигунів постійного та змінного струму, виконувати їх моделювання та аналіз.

Знання: (ПР05) знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності; (ПР07) здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

Уміння: (ПР06) застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності; (ПР08) обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками; (ПР20) знати і розуміти принципи керування лінійними, нелінійними та дискретними системами автоматичного керування; математичних методів в електромеханіці; (ПР26) знати і розуміти закони перетворення структурних схем, типові закони керування, методи дослідження стійкості лінійних систем автоматичного керування; типові бібліотеки блоків Simulink, основи програмування у М-файлах.

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

Дисципліна "Моделювання систем автоматичного керування " потребує знань з попередньо вивчених дисциплін "Вища математика", "Обчислювальна техніка та програмування", «Теорія електроприводу», "Теорія автоматичного керування", "Теоретичні основи електротехніки" та «Технічна механіка».

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна структурно розподілена на **2 розділи**, а саме:

- 1. Основи математичного моделювання в середовищі програми структурного моделювання Simulink пакету MATLAB**, до якого ввійшли питання формування вхідних сигналів та реєстрація вихідних сигналів у Simulink, математичного моделювання електричних кіл, елементарних механічних систем поступального та обертального рухів, двигуна постійного струму з незалежним збудженням, створення та маскуванню підсистем.
- 2. Основи математичного моделювання з використанням віртуальних електротехнічних та електромеханічних пристроїв додатку SimPowerSystem програми Simulink пакету MATLAB**, до якого ввійшли питання джерел електричних сигналів та електричні вимірювальні прилади, моделювання лінійних електричних кіл, моделювання асинхронного двигуна (АД) в режимі прямого пуску, Моделювання частотно-регульованого АД.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Толочко О.І. Моделювання та аналіз електромеханічних систем в MATLAB: навчальний посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 298 с.

2. Толочко О.І. Моделювання та аналіз електромеханічних систем в MATLAB: методичні вказівки до лабораторних робіт. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 235 с.
3. Островерхов М.Я., Пижов В.М. Моделювання електромеханічних систем в Simulink: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – К.: ВД «Стилос», 2008. – 528 с.
4. Helmut Bode. MATLAB-SIMULINK. Analyse und Simulation dynamischer Systeme. – Wiesbaden: B.G.Teubner Verlag, 2006. – 301 S.

Додаткові:

5. Кириленко О.В., Сегеда М.С., Буткевич О.Ф., Мазур Т.А. Математичне моделювання в електроенергетиці: Підручник. – Львів: Вид-во нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2013. – 608 с
6. Лазарев Ю.Ф. MatLab 5.x. – К.: Издательская группа BHV, 2000. – 384 с.
7. Wolf Dieter Pietruszka. MATLAB und Simulink in der Ingenieurpraxis. Modellbildung, Berechnung und Simulation. – Wiesbaden: B. G.Teubner Verlag, 2006. – 402 S.
8. Simulink 4. Секрети майстерності / Дж. Б. Дебні, Т.Л. Харман. – М.: БІНОМ. Лабораторія знань, 2003. – 403 с.
9. Черных И.В. SimPowerSystems 3. Моделювання електротехнічних пристроїв у Simulink // Математика в застосуваннях. – №1(5), 2004. – 19 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Вступ Мета та задачі дисципліни; класифікація моделей; історія розвитку; порівняльний аналіз фізичних та математичних, аналогових та цифрових моделей; класифікація моделей за їх математичним описом; аналіз програмного забезпечення для математичного моделювання; основні етапи математичного моделювання. Література: [1], с. 7-28. Завдання на СРС. Проробка лекційного матеріалу. Знайомство з середовищем та демонстраціями Simulink Література: [2], с. 5-34.
2	Розділ 1. Основи математичного моделювання в середовищі програми структурного моделювання Simulink пакету MatLab Тема 1.1. Формування вхідних сигналів та реєстрація вихідних сигналів у Simulink Формування типових та довільних, лінійних, кусково-лінійних та нелінійних, неперіодичних та періодичних, детермінованих та стохастичних вхідних сигналів. Засоби фіксації та візуалізації вихідних сигналів. Література: [1], с. 54-85; [3], с. 85-95. Завдання на СРС. Проробка лекційного матеріалу. Оформлення звіту з лабораторної роботи. Створення твердих копій моделей та графіків перехідних процесів з використанням програми Visio. Література: [2], с. 35-63.
3	Тема 1.2. Моделювання нелінійних статичних елементів у середовищі Simulink. Загальна характеристика нелінійних блоків програми Simulink. Блоки множення та ділення. Блоки з нелінійними статичними характеристиками, заданими аналітично. Типові нелінійності та їх формування блоками Simulink. Моделювання нелінійних

	функціональних перетворювачів, заданих таблично. Моделювання періодичних нелінійностей, заданих таблично або аналітично на періоді. Література: [1], с. 115-142, ; [3], с. 40-56, 124-132. Завдання на СРС. Проробка лекційного матеріалу. Оформлення звіту з лабораторної роботи. Придбання навичок побудови структурних моделей. Література: [2], с. 64-79.
4	Тема 1.2. Форми математичного опису лінійних неперервних систем та відповідні Simulink-моделі. Математичний опис лінійних неперервних систем у просторі часу за допомогою звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР) з початковими умовами. Запис ЗДР в операторній формі. Визначення передавальних функцій у поліноміальній формі та у формі розкладення на нулі-полюси. Деталізація структурних схем. Математичний опис лінійних неперервних систем у просторі станів. Канонічні форми простору станів. Визначення коефіцієнтів та нулів характеристичного поліному з матриці стану. Лінійні перетворення. Література: [1], с. 86-102; [3], с. 27-39, 113-122. Завдання на СРС. Проробка лекційного матеріалу. Оформлення звіту з лабораторної роботи. Придбання навичок побудови структурних моделей. Література: [2], с. 64-79.
5	Тема 1.4. Методика та приклади моделювання електричних кіл та механічних об'єктів поступального і кругового руху. Методика структурного математичного моделювання. Математичне моделювання розгалужених електричних кіл постійного та змінного струму. Моделювання елементарних механічних об'єктів. Моделювання задавальних пристроїв 1-го та 2-го порядків з обмеженням координат. Література: [1], с. 176-183, 190-208. Завдання на СРС. Проробка лекційного матеріалу. Оформлення звіту з лабораторної роботи. Література: [2], с. 116-127, 198-199, 212-215, 216-219, 220-222, 223-226.
6	Тема 1.5. Математичне моделювання двигуна постійного струму (ДПС) з незалежним збудженням з керуванням у колі якоря. Припущення, що приймаються при математичному описі. Схема електричного заміщення якірного кола ДПС з незалежним збудженням. Рівняння електричної рівноваги, рівняння електромагнітного моменту та ЕРС, рівняння руху. Структурні моделі. Формування завдання на зміну напруги якоря. Аналіз перехідних процесів за задавальною дією та за збуренням. Література: [1], с. 184-186. Завдання на СРС. Проробка лекційного матеріалу. Оформлення звіту з лабораторної роботи. Моделювання за допомогою команд системи MatLab. Література; [2], с. 128-134.
7	Тема 1.6. Математичне моделювання двигуна постійного струму (ДПС) з незалежним збудженням з керуванням у колі якоря та у колі збудження. Математичний опис кола збудження. Структурні моделі. Формування завдання на зміну напруги якоря та напруги збудження. Аналіз перехідних процесів при регулюванні швидкості та зміні моменту навантаження у першій та другій зонах. Література: [1], с. 187-189. Завдання на СРС. Проробка лекційного матеріалу. Оформлення звіту з лабораторної роботи. Моделювання за допомогою команд системи MatLab. Література; [2], с. 135-140.

8	Тема 1.7. Створення та маскуванню підсистем в середовищі Simulink. Створення незамаскованих підсистем. Використання блоків підсистем для створення «кнопок» керування модельним експериментом. Іменування вхідних та вихідних портів. Створення іконок підсистем. Література: [1], с.191-215; [2], с.81-88. Завдання на СРС. Проробка лекційного матеріалу. Оформлення звіту з лабораторної роботи. Література: [2], с. 160-175.
9	Тема 1.8. Математичне моделювання двомасових механічних об'єктів поступального та обертового рухів. Кінематичні схеми двомасових об'єктів. Поняття про пружність, в'язке тертя та зазори в кінематичних передачах. Математичний опис. Структурні схеми в Simulink-моделі. Література: [1], с. 220-225, [3], с. 54-63. Завдання на СРС. Проробка лекційного матеріалу. Оформлення звіту з лабораторної роботи. Література: [2], с. 94-98.
10	Тема 1.9. Математичне моделювання коливань вантажу, підвішеного на гнучкому канаті до механізму поступального руху. Опис механічних систем за допомогою рівнянь Лагранжа 2-го роду. Математичний опис системи «візок-вантаж» кранового механізму. Нелінійна та лінеаризована Simulink-моделі. Аналіз перехідних процесів. Література: [1], с. 226-230, [3], с. 54-63. Завдання на СРС. Проробка лекційного матеріалу. Оформлення звіту з лабораторної роботи. Література: [2], с. 99-104.
11	Тема 1.10 Моделювання цифрових систем. Ефекти, що відрізняють цифрові системи від аналогових. Математичний опис лінійних дискретних систем у просторі часу за допомогою різницевих рівнянь (РР) з початковими умовами. Запис РР в операторній формі. Визначення передавальних функцій у поліноміальній формі та у формі розкладення на нулі-полюси. Деталізація структурних схем. Математичний опис лінійних дискретних систем у просторі станів. Цифрові інтегратори. Екстраполятори. Цифрові динамічні ланки Література: [1], с. 209-214; Завдання на СРС. Проробка лекційного матеріалу. Оформлення звіту з лабораторної роботи. Література: [2], с. 80-88.
12	Тема 1.11. Дискретизація неперервних ланок та пристроїв керування. Класифікація методів дискретизації. Методи Z-перетворень. Підстановочні методи. Метод відповідності нулів-полюсів. Порівняльний аналіз методів. Дискретизація неперервних об'єктів у середовищі пакету MATLAB у чисельній та символьній формах. Дискретизація ПІ-регуляторів з обмеженням. Дискретизація задатчика інтенсивності (3I). Дискретизація фільтра на виході 3I. Література: [1], с. 216, 219; [3], с.54-63. Завдання на СРС. Проробка лекційного матеріалу. Оформлення звіту з лабораторної роботи. Література: [2], с. 80-88.
13	Розділ 2. Основи математичного моделювання з використанням віртуальних електротехнічних та електромеханічних пристроїв додатку SimPowerSystem програми Simulink пакету MatLab

	Тема 2.1. Загальна характеристика додатку SimPowerSystem, принципів застосування його бібліотек та методів спряження з блоками Simulink. Література: [1], с. 231-248; [3], с. 36-44. Завдання на СРС. Проробка лекційного матеріалу. Знайомство з демонстраціями програми віртуального фізичного моделювання електротехнічних, електромеханічних та електронних пристроїв SimPowerSystem.
14	Тема 2.2. Джерела електричних сигналів та електричні вимірювальні прилади. Джерела постійного та змінного струму та напруги, формування полігармонічних сигналів, однофазні та трифазні; джерела, керовані блоками Simulink. Амперметри, вольтметри, мультиметри, спеціальні вимірювальні прилади. Література: [2], с. 164-172; [5], с. 47-72. Завдання на СРС. Проробка лекційного матеріалу.
15	Тема 2.3. Віртуальне фізичне моделювання електричних кіл. Елементи лінійних та нелінійних електричних кіл: послідовне та паралельне з'єднання комплексних опорів, перемикачі, діоди стабілітрони, тиристори, транзистори. Розгалужені кола, чотириполюсники. Однофазні та трифазні кола. Література: [1], с. 236-250; [3], с. 97-160. Завдання на СРС. Проробка лекційного матеріалу. Оформлення звіту з лабораторної роботи. Графічний інтерфейс користувача PowerGUI. Література: [1], с. 177-179.
16	Тема 2.4. Віртуальне фізичне моделювання двигуна постійного струму. Класифікація електричних машин. Генератори та двигуни. Основні відомості про двигуни постійного та змінного струмів. Параметри та схеми включення двигуна постійного струму з незалежним збудженням. SPS-модель двигуна постійного струму. Розрахунок параметрів моделі. Література: [1], с. 251-254. Завдання на СРС. Проробка лекційного матеріалу. Оформлення звіту з лабораторної роботи. Інструмент розрахунку характеристики намагнічування. Література: [2], с. 181-187.
17	Тема 2.5. . Віртуальне фізичне моделювання асинхронного двигуна (АД) в режимі прямого пуску. SPS-моделі асинхронних двигунів. Визначення типу двигуна. Визначення, розрахунок та введення параметрів двигуна. Узгодження параметрів джерела з параметрами двигуна. Фіксація фазних та середньо-квадратичних значень фазних сигналів. Побудова динамічних та статичних механічних характеристик у рушійному та в генераторному режимах. Література: [1], с. 255-261. Завдання на СРС. Проробка лекційного матеріалу. Оформлення звіту з лабораторної роботи. Література: [2], с. 188-197.

Лабораторні роботи

Основною метою циклу лабораторних занять є оволодіння навичками математичного моделювання в середовищі програми Simulink з використанням блоків структурного моделювання та віртуальних фізичних блоків поширення SimPowerSystem пакета MATLAB.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Реєстрація вихідних сигналів в середовищі Simulink	2
2	Формування вхідних сигналів в середовищі Simulink	2
3	Моделювання нелінійних елементів систем автоматичного керування	4
4	Моделювання неперервних лінійних динамічних систем	2
5	Математичне моделювання двигуна постійного струму (ДПС) з керуванням у колі якоря	2
6	Математичне моделювання ДПС з керуванням у колі якоря та у колі збудження	4
7	Створення та маскуванню підсистем	2
8	Моделювання дискретних лінійних систем	2
9	Дискретизація неперервних ланок	2
10	Моделювання двомасових електромеханічних систем	2
11	Моделювання математичного маятника та електромеханічної системи візок-вантаж	2
12	Віртуальне фізичне моделювання електричних кіл з використанням блоків бібліотек SimPowerSystem	2
13	Віртуальне фізичне моделювання електричного двигуна постійного струму з незалежним збудженням	2
14	Віртуальне фізичне моделювання асинхронного двигуна (АД) в режимі прямого пуску	2
15	Побудова статичних характеристик АД в рушійному та генераторному режимах	2
16	Віртуальне фізичне моделювання АД в режимах плавного пуску та скалярного частотного керування	2
	Разом	36

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Знайомство з демонстраціями Simulink та SimPowerSystem	6
2	Підготовка до лабораторних робіт	9
3	Оформлення звітів з лабораторних робіт та відповідей на контрольні запитання	27
4	Підготовка до МКР та до заліку	6

Політика та контроль

7. 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. Відпрацювання лабораторних робіт з дисципліни є обов'язковою умовою допуску до заліку;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних 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;
- правила захисту лабораторних робіт: допускається тільки індивідуальний захист лабораторних робіт, так і колективний (у складі бригади). В обох випадках оцінюють індивідуальні відповіді кожного студента.
- правила захисту індивідуальних завдань: захист розрахунково-графічної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки РГР (за умови дотримання календарного плану виконання РГР);
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських олімпіадах, участь у факультетських та інститутських наукових конференціях. Штрафні бали нараховують за несвоєчасне виконання РГР та несвоєчасний захист лабораторних робіт.
- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання РГР та несвоєчасний захист лабораторних робіт передбачають нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено; перескладання захисту лабораторних робіт відбувається, якщо результати захисту не задовільні.
- 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 «Моделювання та аналіз електромеханічних систем в MatLab»;

- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка у середовищі Google Classroom) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг студента з кредитного модуля складається зі 100 балів, які він отримує за:

- 1) відвідування 18 лекційних занять та відповідей на контрольні запитання;
- 2) виконання та захист 15 лабораторних робіт;
- 3) виконання 2-х модульних контрольних робіт;
- 4) здача заліку (опціонально).

Система рейтингових балів

1. Відповіді на контрольні запитання до лекційного матеріалу(рл):

Ваговий бал дорівнює 2. Максимальна кількість балів за всі 18 лекцій становить 36 балів.

Нарахування балів за 1 лекцію здійснюється за наступним критерієм:

- правильні та своєчасні повні відповіді на усі контрольні запитання – 2 бали за кожну лекцію;
- запізнення від 2-х до 4-х тижнів з відповідями на контрольні запитання – до 1.5 балів за кожну лекцію;
- запізнення більше від 4-х тижнів з відповідями на контрольні запитання – до 1 балу за кожну лекцію.

2. Виконання та захист лабораторних робіт (рлаб):

Ваговий бал дорівнює 3. Максимальна кількість балів за всі 15 лабораторних робіт становить 45 балів. Максимальний бал за 1 лабораторну роботу розподіляється наступним чином: виконання – 1 бали; захист – 2 бали;. Нарахування балів за 1 лабораторну роботу здійснюється за наступним критерієм:

- своєчасне і правильне виконання лабораторної роботи і представлення звіту у повному обсязі і з дотриманням правил оформлення згідно з правилами – 3 балів;
- представлення звіту з запізнення від 2-х до 4-х тижнів – до 2 балів;
- представлення звіту з запізнення більшим, ніж 4-и тижні – до 1 балів;
- несамотійна робота (копіювання програм і звітів) – 0 балів.

Своєчасним представленням звіту з виконаної лабораторної роботи вважається подання його не пізніше, ніж за 2 дні до наступного лабораторного заняття.

3. Модульна контрольна робота (рм):

Ваговий бал дорівнює 8. Максимальна кількість балів за 1 модульну контрольну роботу тривалістю 2 години становить 9. Нарахування балів за 1 МКР здійснюється за наступним критерієм:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 8-9 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 6-7 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 4-5 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 3 бали) або відсутність під час проведення роботи – 0 балів.

Атестації

За результатами навчальної роботи за перші 8 тижнів «ідеальний студент» має набрати 46 балів (8 лекцій, 4 лабораторні роботи, 1 МКР). На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 50% від максимальних балів, тобто 23 балів.

За результатами 16 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 74 балів (16 лекцій, 7 лабораторних робіт, 2 МКР). На другій атестації (16-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 37 балів.

Загальний рейтинг та залікова контрольна робота

Максимальна сума балів з кредитного модуля складає 100 ($r_l + r_{\text{лаб}} + r_m$). Необхідною умовою допуску до заліку є повний конспект лекцій, відпрацьовані та зараховані лабораторні роботи. Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів, а також виконані умови допуску до заліку.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити свою оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу. При цьому набрані бали студентом анулюються, окрім балів за ДКР (r_r), а оцінка за залікову контрольну роботу є остаточною. Завдання контрольної роботи складаються з двох запитань відповідно до тематики робочої навчальної програми.

Кожне запитання контрольної роботи (r_1 , r_2) оцінюється у 40 балів відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 35-40 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 27-34 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 20-26 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 3 бали) – 0 балів.

Сума балів за кожне з двох запитань контрольної роботи та ДКР переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

Кількість балів	Оцінка
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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Що таке моделювання? Класифікація моделей за ознаками спільних властивостей.
2. Порівняння фізичних та математичних моделей.
3. Види математичних моделей. Їх порівняльний аналіз.
4. Класифікація математичних моделей за їх математичним описом.

5. Основні етапи математичного моделювання.
6. Характеристика методів розрахунку перехідних процесів та їх параметрів.
7. Реєстрація та візуалізація вихідних сигналів в Simulink.
8. Формування вхідних сигналів в Simulink.
9. Нелінійні блоки Simulink.
10. Математичний опис лінійних динамічних систем та відображення їх у вигляді структурних схем.
11. Математичний зв'язок між характеристиками руху механічної системи (швидкості, прискорення, переміщення).
12. Математичний опис та структурні математичні моделі одномасової та двомасової механічних систем поступального та обертального рухів.
13. Математичний опис та структурна модель математичного маятника.
14. Складання математичного опису електричних кіл.
15. Математичний опис і математичні моделі двигуна постійного струму (ДПС).
16. Характеристика перехідних процесів в ДПС.
17. Створення та маскування підсистем.
18. Моделювання цифрових систем.
19. Дискретизація математичного опису лінійних динамічних об'єктів.
20. Особливості блоків бібліотеки SimPowerSystem та їх сполучення з блоками Simulink.
21. Джерела та вимірювальні блоки програми SimPowerSystem.
22. Віртуальне фізичне моделювання асинхронного двигуна в режимах прямого пуску, плавного пуску, скалярного частотного регулювання швидкості.

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 професором кафедри автоматизації електромеханічних систем і електроприводу,

д.т.н. Толочко О.І.

Ухвалено кафедрою автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА (протокол № 11 від 15.06.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 16.06.2022 р.)