

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”**



**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ
ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем**

Трипутень М.М.

**Програма та методичні рекомендації
щодо виконання курсової роботи
з дисципліни
“Теорія автоматичного керування”
для студентів третього курсу навчання
спеціальності 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані
технології”**

**Дніпро
НТУ «ДП»
2020**

Програма та методичні рекомендації щодо виконання курсової роботи з дисципліни “Теорія автоматичного керування” для студентів третього курсу навчання спеціальності 151 “Автоматизація та кмп’ютерно-інтегровані технології” / Трипутень М.М. – Д.: НТУ «ДП», 2020. – 19 с.

Наведено програму курсової роботи з дисципліни “Теорія автоматичного керування”, а також методичні рекомендації щодо її організації та проведення. Розкриті компоненти, що сприяють формуванню професійних компетентностей, а також підкріпленню комплексу компетентностних характеристик студентів (знань, умінь, комунікацій, автономності та відповідальності) у процесі виконання курсової роботи.

Програма та методичні рекомендації містять загальні положення та вказівки щодо складання звіту про виконання курсової роботи.

Рекомендації призначені для студентів спеціальності 151 “Автоматизація та кмп’ютерно-інтегровані технології” галузі 15 “Автоматизація та приладобудування”

Затверджено до видання методичною комісією з напряму підготовки 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» протокол №5 від 25.06.2020р.) за поданням кафедри кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем (протокол №12 від 09.06.2020р.).

Відповідний за випуск завідувач кафедри автоматизації та комп’ютерних систем, д-р техн. наук, проф. В.В. Ткачов.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 МЕТА ТА ЗАДАЧІ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	6
2 ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ.....	8
3 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВТУ.....	10
4 ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ.....	13
5 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	15
СПИСОК ВИКОРИСТНИХ ДЖЕРЕЛ.....	17

ВСТУП

Курс «Теорія автоматичного керування» є фундаментальною складовою частиною підготовки бакалаврів за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» в частині формування теоретичних знань та практичних навичок в задачах проектування та аналізу узагальнених властивостей систем автоматичного керування.

В наші часи переважають неперервні технологічні процеси великої потужності зі складними комплексами енергетичних і матеріальних потоків і з жорсткими вимогами до якості продукції, безпеці персоналу, зберіганню обладнання і впливу на довкілля. Керування такими процесами на основі найпростіших механічних, пневматичних або електричних регуляторів, розрахунків яких базується на лінійних одновимірних моделях, є малоефективним.

Автоматичне керування складними процесами спирається насамперед на використання обчислювальної техніки, а теоретичною її основою є сучасна теорія автоматичного керування, в основі якої є оцінка стану об'єкта керування з подальшим вибором і розрахунком керуючих структур з широким застосуванням методів лінійної алгебри. Ці питання розглядаються в курсі «Теорія автоматичного керування» і їх засвоєння є суттєвим кроком не тільки в розумінні принципів функціонування сучасних систем автоматичного керування, але вивчення у майбутньому більш складних оптимальних і адаптивних систем.

Таким чином, курсова робота має на меті дві основні цілі:

- поглиблення знань та практичних навичок студентів, отриманих ними у курсі Ф14 Теорія автоматичного керування;
- надбання вмінь створювати математичний опис б'єкта керування, аналізувати його властивості, створювати пристрої для оцінки стану об'єкту керування, розраховувати керуючі пристрої, виконувати

обчислювальні дослідження систем автоматичног керування на ЕОМ з використанням сучасних програмних засобів.

В процесі викнання курсової роботи за основу взяті середовища пакетів прикладних програм MathCAD для виконання необхідних розрахунків та MATLAB для моделювання систем автоматичного керування. Але використання даних пакетів прикладних програм не є обов'язковим і можливо використання інших програмних засобів, які дозволяють виконати необхідні дослідження.

Тривалість курсової роботи визначається затвердженим навчальним планом за спеціальністю 151 “Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології”. Конкретні терміни проведення курсової роби встановлюються графіком навчального процесу, який затверджується щорічно керівництвом НТУ “Дніпровська політехніка”.

1 МЕТА ТА ЗАДАЧІ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Основною метою курсової роботи є формування компетентностей щодо процесу синтезу сучасних систем автоматичного керування.

Згідно освітньо-професійної програми (ОПП) з підготовки бакалаврів спеціальності 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”, інтегральна компетентність полягає в здатності розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в області автоматизації та комп’ютерно-інтегрованих технологій або в процесі навчання, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, які потребують застосування методів теорії автоматичного керування. Теорія автоматичного керування виявляє загальні закономірності процесів, які відбуваються в автоматичних системах різної фізичної природи, і на основі цього надає певні інструменти (методики) синтезу ефективних систем керування для розв’язання задач підвищення показників якості виробництва.

Безпосередньо курсова робота готує студентів для розробки першої частини кваліфікаційної випускної роботи бакалавра, є базою для інших дисциплін плану навчання, а також закріплює знання та уміння студентів з дисципліни “ Теорія автоматичного керування ”.

Курсова робота повинна закріпити знання студентів щодо використання принципів керування та практичних прийомів аналізу та синтезу сучасних систем автоматичного керування, зокрема вміння будувати ідентифікатор і модальний регулятор в єдиному базисі.

До спеціальних компетентностей ОПП, що пов’язані з цією курсовою роботою, віднесені:

K11 Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.

K13 Здатність виконувати аналіз об’єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії

автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування

K14 Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

K19 Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

Основними цілями курсової роботи з автоматичного керування в рамках спеціальності 151 “ Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології ”, враховуючи ОПП, є наступні.

1. Закріпити практичні навички аналізу властивостей об'єкта керування.
2. Виконати розрахунки елементів системи автоматичного керування для надання їй заданих властивостей.
3. Представити на перевірку синтезовану систему автоматичного керування

2 ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Згідно навчальних планів, затверджених керівництвом НТУ “Дніпровська політехніка”, з 2020 року курсове проектування та роботи виконуються студентом як на базі обладнання комп’ютерних класів випускової кафедри, так і на власному обладнанні за бажанням студента. Зокрема, використовуються комп’ютери на базі процесорів Intel Core i3 шостого покоління або більш новітні та потужніші з тактовою частотою процесорів 2,3 ГГц та вище і з об’ємами оперативної пам’яті 4 Гб або більше.

Для виконання поставлених задач курсової роботи студент використовує програмне забезпечення:

- операційна система (ОС) Windows версій 7 та вище;
- пакет прикладних програм MathCAD версії 15 та вище;
- додаток Simulink пакету приклад програм MATLAB версії 9.0 R2016b і вище.

Під час дії карантинних заходів студенти виконують завдання курсової роботи у віддаленому режимі за місцем самоізоляції. При цьому керівник курсової роботи періодично спілкується зі студентами за допомогою різноманітних програм, наприклад таких, як Microsoft Teams, Microsoft Zoom, Skype або електронна пошта.

До кінця означеного терміну виконання курсової роботи, студент зобов’язаний скласти звіт, який містить всі етапи розрахунків та моделювання системи автоматичного керування згідно обраного варіанту завдання та захистити його перед викладачем. Викладач, згідно критеріїв оцінювання, зараховує студенту відповідні бали.

На початку курсу студенти обов’язково проходять інструктаж з техніки безпеки та охорони праці.

Студенти зобов’язані:

- 1) пройти індивідуальний інструктаж з техніки безпеки на робочому місці

в комп'ютерному класі кафедри;

2) дотримуватися інструкцій з охорони праці для працівників своєї професії;

3) при зміні робочого місця пройти додатковий інструктаж;

4) виконувати всі рекомендації з охорони праці, які надає викладач;

5) під час дії карантинних заходів, студент повинен дотримуватися всіх правил поведінки та безпеки, встановлених або рекомендованих Міністерством охорони здоров'я України, а також внутрішніми розпорядженнями та наказами керівництва НТУ “Дніпровська політехніка”.

Оскільки основна робота студента зосереджена за робочим місцем, що обладнано комп'ютером, який під'єднаний до електричної мережі, то перш за все потрібно виконувати всі норми та правила з техніки безпеки і охорони праці, які прописані в [1].

При багаторазовому порушенні студентом правил техніки безпеки та охорони праці, питання про подальше використання техніки комп'ютерного класу розглядається керівництвом кафедри та факультету з прийняттям відповідного рішення.

3 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

Звіт оформлюється у вигляді окремого документу державною мовою згідно загальних правил оформлення звітної документації, складається від третьої особи, містить певний варіант завдання та включає наступні елементи:

- Титульний лист
- Зміст
- Вступ
- Розділ 1. Аналіз об'єкту керування
- Розділ 2. Розрахунок елементів ідентифікатора
- Розділ 3. Розрахунок елементів модального регулятора
- Аналіз результатів та висновки
- Список використаних джерел

Звіт починається з титульного листа, який представлений на рис. 3.1.

Всі елементи оформлення звіту (висота та розмітка, подання рисунків, формул та таблиць) відповідають вимогам оформлення, які надані в [2].

У вступі студент надає короткий опис двох підходів до проблеми аналізу і синтезу систем автоматичного керування, показує переваги опису складних систем у просторі стану з використанням формального апарату математики, дає опис завдання і розкладає її на окремі задачі, вирішення яких дозволить створити систему автоматичного керування з заданою динамікою.

В першому розділі перевіряється об'єкт керування на стійкість, розраховуються перехідний процес в заданому об'єкті і бажаний перехідний процес в системі керування. На основі розрахунків будуються графіки перехідних процесів і робиться висновок щодо відповідності динаміки заданого об'єкта керування і динаміки автоматичної системи.

В другому розділі студент розраховує ідентифікатор, який забезпечує відновлення невимірюваних координат об'єкта керування. Елементи ідентифікатора розраховуються в зручному для вирішення матричного рівняння базисі. Методом моделювання перевіряється ідентичність перехідних процесів

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НТУ “ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”**



**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ
ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра кіберфізичних та інформаційно-вимірjувальних систем**

**КУРСОВА РОБОТА
з дисципліни
Теорія автоматичного керування**

Варіант №

Виконав:
студент гр.

_____)
(Ініціали, прізвище, підпис)

Перевірив:

_____)
(Ініціали, прізвище, підпис)

Дата захисту: _____

Рейтингова кількість балів: ____

Інституційна оцінка: _____

Дніпро
2020

Рис. 3.1. Зразок титульного листа курсової роботи

в об'єкті керування та ідентифікаторі. Моделювання ідентифікатора можна виконати одним із трьох способів: прямого програмування, паралельного програмування, послідовного програмування. За результатами розрахунків і моделювання студент робить висновки.

В третьому розділі виконується синтез модального регулятора. Розрахунок елементів модального регулятора виконується в зручному для вирішення матричного рівняння базисі. Методом моделювання перевіряється відповідність перехідних процесів в системі автоматичного керування і бажаного перехідного процесу. Моделювання модального регулятора можна виконати одним із трьох способів: прямого програмування, паралельного програмування, послідовного програмування.

В даному розділі студент також приводить опис ідентифікатора і модального регулятора до одного базису і створює структурну схему системи автоматичного керування за відповідним векторно-матричним описом. За результатами розрахунків і моделювання студент робить висновки до розділу.

При виконанні курсової роботи рекомендується користуватися матеріалами лекційного курсу “Теорія автоматичного керування” та додаткових джерел, що наведені в відповідній робочій програмі курсу.

У висновках до курсової роботи студент надає короткий опис основних результатів роботи своєї розробки та її переваги перед існуючими (якщо такі є) аналогами.

Обов'язковим є надання списку використаних джерел, на які студент робив посилання у тексті звіту.

4 ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

Завдання: Синтезувати модальний регулятор для об'єкта керування, структурна схема якого наведена рис.4.1. Параметри об'єкта керування, бажане розташування коренів характеристичних рівнянь ідентифікатора і системи керування наведені в таблиці 4.1.

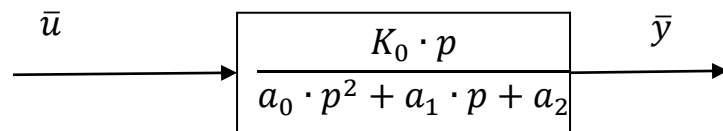


Рисунок 4.1 - Структурна схема об'єкту управління

Таблиця 4.1

Завдання залежно від виданого варіанту

№ варіанта	Вихідні параметри об'єкту				Бажане розташування коренів характеристичного рівняння			
	K_0	a_0	a_1	a_2	Ідентифікатора		Системи керування	
					λ_1	λ_2	p_1	p_2
1	1,2	1	-7	6	-1	-3	-1	-2
2	1,5	1,5	1,5	-3	-2	-3	-1	-3
3	2,2	2	4	-6	-1	-4	-2	-3
4	2,5	1,5	1,5	-9	-2	-4	-1	-4
5	3,5	1	-3	-10	-5	-3	-3	-4
6	1,7	0,5	-0,5	-6	-4	-6	-5	-2
7	2,7	2	-2	-12	-1	-8	-5	-3
8	3,7	3	-3	-6	-7	-5	-5	-4
9	3,0	0,5	-1,5	-2	-5	-6	-1	-6
10	2,0	1	-5	6	-6	-9	-6	-3

11	4,0	1	-7	-8	-5	-6	-2	-9
12	4,5	2	-10	-28	-6	-9	-3	-8
13	5,0	1,5	-4,5	-27	-5	-6	-5	-10
14	5,5	2	-2	-40	-6	-9	-6	-9
15	6,0	3	3	-60	-5	-6	-7	-8
16	6,5	2	6	-36	-6	-9	-10	-15
17	7,0	1	5	-14	-5	-6	-2	-10
18	7,5	3	21	-24	-6	-9	-3	-11
19	8,0	0,5	-4,5	-9	-5	-6	-4	-12
20	9,0	0,2	-1,8	2,8	-6	-9	-5	-15

5 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Оцінювання результатів курсової роботи студентів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання студента.

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «Дніпровська політехніка» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами (табл. 5.1). Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок мобільних студентів.

Таблиця 5.1

Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів
НТУ «Дніпровська політехніка»

<i>Рейтингова</i>	<i>Інституційна</i>
90...100	відмінно/Excellent
74...89	добре/Good
60...73	задовільно/Satisfactory
0...59	незадовільно/Fail

Курсова робота зараховується, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «Дніпровська політехніка».

Студент на контрольних заходах має надати звіт про виконання курсової роботи, орієнтований виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання.

Основні критерії оцінювання результату захисту звіту курсової роботи представлені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Критерії оцінювання результатів виконання курсової роботи

<i>№ з/п</i>	<i>Результат виконання</i>	<i>Рейтингова Кількість балів</i>	<i>Інституційна оцінка</i>
1.	- звіт містить текст з детальними розрахунками, структурними схемами і результатами моделювання в розділах 1, 2 і 3, а також висновки; - динаміка розрахованої системи відповідає заданій.	90...100	відмінно/ Excellent
2.	- звіт містить незначні відхилення від правил оформлення; - студент при захисті дав невпевнені відповіді на запитання викладача або помилявся; - динаміка розрахованої системи відповідає заданій.	74...89	добре/ Good
3	- звіт містить значні відхилення від правил оформлення; - студент при захисті погано володіє описом синтезованої системи автоматичного керування або її компонентів; - синтезована система автоматичного керування працює, але її динамічні властивості не відповідають заданим; - звіт подано до захисту несвоєчасно.	60...73	задовільно/ Satisfactory
4.	- синтезована система автоматичного керування не працює; - звіт про виконання відсутній; - студент не з'явився на захист курсової роботи.	0...59	Незадовільно /Fail

Кінцева кількість балів з визначених в таблиці 5.2 діапазонів встановлюється з врахуванням якості захисту виконаного звіту та вірних відповідей на поставлені викладачем запитання, відповідності сформованим компетентностям навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. Затв. Наказом Міністерства соціальної політики України 14.02.2018. Офіційний вісник України від 18.05.2018 – 2018 р., No 38, стор. 121, стаття 1352, код акта 90123/2018 (URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18>).

2. Положення про порядок видання в світ інформаційно-методичного забезпечення освітнього процесу в Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка» /Укладачі: М.В. Трегуб, О.Н. Гальченко, **В.О. Салов**, Т.О. Письменкова, Н.В. Парфенова/ Мін-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т. – Д.: НТУ «ДП», 2020. 34 с.

3. Теорія автоматичного керування. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Упоряд.: М.М. Трипутень, В.Є Воскобойник -Дніпро НТУ «ДП» 2020. – 119 с.

4. Попович М.Г., Ковальчук О.М. Теорія автоматичного керування: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Либідь, 2007. – 656 с. http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/Popovich_2007_656.pdf.

5. Сучасна теорія керування: навч. посіб. / І.В. Новицький, С.А. Ус, м-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017. – 263 с. <https://core.ac.uk/download/pdf/147458043.pdf>.

6. Теорія автоматичного управління. Методи сучасної теорії керування: Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: О. А. Жученко, М. В. Коржик, В. І. Бородін. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 32 с. <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/35999/1/ТАС%203%20Lab.pdf>

7. Лазарев Ю. Ф. MATLAB і моделювання динамічних систем. Навчальний посібник. Глава 4. Засоби взаємодії Matlab з Simulink. – Київ:

НТУУ "КПІ", 2009. – 63 с.

https://kafpson.kpi.ua/Arhiv/Lazarev/uml_4n.pdf

8. Сясєв А. В. С 99 Вступ до системи MathCAD: Навч. посіб. – Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2004. – 108 с.

http://mmf.dnu.dp.ua/wp-content/uploads/2020/01/mathcad_sayt.pdf

Навчальне видання

Трипутень М.М.

ПРОГРАМА ТА МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
щодо виконання курсової роботи
з дисципліни
“Теорія автоматичного керування”
для студентів другого курсу навчання
спеціальності 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”

Електронний ресурс

Видано

В Національному технічному університеті

«Дніпровська політехніка».

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК №1842 від 11.06.2004.

49005, м. Дніпро, просп. Дмитра Яворницького, 19.