



Цифрові та нелінійні системи керування електротехнічними комплексами

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)/дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 рік навчання, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4,5 кредита 135 годин (36 лекцій, 36 практичних, 63 СРС)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит, МКР, РГР</i>
Розклад занять	<i>http://roz.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Босак Алла Василівна, тел. 050-729-50-67, email: alla_koz@ukr.net¹</i> <i>Практичні / Семінарські: к.т.н., доцент, Босак Алла Василівна, тел. 050-729-50-67, email: alla_koz@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>Доступний на платформі «Сікорський».</i> <i>https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4166</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Системи управління є невід'ємною частиною повсякденного життя сучасного суспільства. Вони контролюють нашу побутову техніку, наші розважальні центри, наші машини та наше офісне середовище; вони контролюють наші промислові процеси та наші транспортні системи; вони контролюють наше дослідження землі, моря, повітря та космосу. Майже всі ці програми використовують цифрові контролери, реалізовані на комп'ютерах, мікропроцесорах або цифровій електроніці.

Мета вивчення дисципліни – формування у студента теоретичних і практичних знань побудови цифрових моделей електромеханічних систем та створення ефективних алгоритмів управління для їх дослідження на практиці.

Предметом навчальної дисципліни є цифрові системи керування електротехнічними комплексами.

Програмні компетентності: (K11) здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР); (K20) усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; (K24) здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з розробкою автоматичних систем керування, оцінювати накопичений досвід; (K25) Здатність застосовувати методи теорії автоматичного керування, системного аналізу та числових методів для розроблення математичних моделей електротехнічних та мехатронних комплексів, аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

Програмні результати навчання:

(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; (ПР17) розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж; (ПР20) застосовувати методи оптимізації при проектуванні електротехнічних та мехатронних систем та комплексів; (ПР21) використовувати, розраховувати та досліджувати цифрові та нелінійні регулятори технологічних процесів, використовуючи сучасне електротехнічне обладнання.

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

Навчальна дисципліна «Цифрові та нелінійні системи керування електротехнічними комплексами» викладається на основі знань та умінь, одержаних студентами під час вивчення таких дисциплін як: «Загальна фізика», «Вища математика», «Теоретичні основи електротехніки» «Теорія автоматичного керування електротехнічних комплексів та мехатронних систем», тощо.

Знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисципліни «Цифрові та нелінійні системи керування електротехнічними комплексами», є необхідними для кожного фахівця даної освітньої програми, які вирішують інженерні завдання у сфері електротехніки та при вивченні таких дисциплін: «Електропривод», «Автоматизований електропривод машин і установок», «Моделювання електротехнічних та мехатронних систем» тощо.

3. Зміст навчальної дисципліни

- **Розділ 1. Вступ до курсу «Цифрові та нелінійні системи керування електротехнічними комплексами»:**

Тема 1.1. Теоретичні основи побудови цифрових систем управління.

Тема 1.2. Дискретизація безперервних систем на основі Z-перетворення та Z-форм.

- **Розділ 2. Цифрове управління динамічними об'єктами:**

Тема 2.1. Цифрове управління розімкненими та замкнутими системами.

Тема 2.2. Реалізація цифрових регуляторів.

- **Розділ 3. Оптимізація динамічних режимів ЦСУ:**

Тема 3.1. Використання ланок із запізненням та типових регуляторів в оптимальних системах керування.

Тема 3.2. Цифрове управління електроприводом.

Тема 3.3. Вплив нелінійностей на системи управління електроприводом зі зворотним зв'язком.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Аналіз, синтез і проектування цифрових систем керування : навчальний посібник / С.М. Єсаулов, О.Ф. Бабічева ; Міністерство освіти і науки України, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова. - Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2018. - 150 сторінок : рисунки, таблиці.

2. Цифрові системи управління електроприводом: навч. посіб. / О.В. Чермалих, О.В. Данілін, І.Я. Майданський, А.В. Босак. -К.:НТУУ «КПІ», 2012. – 72 с.

3. Цифрові системи керування електротехнічними комплексами: комп'ютерний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів», «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» / А.В. Босак. Л.Я. Кулаковський; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,29 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 52 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41530>

4. Щокін В.П. Моделювання електромеханічних систем : навчальний посібник / В.П. Щокін [та ін.]. - Київ : Кондор, 2018. - 203 с.

Допоміжна література:

1. Козбур І.Р. Моделювання систем керування в пакеті MATLAB SIMULINK, методичні вказівки до виконання лабораторної роботи по курсу «Комп'ютерні методи дослідження систем автоматичного управління», для студентів 4 курсу спеціальності 6.050201 «Системна інженерія» / укл. : І.Р. Козбур , Г.В. Козбур , Р.І. Михайлишин. – Тернопіль : ТНТУ, 2019. - 23 с. <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/28056>

2. Цифрові системи керування електротехнічними комплексами: лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів», «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» / А.В. Босак. Л.Я. Кулаковський; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,32 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 39 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41533>

3. Proceedings of the First International Conference on Computational Intelligence and Informatics [electronic resource] : ICCII 2016 / edited by Suresh Chandra Satapathy, V. Kamakshi Prasad, B. Padmaja Rani, Siba K. Udgata, K. Srujan Raju. // Springer eBooks - Singapore : Springer Singapore : Imprint: Springer, 2017. - XIV, 724 p. 274 illus. online resource.

4. Щур І. З. Енергоформуюче керування нелінійними електромеханічними системами з синхронними машинами на постійних магнітах : монографія / І.З. Щур, Ю.О. Білецький ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". - Львів : Видавництво Тараса Сороки, 2018. - 167 с.

5. Гоголюк П. Ф. Теорія автоматичного керування : навч. посіб. / П.Ф. Гоголюк, Т.М. Гречин ; Мін-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т "Львівська політехніка". - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2012. - 279 с.

6. Заяць В. М. Методи, алгоритми та програмні засоби для моделювання і аналізу динаміки складних об'єктів і систем на основі дискретних моделей : монографія / В.М. Заяць. - Львів : Видавництво "Новий Світ-2000", 2020. - 399 с.

Інформаційні ресурси:

1. Дистанційний курс «Цифрові та нелінійні системи керування електротехнічними комплексами» <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4166>.

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Обов'язковим для прочитання є базова література [1]-[4]. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Методика викладання дисципліни поєднує наочні методи навчання з поясненням. Викладання проводиться у формі лекцій та практичних занять. При виконанні розрахункової роботи застосовується проблемно-пошуковий метод.

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (посилання на літературу)
1-2	<p>Лекція 1. Тема 1.1 Теоретичні основи побудови цифрових систем управління. Загальні відомості про цифрові системи управління. Література: [1], [2], [3].</p> <p>Лекція 2. Тема 1.1 Теоретичні основи побудови цифрових систем управління. Відрізняльні властивості цифрових систем. Основні функціональні схеми цифрових систем. Література: [1], [2], [3].</p>
3-4	<p>Лекція 3. Тема 1.1 Теоретичні основи побудови цифрових систем управління. Спрощення структурних схем з АЦП та ЦАП, формування дискретних імпульсів. Екстраполятори нульового порядку. Пристрої виборки та зберігання (ПВЗ) в цифрових системах. Z-перетворення Лапласу. Використання формул Z-перетворень при по-будові цифрових моделей. Література: [1], [2], [3].</p> <p>Лекція 4. Тема 1.2. Дискретизація безперервних систем на основі Z-перетворення та Z-форм. Порівняння використання Z-перетворення та Z-форм в цифрових моделях. Основні Z-форми інтегруючих ланок. Найпростіші формули Z-перетворення. Література: [1], [2], [3].</p>
5-6	<p>Лекція 5. Тема 1.2. Дискретизація безперервних систем на основі Z-перетворення та Z-форм. Реалізація цифрових моделей на основі Z-форм розкладенням зображення вихідної змінної в ступінний ряд. Етапи наближеного опису реакції безперервної системи на ступінчастий вплив за допомогою Z-форм. Література: [2], [3].</p> <p>Лекція 6. Тема 1.2. Дискретизація безперервних систем на основі Z-перетворення та Z-форм. Корируючі пристрої. Література: [2], [3].</p>
7-8	<p>Лекція 7. Тема 2.1. Цифрове управління розімкненими та замкнутими системами. Цифрове управління об'єктами вищими за 2-й порядок. Побудова цифрових моделей розкладенням передавальної функції об'єкта керування на елементарні дробі. Література: [2], [3].</p> <p>Лекція 8. Тема 2.1. Цифрове управління розімкненими та замкнутими системами. Вибір структури та параметрів коригуючих пристроїв за допомогою параметричної оптимізації. Література: [2], [3].</p>
9-10	<p>Лекція 9. Тема 2.1. Цифрове управління розімкненими та замкнутими системами. Параметрична оптимізація системи з об'єктом управління третього порядку. Література: [2], [3].</p> <p>Лекція 10. Тема 2.2. Реалізація цифрових регуляторів. Реалізація цифрових регуляторів з імпульсним фільтром в колі зворотного зв'язку. Побудова еквівалентної структурної схеми з послідовним імпульсним фільтром. Визначення дискретної передавальної функції імпульсного фільтру в колі зворотного зв'язку. Література: [2], [4].</p>
11-12	<p>Лекція 11. Тема 2.2. Реалізація цифрових регуляторів. Синтез цифрових регуляторів. Література: [2], [3], [4].</p> <p>Лекція 12. Тема 2.2. Реалізація цифрових регуляторів. Функціональна схема системи підлеглого регулювання електроприводом постійного струму з одною пружно-в'язкою ланкою. Література: [2], [4], [4].</p>

13-14	<p>Лекція 13. Тема 3.1. Використання ланок із запізненням та типових регуляторів в оптимальних системах керування. Використання ланок із запізненням для оптимізації динамічних режимів електромеханічних систем. Функціональна схема системи керування з ланкою із запізненням та підлеглим регулюванням координат.</p> <p>Література: [2], [3].</p> <p>Лекція 14. Тема 3.1. Використання ланок із запізненням та типових регуляторів в оптимальних системах керування. Особливості цифрового моделювання систем підлеглого регулювання. Побудова функціональної схеми з ПВЗ. Визначення дискретних передавальних функцій об'єкту та регуляторів. Побудова структурної схеми алгоритму функціонування цифрової моделі. Синтез цифрових регуляторів в системі підлеглого регулювання з урахуванням внутрішнього зворотного зв'язку по ЕРС двигуна.</p> <p>Література: [1], [3].</p>
15-16	<p>Лекція 15. Тема 3.1. Використання ланок із запізненням та типових регуляторів в оптимальних системах керування. Побудова структурної схеми системи з ПД-регулятором струму та ПІ-регулятором швидкості. Визначення передавальної функції замкненої системи. Реалізація цифрового ПД-регулятора на основі Z-форм.</p> <p>Література: [1], [2], [3].</p> <p>Лекція 16. Тема 3.2. Цифрове управління електроприводом. Цифрове моделювання модифікованої системи підлеглого регулювання електроприводом. Представлення структурної схеми електродвигуна двома послідовними аперіодичними ланками 1-го порядку за допомогою зворотного зв'язку за струмом. Створення загальної структурної схеми модифікованої системи.</p> <p>Література: [2], [4].</p>
17-18	<p>Лекція 17. Тема 3.2. Цифрове управління електроприводом. Реалізація цифрової моделі модифікованої системи управління електроприводом. Визначення дискретних передавальних ланок. Побудова структурної схеми алгоритму комп'ютерного моделювання. Цифрове моделювання комбінованої за задавальним впливом системи управління ЕСМ. Визначення передавальної функції прямої передачі керуючого впливу та представлення його в цифровій формі за допомогою Z-перетворення. Побудова структурної схеми алгоритму функціонування комбінованої системи керування. Використання цифрового ПД-регулятора в прямому каналі.</p> <p>Література: [2], [4].</p> <p>Лекція 18. Тема 3.3. Вплив нелінійностей на системи управління електроприводом зі зворотним зв'язком.</p> <p>Література: [3], [4].</p>

Практичні заняття

№ з/п	Завдання, які виносяться на практичні заняття
Практичне заняття 1	Визначення дискретної передавальної функції (2 год.)
Практичне заняття 2	Ознайомлення з цифровою системою Toolbox (2 год.)
Практичне заняття 3	Визначення Z - перетворення, оберненої Z- перевірки та кар-ти нулів та полюсів дискретних систем (2 год.)
Практичне заняття 4	Дослідження реагування системи на зміну дискретного часу і вплив вибору дискретного часу на реакцію системи (2 год.)
Практичне заняття 5	Визначення крокової відповіді цифрової системи в залежності від зміни параметрів керування (2 год.)
Практичне заняття 6	Вплив нелінійностей на систему управління зі зворотним зв'язком 2-го порядку (2 год.)
Практичне заняття 7	Параметрична оптимізація для системи управління технічним об'єктом (2 год.)
Практичне заняття 8	Параметрична оптимізація для системи управління об'єктом другого порядку з коригуючим пристроєм (2 год.)

Практичне заняття 9	Параметрична оптимізація системи з об'єктом управління третього порядку (2 год.)
Практичне заняття 10	Модульна контрольна робота
Практичне заняття 11	Моделювання цифрового контролера для системи керування з двигуном постійного струму (4 год.)
Практичне заняття 12	Визначення структури й параметрів цифрового регулятора системи управління швидкістю електропривода постійного струму (4 год.)
Практичне заняття 13	Налаштування цифрової системи управління рухом (4 год.)
Практичне заняття 14	Моделювання гідравлічного приводу з цифровим контролером положення (4 год.)

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента передбачає:

підготовку до аудиторних занять – 21 год;

підготовку до модульної контрольної роботи – 2 год;

виконання РГР – 10 год;

підготовку до іспиту – 30 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

На момент проведення кожного заняття, як лекційного, так і практичного, у студента на пристрої, з якого він працює, має бути встановлено додаток Zoom (у випадку дистанційного навчання), а також відкрито курс «Цифрові та нелінійні системи керування електротехнічними комплексами» на платформі «Сікорський» (код доступу до курсу надається на першому занятті згідно з розкладом). Силабус; лекційний матеріал; завдання до кожного практичного заняття; варіанти модульної контрольної роботи; методичні рекомендації до виконання практичних робіт та розрахунково-графічної роботи; варіанти залікової контрольної роботи розміщено на платформі «Сікорський» та у системі «Електронний Кампус КПІ».

Під час проходження курсу «Цифрові та нелінійні системи керування електротехнічними комплексами» студенти зобов'язані дотримуватись загальних моральних принципів та правил етичної поведінки, зазначених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Дедлайни виконання кожного завдання зазначено у курсі «Цифрові та нелінійні системи керування електротехнічними комплексами» на платформі «Сікорський».

Усі без виключення студенти зобов'язані дотримуватись вимог Положення про систему запобігання академічному плагіату в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

За участь у Всеукраїнській олімпіаді (конкурсі наукових робіт) студенту нараховується 5 (I тур) або 10 (II тур) балів. За написання статті та її публікацію студенту нараховується 10 балів (видання, що входить до Scopus або Web of Science) або 6 балів (фахове видання України). За публікацію тез доповіді на науковій конференції – 3 бали. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів.

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

Поточний контроль: завдання в рамках практичного заняття (13 практичних занять × 3 балів = 39 бали), МКР (проводиться безпосередньо на практичному занятті, у присутності викладача, 10 балів), РГР (11 балів). МКР виконується у вигляді тесту. Тест студент виконує безпосередньо на практичному занятті. По закінченню заняття тест закривається і не підлягає

перепишуванню або виконанню дома. Тест містить десять запитань і декілька відповідей до кожного з них, одна з яких вірна. Кожна правильна відповідь оцінюється в 1 бал.

Завдання в рамках практичного заняття оцінюються в 3 бали за такими критеріями:

– «відмінно» – повністю виконане завдання (не менше 90 % потрібної інформації), комп'ютерний практикум виконано з необхідним моделюванням та відповіддю на запитання – 3 бали;

– «добре» – достатньо повністю виконане завдання (не менше 75 % потрібної інформації), комп'ютерний практикум виконано з необхідним моделюванням та відповіддю на запитання, але мають місце незначні неточності – 2 бали;

– «задовільно» – неповністю виконане завдання (не менше 60 % потрібної інформації), комп'ютерний практикум виконано з необхідним моделюванням та відповіддю на запитання, але мають місце деякі помилки – 1 бал;

– «незадовільно» – комп'ютерний практику не виконано – 0 балів.

РГР оцінюється в 11 балів за такими критеріями:

– «відмінно» – повністю виконане завдання (не менше 90 % потрібної інформації), РГР виконано повністю з наведенням математичного розв'язку та моделюванням – 11 балів;

– «добре» – достатньо повністю виконане завдання (не менше 75 % потрібної інформації), РГР виконано повністю з наведенням математичного розв'язку та моделюванням, але мають місце незначні неточності – 10 – 9 балів;

– «задовільно» – неповністю виконане завдання (не менше 60 % потрібної інформації), РГР виконано повністю з наведенням математичного розв'язку та моделюванням, але мають місце помилки (розв'язок невірний) — 8 – 6 балів;

– «незадовільно» – РГР не виконана – 0 балів.

Вимоги до написання РГР надаються у вигляді методичних рекомендацій і розміщуються на платформі «Сікорський» та у системі «Електронний Кампус КПІ».

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

Семестровий контроль: іспит. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані практичні і РГР.

$$RC(\max) = 3 \cdot 13 + 10 + 11 = 60 \text{ балів}$$

$$RC(\min) = 4 \cdot 5 + 10 = 30 \text{ балів}$$

На іспиті студенти виконують письмову контрольну роботу.

Екзаменаційна робота оцінюється у 40 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з двох теоретичних запитань з переліку, що наданий у додатку до силабусу, та задачі.

Кожне запитання оцінюється в 13 балів за такими критеріями:

– «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 13 – 11 бали;

– «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 12 – 10 балів;

– «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 9 – 7 балів;

– «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Задача оцінюється в 14 балів за такими критеріями:

– «відмінно» – повний розв'язок (не менше 90 % потрібної інформації), розв'язання супроводжується розгорнутим поясненням та підкріплюються необхідними рисунками чи схемами – 13 – 11 бали;

– «добре» – достатньо повний розв'язок (не менше 75 % потрібної інформації), розв'язання супроводжується розгорнутим поясненням та підкріплюються необхідними рисунками чи схемами але містить незначні неточності – 12 – 10 балів;

- «задовільно» – неповний розв’язок (не менше 60 % потрібної інформації), розв’язання супроводжується розгорнутим поясненням та підкріплюються необхідними рисунками чи схемами, але містить деякі помилки – 9 – 7 балів;
- «незадовільно» – розв’язок відсутній – 0 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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 питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено у додатку до силабусу.

Здобувач вищої освіти має можливість пройти онлайн курс(и) за однією або декількома темами, передбаченими робочою програмою навчальної дисципліни. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно або за рекомендацією викладача, наприклад курс Digital Signal Processing на платформі Coursera. 1 год прослуханого курсу оцінюється у 0,83 бали. Максимальна кількість годин, яка може бути зарахована за результатами неформальної освіти, становить 12 год, відповідно максимальна кількість балів за такі результати становить – 10 балів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доц., к. т. н., доц. Босак Аллою Василівною

Ухвалено кафедрою автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів протокол №23 від 14.06.22р.

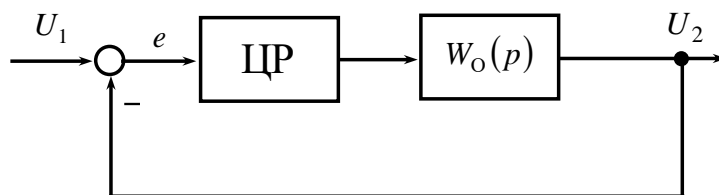
Ухвалено методичною радою ННІЕЕ протокол №12 від 24.06.22 р.

**Додаток до syllabusу освітнього компонента
«Цифрові та нелінійні системи керування електротехнічними комплексами»
Перелік теоретичних питань, що виносяться на семестровий контроль**

1. Визначте поняття «цифровий пристрій».
2. Поясніть особливості аналогових і цифрових систем керування.
3. Чим відрізняється розімкнена цифрова система від замкнутої?
4. Навести z - перетворення і його властивості.
5. Перелічіть компоненти цифрового керувального пристрою.
6. Визначте поняття «цифро-аналоговий перетворювач».
7. Визначте поняття «аналого-цифровий перетворювач».
8. Навести еквівалентні схеми АЦП і ЦАП.
9. Що таке пристрій вибірки і зберігання?
10. Визначити дискретну передавальну функцію і її властивості.
11. Визначити суму згортки і її z -перетворення.
12. Визначте поняття «період квантування».
13. Визначте поняття «робастна стійкість», «робастна якість», «гарантувальне керування».
14. Навести основні методи побудови дискретних моделей об'єктів управління.
15. Дати визначення дискретним моделям інтегруючої ланки.
16. Дати визначення стійкості цифрової системи управління.
17. Навести ефекти квантування за рівнем в цифрових системах управління.
18. Навести періодичні режими в цифрових системах управління.
19. Визначити методику побудови перехідного процесу цифрової системи управління за задаючим та збурюючим впливами.
20. Описати передавальну функцію цифрового ПІД - регулятора.
21. Навести структуру лінійного цифрового регулятора.
22. Навести структуру цифрового компенсаційного регулятора.
23. Навести структуру аперіодичного регулятора для ЦСУ без запізнювання в контурі.
24. Навести структуру аперіодичного регулятора ЦСУ з запізненням в контурі.
25. Визначити залежність якості управління цифрових систем від величин інтервалу квантування за рівнем і часу.

Приклад задачі, що виносяться на семестровий контроль

Визначити структуру й параметри цифрового регулятора (ЦР) для заданого об'єкта управління $W_0(p)$.



$$W_0(p) = \frac{K}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)}; \quad Z - \text{перетворення, } W_0(z);$$

період дискретизації $T = 0,01 \text{ с}$; ЦР \rightarrow ПІД