

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну	
Повна назва навчальної дисципліни	Системи автоматичного управління процесами переробних підприємств
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Класичний фаховий коледж Сумського державного університету
Розробник(и)	Колесник Віталій Олександрович, викладач Класичного фахового коледжу Сумського державного університету, к.т.н Бурик Іван Петрович, викладач Класичного фахового коледжу Сумського державного університету, к.ф.-м.н., доцент
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти; НРК України – 6 рівень; FQ-EHEA – перший цикл; QF-LLL – 6 рівень
Семестр вивчення навчальної дисципліни	16 тижнів протягом 5-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, з яких 64 годин становить контактна робота з викладачем (32 години лекцій, 16 годин практичних занять, 16 годин лабораторних робіт), 86 годин становить самостійна робота
Мова(и) викладання	Українською мовою
2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі	
Статус дисципліни	Обов'язкова навчальна дисципліна циклу професійної підготовки за освітньою програмою
Передумови для вивчення дисципліни	Необхідні знання з дисциплін: «Інформаційні технології», «Комп'ютерна графіка та системи автоматизованої підготовки виробництва у галузевому машинобудуванні», «Конструкційне матеріалознавство», «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання»
Додаткові умови	Одночасно мають бути вивчені: «Теорія різання», «Гідравліка, гідро- та пневмоприводи», «Технологічні основи машинобудування»
Обмеження	Обмеження відсутні
3. Мета навчальної дисципліни	
Формування у студентів системи теоретичних знань і практичних навичок у сфері розроблення і функціонування систем автоматичного керування технічними об'єктами та процесами переробних підприємств, вмінь виконувати аналіз та структурно-параметричний синтез таких систем.	

4. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

СИСТЕМИ ТА ОБ'ЄКТИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Тема 1. Загальні відомості про автоматичне керування процесами переробних підприємств
Основні поняття та визначення. Принципи керування. Цілі автоматичного керування. Класифікація систем автоматичного керування.

Тема 2. Математичні моделі

Лінеаризація математичних моделей. Стандартна форма запису і передаточна функція. Функціональні та структурні схеми. Правила перетворення структурних схем. Змінні стану і рівняння стану. Здатність до управління та спостереження.

Тема 3. Характеристики систем та об'єктів автоматичного керування

Типові динамічні впливи та основні характеристики. Частотні характеристики. Експериментальні методи отримання частотних характеристик. Перехідна характеристика. Експериментальне визначення перехідної характеристики.

Тема 4. Типові динамічні елементи та їх ідентифікація

Визначення типових динамічних елементів. Позиційні елементи. Інтегруючі елементи. Диференціюючі елементи. Запізнюючий елемент.

Тема 5. Оцінка якості систем та об'єктів автоматичного керування

Загальні критерії оцінки якості. Сталість. Оцінка швидкодії і запасу сталості за перехідною характеристикою. Оцінка швидкодії і запасу сталості кореневими методами. Оцінка точності. Коефіцієнти помилки. Комплексні оцінки якості систем та об'єктів автоматичного керування.

Тема 6. Основи синтезу систем

Загальні принципи проектування. Підвищення точності систем. Підвищення сталості систем. Синтез послідовних елементів, що коректують. Частотний метод аналізу якості і синтезу систем.

Змістовий модуль 2.

КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Тема 7. Загальні методи керування процесами різання

Узагальнена модель процесу обробки різанням. Оптимальне керування процесом різання. Аналіз процесу формоутворення на верстатах з ЧПК. Методи автоматичного керування процесом різання.

Тема 8. Динамічні характеристики процесу різання у замкненій ТОС

Моделювання процесу різання. Перехідні процеси при різанні. Поліпшення динамічних характеристик ТОС. Частотні характеристики ТОС при різанні. Технологічна спадковість.

Тема 9. Автоматичне керування шліфуванням

Загальні принципи керування. Керування шліфуванням з дискретною поперечною подачею. Керування процесом круглого візного шліфування. Керування процесами контурного шліфування. Особливості керування за умови малої жорсткості ТОС. Метод керування циклом контурного шліфування на верстаті з ЧПК.

Тема 10. Керування процесами обробки на верстатах з ЧПК

Система автоматизованого програмування як засіб керування процесом обробки на верстатах з ЧПК. Формування геометричних моделей. Визначення елементів режиму різання. Вплив силової взаємодії у замкненій ТОС. Модуль керування САП токарної обробки. Модуль керування САП фрезерної обробки.

Тема 11. Керування високошвидкісними процесами формоутворення

Основні алгоритми управління. Керування токарною обробкою з високими швидкостями формоутворення. Керування шліфуванням з високими швидкостями формоутворення. Проектування оптимального за швидкістю приводу подачі, що задає. Керування вихідною інструментальною поверхнею.

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1.	Обирати раціональний принцип керування технологічними процесами та системами автоматичного керування.
РН2.	Складати математичні моделі, будувати функціональні та структурні схеми технологічних процесів і систем автоматичного керування
РН3.	Виконувати ідентифікацію параметрів технологічних процесів і систем автоматичного керування
РН4.	Будувати характеристики технологічних процесів і систем автоматичного керування, виконувати їх аналіз
РН5.	Виконувати аналіз якості та синтез технологічних процесів і систем автоматичного керування.
6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів	
Програмні результати, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна:	
ПРН 1.	Знати і розуміти засади технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.
ПРН 2.	Знати і розуміти механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.
ПРН 3.	Знати і розуміти системи автоматичного керування об'єктами та процесами галузевого машинобудування, мати навички їх практичного використання.
ПРН 6.	Відшуковувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, зокрема, іноземною мовою, аналізувати і оцінювати її.
ПРН 7.	Готувати виробництво та експлуатувати вироби, застосовуючи автоматичні системи підтримання життєвого циклу.
ПРН 14.	Розробляти деталі та вузли машин із застосуванням систем автоматизованого проектування.
7. Види навчальних занять та навчальної діяльності	
7.1 Види навчальних занять	
Умовні позначення: Л – лекція; ПЗ – практичне заняття; Лб – лабораторне заняття	
Змістовий модуль 1.	
СИСТЕМИ ТА ОБ'ЄКТИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ	
Тема 1. Загальні відомості про автоматичне керування процесами переробних підприємств	
Л 1.	Вступ. Основні поняття та визначення. Принципи керування. Цілі автоматичного керування. Класифікація систем автоматичного керування процесами переробних підприємств.
Тема 2. Математичні моделі	
Л 2.	Лінеаризація математичних моделей. Стандартна форма запису і передаточна функція. Функціональні та структурні схеми. Правила перетворення структурних схем.
Л 3.	Змінні стану і рівняння стану. Здатність до управління та спостереження.
Лб 1-2.	Розробка математичних моделей САУ в MATLAB/SIMULINK Вступ. Структурні схеми систем автоматичного керування та правила їх перетворення.

Тема 3. Характеристики систем та об'єктів автоматичного керування	
Л 4.	Типові динамічні впливи та основні характеристики. Частотні характеристики. Експериментальні методи отримання частотних характеристик.
Л 5.	Перехідна характеристика. Експериментальне визначення перехідної характеристики.
Лб 3.	Розробка математичних моделей САУ в MATLAB/SIMULINK Структурний аналіз систем автоматичного керування засобами Matlab/Simulink.
Тема 4. Типові динамічні елементи та їх ідентифікація	
Л 6.	Визначення типових динамічних елементів. Позиційні елементи. Інтегруючі елементи. Диференціюючі елементи. Запізнюючий елемент.
Лб 4.	Дослідження характеристик типових динамічних ланок Часові характеристики систем автоматичного керування.
Лб 5.	Дослідження характеристик типових динамічних ланок Побудова та аналіз перехідної характеристики засобами Matlab/Simulink. Захист лабораторних робіт.
Тема 5. Оцінка якості систем та об'єктів автоматичного керування	
Л 7.	Загальні критерії оцінки якості. Сталість. Оцінка швидкодії і запасу сталості за перехідною характеристикою. Оцінка сталості систем та об'єктів автоматичного керування за критеріями Гурвиця, Найквіста, ЛАЧХ та ЛФЧХ.
Л 8.	Оцінка швидкодії і запасу сталості кореневими методами. Оцінка точності. Коефіцієнти помилки. Комплексні оцінки якості систем та об'єктів автоматичного керування.
Лб 6.	Визначення частотних характеристик типових динамічних ланок. Частотні характеристики систем автоматичного керування.
Тема 6. Основи синтезу систем	
Л 9.	Загальні принципи проектування. Підвищення точності систем. Підвищення сталості систем.
Л 10.	Синтез послідовних елементів, що коректують. Частотний метод аналізу якості і синтезу систем.
Лб 7-8.	Визначення частотних характеристик типових динамічних ланок Побудова та аналіз частотних характеристик засобами Matlab/Simulink. Захист.
Змістовий модуль 2. КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ	
Тема 7. Загальні методи керування процесами різання	
Л 11.	Узагальнена модель процесу обробки різанням. Оптимальне керування процесом різання. Аналіз процесу формоутворення на верстатах з ЧПК. Методи автоматичного керування процесом різання.
ПЗ 1-2.	Вступ. Побудова функціональної схеми заданої САУ. Визначення вхідних керуючих впливів, вихідних величин (цілі управління) і впливів, що збурюють.
Тема 8. Динамічні характеристики процесу різання у замкненій ТОС	

Л 12.	Моделювання процесу різання. Перехідні процеси при різанні. Поліпшення динамічних характеристик ТОС. Частотні характеристики ТОС при різанні. Технологічна спадковість.
ПЗ 3-4.	Визначення передаточних функцій елементів САУ. Виділення типових динамічних елементів.
Тема 9. Автоматичне керування шліфуванням	
Л 13.	Загальні принципи керування. Управління шліфуванням з дискретною поперечною подачею. Керування процесом круглого врізного шліфування. Керування процесами контурного шліфування. Особливості керування за умови малої жорсткості ТОС. Метод керування циклом контурного шліфування на верстаті з ЧПК.
ПЗ 5-6.	Визначення виду з'єднання елементів і побудова структурної схеми САУ та її спрощення. Визначення сталості САУ. При необхідності корекція параметрів (коефіцієнтів передачі) або корекція структури з метою досягнення сталості. Побудова структурної схеми скоректованої системи (якщо корекція відбулась).
Тема 10. Керування процесами обробки на верстатах з ЧПК	
Л 14.	Система автоматизованого програмування як засіб управління процесом обробки на верстатах з ЧПК. Формування геометричних моделей. Визначення елементів режиму різання. Вплив силової взаємодії у замкненій ТОС.
Л 15.	Модуль керування САП токарної обробки. Модуль керування САП фрезерної обробки.
ПЗ 7-8.	Визначення перехідної характеристики САУ: заданий вхід – вихід. Розрахунок критеріїв якості за перехідною характеристикою. Захист практичних робіт.
Тема 11. Керування високошвидкісними процесами формоутворення	
Л 16.	Основні алгоритми управління. Керування токарною обробкою з високими швидкостями формоутворення. Керування шліфуванням з високими швидкостями формоутворення. Проектування оптимального за швидкодією приводу подачі, що задає. Керування вихідною інструментальною поверхнею.
7.2 Види навчальної діяльності	
НД 1.	Підготовка до лекції.
НД 2.	Виконання практичних завдань за результатами вивчення тем 1-4.
НД 3.	Підготовка до практичних занять.
НД 4.	Виконання завдань на лабораторних заняттях за результатами вивчення тем 1, 4.
НД 5.	Аналіз власної навчальної діяльності (рефлексія) та/або тестування в LMS Moodle.
НД 6.	Виконання в LMS Moodle виду діяльності «Завдання»: огляд статті.
8. Методи викладання, навчання	
Дисципліна передбачає навчання через:	
МН 1.	Акроматичні словесні методи: пояснення, розповідь, лекція, робота з електронним навчальним контентом.
МН 2	Пояснювально-спонукальний метод викладання і частково-пошуковий метод навчання.

МН 3	Бінарні лекції. Лекції-візуалізації.
МН 4.	Практичні заняття.
МН 5.	Problem-Based Learning/ метод проблемного викладу.
МН 6.	Змішане навчання (blended-learning).
МН 7	Crossover-learning (заняття відбуваються в неформальних умовах шляхом відвідування підприємств).
МН 8	Internet-Browse learning

При подачі матеріалу використовуються акроматичні словесні методи: пояснення (через словесне тлумачення понять, явищ, слів, термінів), розповідь (образний, динамічний, емоційний виклад інформації про різні явища і події), лекція (надає здобувачам освіти теоретичну основу з проєктування ефективних технологічних процесів виготовлення деталей, складальних одиниць і модулів, використання прогресивних методів обробки, та техніко-економічного обґрунтування прийнятих технічних рішень, що є основою для самостійного навчання здобувачів вищої освіти), робота з електронним навчальним контентом (через самостійне опрацювання здобувачами освіти тексту, що дає їм змогу глибоко осмислити навчальний матеріал, закріпити його, виявити самостійність у навчанні). Лекції доповнюються практичними та лабораторними заняттями, що надають студентам можливість закріплення теоретичних знань на практичних прикладах. Аналіз виробничих ситуацій передбачає використання студентами здобутих знань для генерування нестандартних, але ефективних та/або нових ідей, визначення зв'язків між потребами в проєкті технічної механіки та можливостями матеріального забезпечення і природних, економічних, технологічних факторів. Розгорнуте коментування викладачем підготовлених візуальних матеріалів, які повністю розкривають тему програми забезпечується лекціями-візуалізаціями. Бінарні лекції передбачають виклад матеріалу у формі діалогу або двох викладачів, або викладача і фахівця-практика. PBL (Problem-Based Learning/метод проблемного викладу), при якому лекція стає схожою на діалог, викладання імітує дослідний процес (висуваються спочатку кілька ключових постулатів по темі лекції, виклад вибудовується за принципом самостійного аналізу і узагальнення студентами навчального матеріалу). CL (Crossover Learning/перехресне навчання), при якому навчання відбувається у неформальних умовах, наприклад, таких як підприємства, установи, організації, що дозволяє пов'язувати навчальний зміст з проблемами, які мають значення для студентів у їхньому житті. IBL (Inquiry Based Learning/навчання за запитом студентів), коли навчання відбувається на основі студентського запиту через дослідження, коли студент ставить запитання, шукає на них відповіді та обговорює результати в аудиторії. Навчання через blended-learning з використанням LMS Moodle (<https://dl.kfk.sumdu.edu.ua/>), в межах якого студент здобуває знання як очно, так і самостійно онлайн.

9. Методи та критерії оцінювання

9.1. Критерії оцінювання

Рейтингова бальна шкала оцінювання	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Визначення	
90-100	5 (відмінно)	відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	вільно володіє навчальним матеріалом, в якому легко орієнтується; повне опанування понятійного апарату; демонструє грамотний, логічний виклад відповіді (як в усній, так і в письмовій формі); не вагається при видозміні

			запитання; висловлює свої думки, робить аргументовані висновки; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань; вільно використовує інформаційні технології для поповнення власних знань; може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання й оцінити результати власної навчальної і практичної діяльності; виконує завдання, не передбачені навчальною програмою; вільно використовує знання для розв'язання поставлених перед ним завдань
82-89	4 (добре)	вище середнього рівня з кількома помилками	достатнє засвоєння навчального матеріалу; володіння понятійним апаратом; орієнтування в вивченому матеріалі; грамотний виклад відповіді, але у змісті і формі відповідей мають місце окремі неточності (похибки) та/або нечіткі формулювання тощо; демонструє самостійне мислення; має стійкі навички виконання завдання
74-81		в загальному правильна робота з певною кількістю помилок	
64-73	3 (задовільно)	непогано, але зі значною кількістю недоліків	рівень знань задовольняє мінімальні критерії оцінювання: володіння навчальним матеріалом поверхово, фрагментарно, на рівні запам'ятовування, відтворення певної частини навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знання основних понять навчального матеріалу; як правило, відповідь базується на рівні репродуктивного мислення; має елементарні, нестійкі навички виконання завдань
60-63		виконання задовольняє мінімальні критерії	
35-59	2 (незадовільно)	можливе повторне складання	має розрізнені, безсистемні знання; не вміє виділяти головне і другорядне; допускається помилок у визначенні понять, перекидає їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, відповідає на запитання, що потребують однослівної відповіді; незнання основних фундаментальних положень; як правило, виставляється здобувачу освіти, який не може продовжити навчання без додаткових знань з курсу
0-39		необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	

9.2 Методи поточного формативного оцінювання

За дисципліною передбачені такі методи поточного формативного оцінювання: опитування та усні коментарі викладача за його результатами, настанови викладача в процесі підготовки до виконання практичних, лабораторних і тестових завдань, оцінювання поточного тестування, обговорення та взаємооцінювання здобувачами вищої освіти виконаних практичних завдань.

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

Методи оцінювання:

М 1.	Опитування.
М 2.	Тестовий контроль в LMS Moodle.
М 3	Практична перевірка.
М 4	Перевірка завдань з лабораторних занять
М 5	Метод самооцінки
М 6	Перевірка в LMS Moodle виду діяльності «Завдання»: огляд статті

В особливих ситуаціях робота може бути виконана дистанційно в LMS Moodle. Дистанційному курсі, що перебуває в режимі апробації (<https://dl.kfk.sumdu.edu.ua/course/view.php?id=935>).

Форма підсумкового контролю: 5 семестр – залік.

10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання

ЗН 1.	Мультимедіа.
ЗН 2.	Програмне забезпечення (для підтримки дистанційного навчання, онлайн-опитування).
ЗН 3.	Програмне забезпечення «Особистий кабінет» (з доступом до бібліотечно-інформаційної системи СумДУ).
ЗН 4.	Програмне забезпечення: Matlab/Simulink (програмне забезпечення для моделювання, імітації та аналізу динамічних систем).

10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	1. Сільвестров А.М. Островерхов М.Я., Шефер О.В., Ладік Н.А., Зіменков Д.К. Системи автоматичного керування технологічними комплексами: навчальний посібник. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2022. 466 с. Режим доступу https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/08739cf7-0e94-4064-a9e7-fc705f9b8618/content
--------------------	---

Допоміжна література	<ol style="list-style-type: none"> 1. Петраков Ю.В. Управління процесами шліфування : навч. посіб. для студ. спец. 131 "Прикладна механіка" спеціалізацій "Технології машинобудування" і "Технології виготовлення літальних апаратів". Київ : НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 216с. 2. Гоголюк П.Ф., Гречин Т.М. Теорія автоматичного керування : навч. посіб. Львів : Львівська політехніка, 2012. 280 с. 3. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: підручник. 2-ге вид., перероб. і доп. Київ : Либідь, 2007. 656 с. 4. Островерхов М.Я., Бур'ян С.О. Обчислювальна техніка та програмування-2: Посібник до кредитного модуля для студентів напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка» спеціальності «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» К.: НТУУ «КПІ», 2010.236с. 3. Євтухов А.В., Савчук В.І., Колесник В.О. 4522 Імітаційне моделювання та оптимізація ТОС точіння засобами MATLAB/Simulink. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни АУПОМР. Суми : СумДУ, 2019. 33 с. 4. Євтухов А.В. 3642 Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи з дисципліни ТАУ. Суми : СумДУ, 2013. 41 с. 5. Євтухов А.В., Акілов О.І. 3406 Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни ТАУ. Суми : СумДУ, 2012. 46 с. 6. Євтухов А.В., Акілов О.І. Методичні вказівки до самостійної роботи «Аналіз систем автоматичного керування засобами Matlab / Simulink» з курсу АВП Суми: СумДУ, 2010. 38 с. 7. Бурик І.П. Особливості використання систем автоматизованого проектування при викладанні інженерно-технічних дисциплін. Шляхи вдосконалення позааудиторної роботи студентів : Матеріали XI науково-методичної конференції, Суми, 19-20 травня 2022 р. Суми : СумДУ, 2022. С. 15-16.
Інформаційні ресурси в Інтернеті	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бурик І.П., Колесник В.О. Системи автоматичного управління процесами переробних підприємств [дистанційний курс для здобувачів освіти зі спеціальності 133. Галузеве машинобудування освітньо-професійної програми «Галузеве машинобудування»]. URL: https://dl.kfk.sumdu.edu.ua/course/view.php?id=935 2. Бурик І.П. Особливості використання систем автоматизованого проектування при викладанні інженерно-технічних дисциплін. Шляхи вдосконалення позааудиторної роботи студентів : Матеріали XI науково-методичної конференції, Суми, 19-20 травня 2022 р. Суми : СумДУ, 2022. С. 15-16. URL: https://ezpf.elit.sumdu.edu.ua/xi-naukovo-metodichna-konferenciya-shlyaxi-vdoskonalennya-pozaauditorno%D1%97-roboti-studentiv/