

# Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

(повне найменування закладу вищої освіти)

(назва інституту/факультету)

Кафедра математичного моделювання

(назва кафедри)

## СИЛАБУС

навчальної дисципліни

### Стохастичні задачі оптимального керування та їх реалізація на ПК

(вказати назву навчальної дисципліни (іноземною, якщо дисципліна викладається іноземною мовою))

#### вибіркова

(вказати: обов'язкова)

Освітньо-професійна програма Системний аналіз

(назва програми)

Спеціальність 124 – Системний аналіз

(вказати: код, назва)

Галузь знань 12 – Інформаційні технології

(вказати: шифр, назва)

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

(вказати: перший (бакалаврський)/другий (магістерський)/третій (освітньо-науковий))

#### математики та інформатики

(назва факультету/інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

Мова навчання українська

(вказати: на яких мовах читається дисципліна)

Розробники: Лукашів Тарас Олегович, доцент кафедри математичного моделювання,  
канд. фіз.-мат. наук, доцент

(вказати авторів (викладач (ів)), їхні посади, наукові ступені, вчені звання)

Профайл викладача (-ів) <http://matmod.fmi.org.ua/pro-kafedru/spivrobotnyky/lukashiv-taras-olegovich/>

Контактний тел. 0372-58-48-25

E-mail: [t.lukashiv@chnu.edu.ua](mailto:t.lukashiv@chnu.edu.ua)

Сторінка курсу в Moodle <http://e-learning.fpm.chnu.edu.ua/course/view.php?id=184>

Консультації  
Онлайн-консультації: понеділок з 14.40 до 16.00.  
Очні консультації: за попередньою домовленістю.

### 1. Анотація дисципліни (призначення навчальної дисципліни).

Навчальна дисципліна призначена для ознайомлення студентів з основними теоретичними та практичними аспектами теорії стохастичних диференціальних рівнянь, їх застосування в задачах системного аналізу, ринку цінних паперів, механіки, електродинаміки.

**2. Мета навчальної дисципліни:** розвивати вміння застосовувати на практиці методи системного аналізу, методи математичного та інформаційного моделювання для побудови та дослідження моделей об'єктів і процесів; навчити студентів методів дослідження та аналізу керовних стохастичних динамічних систем, ознайомити із оптимізаційними методами дослідження стохастичних динамічних систем, основними поняттями, методологією, методиками практичного застосування за допомогою сучасного програмного забезпечення на ЕОМ.

Дисципліна формує такі компетентності за ОП:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

СК1. Здатність інтегрувати знання та здійснювати системні дослідження, застосовувати методи математичного та інформаційного моделювання складних систем та процесів різної природи

СК5. Здатність моделювати, прогнозувати та проектувати складні системи і процеси на основі методів та інструментальних засобів системного аналізу

СК8. Здатність розробляти і реалізовувати наукові та прикладні проекти в галузі інформаційних технологій та дотичні до неї міждисциплінарні проекти

РН1 Спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері системного аналізу та інформаційних технологій і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень.

РН2. Будувати та досліджувати моделі складних систем і процесів застосовуючи методи системного аналізу, математичного, комп'ютерного та інформаційного моделювання.

РН8. Здійснювати ідентифікацію та оцінювання параметрів математичних моделей об'єктів керування.

**3. Пререквізити.** Математичний аналіз, диференціальні рівняння, теорія ймовірностей і математична статистика, випадкові процеси.

### 4. Результати навчання

**В результаті вивчення дисципліни фахівець повинен знати:**

– сучасні теоретичні та прикладні математичні методи, їх застосування до аналізу складних систем і проблем.

– основні поняття теорії стохастичних диференціальних рівнянь; постановку задач стійкості, оптимальної стабілізації та оптимального керування для таких систем;

**вміти:**

– застосовувати методики до розв'язання практичних задач з використанням сучасного програмного забезпечення;

– працювати самостійно, розробляти стратегії та керувати часом;

– скеровувати зусилля, поєднуючи результати різних досліджень та аналізу, вчасно подавати результат;

розробляти та аналізувати математичні моделі природничих, техногенних, економічних і соціальних об'єктів та процесів.

## 5. Опис навчальної дисципліни

### 5.1. Загальна інформація

Назва навчальної дисципліни _____												
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин					Вид підсумкового контролю	
			кредитів	годин	змістових	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота		індивідуальні завдання
Денна	1	1	3	90	3	30	-	-	15	45	-	залік

Заочна													
--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## 5.2. Дидактична карта навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						Заочна форма						
	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<b>Теми лекційних занять</b>	<b>Змістовий модуль 1. Метод функцій Ляпунова дослідження стійкості стохастичних дифузійних динамічних систем випадкової структури із зовнішніми марковськими перемиканнями</b>												
Тема 1. Основні позначення і означення стійкості	14	2		1		5							
Тема 2. Загальні теореми про стійкість систем випадкової структури	14	2		1		5							
Тема 3. Задача стійкості при постійно діючих збуреннях для стохастичних дифузійних динамічних систем випадкової структури із зовнішніми марковськими перемиканнями	11	4		2		5							
Тема 4. Стійкість у цілому системи випадкової структури за першим наближенням	8	2		1		5							
Тема 5. Стійкість за ймовірністю в цілому лінійної стохастичної системи випадкової структури із зовнішніми марковськими перемиканнями	9	2		2		5							
<b>Разом за ЗМ1</b>	<b>44</b>	<b>12</b>		<b>7</b>		<b>25</b>							

Теми лекційних занять	Змістовий модуль 2. Стабілізація стохастичних дифузійних динамічних систем випадкової структури із зовнішніми марковськими перемиканнями											
Тема 1. Постановка задачі про оптимальну стабілізацію динамічної системи із урахуванням зовнішніх марковських перемикань. Основна теорема про оптимальну стабілізацію	11	4		2		5						
Тема 2. Оптимальна стабілізація лінійних стохастичних дифузійних динамічних систем випадкової структури із зовнішніми марковськими перемиканнями	11	4		2		5						
Тема 3. Достатні умови стабілізованості лінійних стохастичних систем випадкової структури із зовнішніми марковськими перемиканнями	9	4				5						
Тема 4. Методи розв'язання задачі про оптимальну стабілізацію	13	4		4		5						
Тема 5. Деякі узагальнення	2	2										
<b>Разом за ЗМ2</b>	<b>46</b>	<b>18</b>		<b>8</b>		<b>20</b>						
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>30</b>		<b>15</b>		<b>45</b>						

### 5.3. Зміст завдань для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми
1	Суть другого методу Ляпунова дослідження стійкості розв'язків ДСВСзМП
2	Дослідження стійкості ДСВСзМП

3	Обчислення СЮ на розв'язках СДСВСзМП
4	Дослідження стійкості ДСВСзМП за першим наближенням, якщо збурювальна динамічна система є нелінійною
5	Достатні умови стійкості тривіального розв'язку за ймовірністю в цілому для автономної одновимірної лінійної дифузійної системи випадкової структури із зовнішніми марковськими перемиканнями  типу ланцюга Маркова
6	Постановка задачі про оптимальну стабілізацію динамічної системи із урахуванням зовнішніх марковських перемикань (1-ша та 2-га задачі про оптимальну стабілізацію). Основна теорема про оптимальну стабілізацію
7	Задача оптимальної стабілізації для лінійних стохастичних динамічних систем випадкової структури із зовнішніми марковськими перемиканнями
8	Достатні умови існування допустимого керування для лінійних стохастичних систем випадкової структури із зовнішніми марковськими перемиканнями
9	Розв'язання задачі оптимальної стабілізації для лінійних СДСВСзМП
10	Узагальнення

## 6. Система контролю та оцінювання

### Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання можуть бути:

- контрольні роботи;
- лабораторні роботи;
- самостійні роботи.

### Форми поточного та підсумкового контролю

1. Методи усного контролю (опитування)
2. Методи писемного контролю (самостійні і контрольні роботи)
3. Методи практичного оцінювання (оцінювання вміння застосовувати знання до розв'язування конкретних задач на практичних і лабораторних заняттях, оцінювання самостійної роботи студентів)
4. Підсумковий контроль: залік.

### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре

<b>Задовільно</b>	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
<b>Незадовільно</b>	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим повторним курсом

## 7. Рекомендована література Базова

1. *Королук В.С., Царков Є.Ф., Ясинський В.К.* Ймовірність, статистика та випадкові процеси. Теорія та комп'ютерна практика. В 3-х томах. Т.3: Випадкові процеси. Теорія та комп'ютерна практика – Чернівці: Золоті литаври, 2009. – 782 с. (*Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, лист-погодження №14/18.2–1213 від 30.05.05*).
2. Кац И.Я. Метод функций Ляпунова в задачах устойчивости и стабилизации систем случайной структуры.– Екатеринбург: Изд-во Уральской государственной академии путей сообщений, 1998.– 222 с.
3. Андреева Е.А., Колмановский В.Б., Шайхет Л.Е. Управление системами с последействием.– М.: Наука, 1992.– 336 с.
4. Царьков Е.Ф., Ясинский В.К. Квазилинейные стохастические дифференциально-функциональные уравнения.– Рига: Зинатне, 1992.– 328 с.
5. **Ясинський В.К., Лукашів Т.О. Стабілізація стохастичних дифузійних динамічних систем випадкової структури. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2013. – 136 с.**
6. Лукашів Т.О. Стійкість і стабілізація стохастичних динамічних систем випадкової структури із зовнішніми марковськими перемикаваннями : дис. кандидата фіз.-мат. наук – Чернівці, 2010. – 182 с.

## Допоміжна

1. Габасов Р., Кириллова Ф.М. Качественная теория оптимальных процессов.– М.: Наука, 1971.– 416 с.
2. Габасов Р., Кириллова Ф.М. Принцип максимума в теории оптимального управления.– Минск: Наука и техника, 1974.– 342 с.
3. Колмановский В.Б., Носов В.Р. Устойчивость и периодические режимы регулируемых систем с последействием.– М.: Наука, 1981.
4. Ясинский В.К. Стохастические дифференциально-функциональные системы со всей предысторией.– К.: Изд-во ТВіМС, 2003.– 254 с.
5. Лукашів Т.О., Ясинська Л.І., Ясинський В.К. Синтез оптимального управління лінійними стохастическими динаміческими системами с конечным последействием и пуассоновскими возмущениями // Проблемы управления и информатики.– 2008.– №5.– С.39–54.
6. Лукашів Т.О. Наближений синтез оптимального керування системами стохастичних диференціально-функціональних рівнянь Іто-Скоророхода з малим параметром // Математичний вісник НТШ: Зб. наук. пр.– Львів-Чернівці: Рута, 2008.– Т.5.– С.127–135.
7. Лукашів Т.О., Юрченко І.В., Ясинський В.К. Метод функций Ляпунова исследования устойчивости стохастических систем Ито случайной структуры с импульсными марковскими переключениями. I. Общие теоремы об устойчивости импульсных стохастических систем // Кибернетика и системный анализ. – 2009.– № 2. – С. 135-145.
8. Лукашів Т.О., Юрченко І.В., Ясинський В.К. Метод функций Ляпунова исследования устойчивости стохастических систем Ито случайной структуры с импульсными марковскими

- переключеннями. П. Устойчивость по первому приближению импульсных стохастических систем с марковскими параметрами // Кибернетика и системный анализ. – 2009.– № 3. – С. 146-158.
9. Лукашив Т.О., Ясинский В.К., Ясинский Е.В. Стабилизация стохастических динамических систем с импульсными марковскими переключениями и параметрами. Часть 1. Устойчивость стохастических систем с марковскими параметрами // Проблемы управления и информатики. – 2009.– № 1. – С. 5-28.
  10. Лукашив Т.О., Ясинская Л.И., Ясинский В.К. Стабилизация стохастических динамических систем с импульсными марковскими переключениями и параметрами. Часть 2. Стабилизация динамических систем случайной структуры с внешними марковскими переключениями // Проблемы управления и информатики. – 2009.– № 2. – С. 14-29.
  11. Лукашів Т. Достатні умови стабілізованості лінійних стохастичних систем випадкової структури із зовнішніми марковськими перемикаваннями // Науковий вісник Чернівецького університету : зб. наук. праць. Вип. 485: Математика. – Чернівці : Рута, 2009.– С. 35–40.
  12. Лукашів Т. Необхідні та достатні умови експоненціальної стійкості в середньому квадратичному розв'язків лінійних динамічних систем випадкової структури з параметричними збуреннями // Науковий вісник Чернівецького університету : зб. наук. праць. Вип. 501: Математика. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2010.– С. 52–60.
  13. Лукашів Т.О., Чабанюк Я.М., Ясинський В.К. Вибрані питання стійкості систем випадкової структури зі скінченною післядією з урахуванням зовнішніх марковських перемикавань // Вісник Національного університету "Львівська політехніка", серія "Фізико-математичні науки". 2010. - №601, - С.67-72.
  14. Лукашів Т.О. Стійкість і стабілізація стохастичних динамічних систем випадкової структури із зовнішніми марковськими перемикаваннями : дис. кандидата фіз.-мат. наук – Чернівці, 2010. – 182 с.

## 8. Інформаційні ресурси

<http://e-learning.fpm.chnu.edu.ua/course/view.php?id=184> → Електронний курс «Сучасні ймовірнісні задачі оптимального керування та їх реалізація на ПК»