



Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет біомедичної інженерії
Кафедра біомедичної інженерії

Проектування систем автоматичного контролю і керування

ПВ6

Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	163 Біомедична інженерія
Освітньо-професійна програма	Медична інженерія (Medical engineering)
Статус	Обов'язкова дисципліна
Форма навчання	денна
Семестровий контроль	Екзамен, Модульна контрольна робота

Курс	3
Семестр	5
ECTS	4
Годин	120

Розподіл годин

Аудиторні години			Самостійна робота (СРС)
Лекції	Практичні	Лабораторні	
28	36	-	56
кожний тиждень	2 кожний тиждень	кожний тиждень	

Гарант освітньої програми Завідувач кафедри Голова методичної комісії
 _____ В.В. Шликов _____ В.В. Шликов _____ В.Б. Максименко
 «__» _____ 2020р. «__» _____ 2020р. «__» _____ 2020р.
 Поточна редакція від «10» жовтня 2020р.

Інформація про викладача

	Лекція	Практичні/лабораторні
ПІБ	Зубков Станіслав Володимирович	Зубков Станіслав Володимирович
Посада	Ст. викладач кафедри біомедичної інженерії	Ст. викладач кафедри біомедичної інженерії
Вчене звання	-	-
Науковий ступінь	-	-
Профіль викладача	http://intellect.bmi.fbmi.kpi.ua/profile/zsv22	http://intellect.bmi.fbmi.kpi.ua/profile/zsv22
Google Scholar	https://scholar.google.com/citations?view_op=list_works&hl=en&user=r3K0XewAAAAJ	https://scholar.google.com/citations?view_op=list_works&hl=en&user=r3K0XewAAAAJ
e-mail	szub284@gmail.com	szub284@gmail.com

Примітка. Силабус розроблено кафедрою біомедичної інженерії факультету біомедичної інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського (розробник: ст. викладач Зубков Станіслав Володимирович).

Анотація навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Проектування систем автоматичного контролю і керування» (ПСАК) вивчає застосування методів та загальних принципів побудови, сучасних методів аналізу, синтезу, розрахунку та дослідження систем автоматичного керування (САК), пов'язаних із розробкою та інженерним обслуговуванням біологічних та медичних приладів і систем.

Основною метою навчальної дисципліни «Проектування систем автоматичного контролю і керування» є формування у студентів здатності розв'язувати складні спеціалізовані задачі, застосовувати сучасні технології аналізу та синтезу САК, програмне забезпечення, знань стандартів та технічних характеристик елементів САК, умінь використовувати ці знання при проектуванні виробів медичного призначення.

Навчання з дисципліни «Проектування систем автоматичного контролю і керування» здійснюється на основі студентоцентрованого підходу та стратегії взаємодії викладача та студента з метою засвоєння студентами матеріалу та розвитку у них практичних навичок.

Під час навчання з дисципліни «Проектування систем автоматичного контролю і керування» застосовуються:

- метод проблемно-орієнтованого навчання;
- стратегія активного навчання, за якою зв'язок педагога зі студентами здійснюється за допомогою опитувань, самостійних, контрольних робіт, тестів тощо.
- особистісно-орієнтовані розвиваючі технології, засновані на активних формах і методах навчання (командна робота (team-based learning), парна робота (think-pair-share), метод мозкового штурму, тощо);
- евристичні методи (методи створення ідей, методи вирішення творчих завдань, методи активізації творчого мислення).

Для більш ефективної комунікації з метою розуміння структури навчальної дисципліни «Проектування систем автоматичного контролю і керування» і засвоєння матеріалу використовується електронна пошта, платформа дистанційного навчання "Сікорський" на основі системи Moodle КПІ-Телеком, сервіс для проведення онлайн-нарад Cisco Webex Meetings, Google Meet, MyTestX Pro за допомогою яких:

- спрощується розміщення та обмін навчальним матеріалом;
- здійснюється надання зворотного зв'язку студентам стосовно навчальних завдань та змісту навчальної дисципліни;
- оцінюються навчальні завдання студентів;
- ведеться облік виконання студентами плану навчальної дисципліни, графіку виконання навчальних завдань та оцінювання студентів.

Під час навчання та для взаємодії зі студентами використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології.

Проектування систем автоматичного контролю і керування

Місце навчальної дисципліни в програмі навчання

Дисципліна «Проектування систем автоматичного контролю і керування» має міждисциплінарний характер. Вона інтегрує відповідно до свого предмету знання з інших навчальних дисциплін: «Біомедичні прилади, апарати і комплекси-1. Діагностична техніка», «Проектування медичних інформаційних систем», «Біомедичні прилади та інформаційні системи-1. Прилади контролю фізіологічних параметрів людини». За структурно-логічною схемою програми підготовки бакалавра дисципліна тісно пов'язана з іншими дисциплінами загальної та професійної підготовки: «Системи відображення біомедичної інформації», «Діагностичні і терапевтичні методи в аритмології і електрофізіології».

Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Проектування систем автоматичного контролю і керування» можна використовувати в подальшому під час опанування навчальних дисциплін:

- з циклу професійної підготовки (освітньо-професійна програма «Медична інженерія»): «Біомедичні прилади, апарати і комплекси-2»;
- з вибіркових дисциплін (освітньо-професійна програма «Медична інженерія»): «Телемедицина та комп'ютерні мережі», «Фізіотерапевтичні медичні прилади».

Необхідні навички

1. Методи програмування симуляції та аналізу технічних та біологічних систем в MicroCap-12;
2. Методи теорії автоматичного керування (ТАК) аналізу та синтезу автоматичних вузлів діагностичних приладів та апаратів;
3. Володіння програмним забезпеченням MicroCap-12.

Програмні результати навчання ¹

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Проектування систем автоматичного контролю і керування» студенти зможуть:

- 1) розуміти та використовувати засоби та методи аналізу та синтезу САК;
- 2) знати основи теорії САК;
- 3) уміти використовувати технічні та програмні засоби проектування САК;
- 4) уміти здійснювати пошук та узагальнення інформації з питань розвитку ТАК і застосовувати її в межах своєї компетенції;
- 5) проводити дослідження із застосуванням сучасних програмних засобів симуляції процесів, у тому числі біологічних систем.

А також практично використовувати набуті знання з:

- типових моделей ланок та САК та основні властивостей динамічних об'єктів і систем (незалежно від їх фізичної природи);
- методів структурного аналізу САК;
- методів синтезу САК;
- математичного апарату для складання математичних моделей САУ, окремих ланок медичної техніки та біологічних об'єктів;
- методів ідентифікації технічних та біологічних систем;
- перехідних процесів в САК;

Проектування систем автоматичного контролю і керування

- частотних характеристик, фазових портретів систем;
- критеріїв оцінки і методів забезпечення стійкості САК;
- методів використання моделей промислових виробів для моделювання роботи медичних систем;
- складання елементарних моделей органів та систем організму людини.
- загальних принципів та тенденцій розвитку сучасних систем керування, сучасних засобів керування.
- формулювати і обґрунтовувати технічні вимоги до САК;
- застосовувати методи аналізу САК для дослідження технічних та біологічних систем;
- представляти біологічний об'єкт у вигляді комплексу функціональних і динамічних ланок;
- складати функціональні і структурні схеми САК;
- виражати закони регулювання через передаточні функції;
- використовувати сучасні теоретичні методи та технічні засоби для визначення параметрів технічних та біологічних систем;
- моделювати процеси, що проходять в медичних приладах, апаратах та біологічних об'єктах і системах;
- моделювання на ПК динаміки САК, окремих ланок медичної техніки та біологічних об'єктів в середовищі МістоСар-12;
- виконувати дослідження основних технічних характеристик вузлів та елементів медичної апаратури та біологічних об'єктів.
- визначення структури САК, критеріїв їх оцінки та умови обмежень;
- синтезу та аналізу САК;
- моделювання та експериментального дослідження САК в середовищі МістоСар-12;
- виконувати дослідження
- розрахунку принципів роботи різних систем організму людини с точки зору теорії автоматичного керування електричних ланцюгів.

Відповідність результатів навчання до компетентностей у стандарті вищої освіти можна переглянути у Додатку 1 «Програмні результати навчання (розширена форма)».

¹ Learning outcomes.

Проектування систем автоматичного контролю і керування

Перелік тем, завдання та терміни виконання

Програмні результати навчання, контрольні заходи та терміни виконання оголошуються студентам на першому занятті.

№ з/п	Тема	Програмні результати навчання	Основні завдання	
			Контрольний захід	Термін виконання
1.	Тема 1.1 Вступ. Основні поняття ТАК	№ 1, 2, 5	Практична робота 1	1-й тиждень
	Тема 1.2 Типові вхідні та системні функції САК	№ 1, 2, 5	Практична робота 2	2-й тиждень
2.	Тема 1.3 Передаточна функція САК	№ 1, 2, 5	Практична робота 3	3-й тиждень
	Тема 1.4 Типові ланки. Частотні характеристики САК	№ 1, 2, 5	Практична робота 4	4-й тиждень
3.	Тема 1.5 Логарифмічні частотні характеристики САК (ЛЧХ)	№ 1, 2, 5	Практична робота 5	5-й тиждень
	Тема 2.1 Стійкість САК за Ляпуновим	№ 1, 5	Практична робота 6	6-й тиждень
4.	Тема 2.2. Метод фазового простору	№ 1, 2, 5	Практична робота 7	7-й тиждень
	Тема 2.3 Критерії стійкості САК	№ 1, 2, 5	Практична робота 8	8-й тиждень
5.	Тема 2.4 D-розбиття за одним та двома параметрами	№ 1,2, 5	Практична робота 9	9-й тиждень
	Тема 2.5 Показники якості САК	№ 1, 2, 5	Практична робота 10	10-й тиждень
6.	Тема 2.6 Частотний метод синтезу систем	№ 1, 2, 5	Практична робота 11	11-й тиждень
	Тема 2.7 Аналітичний синтез САК	№ 1, 2, 5	Практична робота 12	12-й тиждень
7.	Тема 2.8 Електричний привід апарату штучного кровообігу (АШК)	№ 1, 2, 5	Практична робота 13	13-й тиждень
	Тема 2.8 Електричний привід апарату штучного кровообігу (АШК)	№ 1, 5	Практична робота 14	14-й тиждень
8.	Консультація	№ 1, 2, 3	Практична робота 15	
9.	Модульна контрольна робота	№ 1, 2, 5	Практична робота 16	15-й тиждень

Проектування систем автоматичного контролю і керування

№ з/п	Тема	Програмні результати навчання	Основні завдання	
			Контрольний захід	Термін виконання
10.	Консультація	№ 1, 2, 3	Практична робота 17	16-й тиждень
11.	Екзамен	№ 1, 2	Екзамен; Практична робота 18	18-й тиждень

Система оцінювання

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Практична робота	18	2	18	36
2.	Модульна контрольна робота	8	10	1	10
3.	Дистанційне навчання/ СРС/ Наукова діяльність	14	1	14	14
4.	Екзамен	40	40	1	40
	Всього				100

В системі MyTestX Pro оцінювання за пп.1,3,5,6 проводиться пропорційно кількості правильних відповідей та їх складності за 10-бальною системою та у відповідності до вагових балів.

Результати оголошуються кожному студенту окремо у присутності або в дистанційній формі (у системі Moodle, MyTestX Pro або е-поштою).

№ з/п	Модульна контрольна робота	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Відповідь правильна (не менше 90% потрібної інформації)	90	30	3	90
2.	Несуттєві помилки у відповіді (не менше 75% потрібної інформації)	75	25	3	75
3.	Є недоліки у відповіді та певні помилки (не менше 60% потрібної інформації)	60	20	3	60
4.	Відповідь на тестове запитання з варіантами відповідей	10	10	1	10
5.	Відповідь відсутня або не правильна	0	0	3	0
	Максимальна кількість балів				100

Проектування систем автоматичного контролю і керування

№ з/п	Дистанційне навчання	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Відповідь на контрольні запитання в онлайн-системі Webex або Zoom	40	10	4	40
2.	Відповідь на тести у системі Moodle або MyTestX Pro	50	10	5	50
3.	Вчасність проходження дистанційного навчання	10	10	1	10
	Всього				100

№ з/п	Екзаменаційна/Залікова контрольна робота	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Відповідь правильна (не менше 90% потрібної інформації)	90	30	3	90
2.	Несуттєві помилки у відповіді (не менше 75% потрібної інформації)	75	25	3	75
3.	Є недоліки у відповіді та певні помилки (не менше 60% потрібної інформації)	60	20	3	60
4.	Відповідь на тестове запитання з варіантами відповідей	10	10	1	10
5.	Відповідь відсутня або не правильна	0	0	3	0
	Максимальна кількість балів				100

У разі виявлення академічної не добросовісності під час дистанційного навчання – контрольний захід не враховується, студент до захисту не допускається.

Семестрова атестація студентів

Обов'язкова умова допуску до екзамену/заліку		Критерій
1	Поточний рейтинг	$RD \geq 60$
2	СРС з вивчення лекцій (експрес-опитування)	$RD \geq 60$
2	Виконання практик	Проходження дистанційного навчання $RD \geq 60$
3	Виконання модульної контрольної роботи	Кількість балів $R_{\text{мод}} \geq 6$
4	Екзаменаційна контрольна робота	Кількість балів $R_{\text{екз}} \geq 60$

Додаткові умови допуску до екзамену:

1. Виконання всіх практичних робіт;
2. Виконання модульної контрольної роботи;
3. Позитивний результат першої атестації та другої атестації;
4. Позитивний результат експрес-опитувань (тестів) 100% лекційних занять.

Проектування систем автоматичного контролю і керування

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою ²

Рейтингові бали, RD	Оцінка за університетською шкалою	Можливість отримання оцінки «автоматом»
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно	є
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре	є
$75 \leq RD \leq 84$	Добре	є
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно	є
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо	немає
$RD < 60$	Незадовільно	-
Невиконання умов допуску	Не допущено	-

Додаткова інформація стосовно іспиту/заліку/співбесіди:

Студент має право покращити свої бали з модульної контрольної роботи у разі її своєчасного написання на запланованому занятті.

На заліку студентам дозволяється користуватись наступними документами:

- учбово-методичне забезпечення комп'ютерних практикумів;
- калькулятором.

Політика навчальної дисципліни

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Своєчасне виконання практичної роботи (за кожну таку роботу)	+ 0,5 бал	Порушення термінів виконання практичної роботи (за кожну таку роботу)	- 0,5 бал
Своєчасне виконання модульної контрольної роботи	+ 0,5 бал	Порушення термінів виконання лабораторної роботи (за кожну таку роботу)	- 0,5 бал
Оформлення домашньої наукової роботи (реферату) для участі у конкурсі студентських наукових робіт	+ 5 балів	Невчасне подання розрахунково-графічної роботи	- 2 балів
Написання тез, статті, участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах або конкурсах за тематикою навчальної дисципліни	+ 5 балів	Невчасне написання модульної контрольної роботи (на запланованому занятті)	- 2 балів

Проектування систем автоматичного контролю і керування

Відвідування занять

Відвідування лекцій, практичних та виїзних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання та проводяться контрольні заходи (тести) з поточної оцінки самостійної роботи студентів з засвоєння поточного матеріалу. Останні є складовою частиною поточного рейтингу і проводяться тільки у день проведення відповідних лекцій та практик.

Система оцінювання орієнтована на отримання балів за своєчасність виконання студентами практичних та контрольних робіт, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Пропущені контрольні заходи

Індивідуальне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання, але до терміну виставлення поточної атестації (або заліку), оцінюється зі штрафними балами.

Індивідуальне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання та після терміну виставлення поточної атестації (або заліку), не оцінюється.

² Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговою системою оцінювання відповідно до рекомендацій Методичної ради КПІ ім. Ігоря Сікорського, ухвалених протоколом №7 від 29.03.2018 року.

Проектування систем автоматичного контролю і керування

Календарний рубіжний контроль

Проміжна атестація студентів (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем.

Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами³.

Критерій		Перша атестація	Друга атестація	
Термін атестації ⁴		8-ий тиждень	14-ий тиждень	
Умови отримання атестації	Поточний рейтинг ⁵	≥ 15 балів	≥ 40 балів	
	Виконання практичних робіт	Практична робота № 1-7	+	+
		Практична робота №8-14	–	+
	Виконання експрес-опитувань	Лекції №1-7	+	+
		Лекції №8-14	–	+
	Виконання модульної контрольної роботи	Модульна контрольна робота	–	+

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Додаткова інформація стосовно процедури оскарження результатів: студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

Дистанційне навчання (необов'язковий пункт)

Дистанційне навчання через проходження онлайн-курсів у системі Moodle за певною тематикою допускається за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість

Проектування систем автоматичного контролю і керування

студентів має бажання пройти онлайн-курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні (лабораторні роботи, практичні роботи, модульна контрольна робота, розрахунково-графічна робота).

Виставлення оцінки за дистанційне навчання шляхом перенесення результатів проходження онлайн-курсів у системі Moodle передбачено лише для контрольних запитань і результатів тестування за виконання індивідуального завдання.

Виставлення оцінки за контрольні заходи (лабораторні роботи, практичні роботи, модульна контрольна робота, розрахунково-графічна робота) шляхом перенесення результатів проходження онлайн-курсів не передбачено.

Інклюзивне навчання (необов'язковий пункт)

Навчальна дисципліна «Проектування систем автоматичного контролю і керування» може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім студентів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

³ Рейтингові системи оцінювання результатів навчання: Рекомендації до розроблення і застосування. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 20 с.

⁴ Там само.

⁵ Там само.

Проектування систем автоматичного контролю і керування

Навчання іноземною мовою (необов'язковий пункт)

Навчальна дисципліна «Проектування систем автоматичного контролю і керування» передбачає її вивчення на англійській мові за навчальним планом кафедри для іноземних студентів. У процесі викладання навчальної дисципліни використовуються матеріали та джерела російською та англійською мовою.

Враховуючи студентоцентризований підхід, за бажанням україномовних студентів, допускається вивчення матеріалу за допомогою англійськомовних онлайн-курсів за тематикою, яка відповідає тематиці конкретних занять.

Позааудиторні заняття (необов'язковий пункт)

Передбачається в межах вивчення навчальної дисципліни не менше двох виїзних занять – на основі участі студентів в конференціях, форумах, круглих столах, Виставках медичного приладобудування, зокрема у міжнародній конференції «Вітчизняні інженерні розробки для охорони здоров'я», міжнародній науково-практичній конференції «Зварювання та термічна обробка живих тканин. Теорія. Практика. Перспективи», міжуніверситетській науково-практичній конференції: «Сучасний стан та перспективи біомедичної інженерії» тощо.

Додатки

Додаток 1. Програмні результати навчання (розширена форма)

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Проектування систем автоматичного контролю і керування» студенти зможуть:

Результати навчання		Відповідність результатів навчання до компетентностей у СВО ⁶	
		Загальні компетентності (soft skills)	Спеціальні компетентності (фахові)
1.	Розуміти та використовувати засоби та методи моделювання роботи автоматичних систем		Знання сучасних методів і програмного забезпечення проведення наукових досліджень САК, побудови адекватних теоретичних моделей реальних вузлів
2.	Знати та використовувати засоби та методи моделювання роботи біологічних ланок фізіологічних систем людини		Знання методів проектування автоматичних систем медичного призначення
3.	Уміти використовувати технічні характеристики реальних компонентів медичних виробів при проектуванні автоматичних систем		Проектувати, конструювати та вдосконалювати автоматичні медико-технічні системи
4.	Уміти здійснювати пошук та узагальнення інформації з питань розвитку автоматичних систем, робити висновки і формулювати рекомендації в межах своєї компетенції	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел	

Проектування систем автоматичного контролю і керування

Результати навчання		Відповідність результатів навчання до компетентностей у СВО ⁶	
		Загальні компетентності (soft skills)	Спеціальні компетентності (фахові)
5.	Проводити дослідження із застосуванням програмного забезпечення моделювання САК, у тому числі з урахуванням зарубіжного досвіду	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу САК	

Додаток 2. Методичні рекомендації до написання та оформлення розрахунково-графічної роботи

Одним з основних видів семестрового контролю під час опанування навчальної дисципліни «Проектування систем автоматичного контролю і керування» є виконання модульної контрольної роботи. Модульна контрольна робота виконується згідно до вимог, у термін, зазначений викладачем.

У модульній контрольній роботі перевіряються знання з таких основних питань:

1. Класифікація систем автоматичного управління (САУ).
2. Передавальна функція ланки.
3. Загальна структурна схема САУ.
4. Зв'язок між САУ та системами автоматичного регулювання (САР).
5. Елементарні і типові динамічні ланки.
6. Розкладання передавальної функції, що складається з передавальних функцій типових ланок.
7. Передавальна функція замкненої системи по вхідному впливу.
8. Передавальна функція замкненої системи за помилкою.
9. Передавальна функція замкненої системи за збуренням.
10. Перетворення ланцюга послідовно з'єднаних ланок до однієї ланки.
11. Перетворення ланцюга паралельно з'єднаних ланок до однієї ланки.
12. Перенесення вузла через ланку по ходу і проти руху сигналу.
13. Перенесення суматора через суматор по ходу і проти руху сигналу.
14. Типові вхідні сигнали.
15. Одиначна перехідна і імпульсна перехідна функція.
16. Підсилювальна ланка, її рівняння динаміки, передавальна функція, вид перехідної характеристики.
17. Аперіодична ланка, її рівняння динаміки, передавальна функція, вид перехідної характеристики.
18. Коливальна ланка, її рівняння динаміки, передавальна функція, вид перехідної характеристики.
19. Консервативна ланка, її рівняння динаміки, передавальна функція, вид перехідної характеристики.
20. Частотні характеристики ланок (за відомою передавальною функцією ланки).
21. АФЧХ, ЛАЧХ і ЛФЧХ підсилювальної ланки.
22. АФЧХ, ЛАЧХ і ЛФЧХ аперіодичної ланки.
23. АФЧХ, ЛАЧХ і ЛФЧХ коливальної ланки.

Проектування систем автоматичного контролю і керування

24. ЛАЧХ і ЛФЧХ ідеального диференціюючої ланки.
25. ЛАЧХ і ЛФЧХ форсуючої ланки.
26. Загальне рішення рівняння динаміки САУ (вільна і вимушена складові).
27. Перетворення Лапласа. Основні властивості.
28. Диференціювання та інтегрування оригіналу.
29. Теореми про запізнення і зміщення
30. Теореми про початкове і кінцеве значення.
31. Зображення δ -функції, одиничної ступінчастої функції, лінійної функції.
32. Зображення експоненти за Лапласом.
33. Зображення за Лапласом $k\sin\omega t$
34. Зображення за Лапласом $k\cos\omega t$
35. Формула розкладання для дробово-раціональної функції.
36. Теорема існування та єдиності розв'язку диференціального рівняння.
37. Визначення стійкості за Ляпуновим.
38. Визначення асимптотичної стійкості за Ляпуновим.
39. Визначення нестійкості за Ляпуновим.
40. Похідна в силу системи. Функції Ляпунова.
41. Метод фазового простору. Фазовий портрет.
42. Властивості фазових траєкторій. Типи фазових траєкторій.
43. Фазовий портрет типу «вузол».
44. Фазовий портрет типу «сідло».
45. Фазовий портрет типу «фокус», «центр».
46. Редукція стійкості. Теорема 1.
47. Теорема 2 (про обмеженість рішень).
48. Теорема 3 (про асимптотичну стійкість).
49. Теорема 4 (про стійкість при $\operatorname{Re}\lambda_k = 0$).
50. Критерій Гурвіца.
51. Принцип аргументу.
52. Критерій Михайлова.
53. Правило чередування коренів як наслідок з критерію Михайлова.
54. Критерій Найквіста для випадку САР, стійкої в розімкненому стані.
55. Критерій Найквіста для випадку САР, нестійкою в розімкненому стані.
56. Правило про кількість переходів через критичний відрізок $(-\infty, -1]$.
57. Критерій Найквіста для астатичних систем (додавання окружності з $R = \infty$)
58. Запаси стійкості.
59. Визначення поняття астатизма САР.
60. Подання помилки САР як суми помилок по положенню, швидкості і прискорення.
61. Обчислення коефіцієнтів помилок C_0, C_1, C_2 .
62. Прямі показники якості перехідного процесу.
63. Зв'язок інтегральної квадратичної оцінки якості САР з функціями Батерворта.
64. Загальний вигляд структури САР з ПІД - регулятором.
65. Синтез послідовного КУ (ПІД - регулятора).
66. Синтез паралельного КУ.
67. Інвариантність щодо вхідного впливу.
68. Інвариантність щодо збурення.
69. Бажана передавальна функція з поліноміальним розподілом коренів.
70. Лінеаризація диференціальних рівнянь.
71. Двигун постійного струму, система його диференціальних рівнянь, передавальні функції по вхідному впливу і по збуренню.

Проектування систем автоматичного контролю і керування

72. Загальне рівняння ділянки лінії із зосередженими параметрами.
73. Загальне рівняння ділянки лінії з розподіленими параметрами
74. Модель Франка для ділянки судини і 3-х елементна еквівалентна модель Віндкесселя.
75. Рівняння нерозривності.
76. Рівняння Ейлера для ділянки судини і їх електродинамічний аналог.

⁶ Наказ Міністерства освіти і науки України № 1264 від 19.11.2018 року «Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю 163 Біомедична інженерія» для другого (магістерського) рівня вищої освіти».