Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації КПІ ім. Ігоря Сікорського
Спеціальна кафедра № 5

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

Рівень вищої освіти	*Перший (бакалаврський)*
Галузь знань	*12 Інформаційні технології*
Спеціальність	*122 Комп’ютерні науки*
Освітньо-професійна програма	*Комп’ютерні системи і технології спеціального зв'язку*
Статус дисципліни	*Нормативна*
Форма навчання	*Очна (Денна)*
Рік підготовки, семестр	*ІІІ рік підготовки, весняний семестр*
Обсяг дисципліни	*3.5 Кредитів ECTS*
Семестровий контроль / контрольні заходи	*Залік*
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	*Лекції: Дмитро ШАРАДКІН* *Практичні: Дмитро ШАРАДКІН,* *Василь ЦУРКАН*
Розміщення курсу	*Google Classroom*

Київ – 2022

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус освітнього компонента “Моделювання систем” складено відповідно до освітньої програми підготовки бакалаврів “Комп’ютерні системи і технології спеціального зв’язку” спеціальності 122 – Комп’ютерні науки.

Метою навчальної дисципліни є формування та закріплення у курсантів наступних компетентностей: (ЗК1) Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; (ЗК2) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; (ЗК3) Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності; (ЗК6) Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями; (ЗК7) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; (СК4) Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об’єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв’язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв’язування професійних задач; (СК7) Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об’єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів; (СК11) Здатність до інтелектуального аналізу даних на основі методів обчислювального інтелекту включно з великими та погано структурованими даними, їхньої оперативної обробки та візуалізації результатів аналізу в процесі розв’язування прикладних задач.

Предмет навчальної дисципліни – методи та засоби моделювання типових технологічних процесів, що протікають в реальних об’єктах та системах, зокрема – пов’язаних з задачами забезпечення інформаційної безпеки, одержання навичок програмування моделей із використанням сучасних мов та середовищ програмування.

Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна: (ПР1) Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп’ютерних наук; (ПР2) Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв’язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об’єктів інформатизації; (ПР3) Використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв’язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей; (ПР4) Використовувати методи обчислювального інтелекту, машинного навчання, нейромережевої та нечіткої обробки даних, генетичного та еволюційного програмування для розв’язання задач розпізнавання, прогнозування, класифікації, ідентифікації об’єктів керування тощо; (ПР7) Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв’язання одно– та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування; (ПР15) Застосовувати знання методології та CASE-засобів проектування складних систем, методів структурного аналізу систем, об’єктно-орієнтованої методології проектування при розробці і дослідженні функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем.

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

Для успішного засвоєння дисципліни курсант повинен володіти освітніми компонентами “Проектування та аналіз обчислювальних алгоритмів”, “Системний аналіз”, “Теорія прийняття рішень”. Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення освітнього компонента необхідні для подальшого вивчення освітніх компонентів “Інтелектуальний аналіз даних”, “Проектування інформаційних систем”.

3. Зміст навчальної дисципліни

Семестр 6.

Семестровий (кредитний) модуль 1.

Тема 1. Основні поняття теорії моделювання систем.

Загальні положення та визначення теорії моделювання. Класифікація систем моделювання. Основні принципи моделювання.

Тема 2. Побудова статичних моделей об'єктів з застосуванням регресійного аналізу.

Засади методу статистичного моделювання. Аналіз якості регресійних моделей. Метод найменших квадратів та побудова регресійної моделі засобами Python. Аналіз точності регресійних моделей складних систем. Валідація та кросс-валідація моделей. Нелінійна та багатофакторна регресія.

Тема 3. Побудова моделей динамічних систем на основі методів аналізу часових рядів.

Побудова та використання моделей для прогнозування поведінки динамічних систем. Часовий ряд як модель динаміки поведінки об'єктів та систем. Робота з часом та датами в Python та Pandas. Аналіз наявності тренду в моделі поведінки динамічних систем. Параметричні та непараметричні методи виявлення наявності трендової складової в моделі. Застосування засобів бібліотек Python для аналізу та моніторингу часових рядів. Методи згладжування та автокореляції при аналізі часових рядів. Програмування прогнозних моделей динамічних систем за допомогою засобів мови Python. Розрахунок коефіцієнтів автокореляції за допомогою засобів Python. Аналіз наявності та виявлення циклічних(сезонних) складових в моделях динамічних систем. Використання моделей Хольта та ARIMA для прогнозування та аналізу часового ряду. Аналіз потоків подій.

Представлення часових рядів у виглядів потоків подій. Структурно-аналітичні моделі динамічних систем та їх використання.

Тема 4. Побудова багатопараметричних моделей систем з факторами, виміряними в різнотипних шкалах.

Багатопараметричні моделі систем. Основні проблеми аналізу багатопараметричних систем. Компонування результатів аналізу по багатьох різнотипних показниках. Побудова класифікаційних моделей та моделей кластеризації.

Практичне вирішення задачі технічної діагностики на основі класифікаційних моделей

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Томашевський В. М. Моделювання систем : підручник. Київ : Видавнича група BHV, 2005. 352 с.
2. Стеценко, І. В. Моделювання систем : навчальний посібник. Черкаси : ЧДТУ, 2010. 399 с.
3. Виклюк Я.І., Камінський Р.М., Пасічник В.В. Моделювання складних систем : посібник. Львів : Видавництво “Новий Світ –2000”, 2020. 404 с.
4. Обод І. І. Математичне моделювання систем : навчальний посібник. Харків : Друкарня Мадрид, 2019. 267 с.
5. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування : навчальний посібник. Київ : КНЕУ, 2001. 170 с.
6. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних : навчальний посібник. Запоріжжя : КПУ, 2011. 268 с.
7. Литвин, Василь Володимирович, автор. Аналіз даних та знань : навчальний посібник. Львів : Видавництво “Магнолія 2006”, 2021. 275 с.
8. Медведєв М. Г. І.О. Пащенко Теорія ймовірностей та математична статистика : підручник. Київ : Видавництво Ліра-К, 2021. 536 с.

9. Матковський С. О., Марець О. Р. Теорія статистики : навчальний посібник. Київ : Знання, 2009. 534 с.

10. Downey A. Think Complexity. Complexity Science and Computational Modeling. O'Reilly Media, 2012. 160 p.

11. VanderPlas J. Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data. O'Reilly Media, 2017. 546 p.

12. Raschka S., Mirjalili V. Python Machine Learning : Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2. Packt Publishing, 2019. 772 p.

13. Heydt M. Learning pandas. Packt Publishing, 2015. 504 p.

14. Бідюк, П. І., Терентьєв О. М., Просянкіна-Жарова Т. І. Прикладна статистика : навчальний посібник. Вінниця : ПП ”ТД” Едельвейс і К”, 2013. 304 с.

15. Бідюк П. І., Романенко В. Д., Тимощук О. Л. Аналіз часових рядів : навчальний посібник. Київ : НТУУ “КПІ”, 2011. 230 с.

16. Campesato O. Python 3 and Data Analytics. Dulles, Virginia : Mercury Learning and Information, 2021. 238 с.

Додаткова література

1. Губарев, В. Ф. Моделювання та ідентифікація складних систем : монографія. Київ : Наукова думка, 2019. 246 с.

2. Лещинський О. Л., Рязанцева В. В., Юнькова О. О. Економетрія : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : МАУП, 2003. 208 с.

3. Бідюк П. І., Савенков О. І., Баклан І. В. Часові ряди: моделювання та прогнозування. Київ : ЕКМО, 2003. 144 с.

4. Al-Taie M. Z. Python for Graph and Network Analysis. Cham : Springer International Publishing, 2017. 203 p.

5. Юрченко І. В. Прикладний статистичний аналіз з використанням Python : навчальний посібник. Чернівці : Чернівецький національний університет, 2021. 107 с.

6. Кузнєцов Ю. М., Скляров Р. А. Прогнозування розвитку технічних систем : навчальний посібник. Київ, Тернопіль : Змок, 2004. 323 с.

7. Копич І. М., Копитко Б. І., Сороківський В. М., Бабенко В. В., Стефаняк В. І. Прикладна математична статистика для економістів : навчальний посібник. Львів : Новий Світ-2000, 2021. 407 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Структура кредитного модуля

Номери, назви розділів, тем і питання навчальних занять, посилання на літературу		Кількість годин				
		Всього	у тому числі			
			Лекції	Практичні (семінарські) заняття	Лабораторні заняття (комп`ютерний практикум)	СР
Тема 1	**Основні поняття теорії моделювання систем.**	**8**	**6**			**2**
Заняття 1/1	Загальні положення та визначення теорії моделювання. 1. Моделювання як особливий вид пізнавальної діяльності. 2. Використання моделювання при дослідженні та проектування інформаційних систем.	**2.5**	2			0.5

	3. Основні поняття та визначення: оригінал та модель об’єкту або системи. 4. Процес моделювання, його основні етапи. 5. Моделювання для прийняття рішень при керуванні інформаційними системами. Основна література: [1, 2, 3, 4]					
Заняття 1/2	Класифікація систем моделювання. 1. Загальна класифікація моделей систем. 2. Задача моделювання та види моделей. 3. Класифікація моделей та її застосування. 4. Математичне, статистичне та імітаційне моделювання. 5. Машинне навчання – сучасний підхід до побудови моделей складних систем та об’єктів. Основна література: [1, 2, 3, 4]	**2.5**	2			0.5
Заняття 1/3	Основні принципи моделювання. 1. Моделі ”чорного“ та ”білого“ ящику. 2. Основні вимоги до математичних моделей. 3. Поняття про адекватність моделей. 4. Проблема забезпечення точності та достовірності при моделюванні систем. 5. Оцінка точності та достовірності результатів моделювання. 6. Статистична перевірка адекватності моделі. 7. Послідовність розробки та комп'ютерної реалізації моделей. Основна література: [1, 2, 3, 4]	**3**	2			1
Тема 2	**Побудова статичних моделей об'єктів з застосуванням регресійного аналізу.**	**25**	**6**	**8**		**11**
Заняття 2/1	Засади методу статистичного моделювання. 1. Приклади статистичного моделювання. 2. Методи статистичного моделювання та приклади його використання. 3. Регресійний аналіз як метод моделювання систем та об’єктів.	**3**	2			1

	4. Теоретичні основи. Метод найменших квадратів. 5. Визначення умов застосування регресійних моделей. Основна література: [1, 5, 6, 7, 8]					
Заняття 2/2	Аналіз якості регресійних моделей. 1. Точність регресійних моделей та методи її оцінювання. 2. Статистична перевірка якості рівняння регресії. 3. Довірчий інтервал для значень регресійної моделі. 4. Валідація та крос-валідація моделі. Основна література: [1, 5 ,6, 7, 8, 9]	**3**	2			1
Заняття 2/3	Метод найменших квадратів та побудова регресійної моделі засобами Python. 1. Практичне програмування побудови регресійних моделей засобами базового Python та бібліотеки числових обчислень Numpy. 2. Використання бібліотек для наукових досліджень та побудови моделей Scipy та Sklearn для побудови регресійних моделей. Основна література: [9, 10, 11]	**4**		2		2
Заняття 2/4	Аналіз точності регресійних моделей складних систем. Валідація та кросс-валідація моделей. 1. Програмування процедур валідації та крос-валідації моделей. 2. Відбір моделей на основі аналізу їх точності. Семантичний аналіз отриманих результатів. Основна література: [9, 10, 11]	**4**		2		2
Заняття 2/5	Нелінійна та багатофакторна регресія. 1. Побудова нелінійних регресійних моделей. 2. Побудова багатофакторних регресійних моделей. 3. Відбір факторів при побудові багатофакторних моделей. Основна література: [4, 5, 6, 7, 8, 9]	**3**	2			1
Заняття 2/6	Практикум з побудови складних нелінійних регресійних моделей засобами Python та їх інтерпретація.	**4**		2		2

	1. Використання бібліотек Numpy, Scipy та Sklearn для побудови нелінійних та багатофакторних регресійних моделей. Основна література: [10, 11, 12]					
Заняття 2/7	Практикум з побудови багатофакторних регресійних моделей засобами Python та їх інтерпретація. 1. Використання бібліотек Numpy, Scipy та Sklearn для побудови багатофакторних регресійних моделей. Основна література: [10, 11, 12, 13]	**4**		2		2
Тема 3	**Побудова моделей динамічних систем на основі методів аналізу часових рядів.**	**55**	**18**	**16**		**21**
Заняття 3/1	Побудова та використання моделей для прогнозування поведінки динамічних систем. 1. Прогнозування як вид моделювання поведінки об'єктів та систем. 2. Різновиди прогнозування та прогностичних моделей. 3. Інтерпретація результатів прогностичного моделювання. Основна література: [1, 5, 7, 8, 9, 14]	**3**	2			1
Заняття 3/2	Часовий ряд як модель динаміки поведінки об'єктів та систем. 1. Визначення часового ряду. Основні компоненти моделі часового ряду. 2. Застосування часових рядів для вирішення задач прогнозування та моделювання та моніторингу поведінки складних систем та об'єктів. 3. Складові елементи моделей часових рядів: тренд, сезонність та шум. Адитивні та мультиплікативні моделі часових рядів. Основна література: [3, 5, 6]	**3**	2			1
Заняття 3/3	Робота з часом та датами в Python та Pandas. Заняття 1. 1. Використання модулю time для роботи з часом та датами. 2. Типи даних – мітка часу, інтервал та дельта. Їх використання в модулі datetime. Основна література: [10, 11, 13, 16]	**3**		2		1

Заняття 3/4	Робота з часом та датами в Python та Pandas. Заняття 2. 1. Представлення часу, дат та дельти Numpy. 2. Засоби Pandas для роботи з часом. 3. Об'єкти DatetimeIndex та TimedeltaIndex. Основна література: [10, 11, 13, 16]	**3**		2		1
Заняття 3/5	Аналіз наявності тренду в моделі поведінки динамічних систем. 1. Поняття стаціонарності часового ряду. 2. Виявлення наявності тренду часового ряду 3. Метод Ст'юдента 4. Метод Фішера Основна література: [4, 8, 9, 15]	**3**	2			1
Заняття 3/6	Непараметричні методи виявлення наявності трендової складової в моделі. 1. Побудова та використання кореляційної функції Спірмана для аналізу та виявлення трендової складової часового ряду. 2. Використання критеріїв Викоксона-Манна-Уитни Колмогорова-Смирнова, Фостера-Ст'юарта, для аналізу стаціонарності та виявлення трендової складової часового ряду. 3. Використання критеріїв для визначення моментів зміни поведінки об'єкту дослідження. Практичне значення застосування вказаних процедур в задачах забезпечення інформаційної безпеки. Основна література: [4, 6, 7, 8, 9]	**3**	2			1
Заняття 3/7	Застосування засобів бібліотек Python для аналізу та моніторингу часових рядів. (Заняття 1). 1. Практичне визначення стаціонарності та наявності ряду методами Ст'юдента, Фішера та Колмогорова-Смирнова з застосуванням бібліотек Numpy, Scipy, Statsmodels, Sklearn. Основна література: [10, 11, 12, 13, 16]	**4**		2		2

Заняття 3/8	Застосування засобів бібліотек Python для аналізу та моніторингу часових рядів. (Заняття 2). 1. Практичне визначення наявності тренду в часовому ряду методом Фостера-Стюарта з застосуванням бібліотеки Numpy. 2. Використання бібліотек Scipy, Statsmodels, Sklearn для виявлення наявності дефектів в об'єктах та системах, чий стан моніториться. Основна література: [10, 11, 12, 13, 16]	**4**		2		2
Заняття 3/9	Методи згладжування та автокореляції при аналізі часових рядів. 1. Методи загладжування для виявлення параметрів трендової складової часового ряду. 2. Використання ковзаючого середнього та експоненційного згладжування для прогнозу поведінки динамічних систем, що представлені в вигляді часового ряду. 3. Поняття автокореляції часового ряду. 4. Методи визначення автокореляції 5. Корелограма як засіб аналізу поведінки часових рядів. Основна література: [3, 4, 5, 9, 15]	**3**	2			1
Заняття 3/10	Програмування прогнозних моделей динамічних систем за допомогою засобів мови Python. 1. Методи роботи з ковзаючими вікнами в Numpy та Pandas. Методи роботи з ковзаючими вікнами в Numpy та Pandas. 2. Побудова прогнозних моделей на основі ковзаючого середнього та експотенційного згладжування з застосуванням Numpy та Pandas. Основна література: [10, 11, 12, 13, 15, 16]	**3**		2		1
Заняття 3/11	Розрахунок коефіцієнтів автокореляції за допомогою засобів Python. 1. Особливості обрахунку коефіцієнтів автокореляції за допомогою функцій пакетів Numpy, Pandas, Scipy.	**3**		2		1

	2. Засоби побудови корелограм в бібліотеці statsmodels. Основна література: [10, 11, 12, 13, 15, 16]					
Заняття 3/12	Аналіз наявності та виявлення циклічних(сезонних) складових в моделях динамічних систем. 1. Циклічна (сезонна) складова моделі часового ряду. 2. Адитивна та мультиплікативні моделі обліку сезонної складової часового ряду. 3. Індекси сезонності та їх використання для побудови моделі динамічних систем. 4. Практичне виявлення сезонної складової за допомогою автокорелограми часового ряду Основна література: [3, 4, 9, 14, 15]	**3**	2			1
Заняття 3/13	Використання моделей Хольта та ARIMA для прогнозування та аналізу часового ряду. 1. Моделі Хольта та Хольта-Вінтерса для часових рядів. 2. Універсальна модель поведінки рядів – ARIMA. 3. Визначення параметрів моделі ARIMA. 4. Порівняння ARIMA з іншими моделями опису поведінки часового ряду. Основна література: [8, 9, 14, 15]	**3**	2			1
Заняття 3/14	Моделі Хольта та Хольта - Вінтерса для використання в задачах прогнозування та виявлення аномалій поведінки часового ряду. 1. Використання засобів бібліотек statsmodels для побудови та аналізу моделей експоненційного згладжування, Хольта та Хольта – Вінтерса. Основна література: [12, 13, 14, 15, 16]	**4**		2		2
Заняття 3/15	Модель ARIMA для використання в задачах прогнозування та виявлення аномалій поведінки часового ряду. 1. Використання реалізації моделі ARIMA в бібліотеці statsmodels в задачах прогнозування та	**4**		2		2

	виявлення аномалій поведінки часового ряду. Основна література: [12, 13, 14, 15, 16]					
Заняття 3/16	Аналіз потоків подій. 1. Представлення часових рядів у виглядів потоків подій. 2. Види потоків. 3. Методи аналізу потоків подій. 4. Застосування аналізу потоків подій в задачах виявлення порушень безпеки та мережевих атак. Основна література: [3, 4, 5, 9, 14]	**3**	2			1
Заняття 3/17	Структурно-аналітичні моделі динамічних систем та їх використання. 1. Різновиди структурно-аналітичних моделей. 2. Марківські ланцюги як засіб моделювання. 3. Використання структурно-аналітичних моделей в задачах виявлення порушень безпеки комп'ютерних систем. Основна література: [1, 7, 15]	**3**	2			1
Тема 4	**Побудова багатопараметричних моделей систем з факторами, виміряними в різнотипних шкалах.**	**9**	**2**	**4**		**3**
Заняття 4/1	Багатопараметричні моделі систем. 1. Основні проблеми аналізу багатопараметричних систем. 2. Методи отримання спільного рішення. 3. Статична та динамічна задачі при моделювання багатовимірних систем. 4. Використання багатовимірних систем при моделювання процесів в комп'ютерних мережах. 5. Кластеризація та класифікація як методи вирішення задач пошуку аномалій та змін в моделях поведінки об'єктів моніторингу. Основна література: [6, 7, 8, 9, 14]	**3**	2			1

Заняття 4/2	Компонування результатів аналізу по багатьох різнотипних показниках. 1. Побудова багатофакторної моделі з аналітичним узагальненням результатів засобами бібліотек Python Основна література: [7, 10, 11, 12, 13, 16]	**3**		2		1
Заняття 4/3	Побудова класифікаційних моделей та моделей кластеризації. 1. Практичне вирішення задачі технічної діагностики на основі класифікаційних моделей. Основна література: [7, 10, 11, 12, 13, 16]	**3**		2		1
Залік		**8**		2		6
Всього годин		**105**	**32**	**30**		**43**

6. Самостійна робота курсанта

Головними видами самостійної роботи курсантів є: самостійна підготовка до аудиторних занять, підготовка домашніх завдань та самостійна підготовка до заліку.

Доцільно час самостійної підготовки для поглибленого вивчення та закріплення навчального матеріалу розподілити наступним чином:

№ з/п	Назва теми та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу)	Кількість годин СР
1	Тема 1. Основні поняття теорії моделювання систем**.** Провести самостійний аналіз друкованих та інтернет-джерел, виявити методи, за допомогою яких провадиться моделювання в різних галузях. Основна література: [1, 2, 3, 4] Додаткова література: [1, 3]	2
2	Тема 2. Побудова статичних моделей об'єктів з застосуванням регресійного аналізу. Самостійно розрахувати задані параметри регресії для визначення залежності суми опадів та споживання електрики. Виконати розрахунки за допомогою зазначених функцій Python, а також без їх застосування. Самостійно розрахувати параметри двохпараметрової регресії без використання спеціальних функцій. Самостійно розрахувати моделі регресії за допомогою лог-лог перетворення та використання Python. Переконатися, що значення розраховані "в ручну" співпадають зі значеннями, розрахованими за допомогою спеціальних функцій. Основна література: [6, 7, 8, 10, 11, 12] Додаткова література: [2–5, 7]	11
3	Тема 3. Побудова моделей динамічних систем на основі аналізу часових рядів**.** Самостійно розрахувати параметри часового ряду. Виділити трендову складову та виконати очищення ряду від тренду, залишивши лише сезонну та випадкову складову. Самостійно розрахувати значення кореляційних коефіцієнтів часового ряду. Побудувати графік. Провести інтерпретацію отриманих результатів Виділити трендову	21

	складову та виконати очищення ряду від тренду, залишивши лише сезонну та випадкову складову. Самостійно провести аналіз часового ряду не предмет виявлення моменту появи трендової складової. Самостійно провести прогностичний аналіз часового ряду з першого прикладу за допомогою показової моделі ряду. Порівняти отримані результати з результатами моделювання за допомогою інших моделей. Основна література: [10, 11, 12, 13, 15, 16] Додаткова література: [2, 3, 5, 6]	
4	Тема 4. Побудова багатопараметричних моделей систем з факторами, виміряними в різнотипних шкалах Самостійно провести класифікаційний аналіз даних з використанням інших зазначених мір близькості а також з використання алгоритму к-найближчих сусідів. Самостійно провести класифікаційний аналіз даних з використанням інших метричних моделей. Порівняти отримані результати з результатами моделювання отриманих за допомогою дерев рішень. Основна література : [6, 7, 10, 11, 12] Додаткова література: [2–5]	3
5	Підготовка до заліку	6
Всього годин		**43**

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У ході навчальних занять використовуються наступні методи навчання:

- усне викладання матеріалу;
- обговорення учбового матеріалу;
- практична робота в класі з застосуванням комп’ютерної техніки;
- самостійна робота під керівництвом викладача.

Відвідування занять є обов’язковим. Відсутність на занять з будь яких причин не вважається поважною причиною невиконання відповідного домашнього завдання.

Під час занять всі мобільні телефони мають бути переведені на беззвучний режим роботи. Під час занять заборонено надсилання текстових повідомлень, прослуховування музики, перевірка електронної пошти, соціальних мереж тощо. Електронні пристрої, включаючи мобільні телефони та ноутбуки можна використовувати лише за умови виробничої необхідності в них (за погодженням з викладачем).

Всі робочі оголошення та необхідні матеріали курсу будуть розміщуватися на вказаній сторінці. Очікується, що студенти перевірятимуть свою електронну пошту і сторінку навчальної дисципліни в Google Classroom та реагуватимуть своєчасно. Результат виконання домашніх завдань також мають бути викладені на сторінці Google Classroom у форматі, який буде вказаний викладачем. Також через сторінку Google Classroom курсанти можуть надіслати у вигляді відкритого чи приватного листа викладачу питання, що виникли під час виконання завдань, або інші питання стосовно курсу, який вивчається.

Домашні завдання мають бути виконані і надіслані на перевірку виключно до дати, яка вказана як кінцевий термін її виконання. Завдання надіслані після вказаного строку можуть але не зобов’язані бути перевірені та оцінені викладачем.

Кожний студент зобов’язаний дотримуватися принципів академічної доброчесності. Письмові завдання з використанням часткових або повнотекстових запозичень з інших робіт без зазначення авторства – це плагіат. Використання будь-якої інформації (текст, фото, ілюстрації тощо) мають бути правильно процитовані з посиланням на автора. До студентів, у роботах яких буде виявлено списування, плагіат чи інші прояви недоброчесної поведінки можуть бути застосовані різні дисциплінарні заходи.

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

Видами контролю якості навчання здобувачів є: поточний, календарний та семестровий контроль.

Оцінювання результатів навчання курсантів здійснюється у відповідності до Методичних рекомендацій до розроблення і застосування рейтингових систем оцінювання курсантів (студентів) в ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Рейтинг курсанта з навчальної дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- поточне опитування на лекційних заняттях;
- практична робота на комп'ютері в ході практичних занять;
- виконання домашніх практичних завдань;
- контрольна робота;
- підсумковий контроль.

Поточне опитування на лекційних заняттях.

Відповіді в ході опитування на лекційних заняттях оцінюється виходячи з їх повноти, системності, впевненості та кількості. Максимальна кількість балів за усні опитування на лекційних та практичних заняттях дорівнює 1 балам.

Критерії оцінювання:

1 – всі надані відповіді правильні та повні,

0.6 – надані відповіді правильні, але не повні, містять певні недоліки;

0 – в інших випадках.

Таким чином, максимальна кількість балів, що її курсант може отримати по цьому виду контролю за семестр становить 1 · 16(лекцій) = 16 балів.

Практична робота на комп'ютері в ході практичних занять.

За виконання практичних завдань на комп'ютері курсанти отримують рейтингові бали виходячи з якості розробленого коду програми.

Критерії оцінювання:

2 – завдання виконано без зауважень;

1.2 – допущена неточність несуттєвого характеру, або при правильному ході рішення практично виконане завдання не закінчено;

0 – при рішенні допущено суттєві помилки;

Таким чином, максимальна кількість балів, що її курсант може отримати по цьому виду контролю за семестр становить 2 · 14 = 28 балів.

Виконання домашніх практичних завдань.

За виконання домашніх практичних завдань курсанти отримують рейтингові бали виходячи з якості розробленого коду програми.

Критерії оцінювання:

3 – завдання виконано без зауважень;

2.4 – допущена неточність несуттєвого характеру;

1.8 – допущена неточність, або при правильному ході рішення практично виконане завдання не закінчено;

0 – при рішенні допущено суттєві помилки;

Таким чином, максимальна кількість балів, що її курсант може отримати по цьому виду контролю за семестр становить 3 · 14 = 42 бали.

Контрольна робота.

Поточна контрольна робота виконується після вивчення Розділу 1 курсу, проводиться в формі контрольної роботи тривалістю 20 хвилин. В рамках роботи курсанти мають дати письмові відповіді на 4 питання.

Для кожного запитання вказується число балів, яким воно оцінюється.

Критерії оцінювання питання, що оцінюється в 4 бали (2 питання):

4.0 – відповідь повна;

3.6 – відповідь недостатньо повна, або містить неточності несуттєвого характеру;

3.0 – відповідь містить неточності та вона недостатньо повна;

2.4 – відповідь неточна і неповна;

0 – відповідь не отримано або вона далека від істинної.

Критерії оцінювання питання, що оцінюється в 3 бали (2 питання):

3.0 – відповідь повна;

2.4 – відповідь містить неточності або вона недостатньо повна;

1.8 – відповідь неточна і неповна;

0 – відповідь не отримано або вона далека від істинної.

Максимальна кількість балів, що курсант може отримати по цьому виду контролю за семестр становить 14 балів.

Таким чином, максимальна кількість рейтингових балів, що курсант може отримати в семестрі по результатам поточного контролю та виконанню контрольних робіт складає:

$$RD = 16 + 28 + 42 + 14 = 100 \text{ балів.}$$

Умовою атестації (календарного контролю) є отримання не менше 50% від кількості балів, яку курсант може отримати на час проведення атестації.

Умовою допуску до заліку є: виконання усіх видів робіт та завдань (практичні роботи, реферат), що передбачені навчальним планом.

Підсумковий контроль з навчальної дисципліни провадиться в вигляді заліку, що проводиться наприкінці семестру.

Якщо сума балів менша за 60, курсант виконує залікову контрольну роботу.

Курсант, який набрав протягом семестру необхідну кількість балів більше 60, отримують залікову оцінку (залік) так званим “автоматом” відповідно до набраного рейтингу. В такому разі до заліково-екзаменаційної відомості вносяться бали та відповідні оцінки.

Курсант, який у семестрі отримав більше 60 балів, може взяти участь у заліковій контрольній роботі з метою підвищення оцінки. У цьому разі бали, отримані ним на заліковій контрольній роботі, є остаточними. Якщо оцінка за залікову роботу більша ніж за рейтингом, курсант отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи.

Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша, ніж за рейтингом попередній рейтинг курсанта з кредитного модуля скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи

Залікова робота оцінюється з 100 балів. За виконання залікової роботи курсант може отримати наступні рейтингові бали:

95–100 балів – робота виконана повністю, в заданому обсязі. Робота виконувалась самостійно, всі положення роботи приведені аргументовано та впевнено, показані коректність зроблених висновків. Курсант використав найоптимальніший з можливих методів вирішення задачі, продемонстрував навички використання сучасних парадигм програмування.

85–94 балів – робота виконана повністю, в заданому обсязі. Робота виконувалась самостійно, всі положення роботи приведені аргументовано та впевнено, показані коректність зроблених висновків.

75–84 бали – робота виконана повністю, в заданому обсязі, але деякі свої рішення курсант не зміг чітко обґрунтувати.

65–74 бали – робота виконана в заданому обсязі, але існують прогалини в описі чи обґрунтуванні рішень.

60–64 бали – робота виконана, значна частина рішень не була самостійно обґрунтована курсантом, або потребує значних уточнень.

Рейтингова оцінка трансформується до університетської системи оцінювання згідно з табл. 1.

Таблиця 1. Переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою

Кількість балів Рейтингові бали, RD	Оцінка за університетською шкалою
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше ніж 60	Незадовільно

9. Додаткова інформація з навчальної дисципліни

Перелік питань, що виносяться на контрольну роботу.

1. Який вид діяльності називають моделюванням? В чому він полягає? Чим зумовлена необхідність вивчення моделей систем замість оригіналів?
2. Дайте визначення поняттю “модель”? Якими основні методи встановлення подібності між моделлю та оригіналом?
3. Реальні та абстрактні моделі Наведіть приклади таких моделей.
4. Які моделі називають математичними? Наведіть приклади таких моделей.
5. У чому полягає властивість неповноти моделей? Чим визначається необхідна ступінь повноти моделі?
6. Що називають адекватністю моделі? Наведіть приклади адекватних й неадекватних моделей.
7. Які фактори визначають якість моделі? Наведіть приклади.
8. Який вид моделювання називають фізичним? Наведіть приклади фізичних моделей систем і постановки завдань фізичного моделювання.
9. Який вид моделювання називають структурно-функціональним? Наведіть приклади структурно-функціональних моделей систем і постановки завдань такого моделювання.
10. Який вид моделювання називають математичним? Наведіть приклади математичних моделей систем і постановки завдань математичного моделювання.
11. Який вид моделювання називають імітаційним? Наведіть приклади імітаційних моделей систем і постановки завдань імітаційного моделювання.
12. Який тип моделі називають чорним ящиком? Які завдання вирішують за допомогою таких моделей?
13. Що називають входами та виходами системи? Для чого вони потрібні?
14. Що називають моделлю складу системи? Наведіть приклади моделей складу.
15. У чому полягають особливості аналітичних методів формалізованого подання систем? Які завдання можна вирішувати за їх допомогою? Наведіть приклади.
16. У чому полягають особливості статистичних методів формалізованого подання систем? Які завдання можна вирішувати за їх допомогою? Наведіть приклади.
17. Математична модель системи. Назвіть та охарактеризуйте основні методи її дослідження.
18. Статичні та динамічні моделі. Наведіть приклади.
19. Неперервні та дискретні моделі? Наведіть приклади.
20. Лінійні та нелінійні моделі? Наведіть приклади.
21. Яке програмне забезпечення можна використовувати для аналітичного дослідження математичних моделей?
22. Якими є типові проблеми, що обмежують область застосовності аналітичних методів дослідження математичних моделей складних систем?
23. Якими є основні етапи побудови математичної моделі системи?

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

Залік проводиться в формі практичного використання курсантами засобів відповідних бібліотек Python до вирішення задач, що стосуються аналізу даних, що описують об’єкти, системи та явища реального світу та самостійного формулювання висновків та прийняття рішень на основі розрахованих та проаналізованих даних. Результати представляються в вигляді аналізу результатів, отриманих в ході виконання обчислень.

Приклади задач, що виносяться на залік.

1. Побудова лінійної регресійної моделі.
2. Побудова регресійної моделі з використанням лог-перетворення.
3. Побудова квадратичної регресійної моделі.
4. Побудова багатофакторногї лінійної регресійної моделі.
5. Виконати порівняльний аналіз деяких регресійних моделей з використанням коефіцієнту детермінації.
6. Виконати попередній аналіз часового ряду, використовуючи коефіцієнти темпу росту, темпу приросту та середнього темпу змін.
7. Виявлення наявності трендової та/або сезонної складової моделі часового ряду.
8. Побудова моделі ряду на основі методу ковзаю чого середнього.
9. Побудова моделі ряду на основі методу експоненціального згладжування.
10. Виявлення змін моделі поведінки часового ряду з використання базових алгоритмів порівняння вибірок.
11. Виявлення змін моделі поведінки часового ряду з використання непараметричних критеріїв порівняння вибірок.
12. Виявлення змін моделі поведінки часового ряду з використання критерію Колмогорова-Смирнова.
13. Аналітичне вирівнювання трендів на основі регресійних моделей.
14. Прогнозування ряду з урахуванням сезонної компоненти моделі.