



Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

„Затверджено”
Перший проректор

професор _____ Гладкий І.П.
„___” _____ 2013 р.

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

з дисципліни „Математичне моделювання систем управління синергетичного автомобіля”

(за вимогами кредитно-модульної системи навчання)

Галузь знань 0507 – Електротехніка та електромеханіка
Спеціальність – 8.0507002. Електричні системи і комплекси транспортних засобів

Харків 2013

Робоча навчальна програма з дисципліни „Математичне моделювання систем управління синергетичного автомобіля” складена на підставі ОПП в галузі знань 0507-“Електротехніка та електромеханіка” за спеціальністю 8.0507002 “ Електричні системи і комплекси транспортних засобів”.

Робочу навчальну програму з дисципліни „Математичне моделювання систем управління синергетичного автомобіля” склала

Зав. каф. прикладної математики

Тропіна А.А.

Рецензент:

Зав. кафедри автомобільної електроніки

професор, д.т.н. _____ О.В. Бажинов

Робоча навчальна програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри прикладної математики

протокол № _____ від “ _____ ” _____ 2013 р.

Зав. кафедри
проф.

Тропіна А.А.

Схвалено Радою (методичною комісією) факультету МТЗ протокол № _____ від “ _____ ” _____ 2013 р.

Голова ради (комісії)

професор _____ Левтеров А.І.

«УЗГОДЖЕНО:

Зав. випускаючої кафедри

Автомобільної електроніки

проф. _____ Бажинов О.В.

“ _____ ” _____ 2013р.

1. Опис навчальної дисципліни

„Математичне моделювання систем управління синергетичного автомобіля”
(система змістових модулів)

Характеристика обсягів підготовки	Характеристика лекційного потоку	Характеристика навчального процесу
Загальний обсяг – 3 кредити Усього годин –108 год.	Шифр галузі 0507: Електротехніка та електромеханіка. Код напряму – 6.050702: Електромеханіка.	Навчальний курс – нормативний Рік підготовки – 5 Семестр навчання – 9
Усього блоків змістових модулів – 4	Освітньо-кваліфікаційний рівень – „магістр”.	
блок змістових модулів від 13 до 22 годин.	Кількість навчальних груп в потоці – 1	Кількість лекційних годин – 18
	Лектор, відповідальний за курс – Проф. Тропіна Альбіна Альбертівна	Лабораторних занять – 36
		Самостійна робота, годин - 54
		Індивідуальна робота (консультацій), годин – 9
Усього аудиторних годин на тиждень - 3 (лекцій – 1 год., лабораторних занять –2 год.)		Модульний контроль (види контролю: усне опитування, письмова контрольна робота, типові розрахунки).
		Підсумковий контроль (інтегрований іспит)

2. Мета та завдання

Навчальна дисципліна „Математичне моделювання систем управління синергетичного автомобіля” відноситься до циклу математичної, природничо – наукової підготовки фахівців в галузі 0507: Електротехніка та електромеханіка. Код напряму – 6.050702:

Предметом навчальної дисципліни є основи сучасної теорії математичного моделювання синергетичних систем.

Метою навчальної дисципліни є фундаментальна підготовка фахівців в області електротехніки та електромеханіки, спроможних розв’язувати комплекс професійних задач.

Відповідно до мети **задачами** навчальної дисципліни є формування логічного та алгоритмічного мислення, сукупності знань з основ математичного апарату та вмінь і навичок з застосувань їх в професійній діяльності.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

ЗНАТИ фундаментальні положення стосовно математичного моделювання синергетичних систем, а саме:

- головні поняття про математичну модель, етапи її створювання та спеціалізовані математичні пакети
- головні поняття теорії динамічних систем та їх моделювання
- головні поняття синергетики та чисельні методи дослідження біфуркаційних рішень
- схеми застосування математичного моделювання в системах управління синергетичним автомобілем

ВМІТИ:

розв’язувати задачі теоретичного та прикладного характеру із застосуванням математичного моделювання

-

МАТИ УЯВЛЕННЯ про застосування теорії математичного моделювання для побудови математичних моделей інженерних задач та їх дослідження.

Для підготовки фахівців на **рівні знань** у програмі навчальної дисципліни передбачений цикл лекцій у сполученні із самостійною роботою студентів.

Формування у фахівців рівня **вмінь та навичок** здійснюється з опорою на отримані теоретичні знання, шляхом проведення циклу практичних занять з основних тем дисципліни та в ході самостійної роботи студентів. Важливим елементом самостійної роботи є виконання студентами **індивідуальних** завдань за темами дисципліни.

Рівень уявлень досягається в процесі самостійної роботи студентів під керівництвом викладача.

Поточний контроль знань навчального матеріалу виконується під час аудиторних занять (перевірка домашніх завдань, опитування, контрольні роботи), а також під час прийому індивідуальних завдань на самостійну роботу. Модульний контроль здійснюється у формі виконання студентом модульної контрольної роботи або модульного тестування.

Підсумковий контроль

Підсумковий контроль здійснюється у формі інтегрованого іспиту, або за результатами оцінювання усіх залікових модулів, після засвоєння студентом навчального матеріалу. Отримав позитивні модульні оцінки рівня знань підсумкова оцінка знаходиться як середньозважена усіх модулів.

3. Зміст навчальної програми

Вступ.

Предмет, ціль, задачі та структура дисципліни. Роль і місце математичного моделювання в розв'язуванні інженерних задач. Організація самостійної роботи студентів. Критерії оцінки знань.

Блок змістових модулів № 1. - Головні поняття теорії математичного моделювання

Змістовий модуль 1. Вступ до теорії математичного моделювання

Введення в теорію математичного моделювання. Визначення та цілі моделювання. Поняття про математичну модель та етапи її створювання. Властивості моделей та їх класифікація. Приклади.

Змістовий модуль № 2. – СРС.

Зміст СРС визначається тестовими завданнями, які відносяться до відповідного блока змістовних модулів та повідомляється студентам не пізніше 3 днів до тестування.

Блок змістових модулів № 2. Моделювання динамічних систем. Спеціалізовані математичні пакети

Змістовий модуль 3. Спеціалізовані математичні пакети

Символьні та чисельні розрахунки. Спеціалізовані математичні пакети. Інструмент чисельного моделювання: MATLAB. Огляд головних функцій системи.

Змістовий модуль 4. Поняття про динамічні системи

Динамічна система та її математична модель. Класифікація динамічних систем. Коливальні динамічні системи. Лінійні та нелінійні коливальні системи. Пакет візуального моделювання динамічних систем Simulink та його головні компоненти.

Змістовий модуль № 5. – СРС.

Зміст СРС визначається тестовими завданнями, які відносяться до відповідного блока змістовних модулів та повідомляється студентам не пізніше 3 днів до тестування.

Заліковий модуль № 1.

1. Поняття про математичну модель та етапи її створювання.
2. Властивості математичних моделей. Приклади.
3. Головні функції системи MATLAB. Організація символьних розрахунків.
4. Математична модель динамічної системи. Класифікація динамічних систем.

5. Головні компоненти пакету Simulink.
6. Лінійні та нелінійні динамічні системи.

Блок змістових модулів № 3. Динамічний хаос та дивні аттрактори **Змістовий модуль 6. Динамічний хаос**

Динамічний хаос. Джерела хаосу. Хаотичні коливання. Консервативні та дисипативні системи. Класичні типи динамічного руху та дивні аттрактори.

Нелінійна динаміка. Стійкість та біфуркації. Фрактали. Теоретичні основи самоорганізації систем. Теорія стійкості та біфуркацій диференціальних рівнянь.

Змістовий модуль № 7. – СРС.

Зміст СРС визначається тестовими завданнями, які відносяться до відповідного блока змістовних модулів та повідомляється студентам не пізніше 3 діб до тестування.

Змістовий модуль 8. Хаотичні коливання

Механічні та магнітомеханічні хаотичні коливання. Хаотичні коливання в системах управління. Нелінійні електричні мережі. Чисельні методи дослідження хаосу. Чисельний аналіз періодичних рішень та їх біфуркацій.

Змістовий модуль № 9. – СРС.

Зміст СРС визначається тестовими завданнями, які відносяться до відповідного блока змістовних модулів та повідомляється студентам не пізніше 3 діб до тестування.

Заліковий модуль № 2.

1. Поняття хаосу, джерела хаосу.
2. Класичні типи динамічного руху. Поняття про консервативні та дисипативні системи
3. Теоретичні основи самоорганізації систем Поняття про біфуркаційні розв'язки.
4. Поняття про фрактали.
5. Поняття про механічні та магнітомеханічні хаотичні коливання.
6. Приклади хаотичних коливань в системах управління.
7. Алгоритми чисельного аналізу періодичних рішень та їх біфуркацій.

Блок змістових модулів № 4. Математичне модулювання енергетичних систем та процесів переносу

Змістовий модуль 10. Синергетичні механізми в системах керування

Поняття про синергетику. Синергетична повідня. Історія питання та головні компоненти синергетичної повідні. Моделювання енергетичних систем в системі SimPowerSystems. Приклади електротехнічних компонентів

Змістовий модуль 11. Моделювання енергетичних систем

Головні прототипи енергетичних систем в системі SimPowerSystems. Джерела електричної енергії. Одиниці вимірювання. Головні компоненти електричного двигуна. Побудова математичної моделі електричного двигуна за допомогою Simulink та SimPowerSystems.

Змістовий модуль № 12. – СРС.

Зміст СРС визначається тестовими завданнями, які відносяться до відповідного блока змістовних модулів та повідомляється студентам не пізніше 3 діб до тестування.

Блок змістових модулів № 5. Математичне моделювання процесів переносу

Змістовий модуль 13. Скалярні, векторні та тензорні поля

Скалярні та векторні поля. Операції над векторами. Векторні диференціальні оператори. Тензорні поля та операції над тензорами. Стандартне рівняння переносу скалярної та векторної величини. Математичні моделі ідеального газу, нестисливої рідини та переносу домішки.

Змістовий модуль № 14. – СРС.

Зміст СРС визначається тестовими завданнями, які відносяться до відповідного блока змістовних модулів та повідомляється студентам не пізніше 3 діб до тестування.

Заліковий модуль № 3.

1. Головні компоненти синергетичної повідні
2. Головні прототипи енергетичних систем в системі SimPowerSystems.
3. Головні компоненти електричного двигуна.
4. Поняття про скалярні та векторні поля. Операції над векторами.
5. Диференціальні векторні оператори.
6. Стандартне рівняння переносу скалярної та векторної величини.
7. Математична моделі ідеального газу.
8. Математична модель нестисливої рідини.
9. Математична модель переносу домішки.

Блок змістових модулів № 6. Математичне моделювання синергетичного автомобіля

Змістовий модуль 14. Моделювання динаміки руху автомобіля

Головні рівняння динаміки руху автомобіля. Поняття про потужність та кінетичну енергію. Рівняння балансу потужностей. Поняття про моменти інерції та передаточне відношення. Сили опору руху автомобіля.

Змістовий модуль 15. Математичне моделювання роботи двигуна внутрішнього згорання

Принцип роботи двигуна внутрішнього згорання. Спрощена схема горіння та газообміну. Моделі горіння та формування токсичних речовин. Моделі формування оксидів азоту за схемою Зельдовича.

Змістовий модуль № 16. – СРС.

Зміст СРС визначається тестовими завданнями, які відносяться до відповідного блока змістовних модулів та повідомляється студентам не пізніше 3 діб до тестування.

Змістовий модуль 17. Математичне моделювання синергетичного автомобіля

Потужний баланс автомобілю. Вибір передаточного відношення в залежності від потужності двигуна внутрішнього згорання. Математична модель синергетичного автомобіля. Головні складові: електричний двигун, двигун внутрішнього згорання, акумуляторна батарея, планетарна передача, інвертор.

Змістовий модуль № 18. – СРС.

Зміст СРС визначається тестовими завданнями, які відносяться до відповідного блока змістовних модулів та повідомляється студентам не пізніше 3 діб до тестування.

Заліковий модуль № 4.

1. Головні рівняння динаміки руху автомобіля.
2. Рівняння балансу потужностей.
3. Поняття про моменти інерції та передаточне відношення.
4. Спрощена схема горіння та газообміну в двигуні внутрішнього згорання.
5. Математичні моделі горіння та формування токсичних речовин.
6. Модель формування оксидів азоту за схемою Зельдовича.
7. Математична модель синергетичного автомобіля та її головні складові.

1. Розподіл тем занять (за годинами та кредитами)

Номер змістового модуля та назва		Загалом на		Лекції	Практичні заняття	СРС
		год.	кред.			
1	Вступ до теорії математичного моделювання	4	0,167	1	2	1

2	СРС	4	0,111			4
3	Спеціалізовані математичні пакети	4	0,111	1	2	1
4	Поняття про динамічні системи	9	0,25	2	4	3
5	СРС	4	0,111			4
6	Динамічний хаос	9	0,25	2	4	3
7	СРС	4	0,111			4
8	Хаотичні коливання	9	0,25	2	4	3
9	СРС					4
10	Синергетичні механізми в системах керування	9	0,25	2	4	3
11	Моделювання енергетичних систем	9	0,25	2	4	3
12	СРС	4	0,111			4
13	Скалярні, векторні та тензорні поля	9	0,25	2	4	3
14	СРС	4	0,111			4
15	Математичне моделювання роботи двигуна внутрішнього згоряння	9	0,25	2	4	3
16	СРС	4	0,111			4
17	Математичне моделювання синергетичного автомобіля	9	0,25	2	4	3
18	СРС					
	Загалом	108	3,0	18	36	54

5. Система оцінювання навчання (залікові модулі)

№	Зміст навчального матеріалу	Кількість годин	Обсяг навчального матеріалу (кредитів)	Форма контролю
1	2	3	4	5
1	Перший заліковий модуль по змістовим модулям 1, 2,3,4,5	30	0,833	Співбесіда, усне опитування, письмова контрольна робота, тестування

2	Другий заліковий модуль по змістовим модулям 6,7,8,9	24	0,667	Співбесіда, усне опитування, письмова контрольна робота, тестування
3	Третій заліковий модуль по змістовим модулям 10,11,12,13,14.	30	0,833	Співбесіда, усне опитування, письмова контрольна робота, тестування
4	Четвертий заліковий модуль по змістовим модулям 15,16,17,18	24	0,667	Співбесіда, усне опитування, письмова контрольна робота, тестування

**6. Індивідуальне навчально-розрахункове завдання
(за окремим планом)**

7. Види, форми та методи навчання (лекції, практичні заняття, консультації, самостійна робота)

Тематика лабораторних занять

№ п/п	Змістовий модуль	Тема практичних занять	Години	Література
Блок змістових модулів № 1. - Головні поняття теорії математичного моделювання				1-8
1	1	Етапи будування математичної моделі. Приклади.	2	1-8
Блок змістових модулів № 2. Моделювання динамічних систем. Спеціалізовані математичні пакети				
2	3	Головні функції пакету MATLAB. Організація символьних розрахунків. Моделювання динамічних систем.	2	1-8
2	4	Моделювання динамічних систем в пакеті Simulink. Приклади. Моделювання коливальних динамічних систем в пакеті Simulink. Автоколивальні системи. Приклади.	4	1-8
Блок змістових модулів № 3. Динамічний хаос та дивні аттрактори				

3	6	Моделювання нелінійних коливань в електричних системах та механічних пристроях.	4	1-8
4	8	Представлення фрактальних поверхонь у пакеті MATLAB. Розв'язання систем нелінійних рівнянь в пакеті MATLAB.	4	1-8
Блок змістових модулів № 4. Математичне модулювання енергетичних систем та процесів переносу				
5	10	Бібліотека блоків SimPowerSystems та її головні властивості. S –функції пакету SimPowerSystems та їх головні властивості. Засоби покращення точності та швидкодії моделі.	4	1-8
6	11	Бібліотека Simulink –прототипів електротехнічних блоків. Головні команди SimPowerSystems. Головні команди Matlab для керування SPS- моделлю. Побудова математичної моделі електричного двигуна засобами Simulink та SimPowerSystems.	4	1-8
Блок змістових модулів № 5. Математичне моделювання процесів переносу				
8	13	Операції над векторами. Векторні диференціальні оператори. Тензорні поля та операції над тензорами. Стандартне рівняння переносу скалярної та векторної величини. Математичні моделі ідеального газу, нестисливої рідини та переносу домішки	4	1-8
Блок змістових модулів № 6. Математичне моделювання синергетичного автомобіля				
9	15	Побудова математичної моделі руху автомобіля. Збільшення швидкості та точності розрахунків засобами системи SimPowerSystems.	4	1-9
10	17	Побудова математичної моделі двигуна внутрішнього згоряння. Побудова моделі планетарної передачі. Побудова математичної моделі руху синергетичного автомобіля.	4	1-9

8. Система оцінки знань студентів і шкала оцінок*

Оцінка в балах	Оцінка за нац. шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Критерії
90-100	Відмінно	A	"Відмінно" - теоретичний зміст курсу освоєний цілком , без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані , якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до максимального .
80-89	Добре	B	"Дуже добре" - теоретичний зміст курсу освоєний цілком , без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані , якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального .
75-79		C	"Добре" - теоретичний зміст курсу освоєний цілком , без прогалин, деякі практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані недостатньо , усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилкам
67-74	Задовільно	D	"Задовільно" - теоретичний зміст курсу освоєний частково , але прогалини не несуть істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано , деякі з виконаних завдань, можливо, містять помилки .
60-66		E	"Посередньо" - теоретичний зміст курсу освоєний частково , деякі практичні навички роботи не сформовані , багато передбачені програмою навчання навчальні завдання не виконані , або якість виконання
35-59	Незадовільно	FX	"Умовно незадовільно" - теоретичний зміст курсу освоєний частково , необхідні практичні навички роботи не сформовані , більшість передбачених програм навчання навчальних завдань не виконано , або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального ; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання)
1-34		F	"Безумовно незадовільно" - теоретичний зміст курсу не освоєно , необхідні практичні навички роботи не сформовані , усі виконані навчальні завдання містять грубі помилки , додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до якого-небудь значимого підвищення якості виконання навчальних завдань (з обов'язковим повторним курсом).

*Примітка. Підсумкова оцінка знань з навчальної дисципліни визначається як середньозважена результатів засвоєння окремих залікових модулів в інтервалі (1... 100) балів. Розрахунок здійснюється за формулою

$$B_{\text{д}} = \alpha_1 \cdot B_1 + \alpha_2 \cdot B_2 + \dots + \alpha_n \cdot B_n,$$

де B_i – кількість балів за рівень знань студента i -го залікового модуля;

α_1 - коефіцієнт вагомості кожного залікового модуля.

Підсумкова оцінка трудовитрат студента за освоєння змісту навчальної дисципліни K_D визначається як арифметична сума кредитів за всіма заліковими модулями, що засвоєні (K_i):

$$K_D = \sum_{i=1}^N K_i ,$$

де $i = 1 \dots N$ - кількість залікових модулів;

K_i - трудовитрати (в кредитах) на засвоєння залікового модуля.

9. Методичне забезпечення.

Методичні розробки кафедри.

10. Рекомендована література

1. Г. Хакен, Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся устройствах и системах, М: Мир, 1985.
2. В.С. Анищенко. Сложные колебания в простых системах. - М.: Наука, 1990.
3. Ю.А. Данилов. Лекции по нелинейной динамике. М.: Постмаркет, 2001.
4. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизация сложных систем. – М.: Наука, 1994.
5. Г. Николис, И. Пригожин. Познание сложного. - М.: Мир, 1990.
6. Г. Хакен. Информация и самоорганизация. М.: Мир, 1991.
7. Using Simulink.- The MathWorks Inc. ,1999.
8. И.В. Черных. Моделирование электромеханических устройств в Matlab SimPowerSystems и Simulink. М.: ДМК Пресс, 2008.
9. Кравец В.Н. Теория автомобиля, Нижний Новгород: НГТУ, - 2007.
10. Тарасик В.П. Теория движения автомобиля, СПб:БХВ-Петербург, 2006.

Інформаційні ресурси

1. <http://works.doklad.ru/view/LNfx8pyBbkY/7.html>
2. <http://matlab.exponenta.ru/simpower/book1/4.php>

Підпис укладача
