

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ІНЖЕНЕРНИЙ ІНСТИТУТ  
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕТАЛУРГІЇ  
КАФЕДРА АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ  
ПРОЦЕСАМИ



В.Р. Румянцев  
(ініціали та прізвище)

2019 р.

**ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ**

(назва навчальної дисципліни)

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

підготовки

бакалаврів

(назва освітнього ступеня)

спеціальності

151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(шифр, назва спеціальності)

освітньо-професійна програма

Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(назва)

Укладач Овчинникова І.А., к.т.н., доцент кафедри автоматизованого управління технологічними процесами, доцент

Обговорено та ухвалено на засіданні кафедри автоматизованого управління технологічними процесами

Протокол № 1 від "03" вересня 2019 р.  
Завідувач кафедри автоматизованого управління технологічними процесами

(підпис)

М.Ю. Пазюк

(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою факультету металургії

Протокол № 1 від "04" вересня 2019 р.  
Голова науково-методичної ради факультету металургії

(підпис)

Ю.В. Мосейко

(ініціали, прізвище)

2019 рік

## 1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрямок підготовки, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 8	Галузь знань 15 Автоматика та управління (шифр і назва)	Обов'язкова	
Розділів – 2	Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології (шифр і назва)	<b>Рік підготовки:</b>	
Загальна кількість годин – 240		2,3-й	3-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 5,6	Освітньо-професійна програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	<b>Лекції</b>	
		44 год.	12 год.
		<b>Практичні</b>	
		14	6 год.
	<b>Лабораторні</b>		
	30 год.	6 год.	
	<b>Самостійна робота</b>		
Рівень вищої освіти: бакалаврський	152 год.	216 год.	
	<b>Вид підсумкового контролю:</b> залік – 4 семестр, екзамен – 5 семестр		

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** вивчення навчальної дисципліни «Теорія автоматичного керування» є засвоєння знань та набуття навичок аналізу і синтезу систем автоматичного регулювання та керування.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Теорія автоматичного керування» є ознайомлення із структурою систем автоматичного керування та їх складовими; ознайомлення із математичним описом об'єктів, типових ланок та систем керування в цілому; формування навичок синтезу систем, підбору параметрів регулюючих пристроїв, визначення стійкості систем та якості керування.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:** Завдання регулювання та керування; принципи функціонування автоматичних систем; математичний апарат теорії автоматичного керування; динамічні ланцюги та способи їх з'єднання; методи дослідження та опису об'єктів керування; закони регулювання; методи аналізу та синтезу систем. **вміти:** формувати технологічні передумови автоматизації об'єктів, формувати на їх основі алгоритми керування і структуру системи, вибирати стандартні засоби контролю і автоматизації, оформляти графічні матеріали, специфікації і пояснювальну записку до них.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

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.

Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

### **Міждисциплінарні зв'язки.**

Для успішного опанування матеріалу дисципліни передбачено володіння матеріалом з дисциплін «Вища математика», «Спеціальні технологічні вимірювання». У свою чергу, знання та навички, набуті студентами при вивченні дисципліни «Теорія автоматичного керування» використовуються при вивченні дисциплін «Технічні засоби автоматизації» та «Моделювання і оптимізація систем керування»

## **3. Програма навчальної дисципліни**

### ***Розділ 1. Теорія лінійних систем автоматичного керування***

#### *Тема 1. Основні поняття та визначення*

Зміст. Сутність проблеми автоматичного управління. Принципи управління. Види автоматичного управління.

#### *Тема 2. Математичний опис систем автоматичного керування*

Зміст. Рівняння статички і динаміки. Лінеаризація. Перетворення Лапласа. Передавальні функції. Частотні характеристики. Елементарні ланки та їх рівняння. Регулятори. Закони регулювання

#### *Тема 3. Стійкість лінійних систем автоматичного керування*

Зміст. Поняття стійкості. Визначення стійкості систем за А.М. Ляпуновим. Умови стійкості систем автоматичного керування. Алгебраїчні критерії стійкості. Частотні критерії стійкості. Побудова областей стійкості.

#### *Тема 4. Якість систем автоматичного керування*

Зміст. Оцінка якості регулювання за перехідними процесами. Кореневі методи оцінки якості. Частотні методи оцінки якості. Оцінка якісних показників.

*Тема 5. Побудова перехідних процесів в системах автоматичного керування.*

Зміст. Безпосереднє рішення вихідного диференційного рівняння. Приведення неоднорідного диференційного рівняння до однорідного. Перетворення Фур'є, Лапласа та Карсона-Хевісайда.

*Тема 6. Підвищення точності регулювання та якості систем автоматичного управління.*

Зміст. Комбіновані системи. Принцип інваріантності. Неодиначні зворотні зв'язки. Корируючі ланки. Методи підвищення запасу стійкості.

*Тема 7. Синтез систем автоматичного керування*

Зміст. Кореневий метод. Метод кореневих годографів. Метод перехідних характеристик. Синтез систем автоматичного керування на основі частотних оцінок якості.

***Розділ 2. Теорія лінійних дискретних систем автоматичного керування***

*Тема 8. Імпульсні системи.*

Зміст. Різницеві рівняння. Z-перетворення. Дискретні передавальні функції. Рівняння стану. Стійкість імпульсних систем. Оцінка якості імпульсних систем.

*Тема 9. Цифрові системи*

Зміст. Загальні відомості. Дискретні алгоритми управління. Дискретна корекція.

**4. Структура навчальної дисципліни**

**4.1. 4 семестр**

Назви тематичних розділів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
о		л	лабора торні	практи чні	сам. роб		л	лаборат орні	практи чні	сам. роб.
<b><i>Розділ 1. Теорія лінійних систем автоматичного керування</i></b>										
Тема 1. Основні поняття та визначення	30	2	2		26	30	1	2		26
Тема 2. Математичний опис систем автоматичного керування	30	8	6		16	30	2	2		26
Тема 3. Стійкість лінійних систем автоматичного керування	30	6	8		16	30	2	2		26
Разом за розділом 1	90	16	16		58	90	6	6		78
<b>Усього годин</b>	90	16	16		58	90	6	6		78

**4.2. 5 семестр**

Назви тематичних розділів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	лабора торні	практи чні	сам. роб		л	лаборат орні	практи чні	сам. роб.
<b><i>Розділ 1. Теорія лінійних систем автоматичного керування</i></b>										
Тема 4. Якість систем автоматичного керування	30	4	4	4	18	30	2		2	26
Тема 5. Побудова перехідних процесів в системах автоматичного керування	30	4	4	4	18	30	2		2	26
Тема 6. Підвищення точності регулювання та якості систем автоматичного управління.	30	4	2	2	22	30	2			28
Тема 7. Синтез систем автоматичного керування	30	6	2	2	20	30	2		2	26
Разом за розділом 1	120	18	12	12	78	120	8		6	106
<b><i>Розділ 2. Теорія лінійних дискретних систем автоматичного керування</i></b>										
Тема 8. Імпульсні системи.	15	4	1	1	9	15	1		1	13
Тема 9. Цифрові системи	15	6	1	1	7	15	1		1	13
Разом за розділом 2	30	10	2	2	16	30	2		2	26
<b>Усього годин</b>	150	28	14	14	94	150	10		8	132

## 5. Теми лекційних занять

№ теми з/прог.	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Сутність проблеми автоматичного управління. Принципи управління. Види автоматичного управління.	2	1
2	Рівняння статички і динаміки. Лінеаризація. Перетворення Лапласа.	2	1
2	Передавальні функції.	2	0,5
2	Частотні характеристики. Елементарні ланки та їх рівняння.	2	1
2	Регулятори. Закони регулювання	2	0,5
3	Поняття стійкості. Визначення стійкості систем за А.М. Ляпуновим. Умови стійкості систем автоматичного керування.	2	0,7
3	Алгебраїчні критерії стійкості. Частотні критерії стійкості.	2	0,7
3	Побудова областей стійкості.	2	0,6
4	Оцінка якості регулювання за перехідними процесами. Кореневі методи оцінки якості.	2	1
4	Частотні методи оцінки якості. Оцінка якісних показників.	2	0,5
5	Безпосереднє рішення вихідного диференційного рівняння..	2	1
5	Приведення неоднорідного диференційного рівняння до однорідного Перетворення Фур'є, Лапласа та Карсона-Хевісайда.	2	1
6	Комбіновані системи. Принцип інваріантності. Неодиначні зворотні зв'язки.	2	1
6	Коригуючі ланки. Методи підвищення запасу стійкості.	2	0,5
7	Кореневий метод. Метод кореневих годографів.	2	0,5
7	Метод перехідних характеристик.	2	0,5
	Синтез систем автоматичного керування на основі частотних оцінок якості.	2	0,5
8	Різницеві рівняння. Z-перетворення. Дискретні передавальні функції.	2	1
8	Рівняння стану. Стійкість імпульсних систем. Оцінка якості імпульсних систем.	2	0,5
9	Загальні відомості.	2	0,5
9	Дискретні алгоритми управління.	2	1
9	Дискретна корекція.	2	0,5
Разом		44	16

## 6. Темы лабораторних робіт

№ теми з/прогр	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1, 2, 3	Дослідження статичних і динамічних характеристик електричної печі як об'єкта управління	16	6
4, 5	Дослідження динамічних характеристик аналогових регуляторів. Градування настроювань регуляторів	8	
6, 7	Моделювання П- ПІ- ПІД- регуляторами. Визначення якісних показників перехідних процесів	4	
8, 9	Дослідження систем замкненої системи регулювання з 2-х та 3-х позиційними регуляторами	2	
Разом		30	6

## 7. Теми практичних занять

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
4	Застосування перетворення Лапласа до неоднорідних лінійних диференціальних рівнянь. Отримання передавальної функції. Отримання та побудова частотних характеристик	2	1
4	Згортання структурних схем	2	2
5	Визначення стійкості систем за Ляпуновим та за допомогою алгебраїчних критеріїв стійкості	2	
5	Визначення стійкості систем за допомогою частотних критеріїв стійкості	2	2
6	Визначення стійкості систем, що представлені у вигляді структурної схеми	2	1
7	Побудова перехідних процесів	2	1
8, 9	Побудова гратчастих функцій. Отримання різницевого рівнянь. Z-перетворення. Стійкість дискретних систем. Алгебраїчні критерії стійкості	2	1
Разом		14	8

## 7. Самостійна робота

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Класифікація систем автоматичного керування. Приклади аналогових, дискретних та нелінійних систем автоматичного керування. Складання диференційних рівнянь ланок	26	26
2	Лінеаризація рівнянь. Часові характеристики. Частотні передавальні функції. Логарифмічні характеристики	16	26
3	D-розбивання. Визначення стійкості за логарифмічними частотними характеристиками. Стійкість систем із запізненням. Стійкість систем із розподіленими параметрами.	16	26
4	Точність керування у сталому режимі. Динамічні показники автономних систем. Оцінка коливальності за кореневими методами. Оцінка швидкодії за нормою вектора стану.	18	26
5	Поліном Баттерворта та перехідні функції. Біномінальне розкладення та перехідні функції. Побудова характеристичних поліномів і синтез систем керування. Визначення точності статичних та астатичних систем	18	26
6	Синтез алгоритму стабілізації та метод модального керування. Системи із диференціюванням проміжної величини. Каскадні системи керування	22	28
7	Синтез параметрів регулятора за інтегральними оцінками. Синтез систем керування за бажаною передавальною функцією. Метод логарифмічних амплітудних характеристик. Метод зворотної задачі динаміки. Синтез систем із запізненням.	20	26

8	Визначення передавальних функції імпульсної системи. Зв'язок між дискретним та безперервним перетворенням Лапласа. Безперервна модель дискретної системи. Частотні критерії стійкості імпульсних систем	9	13
9	Метод фазової площини.	7	13
Разом		152	210

## 8. Види контролю і система накопичення балів

### 8.1. При складанні заліку (4 семестр)

Вид роботи	Термін	Максимальна кількість балів за один вид роботи	Кількість робіт	Максимальна сума балів
Виконання лабораторної роботи № 1	протягом семестру	30	1	30
Поточне тестування	5 та 10 тижні семестру	15	2	30
Разом				60
Підсумковий контроль	Залік	40	1	40
Разом				100

Протягом першого семестру вивчення дисципліни студенти виконують одну лабораторну роботу, за яку можна отримати від 5 до 30 балів, які розподіляються так:

Кількість балів	Рівень практичних та теоретичних знань
5	Часткове виконання практичної частини роботи на лабораторному стенді, обробка отриманих результатів, оформлення звіту, без захисту
10	Повне виконання практичної частини роботи на лабораторному стенді, обробка отриманих результатів, оформлення звіту, без захисту
15	Часткове виконання практичної частини роботи на лабораторному стенді, обробка отриманих результатів, оформлення звіту. При захисті студент в загальній формі розбирається у матеріалі, але відповідь неповна, неглибока, містить неточності, робить помилки при формулюванні понять, відчуває труднощі, застосовуючи знання при наведенні прикладів
20	Повне виконання практичної частини роботи на лабораторному стенді, обробка отриманих результатів, оформлення звіту. При захисті студент в загальній формі розбирається у матеріалі, але відповідь неповна, неглибока, містить неточності, робить помилки при формулюванні понять, відчуває труднощі, застосовуючи знання при наведенні прикладів



25	Повне виконання практичної частини роботи на лабораторному стенді, обробка отриманих результатів, оформлення звіту. При захисті відповідь досить повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності або пропуски в неосновних питаннях. Можлива недостатня чіткість у визначенні понять.
30	Повне виконання практичної частини роботи на лабораторному стенді, обробка отриманих результатів, оформлення звіту. При захисті студент в повній мірі засвоїв увесь програмний матеріал, наводить власні міркування, робить узагальнюючі висновки, використовує знання з суміжних галузевих дисциплін, вдало наводить приклади.

Поточне тестування визначає рівень знань теоретичного матеріалу з дисципліни. Проводиться у вигляді тестування у СЕЗН Moodle. Тест містить 15 питань вагою 1 бал кожне. Мінімальна кількість балів – 0; максимальна – 15. Питання оцінюється у 1 бал при правильній відповіді, 0 балів – при неправильній.

Поточне тестування проводиться 2 рази, загальний результат отримується у вигляді суми кількості балів за кожне з тестувань, максимальна кількість балів – 30.

Підсумковий контроль проводиться у вигляді заліку і складається з теоретичного питання та розв'язання практичної задачі.

Рівень засвоєння теоретичного матеріалу перевіряється шляхом тестування у СЕЗН Moodle. Тест містить 20 питань вагою 1 бал кожне. Мінімальна кількість балів – 0; максимальна – 20. Питання оцінюється у 1 бал при правильній відповіді, 0 балів – при неправильній.

Оцінка практичних навичок здійснюється шляхом розв'язання задач:

1. Згортання структурної схеми – 5 балів;
2. Отримання загальної передавальної функції системи керування – 5 балів.
3. Визначення стійкості за допомогою алгебраїчного критерію – 5 балів;
4. Визначення стійкості за допомогою частотного критерію – 5 балів.

Правильне виконання завдання оцінюється у 5 балів, неправильне – 0 балів.

## 8.2. При складанні екзамену (5 семестр)

Вид роботи	Термін	Максимальна кількість балів за один вид роботи	Кількість робіт	Максимальна сума балів
Виконання лабораторних робіт №№ 2-4	протягом семестру	10	3	30
Виконання практичних завдань	протягом семестру	5	4	20

Поточне тестування	5 та 10 тижні семестру	5	2	10
Разом				60
Підсумковий контроль	протягом сесії	40	1	40
Разом				100

Протягом другого семестру вивчення дисципліни студенти виконують 3 лабораторні роботи у спеціалізованій лабораторії, за кожно з яких можна отримати від 0 до 10 балів, які розподіляються таким чином:

Кількість балів	Рівень практичних та теоретичних знань
2	Часткове виконання практичної частини роботи на лабораторному стенді, обробка отриманих результатів, оформлення звіту, без захисту
4	Повне виконання практичної частини роботи на лабораторному стенді, обробка отриманих результатів, оформлення звіту, без захисту
6	Часткове виконання практичної частини роботи на лабораторному стенді, обробка отриманих результатів, оформлення звіту. При захисті студент в загальній формі розбирається у матеріалі, але відповідь неповна, неглибока, містить неточності, робить помилки при формулюванні понять, відчуває труднощі, застосовуючи знання при наведенні прикладів
8	Повне виконання практичної частини роботи на лабораторному стенді, обробка отриманих результатів, оформлення звіту. При захисті студент в загальній формі розбирається у матеріалі, але відповідь неповна, неглибока, містить неточності, робить помилки при формулюванні понять, відчуває труднощі, застосовуючи знання при наведенні прикладів
10	Повне виконання практичної частини роботи на лабораторному стенді, обробка отриманих результатів, оформлення звіту. При захисті студент в повній мірі засвоїв увесь програмний матеріал, наводить власні міркування, робить узагальнюючі висновки, використовує знання з суміжних галузевих дисциплін, вдало наводить приклади.

Виконання практичних завдань оцінюється під час роботи на заняттях 4 рази на семестр ( на 2,4,5 та 7 заняттях за розкладом). Коротке завдання складається з 1 задачі, яка відповідає темі попереднього заняття (занять). Вірне виконання завдання оцінюється у 5 балів, невірне – 0.

Поточне тестування визначає рівень знань теоретичного матеріалу з дисципліни. Проводиться у вигляді тестування у СЕЗН Moodle. Тест містить 5 питань вагою 1 бал кожне. Мінімальна кількість балів – 0; максимальна – 5. Питання оцінюється у 1 бал при правильній відповіді, 0 балів – при неправильній.

Поточне тестування проводиться 2 рази, загальний результат отримується у вигляді суми кількості балів за кожне з тестувань, максимальна кількість балів – 10.

Підсумковий контроль проводиться у вигляді екзамену і складається з теоретичного питання та розв'язання практичної задачі.

Рівень засвоєння теоретичного матеріалу перевіряється шляхом тестування у СЕЗН Moodle. Тест містить 20 питань вагою 1 бал кожне. Мінімальна кількість балів – 0; максимальна – 20. Питання оцінюються у 1 бал при правильній відповіді, 0 балів – при неправильній.

Оцінка практичних навичок здійснюється шляхом розв'язання задач:

1. Побудова області стійкості замкнутої системи – 10 балів;
2. Розв'язання різницевого рівняння – 5 балів;
3. Визначення стійкості дискретної системи – 5 балів.

Правильне виконання завдання оцінюється у максимальну кількість балів, неправильне – 0 балів.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

### 9. Рекомендована література

#### Основна:

1. Зінченко, Ю. М. Теорія автоматичного керування : конспект лекцій. Запоріжжя : ЗДІА, 2006. 205 с.

2. Зінченко, Ю. М. Збірник задач по теорії автоматичного керування: методичні вказівки. Запоріжжя : ЗДІА, 2005. 130 с.

3. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування : підручник. Київ : Либідь, 2007. 656 с. ISBN 978-966-06-0447-6 : 31.02.

4. Барищенко О. М., Полянський Г. О. Теорія автоматичного управління. Моделювання та оптимізація систем управління: Методичні вказівки до лабораторних робіт. Запоріжжя : ЗДІА, 2003. 30 с.

5. Зайцев Г. Ф., Стеклов В. К., Бріцький О. І. Теорія автоматичного управління : підручник для вnz. Київ : Техніка, 2002. 686 с.

6. Самотокін Б. Б. Курс лекцій з теорії автоматичного керування : навч. посібник. У 2-х ч. Ч.1. Теорія лінійних систем автоматичного керування. Житомир : ЖІТІ, 1997. 301 с.

7. Шаруда В. Г. Практикум з теорії автоматичного управління : навч. посіб. Дніпропетровськ : НГУ, 2002. 415 с. ISBN 966-7476-74-X : 25.80.

#### Додаткова:

1. Демченко В. О. Перші кроки в створенні теорії автоматичного управління та регулювання : діяльність І.О. Вишнеградського. *Гілея: науковий вісник*. 2015. № 97. С. 34-37.

2. Андрющенко В. А. Теория систем автоматического управления : учеб. пособие. Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1990. 252 с.

3. Бабаков Н. А., Воронов А.А. Теория автоматического управления : учеб. для вузов по спец. "Автоматика и телемеханика". В 2-х ч. Ч. 1 : Теория линейных систем автоматического управления. Москва : Высшая школа, 1986. 147 с.

4. Брюханов В. Н., Косов М. Г., Протопопов С. П., Соломенцев Ю. М. Теория автоматического управления : учеб. для вузов. Москва : Высшая школа, 1999. 270 с. : ил. ISBN 5-06003600-6 : 5.40.

5. Воронов А. А., Ким Д. П., Лохин В. М. Теория автоматического управления : учеб. для вузов по спец."Автоматика и телемеханика". В 2-х ч. Ч. II. Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления. Москва : Высшая школа, 1986. 504 с.

#### Інформаційні ресурси:

1. Національний ТУ «Дніпровська політехніка». Теорія автоматичного керування. URL: <http://elprivod.nmu.org.ua/ua/books/tac.php> / (дата звернення 24.09.2019 р.).

2. Асоціація Підприємств Промислової Автоматизації України. URL: <https://appau.org.ua> (дата звернення 04.09.2019 р.).

Погоджено

з навчальним відділом

*О. В. Шенкун*  
« 20 » листопада 2019 р.