



Динамічні системи

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>					
Галузь знань	<i>11 Математика та статистика</i>					
Спеціальність	<i>111 Математика</i>					
Освітня програма	<i>Страхова та фінансова математика</i>					
Статус дисципліни	<i>За вибором студентів</i>					
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>					
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>					
Обсяг дисципліни	<i>120 годин/ 4 кредити</i>					
		Лекції	Практич. занят. (семінари)	Лабор. заняття (комп'ют. практ.)	Індив. заняття	СРС
	Години	18	36	0	0	66
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік	МКР (вказати кількість)	РГР, РР, ГР (вказати кількість)	ДКР (вказати кількість)	Реферат (вказати кількість)	
	+	1	0	1	0	
Розклад занять	<i>На сайті університету</i>					
Мова викладання	Українська					
Інформація про керівника курсу / викладачів	<p>Лектор: Швець Олександр Юрійович, професор кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, доктор фіз.-мат. наук aleksandrshvetskpi@gmail.com chaos.kpi.ua</p> <p>Практичні: Швець Олександр Юрійович, професор кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, доктор фіз.-мат. наук aleksandrshvetskpi@gmail.com chaos.kpi.ua</p>					
Розміщення курсу	chaos.kpi.ua, інформаційні ресурси в бібліотеці					

2. Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів інтегральної компетентності — здатності до логічного мислення, формування особистості студентів; розвиток їх інтелекту і здібностей; здатності вирішувати складні спеціалізовані задачі в галузі математики, механіки, фізики, економіки тощо

Програмні компетентності:

Загальні компетентності (ЗК)

- З К 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- З К 2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- З К 3 Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності.
- З К 9 Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- З К 11 Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань)..
- З К 12 Здатність працювати автономно.

Програмні результати навчання

РН 1 Знати основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, розуміти сучасні тенденції в математиці.

РН 16 Знати теоретичні основи і застосовувати методи топології, функціонального аналізу й теорії диференціальних рівнянь для дослідження динамічних систем.

РН 23 Знати міждисциплінарні зв'язки між математичною та іншими природничими та соціальними науками; основи міжнародного співробітництва в галузі науки та освіти; математичну мову як універсальний спосіб для моделювання природничих, технічних та соціальних процесів.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Викладається в сьомому семестрі на базі диференціальних рівнянь, математичного аналізу, лінійної алгебри та інших базових математичних дисциплін

3. Зміст навчальної дисципліни

1. *Теорія стійкості за Ляпуновим.*
2. *Теорія Флоке.*
3. *Граничні множини динамічних систем.*
4. Біфуркації динамічних систем.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

3. Швець О.Ю. Динамічні системи, [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 111 "Математичні та комп'ютерні методи моделювання динамічних систем"/ О.Ю.Швець ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. - Електронні текстові дані (1 файл: 36,3 Мбайт). - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. - 345 с. (доступ <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42838>)
4. Краснопольская Т.С., Швець А.Ю. Регулярная и хаотическая динамика систем с ограниченным возбуждением, М-Иж: РХД, 2008. - 280 с.
5. Матвеев Н.М. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений, М.:Высшая школа, 1967, 564с.
6. Меркин Д.Р. Введение в теорию устойчивости, М: Наука, 1971. - 310 с.
7. Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк Н.А. Дифференциальные уравнения: примеры и задачи , М: Высш. школа, 1989. – 383 с.

Додаткова література

8. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний, М: Физматгиз, 1959. – 916 с.
9. Анищенко В.С. Сложные колебания в простых системах, М: Наука, 1990 – 311 с.
10. Магницкий Н.А., Сидоров С.В. Новые методы хаотической динамики, М: Едиториал УРСС, 2004. - 320 с.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекції з навчальної дисципліни та деякі практичні заняття проводяться з використанням сучасних інформаційних технологій та технічних засобів (ноутбук з відповідним пакетом оригінального програмного забезпечення, комп'ютерний проектор, тощо). При проведенні лекційних та практичних занять у очній формі повинен бути забезпечений вільний доступ до мережі Internet. При дистанційній формі навчання використовуються платформи Zoom та Webex.

Перелік лекцій

Лекції 1-2. Динамічна система й її математична модель. Стійкість за Ляпуновим.

Теореми існування та єдності розв'язку нормальної системи диференціальних рівнянь. Продовження розв'язку системи на скінченний та нескінченний інтервал. Кінематична інтерпретація нормальної системи диференціальних рівнянь. Різні означення динамічної системи. Поняття про потоки та каскади. Типи траєкторій динамічної системи. Класифікація динамічних систем. Консервативність та дисипативність динамічної системи. Автоколивальні системи. Означення стійкості за Ляпуновим. Рівняння збуреного руху. Класифікація положень рівноваги дво й тривимірних лінійних динамічних систем. Сигма-дельта діаграма стійкості

Лекції 3-4. Основні теореми про стійкість.

Функції Ляпунова та їх властивості. Теореми Ляпунова про стійкість та асимптотичну стійкість. Теореми Четаєва та Ляпунова про нестійкість. Стійкість лінійної автономної системи.

Лекції 5-6. Стійкість за першим наближенням.

Основні теореми про стійкість за першим наближенням. Критерій Гурвіца. Достатні умови стійкості за першим наближенням Нелінійні динамічні системи на площині. Грубі та складні положення рівноваги.

Лекція 7. Основи теорії Флоке.

Орбітальна (орбітна) стійкість граничних циклів. Системи рівнянь з періодичними коефіцієнтами. Матриця монодромії та нормальні розв'язки. Метод практичного обчислення мультиплікаторів. Застосування мультиплікаторів для дослідження орбітальної стійкості граничних циклів.

Лекція 8. Атрактори динамічних систем.

Означення й властивості грубих динамічних систем. Означення інваріантної множини. Означення й приклади атрактора, репелера та сідлової множини. Перехідні та усталені розв'язки динамічних систем. Гомоклінічні та гетероклінічні траєкторії. Рівняння Балтазара ван дер Поля. Поняття про інваріантні тори динамічних систем. Система Ресслера. Одновимірні дискретні відображення («зуб» пили, логістичне, тент).

Лекція 9. Елементи теорії біфуркацій динамічних систем.

Означення біфуркації. Жорсткі та м'які біфуркації. Концепція грубості (структурної стійкості) та поняття біфуркації. Основні біфуркації положень рівноваги динамічних систем (транскритична біфуркація, сідло-вузлова біфуркація, біфуркація ластівчин хвіст). Біфуркація Андронова – Хопфа. Каскади біфуркацій подвоєння періоду граничного циклу.

Перелік (орієнтовно) практичних занять

Практичне заняття 1. Побудова загального розв'язку лінійних систем диференціальних рівнянь.

Практичні заняття 2-3. Класифікація положень рівноваги двовимірних лінійних систем.

Практичні заняття 4-5. Класифікація положень рівноваги тривимірних лінійних систем.

Практичне заняття 5-6. Дослідження стійкості незбуреного руху за допомогою функцій Ляпунова

Практичні заняття 7-9. Дослідження стійкості нелінійних систем за першим наближенням.

Практичне заняття 10. Лінійний осцилятор.

Практичне заняття 11. Фізичний маятник з вібруючим підвісом.

Практичне заняття 12. Дослідження стійкості граничних циклів.

Практичні заняття 13-14. Рівняння Балгазара ван дер Поля.

Практичне заняття 14. Система Ресслера.

Практичні заняття 15-16. Нерухомі точки дискретних відображень.

Практичне заняття 17. МКР

Практичне заняття 18. Захист ДКР.

5.2. Технічне забезпечення: Повинен бути гаджет (ноутбук, планшет, смартфон) у кожного здобувача вищої освіти.

12. 6. Самостійна робота студента

Види самостійної роботи – опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до аудиторних занять, розв'язок задач, виконання ДКР.

13. Політика та контроль

14. 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Дотримання положень «Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського» (розділи 2 та 3)

Співпраця студентів у розв'язанні проблемних завдань дозволена, але відповіді кожний студент захищає самостійно. Взаємодія студентів під час іспиту категорично забороняється і будь-яка така діяльність буде вважатися порушенням академічної доброчесності згідно принципів університету щодо академічної доброчесності.

6. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль: експрес-опитування, опитування за темою заняття, написання МКР, захист ДКР.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг не менше 30 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено

професор кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, доктор фіз.-мат. наук Швець Олександр Юрійович

Ухвалено кафедрою математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ (протокол № 1 від 01.07. 2021р.)

Погоджено Методичною комісією ФМФ (протокол № 13 від 01.07. 2021р.)