



Теорія автоматичного керування електротехнічних комплексів та мехатронних систем

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>G - Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G3 Електрична інженерія</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>6 кредитів / 180 годин (30 лекцій, 30 практичних, 14 лабораторних, 106 СРС)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит</i>
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор та практичні заняття: <i>к.т.н., ст. викл. Кулаковський Леонід Ярославович</i> ; e-mail: kulakovskiyl@ukr.net ; тел. +38-097-453-65-46 (08:00 – 16:00)
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/Nzc1MTAzNTkxODMx?cjc=b4uha6mk

Програма навчальної дисципліни

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

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів здатностей:

- проводити аналіз та синтез лінійних і нелінійних систем автоматичного керування електротехнічних комплексів та мехатронних систем, використовуючи основні положення теорії керування;
- використовувати спеціальних методів побудови та дослідження цифрових, оптимальних та адаптивних систем.

Предметом навчальної дисципліни є лінійні системи керування електротехнічних комплексів та мехатронних систем.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння дисципліни мають продемонструвати такі програмні результати навчання: (ФК01) здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків; (ФК14) здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з розробкою автоматичних систем управління із врахуванням експертного досвіду; (ФК15) 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.

(ПРН06) застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності; (ПРН08) обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та

електроенергетичних систем із заданими показниками; (ПРН21) застосовувати сучасні методи оптимізації при синтезі електротехнічних та мехатронних систем та комплексів.

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

Дисципліна будується на широкій основі з ряду інших дисциплін: «Загальна фізика», «Вища математика», «Теоретичні основи електротехніки» «Теоретичні основи механіки», «обчислювальна техніка», та деяких інших, які відображають специфіку об'єктів регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем та керування.

Знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля «Теорія автоматичного керування електротехнічних комплексів та мехатронних систем» є необхідними для кожного фахівця даної спеціальності, 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. Основи теорії автоматичних систем управління безперервної дії

Тема 1.1. Загальні принципи побудови автоматичних систем управління

Тема 1.2. Методи математичного опису елементів і систем управління

Тема 1.3. Динамічні характеристики типових ланок та систем.

Тема 1.4. Аналіз стійкості лінійних систем

Розділ 2. Методи оцінки стійкості та якості лінійних систем.

Тема 2.1. Методи оцінки якості процесу регулювання електротехнічних комплексів

Тема 2.2 Способи поліпшення якості управління (задачі синтезу)

Тема 2.3 Імпульсні та цифрові лінійні САК

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Леонтьєв П. В., Соколов С. В., Худолей Г. М., Журба В. О., Павлов А. В. Теорія автоматичного керування : навч. посіб. / За ред. П. В. Леонтьєва. Суми : СумДУ, 2024. – 296 с.

2. Бунь В. П., Баган Т. Г. Теорія автоматичного керування : підручник. Ч. 1. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 160 с.

3. Корнієнко В.І. Теорія систем керування: підручник / О.Ю. Гусєв, О.В. Герасіна, В.П. Щокін; Міністерство освіти і науки України, Державний вищий навчальний заклад "Національний гірничий університет". Дніпро : НГУ, 2017. – 495 с.

4. Методи сучасної теорії управління: підручник / А. П. Ладанюк, Н. М. Луцька, В. Д. Кишенько, Л. О. Власенко. Київ: Вид-во Ліра-К, 2018 –368 с.

Допоміжна

1. Гоголюк П.Ф. Теорія автоматичного керування: Підручник / П.Ф. Гоголюк, Т.М. Гречин–Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2012. – 279 с.

2. Ладанюк А. П., Архангельська К. С., Власенко Л. О. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навч. посіб. Київ: НУХТ, 2014. – 274 с. Теорія автоматичного керування. Навчальний посібник Авт. Сорока К.О. – Харків, ХНАМГ, 2006. – 187 с.

3. Хісматулін В. Ш., Сосунов О. О., Сотник В. О. Теорія оптимальних систем автоматичного керування: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ. – 2022.

4. Теорія автоматичного керування: Лінійні системи. Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів» / Л. Я. Кулаковський, А. В. Босак; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,08 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 23 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/26330>

5. Сучасна теорія керування динамічних систем / [Г.Ш. Рафіков та ін.] ; Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України, Державний вищий навчальний заклад "Донецький національний технічний університет". Донецьк : ДНВЗ "ДонНТУ", 2013. – 291 с.

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 окремі розділи базової літератури [1]-[4]. Розділи базової літератури, що є обов'язковими для прочитання, а також зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни наводиться нижче, в методиці опанування навчальної дисципліни. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Тиждень	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Реком. час на СРС
1	Лекція 1. Мета і завдання курсу. Історичні аспекти розвитку ТАК. Класифікація автоматичних систем. Функціональні і алгоритмічні (структурні) схеми САК. Література: 1 (с. 31-33), 2, 4.	4
2	Лекція 2. Статичні і динамічні характеристики елементів (ланок) САК. Лінеаризація нелінійних рівнянь. Статистичні характеристики САК. Зворотні зв'язки в системах автоматичного регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем. Література: 1 (с. 60-71), 2, 4.	4
3	Лекція 3. Статичні системи регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем. Точність статичних систем. Статична похибка знаходження параметрів САР по заданій статичній похибці. Література: 1(с. 39-46), 2, 4.	4
4	Лекція 4. Розрахунки лінійних диференціальних рівнянь САР. Класичний метод. Операторний метод. Література: 3 (с. 19-37), 2, 4.	4
5	Лекція 5. Структурні схеми та їх перетворення. Комбіновані системи автоматичного керування. Форми запису рівнянь динаміки. Передавальні функції одноконтурних і багатоконтурних замкнутих систем та їх рівняння. Література: 1 (с. 71-77), 2, 3.	4
6	Лекція 6. Частотні та логарифмічні частотні характеристики. Математичні моделі типових елементів (ланок) САР. Література: 1 (с. 71-73), 2, 4.	4
7	Лекція 7. Передавальні функції і частотні характеристики типових елементів: підсилювального, інтегруючого, диференціюючого. Література: 1 (с. 71-73), 2.	4
8	Лекція 8. Передавальні функції і частотні характеристики типових елементів аперіодичної ланки першого порядку, коливальної. Література: 1 (с. 77-95), 2, 3.	4
9	Лекція 9. Передавальні функції і частотні характеристики реального диференціюючого елементів. Література: 1 (с. 171-181), 3.	4
10	Лекція 10. Стійкість безперервних лінійних САК. Поняття стійкості САК. Алгебраїчні критерії стійкості. Критерій стійкості Гурвіца. Література: 1 (с. 193-196), 3.	4
11	Лекція 11. Частотні критерії стійкості. Критерій Михайлова. Критерій стійкості Найквіста. Аналіз стійкості за параметричними частотними характеристиками. Література: 1 (с. 228-234), 3.	4

12	Лекція 12. Якість лінійних неперервних САК та методи їх оцінки. Оцінка якості САК за коренями характеристичного рівняння. Вплив на процес регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем малих параметрів. Література: 2 (с. 65-73), 4, 3.	4
13	Лекція 13. Оцінка якості САК по вигляду логарифмічних частотних характеристик розімкнутих систем автоматичного регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем. Література: 2 (с. 65-73), 4, 3.	5
14	Лекція 14. Способи підвищення якості управління САК. Задачі синтезу систем. Загальна характеристика задач теоретичного синтезу, поняття про структурний та параметричний синтез. Література: 2 (с. 65-73), 4, 3.	5
15	Лекція 15. Підвищення якості перехідного процесу за допомогою послідовних і паралельних коригуючих пристроїв. Знаходження структури і параметрів коригуючих пристроїв по логарифмічних частотних характеристиках. Література: 2 (с. 65-73), 4, 3.	4

Практичні заняття

Практичні заняття з дисципліни проводяться викладачем згідно навчального плану. Основною ціллю практичних занять є закріплення теоретичних положень і набуття умінь їх практичного застосування шляхом виконання певних відповідно сформульованих завдань.

Практичні заняття

№ з/п	Завдання, які виносяться на практичні заняття
Практичне заняття 1	Складання функціональних схем САР на основі принципових схем функціонування робочого процесу
Практичне заняття 2	Лінеаризація нелінійних статичних характеристик елементів САК
Практичне заняття 3	Розв'язання диференціальних рівнянь операторним методом (перетворення Лапласа)
Практичне заняття 4	Складання структурних схем та їх перетворення.
Практичне заняття 5	Визначення передавальних функцій багатоконтурних замкнутих систем
Практичне заняття 6	Знаходження структурних схем по вигляду диференціальних рівнянь процесів та їх зв'язків
Практичне заняття 7	Побудова частотних характеристик типових ланок та систем.
Практичне заняття 8	Побудова частотних характеристик типових ланок та систем.
Практичне заняття 9	Написання модульної КР
Практичне заняття 10	Обернена задача побудови частотних характеристик. Знаходження передавальної функції по вигляду частотних характеристик
Практичне заняття 11	Методи оцінки стійкості і якості лінійних систем. Аналіз стійкості САК за допомогою критерію Гурвіца
Практичне заняття 12	Аналіз стійкості САК за допомогою критеріїв Михайлова, Найквіста.
Практичне заняття 13	Аналіз стійкості за параметричними частотними характеристиками
Практичне заняття 14	Синтез коригуючих пристроїв
Практичне заняття 15	Знаходження коригуючих пристроїв методом логарифмічних частотних характеристик.

Комп'ютерні практикуми

№ з/п	Завдання, які виносяться на практичні заняття
Лабораторний практикум 1	Вступне заняття. Дослідження динамічних характеристик аперіодичної ланки першого порядку
Лабораторний	Дослідження динамічних характеристик аперіодичної ланки другого

практикум 2	порядку
Лабораторний практикум 3	Дослідження динамічних характеристик інерційної диференціюючої ланки
Лабораторний практикум 4	Дослідження динамічних характеристик інтегруючої ланки
Лабораторний практикум 5	Дослідження динамічних характеристик інтегро-диференціюючої ланки
Лабораторний практикум 6	Дослідження системи електротехнічних комплексів та мехатронних систем на стійкість
Лабораторний практикум 7	Корекція системи управління за допомогою послідовних корегуючих пристроїв

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента передбачає:
підготовку до аудиторних занять – 72 год;
підготовку до модульної контрольної роботи – 4 год;
підготовку до іспиту – 30 год.

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчальної дисципліни «Теорія автоматичного керування електротехнічних комплексів та мехатронних систем» заснована на корпоративній політиці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

КПІ ім. Ігоря Сікорського є вільним і автономним центром освіти, що покликаний давати адекватні відповіді на виклики сучасності, плекати й оберігати духовну свободу людини, що робить її спроможною діяти згідно з власним сумлінням; її громадянську свободу, яка є основою формування суспільно відповідальної особистості, та академічну свободу і доброчесність, що є головними рушійними чинниками наукового поступу. Внутрішня атмосфера Університету будується на засадах відкритості, прозорості, гостинності, повазі до особистості.

Вивчення навчальної дисципліни «Теорія автоматичного керування електротехнічних комплексів та мехатронних систем» потребує: підготовки до практичних занять; виконання індивідуального завдання згідно з навчальним планом; опрацювання рекомендованої основної та додаткової літератури.

На момент проведення кожного заняття, як лекційного, так і практичного, у студента на пристрої, з якого він працює, має бути встановлено додаток “Meet” (у випадку дистанційного навчання), а також відкрито курс «Теорія автоматичного керування електротехнічних комплексів та мехатронних систем» 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; тести, які потрібно виконати за лекціями; методичні рекомендації до виконання практичних робіт та розрахунково-графічної роботи; варіанти іспиту розміщено на платформі «Сікорський» в гугл класі.

Підготовка та участь у практичних заняттях передбачає: ознайомлення з програмою навчальної дисципліни та планами практичних занять; вивчення теоретичного матеріалу; виконання завдань, запропонованих для самостійного опрацювання.

Результатом підготовки до заняття має бути здобуття вмінь та навичок працювати з системами комп’ютерної математики. Відповідь здобувача повинна демонструвати ознаки самостійності виконання поставлених завдань, відсутність ознак повторюваності та плагіату.

Присутність здобувачів вищої освіти на практичних заняттях є обов’язковою. Пропущені з поважних причин заняття мають бути відпрацьовані.

Здобувач вищої освіти повинен дотримувати навчально-академічної етики та графіка навчального процесу; бути зваженим, уважним.

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

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- три відповіді на 15 практичних заняттях (із розрахунку, що на кожному практичному занятті у середньому оцінюються 5 студентів (при чисельності групи 25 осіб – $15 \times 5 / 25 \approx 3$ відп.);
- бали за присутність на лекційних заняттях;
- модульна контрольна робота;
- виконання та захист комп'ютерних практикумів.

Поточний контроль: Оцінювання результатів роботи студентів наведено в рейтинговій системі оцінювання. Основні частини та опис наведені нижче.

Лекції

присутність на лекції та повний конспект лекції	0,5
присутність на лекції та неповний конспект лекції	0,25
конспект заняття (обов'язково), пропущеного з поважної причини	0,5
конспект заняття (обов'язково), пропущеного без поважних причин	0,25
заохочення за конспектування додаткових тем	0,5

Захист комп'ютерних практикумів.

- якісне підготовка завдання, вчасний і відмінний захист	«відмінно», 4 бали
- добра підготовка завдання, вчасний її захист	3 бали
- задовільна підготовка завдання, вчасний захист	2 бал
- задовільна підготовка завдання, невчасний захист	1 бал

Відповіді на практичних заняттях.

- повна відповідь на поставлене питання або розв'язання задачі біля дошки	1 бал
- участь у роботі практичного заняття (присутність)	0 балів
- відсутність на практичному занятті без поважної причини	мінус 1 бал

Модульна контрольна робота.

Протягом семестру проводиться модульна контрольна робота для якої встановлюються такі критерії оцінювання:

- задача вирішена правильно	11 балів
- правильна відповідь на тестові завдання (запитання). Правильна відповідь на одне тестове питання – 0,5 балів	0,5 бала * 22 запитань = 11 балів
- незначні помилки у вирішенні задач	7 бали
- значні помилки у вирішенні задач	4 бал
- невірне вирішення задач	0 балів

У разі відсутності студента на занятті, на якому проводиться модульна контрольна робота, йому зараховується мінус один бал.

З метою надання студентам можливості виправити отримані за модульну контрольну роботу бали (за власним бажанням студента), наприкінці семеструзначається один день, у який проводиться Perezдача робіт.

Під час проведення екзаменаційної сесії Perezдача робіт не проводиться.

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.

Розрахунок рейтингу студента з дисципліни

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які можуть бути отримані протягом семестру за основні (обов'язкові) види робіт:

Захист комп'ютерних практикумів	7x4=28
Присутність на лекціях та конспектування лекцій	0,5x14=7
Відповіді на практичних заняттях	3x1=3
Модульна контрольна робота	22
РАЗОМ	60

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 60.

Семестровий контроль: іспит. Необхідною умовою допуску до іспиту є написання модульної контрольної роботи, захист комп'ютерних практикумів і стартовий рейтинг не менше 30 балів.

Оцінювання іспиту. Нарахування балів за іспит:

- повна відповідь (не менше 90% від потрібної інформації)	35..40
- достатньо повна відповідь (не менше 75% від потрібної інформації)	27..34
- неповна відповідь (не менше 60% від потрібної інформації)	15..26
- незадовільна відповідь (менше 60% від потрібної інформації)	0..14

Іспит складається з двох теоретичних питань та однієї задачі. Максимальна оцінка за кожне теоретичне питання дорівнює 10 балів, а за задачу – 20 балів.

Заохочувальні бали встановлюються за:

Виконання індивідуального семестрового завдання	в залежності від складності, але не більше 10 балів
Участі у олімпіадах з дисципліни	в залежності від результатів, але не більше 5 балів
Доповідь на відповідних студентських конференціях з тематики дисципліни та участь у конкурсах робіт	до 5 балів
Виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни	до 5 балів
Підготовка реферативної роботи за темою пропущеного студентом заняття, або за темою, запропонованою викладачем (обсяг до 10 аркушів)	в залежності від розкриття студентом обраної теми, обґрунтованості висновків, але не більше 3 балів

Після складання екзаменаційного оцінювання визначається рейтингова оцінка (загальний рейтинговий бал) **RD=RC+RE**.

Для отримання студентом відповідної оцінки з кредитного модуля (ECTS та традиційної) його рейтингова оцінка **RD** переводиться згідно з таблицею:

Рейтингові бали, RD	Оцінка за університетською шкалою
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре
$75 \leq RD \leq 84$	Добре
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо

$RD < 60$	Незадовільно
Невиконання умов допуску до семестрового контролю	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

В якості семестрового контролю, згідно навчального плану, студенти складають іспит. 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. 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: доцент кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів, к.т.н., Кулаковський Леонід Ярославович

Ухвалено кафедрою автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів. Протокол №27 від 23.06.26 р.

Погоджено: Методичною комісією ННІЕЕ (протокол №43 від 29.06.25 р.)

Додаток до силабусу освітнього компонента курсу «Теорія автоматичного керування електротехнічних комплексів та мехатронних систем».

Перелік питань, що виносяться на семестровий контроль:

1. Сформулювати положення щодо об'єкту управління електротехнічних комплексів та мехатронних систем, керованих величин, збурення і керуючих впливів, мети управління.
2. Сформулювати принципи автоматичного управління.
3. Навести та охарактеризувати основні функціональні елементи САК.
4. Сформулювати особливості побудови зворотніх зв'язків в системах автоматичного регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем.
5. Навести особливості функціонування статичних систем регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем.
6. Сформулювати точність статичних систем..
7. Навести методи визначення перехідних та вагових функцій.
8. Сформулювати особливості побудови перехідних характеристик, отримання частотних функцій та побудови частотних характеристик.
9. Навести форми запису рівнянь динаміки та диференціальних рівнянь елементів і систем.
10. Сформулювати методику складання диференціальних рівнянь.
11. Сформулювати класичний та операторний методи розрахунки лінійних диференціальних рівнянь САК
12. Сформулювати принципи автоматичного керування, керування за збуренням та за відхиленням.
13. Сформулювати суть методу змінних стану, рівняння та схеми змінних стану в загальному вигляді.
14. Навести особливості побудови структурних схем та їх перетворення.
15. Сформулювати особливості побудови частотних та логарифмічних частотних характеристик передавальних функцій.
16. Описати передавальні функції і частотні характеристики типових елементів: підсилювального, інтегруючого, диференціюючого.
17. Сформулювати особливості побудови частотних характеристик не мінімально-фазових ланок та амплітудно-фазові частотні характеристики ланок першого порядку.
18. Сформулювати особливості побудови структурних схем систем управління електротехнічних комплексів та мехатронних систем за збуренням і завданням.
19. Сформулювати поняття стійкості САК та запас стійкості.
20. Сформулювати алгебраїчні критерії стійкості та критерій стійкості Гурвіца.
21. Сформулювати частотні критерії стійкості та критерій Михайлова.
22. Сформулювати критерій стійкості Найквіста.
23. Визначення запасу і межі стійкості систем автоматичного керування.
24. Навести особливості проведення аналізу стійкості за параметричними частотними характеристиками.
25. Сформулювати умови стійкості замкнутої системи при нестійкості розімкнутої системи.
26. Навести види перехідних процесів та прямі оцінки якості.
27. Охарактеризувати показники якості (час регулювання, перерегулювання, статична помилка та ін.).
28. Навести особливості визначення коефіцієнтів помилок та порядку астатизму.
29. Навести особливості визначення резонансної частоти та частоти зрізу та оцінки якості САК по вигляду логарифмічних частотних характеристик розімкнутих систем автоматичного регулювання.
30. Навести залежність перехідних процесів від частотних характеристик систем.