

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ енергетики, електроніки та інформаційних технологій
КАФЕДРА програмного забезпечення автоматизованих систем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету енергетики, електроніки та інформаційних технологій

(підпис) (ініціали і прізвище)
“ ” _____ 2020 року

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ СИСТЕМ

(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки магістра
(назва освітнього ступеня)

спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення»
(шифр та назва спеціальності)
освітньо-професійна програма Інженерія програмного забезпечення
(назва)

Укладач Вербицький В.Г., д.ф.-м.н., професор
(ПБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри програмного
забезпечення автоматизованих систем

Протокол № _____ від _____ 2020 р.

Завідувач кафедри програмного
забезпечення автоматизованих систем
інформаційних

(підпис)

(ініціали прізвище)

Ухвалено науково- методичною радою
факультету енергетики, електроніки та
інформаційних технологій

Протокол № _____ від _____ 2020 р.

Голова науково-методичної ради факультету
енергетики, електроніки та
технологій

(ініціали прізвище)

(підпис)

2020 рік

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників		Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни денна форма навчання	
Кількість кредитів –	5	Галузь знань 12 «Інформаційні технології» (шифр і назва)	Вибіркова	
Модулів –	5			
Індивідуальне науково-дослідне Завдання		Спеціальність: 121 «Інженерія програмного забезпечення»	Рік підготовки	
(назва)			1-й	
Загальна Кількість годин –			Семестр	
150			1-й	
Тижневих годин для денної форми навчання:	10	Рівень вищої освіти: <u>другий (магістрський)</u>	22 год.	
аудиторних –	2		Практичні, семінарські	
самостійної роботи студента –	8		год.	
			Лабораторні	
			22год.	
			Самостійна робота	
			104год.	
		Індивідуальні завдання: год.		
		Вид контролю:		
		залік.(1-й сем.)		

1. МЕТА І ЗАВДАННЯ ОСВОЄННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Метою дисципліни є вивчення загальних законів, яким підкоряються взаємодії між тілами, а також оволодіння основними алгоритмами дослідження стійкості мехатронних систем. На цій основі стає можливою побудова і дослідження механіко-математичних моделей, адекватно тих, що описують різноманітні електромеханічні явища. Окрім цього, при вивченні дослідження стійкості виробляються навички практичного використання методів, призначених для математичної формалізації дослідження стійкості систем твердих тіл і для вирішення теоретичних і прикладних завдань робототехніки (включаючи методи побудови програмного руху роботів, оптимізації алгоритмів і управління поведінкою робота).

Освоєння цієї дисципліни вносить істотний вклад у формування у студента наступних компетенцій :

Загальнокультурні компетенції:

- здібності удосконалювати і розвивати свій інтелектуальний і загальнокультурний рівень;
- здібності до самостійного навчання новим методам дослідження, до зміни наукового і виробничого профілю своєї професійної діяльності;
- здібності самостійно придбавати за допомогою інформаційних технологій і використовувати в практичній діяльності нові знання і уміння, у тому числі в нових галузях знань, безпосередньо не пов'язаних з сферою діяльності.

Додаткові загальнокультурні компетенції:

- здібності використовувати основні закони математичних і загальнотехнічних дисциплін в професійній діяльності, застосовувати методи математичного аналізу і моделювання, теоретичного і експериментального дослідження;
- здібності мислити логічно, аргументовано в плані логіки і змісту - обґрунтовувати свої міркування, узагальнювати і аналізувати доступну інформацію, планувати шляхи досягнення поставлених цілей, відрізнити науковий підхід до вивчення навколишнього світу від антинаукового;
- здібності кваліфіковано використовувати комп'ютер як інструмент чисельного експерименту і як засіб управління інформацією;
- володіння математичною і природничонауковою культурою як частиною професійної і загальнолюдської культури.

Професійні компетенції:

- здібності демонструвати знання фундаментальних і стикових прикладних розділів спеціальних дисциплін магістрату;
- здібності самостійно придбавати за допомогою інформаційних технологій і використовувати в практичній діяльності нові знання і уміння, у тому числі в нових галузях знань, безпосередньо не пов'язаних з сферою діяльності, розширювати і поглиблювати свій науковий світогляд;
- здібності удосконалювати і розвивати свій інтелектуальний рівень;
- здібності вибирати загальносистемні засоби програмного призначення;
- здібності вільно володіти і використовувати в професійній сфері сучасні інформаційні технології;
- здібності використовувати сучасні комп'ютерні мережі, програмні продукти і ресурси Інтернету для вирішення завдань професійної діяльності, у тому числі що знаходяться за межами профільної підготовки;

Додаткові професійні компетенції:

- здібності науково аналізувати проблеми, процеси і явища в області методів теорії штучного інтелекту, уміння кваліфіковано застосовувати на практиці базові знання, методи і алгоритми дослідження, засвоєні в ході вивчення дисципліни "Методи дослідження стійкості систем";
- здібності застосовувати знання в області чисельних методів на практиці, у тому числі висувати гіпотези, складати теоретичні і інформаційні моделі, проводити аналіз меж їх застосовності, вибирати відповідні методи для наукового аналізу цих проблем;

здібності використовувати засвоєні при вивченні дисципліни " Методи дослідження стійкості систем " поняття і методи для вирішення завдань теоретичного і прикладного характеру, для самостійного придбання нових знань в області чисельних методів і їх застосувань;

- уміння кваліфіковано використовувати сучасні інформаційні технології, системи комп'ютерної математики, інструментальні засоби комп'ютерного моделювання;
- здібності формувати закінчене уявлення про прийняття рішення і отримання результатів у вигляді звіту з його публікацією.

Завданнями дисципліни є:

- вивчення вживаних при розв'язанні завдань робототехніки методів теорії стійкості і стабілізації руху і математичного апарату що лежить в основі цих методів (включаючи отримання необхідних відомостей із загальної і лінійної алгебри і теорії диференціальних рівнянь);
- оволодіння найважливішими методами розв'язання прикладних завдань в області комп'ютерного моделювання робототехнічних систем, включаючи методи теорії стійкості і стабілізації руху;
- формування стійких навичок по застосуванню методів теорії стійкості і стабілізації руху при розв'язанні робототехнічних завдань, включаючи методи побудови програмного руху роботів, оптимізації алгоритмів і управління поведінкою робота.

2. МІСЦЕ ДИСЦИПЛІНИ В СТРУКТУРІ ТОП ВПО

Дисципліна відноситься до варіативної частини професійного циклу основної освітньої програми підготовки магістрів за магістерською програмою " Програмне забезпечення систем" і є дисципліною по вибору.

Дисципліна базується на наступних дисциплінах, що вивчаються в бакалавраті, : "Вища математика", "Інформатика", "Теоретична механіка", "Системний аналіз.

Знання, отримані по освоєнню дисципліни, потрібні при виконанні випускної кваліфікаційної роботи магістра.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ОСВОЄННЯ ДИСЦИПЛІНИ

В результаті освоєння учбової дисципліни ті, що навчаються повинні демонструвати наступні результати освіти :

Знати:

- основні поняття і концепції дослідження стійкості в динаміці систем, найважливіші теореми теорії дослідження стійкості і їх слідства, порядок застосування теорії дослідження стійкості в найважливіших практичних застосуваннях;
- визначення основних мехатронних величин з розумінням їх сенсу і значення для дослідження стійкості;
- основні моделі динамічних явищ, основи ідеології моделювання технічних систем і принципи побудови математичних моделей систем;
- основні методи дослідження стійкості динамічних систем (включаючи складання рівнянь методами розподілу рухів і розв'язання цих рівнянь), найважливіших (типових) алгоритмів такого дослідження.

Уміти:

- інтерпретувати динамічні явища за допомогою відповідного теоретичного апарату;
- користуватися визначеннями динамічних величин і понять для правильного тлумачення їх сенсу;
- пояснювати характер поведінки динамічних систем із застосуванням найважливіших теорем теорії стійкості і їх наслідків;
- вирішувати типові завдання по основних розділах курсу;
- користуватися при аналітичному і чисельному дослідженні математичних моделей технічних систем можливостями сучасних комп'ютерів і інформаційних технологій.

Володіти:

- навичками побудови і дослідження мехатронних моделей технічних систем;
- навичками застосування основних законів теорії стійкості при рішенні природничонаукових і технічних завдань;
- навичками застосування типових алгоритмів дослідження рівноваги, стаціонарних рухів і дослідження стійкості динамічних систем;
- навичками використання можливостей сучасних комп'ютерів і інформаційних технологій при аналітичному і чисельному дослідженні математичних моделей технічних систем.

4. СТРУКТУРА І ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ**4.1. Структура дисципліни****КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ****Поточні контрольні заходи****Обов'язкові види роботи:**

Перевірка індивідуальних завдань (тах 4 бали) – на початку кожного практичного заняття. Зазначені у планах семінарських занять.

Робота у групі над розв'язанням практичного завдання, поставленого викладачем (тах 1 бал) – на кожному практичному занятті.

Письмова контрольна робота (тах 10 балів) – двічі на семестр, наприкінці кожного змістового модулю курсу. Контрольна робота складається з двох питань – теоретичного (дати визначення терміну, розкрити сутність поняття або теоретичного положення, тах 2 бал) та двох прикладів (тах 3 балів).

Додаткові види роботи:

Індивідуальне завдання у (тах 10 бали) виконується за бажанням студента. Гранична кількість індивідуальних завдань – не більше 2 за семестр. Усі завдання подаються виключно через платформу Moodle.

Підсумкові контрольні заходи:

Усна відповідь на заліку (тах 20 балів) передбачає розгорнуте висвітлення двох питань: теоретичного (тах 10 балів) й історико-літературного (тах 10 балів). Перелік питань див. на сторінці курсу у Moodle: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=9719>

Контрольний захід		Термін виконання	% від загальної оцінки
Поточний контроль (тах 60%)			
Змістовий модуль 1 (розділ 1)	Індивідуальні завдання	Тиждень 1	5
	Групова робота на семінарі	Тиждень 2	10
Змістовий модуль 2 (розділ 2)	Індивідуальні завдання	Тиждень 3	
	Групова робота на семінарі	Тиждень 4	5
	Письмова контрольна робота	Тиждень 5	10
Змістовий модуль 3 (розділ 3)	Індивідуальні завдання	Тиждень 6	5
	Групова робота на семінарі	Тиждень 8	10
Змістовий модуль 4 (розділ 4)	Індивідуальні завдання	Тиждень 9	5
	Групова робота на семінарі	Тиждень 11	5
	Письмова контрольна робота	Тиждень 11	5
Підсумковий контроль (тах 40%)			
Залік		Тиждень 12	20
Захист індивідуального дослідницького завдання або групового проекту		Тиждень 12	20
Разом			100%

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)		
C	75 – 84 (добре)	4 (добре)	

D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	Не зараховано
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

4.2. Зміст лекційно-практичних форм навчання

Тиждень і вид заняття	Тема заняття	Контрольне завдання	Кількість балів
Змістовий модуль 1. Метод скалярних функцій Ляпунова			
Тиждень 1 Лекція 1 Лаб. робота 1	Метод скалярних функцій Ляпунова, основні положення Матричне рівняння О.М. Ляпунова	Формулювання та геометрична інтерпретація теорем другого методу Ляпунова; умови знаковизначеності К.Ф.Л.(критерій Сильвестра); симетрична та кососиметрична матриці (через Moodle) Захист лаб. роботи 1	5
Тиждень 2 Лекція 2 Лаб. робота 2	Конструктивні підходи до побудови С.Ф.Л. Метод диференційних наслідків; метод Н.Н. Красовського; градієнтний метод	Перевірка індивідуальних завдань на початку лаб. роботи (два завдання) Захист лаб. роботи 2	5
Тиждень 3 Лекція 3 Лаб. робота 3	Аналіз впливу структури сил на стійкість механічних систем Побудова К.Ф.Л. в матричному вигляді для лінійних механічних систем різної структури	Перевірка індивідуальних завдань на початку лаб. роботи (два завдання) Захист лаб. роботи 3	5
Змістовий модуль 2 Аналіз стійкості динамічних моделей			
Тиждень 4 Лекція 4 Лаб. робота 4	Аналіз стійкості моделі літака, колісного екіпажа, колісної пари вагона; аналіз стійкості найпростіших неавтономних систем Побудова К.Ф.Л. в матричному вигляді для лінійних механічних систем різної структури	Перевірка індивідуальних завдань на початку лаб. роботи (два завдання) Захист лаб. роботи 4	5
Тиждень 5 Лекція 5	Оцінка області притягання нелінійної автономної динамічної системи	<i>Письмова контрольна робота за матеріалом 1-2 змістового</i>	5

Лаб. робота 5		<i>модуля</i> Захист лаб. роботи 5	5
Змістовий модуль 3. Автоматизоване керування динамічних систем			
Тиждень 6 Лекція 6 Лаб. робота 6	Системи автоматизованого керування та стабілізації динамічних систем, від'ємний зворотній зв'язок Оцінка області притягання динамічних систем спеціального виду в Maple	<i>Аналіз контрольної роботи за матеріалом змістовного модуля</i> Захист лаб. роботи 6	5
Тиждень 7 Лекція 7 Лаб. робота 7	Задачі синтезу керування нелінійними динамічними системами, функція керування Ляпунова Побудова функцій керування Ляпунова в задачах стабілізації	Перевірка індивідуальних завдань на початку лаб. роботи (два завдання) Захист лаб. роботи 7	5
Тиждень 8 Лекція 8 Лаб. робота 8	Метод backstepping стабілізації нелінійних динамічних систем Реалізація методу backstepping для модельних лінійних систем	Перевірка індивідуальних завдань на початку лаб. роботи (два завдання) Захист лаб. роботи 8	5
Змістовий модуль 4. Автоматизоване стабілізації динамічних систем			
Тиждень 9 Лекція 9 Лаб. робота 9	Стабілізація реверсного руху неголономної моделі двохланкового екіпажа методом backstepping Реалізація методу backstepping для модельних нелінійних систем	Перевірка індивідуальних завдань на початку лаб. роботи (два завдання) Захист лаб. роботи 9	5
Тиждень 10 Лекція 10 Лаб. робота 10	Аналіз умов стійкості системи корабель-автостерно (стабілізація курсу пароплава)	Захист лаб. роботи 10 <i>Письмова контрольна робота за матеріалом другого змістовного модуля</i>	5
Тиждень 11 Лекція 11	Оглядова лекція за курсом та обговорення результатів групових проєктів	<i>Письмова контрольна робота за матеріалом 3-4 змістовного модуля</i>	5

4.2.1. Лекції і лекційні консультації з курсової роботи

Стійкість руху : рівняння у відхиленнях, визначення стійкості по Ляпунову, асимптотичної стійкості і експоненціальної стійкості. Лінійні рівняння у відхиленнях. Критерій Гурвіца. Вплив структури сил на стійкість руху. Теореми Томсона і Тета. Функції Ляпунова. Достатні умови асимптотичної стійкості. Диференціальні наслідки при побудові квадратичних ФЛ. Побудова меж стійкості в площині параметрів. Особливості меж стійкості в просторі параметрів (згортка; збірка; ластівчин хвіст). Оцінки областей тяжіння стаціонарних станів нелінійних динамічних систем.

Управління в малому і стабілізація руху : лінійні рівняння у відхиленнях для керованих механічних систем, постановка завдання стабілізації, керованість, декомпозиція і стабілізація динамічних систем.

4.2.2. Лабораторні заняття

- № 1.Прямий метод Ляпунова. Автономні системи.
- № 2. Вплив структури сил на стійкість руху.
- № 3. Стійкість стаціонарних рухів транспортних систем.
- № 4. Оцінка областей тяжіння.
- № 5. Стабілізація механічних систем.

4.2.3. Розрахункові завдання

Учбовий план передбачає проведення розрахункових завдань по темах: "Дослідження стійкості рівномірного обертання і регулярних прецесій дзиги Лагранжа"; «Дослідження стійкості стаціонарних станів нелінійної моделі колісного екіпажа»; «Стабілізація реверсного руху неголономної моделі зчленованого колісного робота»

Розрахунки передбачають складання рівнянь руху моделі, побудову функції Ляпунова і дослідження стійкості відповідного стаціонарного режиму.

5. ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Лекційні заняття проводяться у формі, що поєднує традиційну манеру викладу матеріалу і інтерактивне обговорення тих місць курсу, які відносно важкі для розуміння.

Практичні заняття проводяться в традиційній формі і включають як розбір типових завдань на дошці, так і індивідуальне рішення завдань під контролем викладача.

Самостійна робота включає: повторення студентом викладеного на лекціях і практичних заняттях учбового матеріалу, виконання розрахункових завдань, рішення індивідуальних домашніх завдань, підготовки до контрольних робіт, заліку і іспиту. При

відпрацюванні студентами навичок, отриманих на аудиторних заняттях, підготовці до контрольних робіт, аналізі результатів розрахункових завдань передбачається використання пакету аналітичних обчислень Maple.

6. ОЦІННІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПОТОЧНОГО КОНТРОЛЮ УСПІШНОСТІ, ПРОМІЖНОЇ АТЕСТАЦІЇ ПО ПІДСУМКАХ ОСВОЄННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Для поточного контролю використовуються усне опитування, контрольні роботи.

Атестація по дисципліні: залік.

7. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ І ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

7.1. Література:

а) основна література:

1. Четаев Н.Г. Стійкість руху. М.: Наука, 1955. 176 с.
2. Меркин Д.Р. Введення в теорію стійкості руху. М.: Наука, 1987. 304 с .

б) додаткова література:

3. Вербицкий В., Новак А., Даниленко Э., Ситаж М. Введення в теорію стійкості колісних екіпажів і рейкового шляху. Донецьк : "Вебер" - 2007.-255 с.
4. Рубановский В. Н., Самсонов В. А. Обрані завдання по теорії стійкості руху : Навчальний посібник. М.: Вид-во Моск. ун-та, 1981. 52 с.

7.2. Електронні освітні ресурси:

а) ліцензійне програмне забезпечення і Інтернет-ресурси :

Сайт в Інтернеті: <http://vuz.exponenta.ru> (є набори завдань по різних розділах теорії методів розподілу рухів, багато корисних комп'ютерних програм і анімованих ілюстрацій).

8. МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Для забезпечення освоєння дисципліни необхідна наявність комп'ютерних класів з належним програмним забезпеченням.