

**Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»**

Кафедра електропривода

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

завідувач кафедри

 Худолій С.С.

«31» серпня 2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Теорія автоматичного керування»**

Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітній рівень.....	Перший (бакалаврський) Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (скорочений термін навчання)
Освітня програма	електротехніка та електромеханіка (скорочений термін навчання)
Статус	вибіркова
Загальний обсяг	4 кредити ECTS (120 годин)
Форма підсумкового контролю	іспит
Термін викладання	5 -й семестр
Мова викладання	українська

Викладачі: О.О. Азюковський, к.т.н..

Пролонговано: на 20 /20 н.р. _____ (_____) «__» ____ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро
НТУ «ДП»
2021

Робоча програма навчальної дисципліни «Теорія автоматичного керування» для бакалаврів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. електропривода. – Д. : НТУ «ДП», 2021. – 13 с.

Розробник – Азюковський О.О.

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки студентів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Погоджено рішенням науково-методичної комісії спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (протокол НМК 21/22-01 від 30.08.2021).

ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ	4
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	5
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ.....	7
6.1 Шкали	7
6.2 Засоби та процедури.....	7
6.3 Критерії.....	9
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	12

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – формування компетентностей щодо автоматичного керування процесами в електромеханічних системах.

Реалізація мети вимагає трансформації програмних результатів навчання в дисциплінарні та адекватний відбір змісту навчальної дисципліни за цим критерієм.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
шифр ДРН	зміст
ДРН.1	Здатність використовувати апарат передатних функцій для аналізу систем автоматичного керування
ДРН.2	Здатність аналізувати якісні показники систем автоматичного керування
ДРН.3	Здатність здійснювати синтез систем автоматичного керування

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
Б3 Обчислювальна техніка та програмування;	ПР18.1-Б3 Вміти самостійно вчитися і вдосконалювати навички роботи з прикладним програмним забезпеченням
Б1 Вища математика	ПР07.2-Б1 Вміти використовувати математичний апарат для об'єктивного аналізу процесів в електромеханічному обладнанні; ПР08.1-Б1 Знати принципи вирішення технічних завдань на основі математичного аналізу, побудови та розв'язку диференціальних рівнянь.
Б3 Загальна фізика	ПР08.2-Б2 Формулювати фізичні ідеї, розв'язувати задачі, робити оцінки величин, оперувати фізичними моделями й усвідомлювати границі їх застосувань ПР08.4-Б2 Застосовувати знання основних фундаментальних законів класичної та сучасної фізики для вирішення електротехнічних задач.

4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години					
		денна		вечірня		заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	80	46	34	-	-	4	76
практичні	40	19	21	-	-	6	34
лабораторні	-	-	-	-	-	-	-
семінари	-	-	-	-	-	-	-
РАЗОМ	120	65	55	-	-	10	110

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	80
ДРН.1	1 Мета та і задачі вивчення курсу. Історичні відомості. Загальні відомості про системи автоматичного керування (САК). Елементи системи автоматичного керування. Види систем автоматичного керування. Види математичного опису систем автоматичного керування. Складання структурних схем по диференціальних рівняннях системи. Правила структурного перетворення САК. Математичний опис лінійних і нелінійних, стаціонарних і нестаціонарних САУ.	20
	Лінеаризація рівнянь і статичних характеристик нелінійних ланок.	
	Передатні функції.	
	Типові ланки САК. Частотні характеристики типових ланок САК та їх отримання.	
	Логарифмічні частотні характеристики	
	Мінімально- і немінимальнофазові ланки.	
ДРН.2	2 Зв'язок між логарифмічними амплітудно- та фазочастотними характеристиками й показниками якості перехідного процесу.	30
	Статика систем автоматичного керування	
	Статична похибка систем автоматичного керування. Запис рівнянь статичної похибки	
	Динаміка САК.	
	Визначення рівнянь динаміки САК.	
	Динамічна похибка.	
ДРН.3	Синтез САК.	30
	Стійкість неперервних лінійних САК.	
	Зв'язок між показниками стійкості та коренями характеристичного рівняння	
	Алгебраїчні критерії стійкості. Частотні критерії стійкості	
	Синтез лінійних САК. Типові режими роботи САК. Поняття астатизму системи автоматичного керування. Типові закони керування.	

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	Синтез лінійних САК. Типові режими роботи САК. Поняття астатизму системи автоматичного керування. Типові закони керування. Вплив коефіцієнта посилення контуру і співвідношення сталих часу окремих ланок на стійкість замкнутої системи. Послідовна корекція. Введення похідної від помилки і інтеграла від помилки. Паралельні корегуючі пристрої. Корегуючі пристрої по зовнішній дії. Інваріантність САК. Вимоги якості і зв'язок показників з частотними характеристиками. Кореневі оцінки якості. Діаграма Вишнеградського. Частотні і інтегральні оцінки якості. Частотний метод синтезу корегуючих ланцюгів. Послідовні коректуючі пристрої. Перехід від послідовної до паралельної корекції. Безпосереднє визначення по бажаній ЛАХ паралельного коректуючого пристрою. Метод В.В.Солодовникова і метод кореневих годографів. Дискретні САК. Історична довідка про розвиток дискретних систем автоматичного управління і їх теорії. Загальні відомості про дискретні САУ, їх класифікація. Класифікація систем за видом квантування, по вигляду і роду модуляції. Приклади систем. Характеристики релейних, імпульсних і цифрових САУ. Гратчасті функції і дискретне перетворення Лапласа. Визначення гратчастої функції і зміщеної гратчастої функції. Кінцеві розмірності гратчастих функцій. Підсумовування гратчастих функцій. Лінійні різницеві рівняння. Системи різницевого рівняння з постійними коефіцієнтами. Математичний опис величини на виході ідеального імпульсного елементу. Визначення дискретного перетворення Лапласа. Дискретне перетворення Фур'є. Дискретний ряд Фур'є. Структурні схеми і передатні функції дискретних САК. Передавальні функції дискретних систем у формі Z-перетворення (простого і модифікованого). Реальний імпульсний елемент і його структурна схема. Векторно-матричні моделі дискретних САК. Векторно-матричні моделі лінеаризованих дискретних САК. Складання рівнянь полягання по структурній схемі. Передавальні матриці системи. Частотні характеристики дискретних систем. Комплексні спектри гратчастих функцій.	
	ПРАКТИНІ ЗАНЯТТЯ	40
ДРН.1, ДРН.2	1. ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ІНТЕГРАЛЬНОЇ ТА ДІФЕРЕНЦІЙНОЇ ДИНАМІЧНИХ ЛАНОК ТА ЛАНКИ ІЗ ЗАПІЗНЕННЯМ.	5
ДРН.1, ДРН.2	2. ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДИНАМІЧНИХ ЛАНОК ПЕРШОГО ТА ДРУГОГО ПОРЯДКУ	5
ДРН.1, ДРН.2	3. ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РОЗІМКНЕНОЇ СИСТЕМИ	5

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
ДРН.1, ДРН.2	4. ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИЧНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ	5
ДРН.3	5. ОПТИМІЗАЦІЯ КОНТУРУ СТРУМУ ЗА СТАНДАРТНИМИ РОЗПОДІЛЕННЯМИ ПОЛЮСІВ: ЗА БАТТЕРВОРТОМ, БЕССЕЛЕМ, БІНОМІАЛЬНИМ РОЗПОДІЛЕННЯМ	5
ДРН.3	6. ОПТИМІЗАЦІЯ КОНТУРУ СТРУМУ ЗА ТЕХНІЧНИМ ОПТИМУМОМ	5
ДРН.3	7. ОЦІНКА ЯКОСТІ УПРАВЛІННЯ ІМПУЛЬСНОЇ САУ	5
ДРН.1, ДРН.2	8. ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ	5
РАЗОМ		120

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень 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 за дисципліною.

6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок здобувачів вищої освіти різних закладів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП»

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

Кредити навчальної дисципліни 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 «ДП».

6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь, комунікації, автономії та відповідальності студента за вимогами

НРК до 6-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Студент на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються студентам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів;
практичні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час практичних занять		виконання ККР під час екзамену за бажанням студента
	або індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи		

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного або індивідуального завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим опису кваліфікаційного рівня НРК, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі студента шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен студент під час екзамену має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожної складової опису кваліфікаційного рівня НРК.

6.3 Критерії

Реальні результати навчання студента ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії студента для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для магістерського рівня вищої освіти (подано нижче).

Загальні критерії досягнення результатів навчання для 6-го кваліфікаційного рівня за НРК

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
Знання		
Концептуальні наукові та практичні знання, критичне осмислення теорій, принципів, методів і понять у сфері професійної діяльності та/або навчання	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: - спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; - критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	95-100
	Відповідь містить негрубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	75-79
	Відповідь фрагментарна	70-74
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
Уміння/навички		
Поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем у сфері професійної діяльності або навчання	Відповідь характеризує уміння: - виявляти проблеми; - формулювати гіпотези; - розв'язувати проблеми; - оновлювати знання; - інтегрувати знання; - провадити інноваційну діяльність; - провадити наукову діяльність	95-100
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності з негрубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	75-79
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-74
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь незадовільний	<60
Комунікація		
♦ донесення до фахівців і нефахівців інформації, ідей, проблем, рішень, власного досвіду та аргументації ♦ збір, інтерпретація та застосування даних ♦ спілкування з професійних питань,	Зрозумілість відповіді (доповіді). Мова: - правильна; - чиста; - ясна; - точна; - логічна; - виразна; - лаконічна. Комунікаційна стратегія: - послідовний і несуперечливий розвиток думки;	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
у тому числі іноземною мовою, усно та письмово	- наявність логічних власних суджень; - доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; - правильна структура відповіді (доповіді); - правильність відповідей на запитання; - доречна техніка відповідей на запитання; - здатність робити висновки та формулювати пропозиції; - використання іноземних мов у професійній діяльності	
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	75-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-74
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
Автономність та відповідальність		
♦ управління складною технічною або професійною діяльністю чи проектами ♦ спроможність нести відповідальність за вироблення та ухвалення рішень у непередбачуваних робочих та/або навчальних	Відмінне володіння компетенціями: - використання принципів та методів організації діяльності команди; - ефективний розподіл повноважень в структурі команди; - підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини); - стресовитривалість; - саморегуляція; - трудова активність в екстремальних ситуаціях; - високий рівень особистого ставлення до справи; - володіння всіма видами навчальної діяльності; - належний рівень фундаментальних знань;	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
контекстах	- належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок	
формування суджень, що враховують соціальні, наукові та етичні аспекти ♦ організація та керівництво професійним розвитком осіб та груп ♦ здатність продовжувати навчання із значним ступенем автономії	Упевнене володіння компетенціями автономності та відповідальності з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано чотири вимоги)	75-79
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано п'ять вимог)	70-74
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень автономності та відповідальності незадовільний	<60

Технічні засоби навчання.

Дистанційна платформа MOODLE, MS TEAMS.

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

8.1 Основні

1 Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Либідь, 2007. – 656 с.

8.2 Додаткові

2 Євстіфєєв В.О. Теорія автоматичного керування: Навчальний посібник. Частина 1: Лінійні безперервні та нелінійні системи; Кременчуцький державний університет імені Михайла Остроградського, 2005. - 244 с.

3 Євстіфєєв В.О. Теорія автоматичного керування. Навчальний посібник Частина 2: Спеціальні системи автоматичного керування; Кременчуцький державний університет імені Михайла Остроградського, 2005. - 185 с.

9 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Література на сайті кафедри електропривода:

<https://elprivod.nmu.org.ua/ua/books/tac.php>

Навчальне видання

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Теорія автоматичного керування» для бакалаврів
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Розробник: Олександр Олександрович Азюковський

В редакції автора

Підготовлено до виходу в світ
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19