

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра \_\_\_\_\_ Автомобіле- і тракторобудування \_\_\_\_\_  
(назва кафедри, яка забезпечує викладання дисципліни)

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Автомобіле- і тракторобудування \_\_\_\_\_  
(назва кафедри)

\_\_\_\_\_ Вадим САМОРОДОВ \_\_\_\_\_  
(підпис) (ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Автоматичне регулювання самохідних машин

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ другий (магістерський) \_\_\_\_\_  
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

галузь знань \_\_\_\_\_ 13 «Механічна інженерія» \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

спеціальність \_\_\_\_\_ 133 «Галузеве машинобудування» \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_ 133-01 Автомобілі та трактори \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

освітня програма \_\_\_\_\_ Галузеве машинобудування \_\_\_\_\_  
(назви освітніх програм спеціальностей)

вид дисципліни \_\_\_\_\_ професійна \_\_\_\_\_  
(загальна підготовка / професійна підготовка)

форма навчання \_\_\_\_\_ денна \_\_\_\_\_  
(денна / заочна)

Харків 20\_\_

## ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни Автоматичне регулювання самохідних машин

(назва дисципліни)

Розробники:

к.т.н., доцент  
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

С.Г. СЕЛЕВИЧ  
(ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

Автомобіле- і тракторобудування  
(назва кафедри)

Протокол від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_

Завідувач кафедри Автомобіле- і тракторобудування \_\_\_\_\_ Вадим САМОРОДОВ  
(назва кафедри) (підпис) (ініціали та прізвище)



## **МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Метою вивчення дисципліни є оволодіння методами теорії автоматичного керування для аналізу та синтезу автоматичного керування гідравлічними, механічними та електричними виконавчими елементами систем автомобіля та(або) трактора, а також сучасними системами підтримки водія.

Компетентності. Шифр компетентності згідно освітньої програми СКБ.01-2. Здатність аналізувати основні характеристики систем автоматичного керування автомобілів і тракторів, використовувати принципи перевірки лінійних систем на точність, стійкість, робастність та якість перехідних процесів.

Результати навчання. РНБ.01-2. Знати основні характеристики систем автоматичного керування автомобілів і тракторів, принципи перевірки лінійних систем на точність, стійкість, робастність та якість перехідних процесів. Вміти будувати часові та частотні характеристики лінійних систем автоматичного керування автомобілів і тракторів. Використовувати перетворення Лапласа, частотні та кореневі критерії стійкості, методи оцінки якості управління та робастності. Виконувати параметричний синтез ПД регуляторів.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Конструкції автомобілів та їх аналіз, Гідравліка, гідро-та пневмоприводи автомобілів, Менеджмент у галузі автотранспорту, Автомобільні двигуни, пально-мастильні матеріали, Спеціалізований рухомий склад, Основи експлуатації, обслуговування автомобілів на станціях технічного обслуговування.	

## ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестраміта видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин) / кредитів ECTS	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий контроль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	120/ 4	64	56	32	32		КП			Екз

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 53,3 (%):

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
			<b>Змістовний модуль 1 – Загальні відомості про лінійні САУ</b>	
			<b>Тема 1 – математичні моделі об'єктів та систем керування у машинобудуванні</b>	
1.	Л-1	2	Основні терміни та визначення. Структурна схема замкнутої САУ. Класифікація САУ.	3,4,5
2.	СР-1	2	Системи контролю зчеплення із дорогою та підтримки водія. Вимірювальна частина. Структура систем ABS/ESP та взаємодія елементів.	10
3.	Л-2	2	Загальні відомості про САУ у машинобудуванні. Виходи та входи. Принципи побудови.	3,4,5
4.	СР-2	2	Системи контролю зчеплення із дорогою та підтримки водія. Додаткові функції системи ESP. Системи асистенти водія.	10
5.	ЛБ-1	8	Моделювання лінійних динамічних систем. Загальні відомості. Формалізація завдань керування. Середовище Matlab/Simulink. Control system toolbox. Зворотній зв'язок.	1,2
6.	Л-3	2	Основні терміни та визначення. Структурна схема замкнутої САУ. Класифікація САУ.	3,4,5
7.	СР-3	2	Системи контролю тиску в шинах. Показчик тиску RKA. Контроль тиску RDK з та без вказування на несправне колесо.	10
			<b>Тема 2 – САУ лінійними об'єктами</b>	
8.	Л-4	2	Лінійнізації моделей	3,4,5
9.	СР-4	2	Система автоматичного керування ходової частини DCC. Регульовані амортизатори. Опис системи. Підключення до гальм та рульового керування. Принцип дії. Регульований клапан. БУ системи електронного регулювання демпфірування J250. Датчики дорожнього просвіту автомобіля G76, G78, G289. Датчики прискорення кузова G341, G342, G343	10
10.	Л-5	2	Моделі лінійних об'єктів та процесів. Диференціальні рівняння. Моделі в просторі стану.	3,4,5
11.	СР-5	2	Вакуумний електронасос для підсилювача гальмового приводу. Принцип дії вакуумного електронаосу. Принцип дії лопастевого насоса. Вакуумний насос з примусовим управлінням. Регульований вакуумний насос. Гістерезис.	10

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
12.	Лб-2.1	4	Побудова моделей зовнішніх збуджень. Частина 1 – генератори гармонічних сигналів	1,2
13.	Л-6	2	Типові впливи та передавальна функція САУ	1,2
14.	СР-6	2	Система автоматичної зміни фаз газорозподілу з гідرو муфтами	
15.	Л-7	2	Перетворення за Лапласом.	3,4,5
16.	СР-7	2	Система автоматичного регулювання дистанції. Функціональні можливості системи та компоненти САРД.	10
17.	Лб-2.2	2	Моделювання лінійних динамічних систем. Частина 2 – генератори сигналу з трапецієдальним графіком швидкості	3,4,5
18.	Л-8	2	Частотні та логарифмічні характеристики	3,4,5
19.	СР-8	2	Електрогідравлічний підсилювач керма. Структура та принцип дії.	10
			<b>Тема 3 – Типові динамічні елементи САУ</b>	
20.	Л-9	2	Типові динамічні елементи САУ. Підсилюючий, аперіодичний, коливальний, інтегруючий, диференціюючий елементи та ін.	3,4,5
21.	СР-9	2	Управління підігрівачем та кондиціонером. Огляд систем. Блок керування. Датчики і виконавчі пристрої.	10
22.	Лб-3.1	2	Дослідження характеристик типових динамічних елементів в просторі часу.	3,4,5
23.	Л-10	2	Структурні схеми САУ. Умовні позначення. Правила перетворення	3,4,5
24.	СР-10	2	Система автоматичної зміни фаз газорозподілу з гідро муфтами.	
25.	Лб-3.2	4	Дослідження характеристик типових динамічних елементів в частотній області.	10
			<b>Змістовий модуль 2 – Аналіз та синтез САУ</b>	
			<b>Тема 4 – Аналіз САУ технічними системами автомобілів та тракторів</b>	1,2,3,4,5
26.	Л-11	2	Вимоги до керування. Точність. Стійкість	3,4,5
27.	СР-11	2	Електромеханічний підсилювач рульового механізму з двома шестернями. Принцип дії, виконавчий елемент, алгоритм керування.	10
28.	Лб-4.1	2	Дослідження динамічних властивостей лінійних елементів другого порядку. Загальні відомості.	3,4,5

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
29.	Л-12	2	Критерії стійкості. Критерії Найквіста, Гурвіца	1,2
30.	СР-12	2	Електромеханічний підсилювач рульового управління з приводом, паралельним осі кермової рейки (АРА). Принцип дії, виконавчий елемент, алгоритм керування.	10
31.	Л-13	2	Перехідні процеси в САУ	3,4,5
32.	Лб-4.2	4	Дослідження динамічних властивостей лінійних елементів другого порядку. Вільне та вимушене коливання.	3,4,5
33.	Л-14	2	Кореневі та частотні оцінки якості	3,4,5
34.	Л-15	2	Робастність	3,4,5
35.	Лб-5	6	Побудова зон стійкості лінійної системи в площині двох параметрів	3,4,5
			<b>Тема 5 – Синтез САУ технічними системами автомобілів та тракторів</b>	3,6,7
36.	Л-16	2	Загальні відомості про синтез регуляторів	3,4,5
37.	СР-13	4	ПІД-регулятори	3,4,5
38.	СР-14	4	Стабілізація. Розміщення полюсів. Корекція ЛАЧХ.	3,4,5
Разом (годин)		64		

#### Примітки

1. Номер семестру вказують, якщо дисципліна викладається у декількох семестрах.
2. У показнику «Разом (годин)» кількість годин буде відрізнятися від загальної кількості аудиторних годин на кількість годин, що відведена на вивчення тем та питань, які вивчаються студентом самостійно (п. 3 додатку 8).
3. У графі 5 вказується номер відповідно до Додатку 14.



## САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	0 годин
2	Підготовка до практичних занять	0 годин
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	32 години
4	Виконання індивідуального завдання:	24 години
5	Інші види самостійної роботи	0 годин
		56 годин

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Курсовий проект  
(видіндивідуального завдання)

Розробити технічне обґрунтування автоматичного керування системи (тема за вибором студента):

1. Електромеханічний підсилювач рульового управління з приводом, паралельним осі кермової рейки (АРА)
2. Система адаптивного управління ходової частини ДСС
3. Регульовані стабілізатори для автомобіля Touareg
4. Система автоматичної зміни фаз газорозподілу з муфтами
5. Електронний привід акселератора
6. Електромеханічний підсилювач рульового механізму з двома шестернями
7. Системи контролю тиску повітря в шинах
8. Електрогідравлічний підсилювач керма
9. Вакуумний електронасос для підсилювача гальмівного приводу
10. Системи контролю зчеплення з дорогою і підтримки водія
11. Система автоматичного регулювання дистанції
12. Багатофункціональний рульове колесо
13. Електромеханічне стояночне гальмо
14. Асистент екстреного гальмування
15. Кліматична установка
16. Опалювачі і кондиціонер

## МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Використовуємо метод навчання, який базується на зовнішніх і внутрішніх чинниках процесу пізнання об'єктивної реальності, та має у своїй основі логічно вмотивовані підходи: за джерелами отримання знань, особливостями логіко-мисленевої діяльності, рівнем розумової активності.

До зовнішнього процесу відносимо: словесно-слухову форму навчання; різні форми застосування наочності; практичні роботи студентів; прояви педагогічної майстерності; керівництво пізнавальною діяльністю студентів та контроль і оцінювання їхньої навчальної праці.

Внутрішньою стороною методів навчання є: рух змісту основ наук і техніки; логічна грань розумової діяльності з урахуванням віку та індивідуальних можливостей; психологічна властивість методу (рівні й види пізнавальної діяльності, мотивація і стимулювання навчальної праці).

Ця структура методів навчання дає змогу визначити їх місце в загальному процесі виховання особистості, вказує на логічні зв'язки між різними аспектами дидактичної діяльності.

За джерелами інформації використовуємо три групи методів навчання: словесні, наочні, практичні.

*Розповідь* – передбачає оповідну, описову форму розкриття навчального матеріалу з метою спонукання студентів до створення в уяві певного образу. Інколи цей метод називають "малювання словом".

*Пояснення* – вербальний метод навчання, за допомогою якого лектор розкриває сутність певного явища, закону, процесу. Він ґрунтується не стільки на уяві, скільки на логічному мисленні з використанням попереднього досвіду студентів.

*Бесіда* – передбачає використання попереднього досвіду студентів з певної галузі знань і на основі цього приведення їх за допомогою діалогу до усвідомлення нових явищ, понять або відтворення вже наявних. З цього погляду виділяють два види бесіди: евристичну й репродуктивну. За місцем у навчальному процесі розрізняють вступну, поточну й підсумкову бесіди.

*Лекція* – метод, за допомогою якого лектор у словесній формі розкриває сутність наукових понять, явищ, процесів, логічно пов'язаних, об'єднаних загальною темою. Лекція використовується, як правило, у вищих навчальних закладах.

Важливе місце у навчальному процесі займає *інструктаж*. Він передбачає розкриття норм поведінки, особливостей використання методів і навчальних засобів, дотримання правил безпеки під час виконання навчальних операцій. Це важливий етап в оволодінні методами самостійної пізнавальної діяльності. Адже важливо, щоб студенти розуміли не лише, що треба робити, а і як це робити.

Чільне місце серед групи словесних методів посідає метод *роботи з книгою (самостійна робота студентів)*. Студенти мають розуміти, що основне джерело отримання наукової інформації – не викладач, а книга. Тому так важливо навчити студентів методів і засобів самостійної роботи з книгою:

читання, переказу, виписування, складання плану, рецензування, конспектування, виготовлення таблиць, схем, графіків та ін.

## МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Виконання практичних робіт є ефективним, способом перевірки результатів навчання. Мається на увазі передусім підготовка студента по описаним у методичних вказівках питанням поточної теми дисципліни. При поточному контролі знань в лектор використовує спостереження, систематичне вивчення знань студентів в процесі навчання, виявлення багатьох показників: проявів поведінки, знань, що свідчить о формуванні умінь і інших результатів навчання.

Ситуація поточної і періодичної перевірки знань дозволяє лектору отримати досить повні дані про студента: і рівень його знань, умінь по предмету, і стосунків до навчання, міра його пізнавальної активності, свідомості, і уміння мислити, вирішувати самостійно різного роду завдання. Результати спостережень фіксуються в офіційних документах, але враховуються лектором для коригування навчання, в загальній підсумковій оцінці студента для своєчасного виявлення неуспішності.

При проведенні практичних занять використовується метод усного контролю – це бесіда, розповідь студента, пояснення, читання тексту, технологічної карти, схеми, повідомлення і ін.

Усний контроль, як поточний, проводиться за розкладом занять в індивідуальній, фронтальній або комбінованій формі. Індивідуальне опитування студента дозволяє лектору отримати повніші і точні дані про рівень засвоєння. Фронтальне опитування займає усіх студентів відразу, але дає більше поверхневе уявлення про засвоєння ними знань.

Письмовий контроль (модульний контроль, реферат) забезпечує глибоку і усебічну перевірку засвоєння, оскільки вимагає комплексу знань і умінь студента. У письмовій роботі студенту треба показати і теоретичні знання і уміння застосовувати їх для вирішення конкретних завдань, проблем, крім того виявляється міра володіння письмовою мовою, умінню логічно, адекватно проблемі вибудовувати, складати свій текст і викладати його, давати оцінку твору, експерименту, проблемі.

При проведенні першого модуля підготовка студента по матеріалу, що викладається оцінюємо за рефератом, написаному заздалегідь студентом, а також письмова відповідь по матеріалу за темами 1-4.

Семестровий контроль проводиться у формі заліку і є найбільш активною і ґрунтовною перевіркою знань за певний період навчання.

## РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Таблиця 1. Розподіл балів для оцінювання поточної успішності студента

Поточне тестування та самостійна робота							Сума
T1	T2	T3	T4	T5		КП	100
10	20	10	20	10		30	

Таблиця 2. Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 ... 100	A	відмінно
82 ... 89	B	добре
75 ... 81	C	
64 ... 74	D	задовільно
60 ... 63	E	
35 ... 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
1 ... 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Методические указания к выполнению лабораторных и практических занятий по курсу "Автоматическое регулирование самоходных машин" [Текст] : для студ. спец. 7.090211 "Колесные и гусеничные транспортные средства" всех форм обучения / Национальный технический ун-т "Харьковский политехнический ин-т" ; сост. В. Р. Мандрика, А. Д. Галуцких. - Х. : [б.и.], 2001. - 41 с.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Базова література

1	Данов Б.А. Электронные системы управления иностранных автомобилей. – М.: Горячая линия-Телеком, 2002. – 224 с.: ил.
2	Соснин Д. А. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей: Учебное пособие. М.: СОЛОН-Р, 2001, 272с.
3	Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления – М.: Бином, Лаборатория базовых знаний, 2004.
4	Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления – 4-е изд. СПб.: Профессия, 2003.
5	Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб.: Питер, 2005.

## Допоміжна література

6	Kiencke U., Nielsen L. Automotive Control Systems: For Engine, Driveline, and Vehicle, Second edition. Springer, 2005. 521 p. — ISBN:3540231390.
7	Ulsoy A. Galip, Peng H., Cakmakci M. Automotive Control Systems Cambridge University Press, 2012. 406 p. — ISBN 978-1-107-01011-6 (Hardback).
8	Proceedings of the 2013 International Conference on Mechatronics and Automatic Control Systems (ICMS2013). — Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London, 2014, XIX, 1079 p. 617 illus., 178 illus. in color. In 2 volumes, not available separately. — ISBN 978-3-319-01272-8, ISBN 978-3-319-01273-5 — (Lecture Notes in Electrical Engineering, Vol. 237).
9	Lui H., Gao H., Li P. (Eds.) Handbook of Vehicle Suspension Control Systems. The Institution of Engineering and Technology, 2014. XIV+408 p. — ISBN 978-1-84919-633-8 (hardback), ISBN 978-1-84919-634-5 (PDF).
10	Програми самонавчання Volkswagen AG Service Training VK-21, 2005

## ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. [Електроний ресурс].

<https://www.mathworks.com/help/simulink/automotive-applications.html>  
звертання : 03.09.2019).

(Дата