

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО

Навчально-науковий інститут механічної інженерії,
транспорту та природничих наук
Кафедра автомобілів і тракторів

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної та
методичної роботи



В. В. Костін

01 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ПРИКЛАДНА ТЕОРІЯ КОЛІСНОГО КЕРУЮЧОГО МОДУЛЯ

(шифр за ОПП: ООК-6)

освітній ступінь: магістр

спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»

освітньо-професійна програма «Колісні та гусеничні транспортні засоби»

Робоча програма навчальної дисципліни «Прикладна теорія колісного керуючого модуля» розроблена на основі освітньо-професійної програми «Колісні та гусеничні транспортні засоби» підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 133 – «Галузеве машинобудування» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив доц., к.т.н.  Черненко С.М.

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні кафедри автомобілів і тракторів


Протокол № 5 від «25» 12 2022 р.

Завідувач кафедри  Клімов Е.С.

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Колісні та гусеничні транспортні засоби» спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування» кафедри автомобілів і тракторів

Протокол № 5 від «25» 12 2022 р.

Гарант освітньо-професійної програми  Павленко О.В.

Завідувач кафедри  Клімов Е.С.

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні методичної комісії КрНУ зі спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт»

Протокол № 03 від «17» 01 2023 р.

Голова методичної комісії  Клімов Е.С.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань: 13 – «Механічна інженерія»	Обов'язкова	
Модулів – 1	Спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування», ОПІ – «Колісні та гусеничні транспортні засоби»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		1-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: контрольна робота		Семестр	
Загальна кількість годин – 180/180		10	
Тижневих годин для денної форми навчання: - аудиторних – 3,0; - самостійної роботи студента – 6,0.	Освітній ступінь: магістр	20 год.	8 год.
		Практичні	
		40 год.	10 год.
		Лабораторні	
		-	-
		Самостійна робота	
		120 год.	162 год.
Вид контролю: іспит			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

- для денної форми навчання - 0,5;
- для заочної форми навчання – 0,111.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою курсу «Прикладна теорія колісного керуючого модуля» є чітке та цілісне уявлення механіки повороту автомобіля, взаємодії автомобільної шини з опорною поверхнею, роботи механізмів кермового керування та керованих мостів, керованості, стійкості, стабілізації керованих коліс та легкості керування, формування у студентів вмінь та навичок щодо аналізу та розрахунку параметрів легкості керування, керованості і стійкості.

Основним завданням вивчення дисципліни «Прикладна теорія колісного керуючого модуля» є опанування студентами методів розрахунку таких експлуатаційних властивостей автомобіля як керованість, стійкість, стабілізація керованих коліс та легкість керування, їхній аналіз з метою оптимізації конструктивних параметрів кермового керування, керованих мостів тощо.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: поняття керованості, стійкості автомобіля, стабілізації керованих коліс, легкості керування; взаємодію еластичного колеса з опорною поверхнею під час його повороту; сили та моменти, що діють в контактній шині з опорною поверхнею під час повороту; сили та моменти, що діють в елементах кермового керування, керованого моста, гідравлічного підсилювача; показники керованості та стійкості.

уміти: проводити розрахунок складових моменту опору повороту керованого колеса, визначати, сили та моменти, що діють під час повороту автомобіля, розраховувати критерії легкості керування, стійкості коліс проти коливань.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студенти набувають наступних компетентностей і програмних результатів навчання.

Загальні компетентності.

ЗК 2 – Здатність використовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 4 – Здатність працювати самостійно та у складі команди, мотивуючи на досягнення спільної мети.

ЗК 6 – Здатність спілкуватися державною фаховою мовою як усно, так і письмово.

ЗК 9 – Здатність абстрактно мислити, генерувати нові ідеї, аналізувати та синтезувати.

ЗК 10 – Знання і розуміння предметної області та розуміння професії.

ЗК 11 – Здатність навчатися та самонавчатися.

ЗК 12 – Здатність застосовувати знання на практиці.

Фахові компетентності спеціальності.

ФК 2 – Здатність застосовувати передові для галузевого машинобудування наукові факти, концепції, теорії, принципи.

ФК 3 – Здатність застосовувати та вдосконалювати наявні кількісні математичні, наукові й технічні методи, а також комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування.

ФК 4 – Здатність втілювати передові інженерні розробки для отримання практичних результатів.

ФК 12 – Здатність демонструвати розуміння, у яких царинах можна використовувати інженерні знання.

ФК 13 – Здатність застосовувати системний підхід для розв'язування інженерних завдань.

ФК 17 – Спеціалізовані концептуальні знання, набуті у процесі навчання та/або професійної діяльності на рівні новітніх досягнень, які є основою для оригінального мислення та інноваційної діяльності, зокрема в контексті дослідницької роботи.

ФК 18 – Розв'язання складних задач і проблем, що потребує оновлення та інтеграції знань, часто в умовах неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог.

ФК 19 – Критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей.

ФК 20 – Зрозуміле і недвозначне донесення власних висновків, а також знань та пояснень, що їх обґрунтовують, до фахівців і 7 нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються.

ФК 22 – Відповідальність за розвиток професійного знання і практик, оцінку стратегічного розвитку команди.

ФК 23 – Здатність до подальшого навчання, яке значною мірою є автономним та самостійним.

Програмні результати навчання.

ПРН 1 – Знання і розуміння засад фундаментальних математичних методів моделювання та оптимізування.

ПРН 2 – Знання з механіки і машинобудування та спроможність окреслювати перспективи їхнього розвитку.

ПРН 4 – Вміння ставити та розв'язувати завдання, застосовуючи передові інженерні методи розраховування.

ПРН 5 – Вміння системно аналізувати інженерні об'єкти, процеси і методи.

ПРН 10 – Вміння поєднувати теорію та практику для розв'язування інженерного завдання.

ПРН 11 – Фахові майстерність і навички.

ПРН 22 – Здатність аналізувати та демонструвати тенденції розвитку науки і техніки, акцентуючи увагу на досягненнях вітчизняного та світового машинобудування у галузі автомобілебудування.

ПРН 26 – Уміння аналізувати особливості конструкції і прогнозувати поведінку колісних транспортних засобів у різних умовах експлуатації, обґрунтовувати технічні інженерні рішення щодо їх модернізації.

ПРН 27 – Здатність експлуатувати різні види колісних транспортних засобів у відповідності з вимогами техніки безпеки.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Робочі процеси колісного керуючого модуля.

Тема 1. Загальні відомості про колісний керуючий модуль (ККМ)

1.1 Керованість автомобіля, критерії оцінювання керованості.

1.2 Вимоги до ККМ. Складові ККМ.

1.3 Класифікація багатовісних транспортних засобів. Прості та складні ККМ.

1.4 Принципові та структурні схеми ККМ.

Тема 2. Фізичні основи взаємодії еластичного керованого колеса з опорною поверхнею.

2.1 Особливості роботи еластичного колеса як складного механізму

2.2 Поворот еластичного колеса на місці. Центр повороту контактної відбитки, плече обкатки, плече стабілізації, радіус обкатки.

2.3 Установчі параметри керованих коліс.

2.4 Момент опору повороту керованого колеса на місці та під час руху.

Тема 3. Кінематика колісного керуючого модуля.

3.1 Кінематика повороту керованих коліс простих і складних ККМ.

3.2 Передавальне число кермової трапеції.

3.3 Передавальне число кермового приводу.

Тема 4. Розрахунок складових моменту опору повороту керованого колеса на місці.

4.1 Момент опору повороту шини.

4.2 Визначення вагового стабілізуючого моменту від поперечного нахилу шворня способами класичної механіки, аналітичної геометрії та закону збереження енергії.

4.3 Визначення вагового стабілізуючого моменту від комбінованого нахилу шворня.

4.4 Взаємозв'язок між кутами повороту цапфи та керованого колеса.

4.5 Моменти тертя у підшипниках шворневих вузлів.

Тема 5. Розрахунок силових параметрів колісного керуючого модуля.

5.1 Розрахунок моменту опору керованих коліс на місці та під час руху.

5.2 Вимоги до легкості керування колісних машин.

5.3 Визначення зусилля на кермовому колесі.

5.4 Розрахунок параметрів гідравлічного підсилювача.

5.5 Розрахунок деталей кермового керування на міцність.

Змістовий модуль 2. Стійкість керованих коліс проти коливань.

Тема 6. Коливання керованих коліс, що викликані дисбалансом.

6.1 Складові диференціального рівняння коливань.

6.2 Загальний та частковий розв'язок диференціального рівняння.

Тема 7. Підвищення стійкості керованих коліс проти коливань, викликаних дисбалансом.

7.1 Граничний проти коливань момент тертя у шворневому вузлі.

7.2 Умова відсутності коливань керованих коліс.

Тема 8. Коливання керованого колеса, що викликані гідравлічним підсилювачем.

8.1 Фази коливань керованого колеса.

8.2 Розрахункова схема для розробки математичної моделі коливань керованого колеса.

8.3 Складові диференціального рівняння керованого колеса.

8.4 Система диференціальних рівнянь керованого колеса.

Тема 9. Підвищення стійкості керованих коліс проти коливань, викликаних гідравлічним підсилювачем.

9.1 Дослідження диференціального рівняння коливань керованого колеса.

9.2 Умови відсутності коливань керованого колеса, викликаних гідравлічним підсилювачем.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л.	п.	лаб.	с.р.		л.	п.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Робочі процеси колісного керуючого модуля.										
Тема 1. Загальні відомості про колісний керуючий модуль.	19	3	6	-	10	15	1	2	-	12
Тема 2. Фізичні основи взаємодії еластичного керованого колеса з опорною поверхнею.	23	3	6	-	14	20	1	2	-	17
Тема 3. Кінематика колісного керуючого модуля.	21	2	6	-	13	20	1	-	-	19
Тема 4. Розрахунок складових моменту опору повороту керованого колеса на місці.	22	2	6	-	14	20	1	2	-	17
Тема 5. Розрахунок силових параметрів колісного керуючого модуля.	22	2	6	-	14	20	1	-	-	19
Разом за змістовим модулем 1	107	12	30	-	65	95	5	6	-	84
Змістовий модуль 2. Стійкість керованих коліс проти коливань.										
Тема 6. Коливання керованих коліс, що викликані дисбалансом.	14	2	-	-	12	15	1	-	-	14
Тема 7. Підвищення стійкості керованих коліс проти коливань, викликаних дисбалансом.	19	2	5	-	12	15	0,5	2	-	12,5
Тема 8. Коливання керованого колеса, викликані гідравлічним підсилувачем.	17	2	-	-	15	15	1	-	-	14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 9. Підвищення стійкості керованих коліс проти коливань, викликаних гідравлічним підсилювачем.	18	2	5	-	11	15	0,5	2	-	12,5
Разом за змістовим модулем 2	68	8	10	-	50	60	3	4	-	53
ІНДЗ (контрольна робота)	-	-	-	-	-	20	-	-	-	20
Семестровий контроль	5	-	-	-	5	5	-	-	-	5
Усього годин	180	20	40	-	120	180	8	10	-	162

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1			
	Усього	-	-

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Модуль 1			
Змістовий модуль 1. Робочі процеси колісного керуючого модуля.			
1	Визначення параметрів колісного керуючого модуля, побудова принципової та структурної схеми	6	2
2	Дослідження моменту опору повороту шини керованого колеса	6	2
3	Дослідження вагового стабілізуючого моменту та поточного кута розвалу керованого колеса	6	-
4	Визначення кінематичних параметрів колісного керуючого модуля	6	2
5	Дослідження легкості керування колісної машини	6	-
Змістовий модуль 2. Стійкість керованих коліс проти коливань.			
6	Дослідження коливань керованого колеса автомобіля КамАЗ-5511	5	2
7	Дослідження коливань керованого колеса, викликаних гідравлічним підсилювачем	5	2
УСЬОГО		40	10

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Модуль 1			
Змістовий модуль 1. Робочі процеси колісного керуючого модуля.			
1	Загальні відомості про колісний керуючий модуль	10	12
2	Фізичні основи взаємодії еластичного керованого колеса з опорною поверхнею.	14	17
3	Кінематика колісного керуючого модуля	13	19
4	Розрахунок складових моменту опору повороту керованого колеса на місці.	14	17
5	Розрахунок силових параметрів колісного керуючого модуля	14	19
Змістовий модуль 2. Стійкість керованих коліс проти коливань.			
1	Коливання керованих коліс, що викликані дисбалансом.	12	14
2	Підвищення стійкості керованих коліс проти коливань, викликаних дисбалансом.	12	12,5
3	Коливання керованих коліс, що викликані гідравлічним підсилювачем.	15	14
4	Підвищення стійкості керованих коліс проти коливань, викликаних гідравлічним підсилювачем.	11	12,5
5	ІНДЗ (контрольна робота)	-	20
6	Семестровий контроль	5	5
Усього		120	162

8. Методи навчання

При вивченні дисципліни застосовуються наступні методи навчання:

– пояснювально-ілюстративні – вербальні методи передачі та сприймання навчальної інформації (розповідь, лекція, бесіда), наочні (відео-ілюстрація, презентація), практичні (вправи, групові та індивідуальні завдання, виконання практичних, аналітично-розрахункових робіт, практичне використання сучасних приладів);

– репродуктивні – опитування, тестування, розв’язування задач, виконання вправ за зразком чи алгоритмом;

– проблемного викладу – ситуаційне моделювання, аналіз виробничих ситуацій, дискусія, аналіз відео фрагментів, написання рефератів, анотування науково-технічних джерел;

– частково-пошукові – евристичні бесіди, самостійне розв’язання проблемних ситуацій, написання тез доповідей.

9. Методи контролю

Методи поточного контролю: індивідуальне опитування (тестування), захист практичних робіт (тестування), перевірка індивідуальних завдань.

Методи модульного контролю: письмова контрольна робота (тестування).

Методи підсумкового контролю: тестування, диференційований залік.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

ДЕННА ФОРМА НАВЧАННЯ

Модуль 1

Відвідування, активність на заняттях, оформлення конспекту лекцій, звіту з 3 практичних робіт		Поточний контроль знань			Сума
лекції	практичні роботи	контрольні роботи		захист практичних робіт	
		змістовий модуль 1	змістовий модуль 2		
10	30	20	20	20	100

ЗАОЧНА ФОРМА НАВЧАННЯ

Модуль 1

Лекції		Практичні роботи	Контрольна робота	Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2			
5	5	40	50	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національного шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практика	для заліку
90- 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	o	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки щодо самостійної роботи з навчальної дисципліни «Прикладна теорія колісного керуючого модуля» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування» освітньо-професійної програми «Колісні та гусеничні транспортні засоби» освітнього ступеня «Магістр». Кременчук: Видавничий відділ КрНУ, 2023. 15 с.

2. Черненко С.М. Методичні вказівки щодо практичних занять з навчальної дисципліни «Прикладна теорія колісного керуючого модуля» для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальностями: 274 – «Автомобільний транспорт» освітньо-професійної програми «Автомобілі та автомобільне господарство», 133 – «Галузеве машинобудування» освітньо-професійної програми «Колісні та гусеничні транспортні засоби» освітнього ступеня «Магістр». Кременчук: Видавничий відділ КрНУ, 2023. 32 с.

3. Черненко С.М. Методичні вказівки щодо виконання контрольної роботи з навчальної дисципліни «Прикладна теорія колісного керуючого модуля» для студентів заочної форми навчання за спеціальностями: 274 – «Автомобільний транспорт» освітньо-професійної програми «Автомобілі та автомобільне господарство», 133 – «Галузеве машинобудування» освітньо-професійної програми «Колісні та гусеничні транспортні засоби» освітнього ступеня «Магістр». Кременчук: Видавничий відділ КрНУ, 2023. 32 с.

12. Рекомендована література

1. Овчинников П.П., Яремчук Ф.П., Михайленко В.П. Вища математика. Частина І. Підручник у 2 ч. 3-тє вид., випр. За заг. ред. П.П. Овчинникова. Київ: Техніка, 2003. 600 с.

2. Солтус А. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля. Навчальний посібник. Київ: Арістей, 2006. 176 с.

3. Солтус А.П. Основы теории рабочего процесса и расчета колесных управляющих модулей : моногр. Деп. Укр. НИИНТИ. 501-Ук 90 ВИНТИ «Деп.науч.труды», 1990, 7 (290), б/о 203. 234 с.

4. Солтус А.П. Черненко С.М., Клімов Е.С., Черниш А.А., Маслов О.Г. Особливості роботи еластичного колеса як складного механізму. Вісник Житомирського державного технологічного університету. *Серія: Технічні науки*. Житомир, 2018. № 2(82). С.152-158.

5. Черненко С.М. Підвищення стійкості колісного керуючого модуля проти коливань, викликаних гідравлічним підсилювачем кермового керування автомобіля : дис. кандидата техн. наук : 05.22.02. Київ, 2005. 147 с.

6. Черненко С.М., Клімов Е.С., Черниш А.А., Пузир Р.Г. Оптимізація параметрів чотириланкової кермової трапеції на основі плоскої моделі. *Вісник машинобудування та транспорту*. Вінниця: ВНТУ. Т. 10, № 2, 2019. С. 141-147. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2019-10-2-141-147>.

7. Черненко С.М., Клімов Е.С., Черниш А.А. Кермові приводи транспортних засобів з двома керованими мостами. *Наукові нотатки*, 2018, 62: С. 220-225.

13. Інформаційні ресурси

1. Комп'ютерний клас кафедри автомобілів і тракторів.
2. Стенди кафедри автомобілів і тракторів.
3. Сайт кафедри автомобілів і тракторів. URL: [http:// www.at.kdu.edu.ua](http://www.at.kdu.edu.ua) (дата звернення 24.01.2023).
4. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського URL: <http://www.nbuv.gov.ua/> (дата звернення 24.01.2023).
5. Харківська державна наукова бібліотека ім. В.Г. Короленка URL: <http://korolenko.kharkov.com/> (дата звернення 24.01.2023).
6. Дистанційна освіта КрНУ ім. М. Остроградського/ URL: <http://krnu.org/> (дата звернення 24.01.2023).
7. Бібліотека КрНУ ім. М. Остроградського URL: <http://www.kdu.edu.ua/LIB1/home.php> (дата звернення 24.01.2023).