



СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ АНАЛІЗУ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>третьій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>122 Комп'ютерні науки</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерні науки</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2курс, осінній / весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити ЄКТС/ 90 год</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>Лекції (один раз кожного тижні починаючи з 1-го тижня), Практичні заняття (один раз кожного тижні починаючи з 4-го тижня)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: проф, д.б.н., с.н.с, Настенко Євгеній Арнольдович, 067-943-95-05 Nastenko.Ievgen@lil.kpi.ua Практичні заняття: Доц., к.т.н. Павлов Анатолій Володимирович, 050-559-79-54 ; Pavlov.Volodymyr@lil.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>КАМПУС, гугл диск викладача (папка для студентів групи)</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Значення кредитного модуля у підготовці фахівця полягає в процесі навчання і підготовки фахівця зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» за всіма ОНП *третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти ступеня «доктор філософії» який дозволить застосовувати та удосконалювати знання / методи з:*

- структурно-параметричного синтезу для складних медичних та біологічних об'єктів;
- аналізу даних та станів складних медико-біологічних систем;
- вирішення задач оптимізації станів об'єктів медичної та біологічної природи у формі задач математичного програмування;
- використання програмного забезпечення для обробки даних в медико-біологічних системах баз даних (надалі -МБСБД) ;
- моделювання даних в МБСБД ;

Метою кредитного модуля є формування у аспірантів фахових компетентностей у відповідності до ОНП:

ФК3	Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інших електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності
ФК5	Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в сфері комп'ютерних наук, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.
ФК 7	Здатність дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності
ФК 8	Системний науковий світогляд та загальнокультурний кругозір

В результаті засвоєння кредитного модуля аспіранти мають продемонструвати такі результати навчання:

ПРН 5	Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з комп'ютерних наук та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.
ПРН 6	Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.
ПРН 7	Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми комп'ютерної науки з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів
ПРН 8	Глибоко розуміти загальні принципи та методи комп'ютерних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері комп'ютерних наук та у викладацькій практиці

знання:

- математичних та природничих наук, в тому числі з інтелектуального аналізу даних, технологій видобування інформації;
- інформаційних технологій, мов програмування, інструментарію програміста;
- принципів систематизації інформації;
- основних понять, ідей та методів фундаментальної математики, дискретної математики, закономірностей випадкових явищ та процесів, методів оптимізації, чисельних методів, методів інтелектуального аналізу даних, основних підходів;
- сучасних технологій та інструментальних засобів розробки програмних систем;
- сучасних методів математичного і комп'ютерного моделювання;
- методології автоматизованого проектування складних об'єктів і систем;
- мов програмування, сучасних теорій організації баз даних та знань, методів і технологій їх розробки;
- з використання програмного забезпечення для обробки даних;
- з моделювання даних.

уміння:

- системно мислити;
- використовувати довідкову літературу, технічну документацію;
- розвивати та застосовувати у професійній діяльності творчі здібності;
- застосовувати та сприймати критику, в т.ч. самокритику;
- відповідально ставитися до професійних обов'язків та виконуваної роботи;
- організувати робоче місце;
- застосовувати знання фундаментальних дисциплін для розв'язку професійних задач;
- правильно застосовувати мовні засоби залежно від сфери та мети спілкування;
- сприймати, усвідомлювати та передавати інформацію у повному обсязі без спотворення змісту;
- оцінювати професійні рішення, в т.ч. власні, з економічної, екологічної та етичної точки зору;
- складати ділові папери та типові у професійній діяльності документи;
- застосовувати мови програмування, мови опису інформаційних технологій, мови специфікацій;
- володіти методами і засобами підтримки командної роботи;
- інсталювати та налаштовувати системне ПЗ, СУБД, прикладне ПЗ;
- обстежувати, аналізувати об'єкти предметного середовища та виявляти вимоги замовника до нього;
- складати технічну документацію;

- застосовувати різні мови програмування;
- використовувати: основні поняття, ідеї та методи фундаментальної математики, методи дискретної математики, чисельних методів, ймовірно-статистичні методи, методи дослідження операцій та інтелектуального аналізу даних;
- розробляти та застосовувати моделі представлення знань, стратегії логічного виведення, технологій інженерії знань, технологій і інструментальних засобів побудови інтелектуальних систем;
- застосовувати принципи системного аналізу об'єктів та процесів автоматизації;
- використовувати державні та міжнародні стандарти в галузі інформаційних технологій;
- застосовувати сучасні технології та інструментальні засоби розробки на всіх етапах життєвого циклу ІС;
- використовувати системи керування базами даних;
- моделювати системи та процеси, стани та поведінки складних об'єктів інформатизації в процесі проектування інформаційних систем і технологій;
- володіти сучасними технологіями автоматизації проектування складних об'єктів і систем, продуктів і сервісів інформаційних технологій, сучасними парадигмами та мовами програмування.
- використовувати програмне забезпечення для обробки даних;
- моделювати дані.

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

В структурно-логічній схемі програми підготовки третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти кредитний модуль забезпечують дисципліни вивчені аспірантом:

1. за навчальним планом підготовки «магістра» зі спеціальності 122 **Комп'ютерні науки: Біомедична кібернетика-1. Методи дослідження складних систем та процесів; Біомедична кібернетика-2. Методи моделювання складних систем і процесів; Методи та технології обчислювального інтелекту; Високопродуктивні розподілені обчислювальні системи.**
 2. за навчальним планом підготовки «Доктора філософії»:
 - Філософські засади наукової діяльності, Іноземна мова для наукової діяльності
- Кредитний модуль є основою для підготовки дисертацій за спеціальністю та в подальшій практичній роботі за фахом

3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні заняття	Лабораторні	СРС
Розділ 1. Етапи розробки моделей складних процесів та систем. Методи вирішення загальних та специфічних завдань при моделюванні					
<i>Тема 1. Методи аналізу станів біологічних об'єктів.</i>	4,5	2	0,5		2
<i>Тема 2. Задачі та методи чинно-наслідкового аналізу систем складних процесів</i>	4,5	2	0,5		2
<i>Тема 3. Методи аналізу моделей систем та процесів</i>	5	2	1		2
Разом за розділом 1	14	6	2		6
Розділ 2. Спеціальні задачі моделювання					
<i>Тема 1. Моделювання об'єктів із спеціальними умовами. Різноманіття формалізацій задач математичного програмування</i>	5	2	1		2
<i>Тема 2. Методи вирішення задач класифікації об'єктів заданих множинами спостережень</i>	5	2	1		2
<i>Тема 3. Вихрові моделі в задачах гемодинаміки</i>	6	2	2		2

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні заняття	Лабораторії	СРС
Разом за розділом 2	16	6	4		6
Розділ 3. Теорія автоматів в задачах моделювання біологічних об'єктів					
<i>Тема 1. Принципи синергетики в задачах дослідження та моделювання складних систем</i>	10	6	2		2
<i>Тема 2. Клітинні автомати, як моделі складних систем</i>	8	4	2		2
<i>Тема 3. Області застосування клітинно-автоматних моделей</i>	8	4	2		2
Разом за розділом 3	26	14	6		6
<i>Модульна контрольна робота</i>	4		1 (1)		3
<i>Екзамен</i>	30				30
Всього годин	90	26	13		51

4. Навчальні матеріали та ресурси

Для успішного вивчення кредитного модуля достатньо опрацювати навчальний матеріал, який викладається на лекціях, а також ознайомитись з:

4.1 Базовою літературою

1. Optimization in Medicine and Biology Gino J. Lim, Eva K. Lee 2008 by Auerbach Publications . 592 Pages
2. Spirtes, P.; Glymour, C.; Scheines, R. (2012). Causation, Prediction, and Search. Springer Science & Business Media. *ISBN 978-1461227489*.
3. Mueller, Johann-Adolf; Lemke, Frank: Self-Organising Data Mining. An Intelligent Approach To Extract Knowledge From Data. Berlin , Dresden 1999
4. Пантелеєв А.В., Рыбаков К.А. Методы и алгоритмы синтеза оптимальных систем управления с неполной информацией – М., 2012. – 160 с.
5. Ievgen Arnoldovich Nastenکو, Oleksandra Olegivna Konoval, Olena Konstantinivna Nosovets, Volodymyr Anatolevich Pavlov. Set Classification. Ch.3, pp. 44-83 In: Techno-Social Systems for Modern Economical and Governmental Infrastructures (Advances in Finance, Accounting, and Economics), 1st edn., IGI Global. (July 13, 2018) pp. 44-83, ISBN-10: 1522555862 , □ ISBN-13: 978-1522555865 , DOI: 10.4018/978-1-5225-5586-5.ch003

4.2. Додаткова література

6. Granger C.W.J. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods // Econometrica. 1969. No37(3). P. 424-438.
7. Boeing, G. (2016). "Visual Analysis of Nonlinear Dynamical Systems: Chaos, Fractals, Self-

Similarity and the Limits of Prediction". *Systems*. 4 (4): 37

8. Denton T.A., Diamond G.A., Helfant R.H. et al. Fascinating rhythm: a primer on chaos theory and its application to cardiology. – Amer. Heart. J. – 1990. – N12. – P. 1419-1440.
9. Bandman O. Simulation Spatial Dynamics by Probabilistic Cellular Automata // Fifth International Conference ACRI-2202, Geneva, 2002.- Lecture Notes in Computer Science.-Springer:Berlin.-2002.- Vol.2493 (Ed. B.Chopard). P. 10-19.
10. Wolfram S. Universality and complexity in cellular automata // *Physica D*. Vol.1. 1984. P. 91-125.
11. Тоффоли Т., Марголюс Н. Машины клеточных автоматов: Пер. с англ. - М.: Мир, 1991. – 280 с.
12. Bak R., Tang C., Wiesenfeld K. Self-organized criticality: an explanation of 1/f noise // *Phys. Rev. Lett.* – 1987. Vol. 59. №4.-R 381-384.
13. McCracken, James (2016). *Exploratory Causal Analysis with Time Series Data (Synthesis Lectures on Data Mining and Knowledge Discovery)*. Morgan & Claypool Publishers. ISBN 978-1627059343.2
14. Павлов В.А. Причинно-следственный анализ в системах процессов [Текст] / В.А. Павлов // *Проблеми інформаційних технологій*. – 2009. - №5. - С. 8-14.
15. Павлов А. В., Степашко В. С., Кондрашова Н. В./ Эффективные методы самоорганизации моделей/ Киев, Академперіодика, 2014, С.200
16. Е.А. Настенко, А.Л. Бойко, Е.К.Носовец, К.И.Тепляков, А.В. Павлов. Синтез логистической регрессии на принципах самоорганизации моделей. *Кибернетика и вычислительная техника* 2015г
17. G.V. Knishov. Combinatorial algorithm for constructing a parametric feature space for the classification of multidimensional models [Текст] / G.V. Knishov, Е.А. Nastenko, , О.К. Nosovets, V.A. Pavlov, N.V. Kondrashova // *Cybernetics and Systems Analysis*. - July 2014. - Volume 50, Issue 4. - Pp 627-633.
18. Vichniac G. Simulating Physics by Cellular Automata // *Physica D*, Vol.10.1984, 86-112.
19. Bak P, Chen K, Tang C. A forest-fire model and some thoughts on turbulence // *Phys. Lett. A*. – 1990. V. 147. N5-6. – P. 297-300.
20. Ивахненко А.Г. Степашко В.С. Помехоустойчивое моделирование (1985). Наукова Думка, Київ с. 216.
21. Генетичний алгоритм: теорія и практика: навч. пос. / М. В. Бураков. – СПб.: ГУАП, 2008. – 164 с.

4.3. Інформаційні ресурси

22. <http://maxima-library.org/component/maxlib/b/502317?format=read>
23. <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-etapy-postroeniya-matematicheskikh-modeley-elementov-slozhnoy-sistemy/viewer>
24. https://www.researchgate.net/publication/306226253_Visual_Analysis_of_Nonlinear_Dynamical_Systems_Chaos_Fractals_Self-Similarity_and_the_Limits_of_Prediction
25. Автоматизована інформаційна система «Електронний кампус «КПІ ім. Ігоря Сікорського» - <http://kpi.ua/ecampus>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

5.1.Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посиланням на літературу)
1	<u>Методи аналізу станів біологічних об'єктів.</u> \ 1. Стадії розробки моделей складних процесів та систем 2. Методи декомпозиції. Сучасні методи аналізу станів біологічних об'єктів Завдання на СРС Вибрати об'єкт та обґрунтувати критерії декомпозиції для нього. [22,§2.2.1,]

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посиланням на літературу)
2	<p><u>Задачі та методи чинно-наслідкового аналізу систем складних процесів</u>)</p> <p>1. Лінійний та нелінійний чиннонаслідковий аналіз 2. Нелінійний чинно-наслідковий аналіз</p> <p>Завдання на СРС Навести недоліки чинно-наслідкового аналізу по Грейнджеру та запропонувати шляхи їх ліквідації [6];</p>
3	<p><u>Методи аналізу моделей систем та процесів</u></p> <p>1. Аналіз адекватності та чутливості моделей 2. - Аналіз стійкості та регулярності моделей</p> <p>Завдання на СРС Обґрунтувати умови виникнення хаотичного руху для неперервних динамічних систем на прикладі серцевого м'яза [8];</p>
4	<p><u>Моделювання об'єктів із спеціальними умовами. Різноманіття формалізацій задач математичного програмування</u></p> <p>1. Формалізація задачі моделювання при критерії модулю відхилень, односторонньої оптимізації, задача мінімакса 2. Самоорганізація моделей при моделюванні класифікаторів</p> <p>Завдання на СРС Запропонувати та обґрунтувати версію алгоритму самоорганізації для вирішення задачі класифікації [15]</p>
5	<p><u>Методи вирішення задач класифікації об'єктів заданих множинами спостережень</u></p> <p>1. Комбінаторні алгоритми пошуку структур об'єктів класифікації 2. Багаторядні алгоритми пошуку структур об'єктів класифікації</p> <p>Завдання на СРС Запропонувати комбіновані форми зовнішніх критеріїв для задач пошуку структур об'єктів класифікації [20, § 5.1-5.3];.</p>
6	<p><u>Вихрові моделі в задачах гемодинаміки</u></p> <p>1. Моделювання руху крові в лівому шлуночку серця. 2. Моделювання руху крові в аорті та магістральних артеріальних судинах</p> <p>Завдання на СРС Запропонувати та обґрунтувати модель в дослідженнях руху крові в артеріальній системі. [8];</p>
7.1	<p><u>Принципи синергетики в задачах дослідження та моделювання складних систем (Ч-1)</u></p> <p>1. Теорія хаосу в дослідженні та моделюванні складних біологічних об'єктів.</p>
	<p>Завдання на СРС Запропонувати та обґрунтувати системи з хаотичною поведінкою [24];</p>
7.2	<p><u>Принципи синергетики в задачах дослідження та моделювання складних систем (Ч-2)</u></p> <p>1. Теорія самоорганізованої критичності</p>
	<p>Завдання на СРС Запропонувати та обґрунтувати системи з критичною самоорганізацією [12];</p>
7.3	<p><u>Принципи синергетики в задачах дослідження та моделювання складних систем (Ч-3)</u></p> <p>1. Підходи синергетики у дослідженнях та опису поведінки складних систем. 2. Методи теорії інформації у дослідженні та моделюванні складних систем.</p> <p>Завдання на СРС Запропонувати та обґрунтувати системи з хаотичною поведінкою та критичною самоорганізацією [12,24];</p>

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посиланням на літературу)
8.1	Клітинні автомати, як моделі складних систем (Ч-1) 1. Побудова та функціонування клітинно-автоматних моделей. Области застосування. 2. Модель купи піску та принципи побудови клітинно-автоматних моделей. (Ч-1) Завдання на СРС 1. Запропонувати клітинно-автоматну модель капілярної мережі організму. [9];
8.2	Клітинні автомати, як моделі складних систем (Ч-2) 1. Модель купи піску та принципи побудови клітинно-автоматних моделей. (Ч-2) 2. Базові підходи до побудови та алгоритми функціонування клітинно-автоматних моделей Завдання на СРС Запропонувати та обґрунтувати клітинно-автоматну модель капілярної мережі організму. [9,18]
9.1	Області застосування клітинно-автоматних моделей (Ч-1) 1. Реалізації клітинно-автоматних моделей складних біологічних об'єктів. Завдання на СРС Запропонувати та обґрунтувати генетичний алгоритм для селекції ознак. [21]
9.2	Області застосування клітинно-автоматних моделей (Ч-2) 2. Клітинно-автоматні та генетичні алгоритми в моделюванні складних систем. Спільність та розбіжності. Завдання на СРС Запропонувати та обґрунтувати генетичний алгоритм в моделюванні складних систем. [21];

5.2. Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять

Завдання спрямовані на одержання практичних навичок формалізації, розробки та застосування алгоритмів аналізу моделей складних процесів та систем

№ з/п	Назва теми заняття
1	Розрахунок чинно-наслідкових схем по Грейнджеру Розрахунок чинно-наслідкових схем у нелінійному чинно-наслідковому аналізі
2	Пошук поверхні біфуркацій Дослідження моделей хаотичних процесів
3	Алгоритми переведення задач класифікації множин до задач класифікації багатовимірних об'єктів Зовнішні критерії при пошуку структур класів. Особливості застосування
4	Вихрові симулятори руху крові в аорті та магістральних артеріях
5	Методи оцінки варіабельності та складності поведінки складних систем.
6	Оцінка алгоритмічної складності поведінки складних систем. Оцінка варіабельності та складності поведінки стохастичних числових послідовностей. Оцінка варіабельності та складності поведінки біологічних числових послідовностей. Оцінка варіабельності та складності числових послідовностей, згенерованих в обчислювальних експериментах із клітинними автоматами.
7	Модульна контрольна робота

6. Самостійна робота аспіранта/аспіранта

Аспірантів заохочують до науково-дослідницької роботи та оприлюднення її результатів, в міжнародних науково-практичних конференціях або друці статей в фахових журналах по спеціальності 122 Комп'ютерні науки.

Аспіранти разом з викладачем визначаються з тематикою тез/статей, доступною літературою, інформаційними ресурсами /матеріалами та з вимогами їх оформлення та подачі до опублікування.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Опрацьовуючи навчальний матеріал кредитного модуля «Спеціальні розділи аналізу та моделювання складних процесів та систем», аспіранти:

1) **на лекціях:**

- проводять аналітичний огляді із застосуванням дискусійної форми спілкування лектора зі аспірантами.

2) **на комп'ютерних практикумах**

під керівництвом викладача:

- проходять *інструктаж*. Він передбачає розкриття норм поведінки, особливостей використання методів і навчальних засобів, дотримання правил безпеки під час виконання навчальних операцій. При цьому важливо, щоб аспіранти розуміли не лише, *що* треба робити, а і як це робити.
- Для ефективнішої організації мислення аспірантів на заняттях застосовують *Частково-пошуковий* метод проведення занять. *Частково-пошуковий* метод проведення занять сприяє до активного пошуку розв'язання поставлених завдань, над якими аспіранти працюють самостійно під керівництвом педагога або на основі методичних вказівок або презентацій. Процес мислення аспіранта при цьому набуває продуктивного характеру, але при цьому поетапно спрямовується і контролюється педагогом або самими аспірантами на основі роботи над виконанням комп'ютерного практикуму.

самостійно:

- підготувати матеріали модульної контрольної роботи, надати відповіді від викладача, внести зміни у відповідності до зауважень та захистити її

Завдання та матеріали для проведення модульної контрольної роботи подаються у додатку до робочої навчальної програми (Силабусу).

Відвідуваність і виконання завдань

Кредитний модуль є не новою для аспірантів вищої освіти.

Сьогодні практично немає нових україномовних (або російськомовних) навчальних видань, цілковито присвячених цій проблематиці. Тому для україномовних аспірантів (яких більшість) дуже важливо відвідувати лекції, на яких висвітлюватиметься систематизований навчальний матеріал, презентації текстів документів в обсязі достатньому для опанування кредитного модуля аспірантом. аспіранту складно буде належно підготуватись до комп'ютерного практикуму, виконати модульну контрольну роботу, якщо він буде пропускати лекції. Нового навчального матеріалу з кредитного модуля, крім матеріалу лекцій, вкрай мало а той що є застарілий. Тому для аспірантів, які бажають продемонструвати відмінні результати навчання, активна робота на лекційних заняттях просто необхідна. Однак відпрацьовувати пропущені лекції не потрібно

Активна участь аспіранта на комп'ютерних практикумах (надалі – заняттях) є обов'язковою і буде вимагатись. Рейтинг аспіранта значною мірою формуватиметься за результатами його роботи на цих заняттях.

Аспірант який пропустив заняття (незалежно від причин пропуску), має обов'язково з самостійно опрацювати тему припущеного заняття, виконати завдання, оформити звіт, прикріпити його до завдання в Google класу на платформі Сікорський та надати там же відповіді на запитання/ зауваження викладача, а також домовитись з викладачем, щодо його захисту. Невиконання завдань з пропущених аспірантом тем може привести до того, що аспірант не буде

допущений до іспиту. За несвоєчасне надання звітів та їх захист викладачем передбачені штрафні бали, що може призвести до зниження рейтингу аспіранта та можливого недопуску до іспиту.

Контроль знань (розуміння) аспіранта пропущених тем (виконання завдань) відбуватиметься під час спілкування з викладачем за графіком консультацій, доступним на сайті кафедри біомедичної кібернетики (БМК), під час перерви у навчальному занятті («на парі»), або висвітлений в КАМПУСІ / Google класі на платформі Сікорський. Аспірант, який виконає відповідні завдання та відповідь на питання викладача отримуватиме відповідні бали до рейтингу залежно від якості відповідей та виконання завдання.

Аспіранти, які пропустили заняття, повинні не допускати зниження підсумкового рейтингу, своєчасно (протягом семестру) опрацювавши відповідні теми і виконувати завдання, передбачені для пропущених занять. Не треба чекати наближення заліково-екзаменаційної сесії для відповідного спілкування з викладачем. Варто це робити як тільки аспірант буде готовий продемонструвати свої знання і навички з пропущених тем занять.

Теми і завдання для занять передбачені робочою програмою кредитного модуля, доступні з особистого кабінету аспіранта в системі «Кампус», на сайті кафедри БМК або висвітлений в Google класі на платформі Сікорський з даного кредитного модуля.

На лекціях та заняттях допускається використання ноутбуків, смартфонів, але лише для цілей, зумовлених темою заняття і відповідним тематичним завданням. Використовувати зазначені (та інші подібні) засоби для розваги чи спілкування під час заняття не варто. Відповідати на питання викладача, читаючи з екрану смартфона, ноутбуку чи з підручника не варто також. Це характеризує рівень підготовки аспіранта не з кращого боку.

Аспірант на занятті може використовувати підготовлені ним письмові нотатки з питань теми заняття (або передбачених завданням), однак висловлювати позицію, читаючи з аркуша паперу не варто. Це також характеризує рівень підготовки аспіранта не з кращого боку.

Форми роботи

На лекції педагог у словесній формі розкриває сутність наукових понять, явищ, процесів, логічно пов'язаних, об'єднаних загальною темою.

Ефективність проведення навчання на лекціях неможливе без широкого використання наочних методів. Вони зумовлені діалектичними закономірностями пізнання і психологічними особливостями сприймання. Наочний метод передбачає використання на лекціях з кредитного модуля *ілюстрації*.

При цьому аспіранти мають розуміти, що основне джерело отримання наукової інформації — не викладач, а книга та ухвалені викладачем інтернет ресурси. Тому важливо щоб аспіранти самостійно працювали з інтернет джерелами, книгами, монографіями, публікаціями: читали, конспектували додаткову інформацію до лекційного матеріалу.

Ведення конспекту дає змогу аспіранту:

- краще підготуватись до екзамену з кредитного модуля;
- вирішити спірних питань з відповіді (не повну, неточну відповідь) аспіранта на екзамені;
- зарахувати викладачу пропущені лекції аспірантом з неповажної причини

Тематика лекцій висвітлена у робочій програмі дисципліни. Вітаються питання від аспірантів до викладача під час лекції та участь у дискусіях, інтерактивних формах організації заняття. Викладач може ставити питання окремим аспірантам або загалом аудиторії. Допускається і вітається діалог між аспірантами і викладачем на лекції.

Практичні заняття

Важливе місце у навчальному процесі з проведення занять займає *інструктаж*. Він передбачає розкриття норм поведінки, особливостей використання методів і навчальних засобів, дотримання правил безпеки під час виконання навчальних операцій. При цьому важливо, щоб аспіранти розуміли не лише, *що* треба робити, а і як це робити.

Ефективність проведення занять багато в чому зумовлено способом організації мислення аспірантів. При цьому застосовується *Частково-пошуковий* метод проведення занять.

Застосований *Частково-пошуковий* метод проведення занять сприяє до активного пошуку розв'язання поставлених завдань, над якими аспіранти працюють самостійно під керівництвом педагога або на основі методичних вказівок або презентацій. Процес мислення аспіранта при

цьому набуває продуктивного характеру, але при цьому поетапно спрямовується і контролюється педагогом або самими аспірантами на основі роботи над виконанням комп'ютерного практикуму.

Форма участі аспірантів на заняттях виглядає як сумарна робота в яку входить:

- своєчасне виконання модульної контрольної роботи, надання її викладачу та її захист (при цьому аспіранти оцінюватимуть доповіді з захисту один одного, доповнюючи або виявляючи недоліки в доповіді);
- виконання та захист звітів з практичних занять;
- письмові звіти та їх оформлення відповідно до вимог.

Під час оцінювання модульної контрольної роботи викладач:

- узагальнюватиме та аналізуватиме помилки і недоліки наданих аспірантами документів (особливо відображену особисту точку зору),
- відповідатиме на питання аспірантів з конфліктних питань,

Політика університету

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

(інша необхідна інформація стосовно академічної доброчесності)

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки аспірантів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

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

Поточний контроль: виконання та захист 6 комп'ютерних звітів, з акцентуванням на узагальненій науковій інформації, рекомендації до їх виконання та оформлення, формулювання власної позиції та оцінки викладеного / проаналізованого матеріалу.

Календарний контроль: модульна контрольна робота проводиться в кінці семестру та включає в себе всі розділи кредитного модуля

Семестровий контроль: екзамен

Оцінювання та контрольні заходи

Рейтинг аспіранта з кредитного модуля складається з балів, що отримуються за:

- 1) виконання та захист 6 звітів;
- 2) модульна контрольна робота
- 3) екзаменаційна робота

Робота аспіранта:

- на заняттях (виконання та захист звітів) визначає 48% його рейтингу з кредитного модуля;
- модульна контрольна робота визначає 22% його рейтингу з кредитного модуля;
- екзаменаційна робота визначає 30% його рейтингу з кредитного модуля .

Аспірант отримає найвищий рейтинг, якщо він:

- своєчасно виконує та захищає звіти. Звіти оформлює до відповідних вимог викладача.
- бере активну участь на заняттях, переважно надає повні та аргументовані відповіді, логічно їх викладає, висловлює власну позицію з питань занять, дану позицію викладає чітко і логічно, обґрунтовує її належним чином а також активно доповнює відповіді інших аспірантів на занятті;
- своєчасно готується та виконує модульну контрольну роботу (МКР) по завершенню трьох тематичних модулів (завдання до МКР надано в **додатку В** до силабусу та до робочої навчальної програми кредитного модуля). МКР виконується у вигляді

підготовки матеріалів з проблемного питання по дисципліні з подальшим його захистом.

Аспіранту дається одноразова можливість написати МКР.

Пропущені заняття, неточності, неповнота, помилки у відповідях чи ґрунтуваннях на не достовірних інформаційних джерел спричиняють зниження рейтингу аспіранта.

Належна підготовка аспіранта до заняття займатиме в середньому 1-1,5 години.

З деталізованими очікуваннями від роботи аспірантів на кожному занятті, запланованими для кожного заняття результатами навчання можна ознайомитись у робочій програмі кредитного модуля (силабусу).

Викладач оцінює роботу аспіранта на кожному занятті за результатами наданих звітів та їх захисту, але конкретна підсумкова кількість балів за роботу на заняттях виставляється викладачем під час першого і другого етапу проміжної атестації – на восьмому і шістнадцятому тижнях навчання відповідно. Рейтинг аспіранта станом на 8-й тиждень (за результатами роботи на 2-х заняттях) і 16-й тиждень (за результатами роботи на наступних 2-х заняттях) навчання повідомляється аспіранту на занятті чи в особистому кабінеті електронного кампусу.

Деталізовані критерії оцінювання результатів навчання аспіранта визначені у положенні про РСО з кредитного модуля, що є додатком до робочої програми кредитного модуля та у додатку С до сидабусу.

Аспірант може оскаржити оцінку викладача, подавши відповідну скаргу викладачу не пізніше наступного дня після ознайомлення аспіранта з виставленою викладачем оцінкою. Скарга розглядатиметься за процедурами, встановленими університетом.

Умови допуску до семестрового контролю: *Наявність кількості балів не менше 30, виконання модульної контрольної роботи не менше ніж на «достатньо», виконання та захист всіх звітів не менше ніж на «достатньо».*

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань до семестрового контролю (екзамену) надані в додатку А до сидабусу.

При наявності у аспіранту документів підтверджуючих його участь у міжнародних конференціях за темою заняття або розділу кредитного модуля можуть зараховуватись за відповідною тематикою та відповідними балами РСО

Рекомендації аспірантам

Працюючи на лекції аспіранту варто конспектувати основні поняття, ознаки, класифікації, визначення, алгоритми, про які розповідатиме викладач. Якщо аспірант буде уважно слухати, фіксувати відповідний матеріал, потім прочитає цей текст та застосує його при вирішенні завдання чи підготовці до заняття. Якщо після цього аспірант презентує свою обґрунтовану позицію (думку), критично оцінить позиції (думки) інших аспірантів, ставитиме питання викладачу та аспірантам – обсяг засвоєного ним навчального матеріалу і глибина його розуміння збільшуватиметься в рази.

Готуючись до заняття аспірант має обов'язково опрацювати лекційний матеріал певної теми, бажано ознайомитись з додатковими ресурсами в мережі. При виникненні питань, виявленні

незрозумілих положень необхідно обов'язково обговорити їх з викладачем. На занятті навіть добре підготовлений аспірант не повинен залишатись пасивним спостерігачем, а активно включатись у обговорення питання або захисту звіту. Якщо ж аспірант не ознайомився з навчальним матеріалом, йому варто уважніше слухати виступаючих, і завдяки отриманій інформації намагатись компенсувати недоліки підготовки до заняття. Не слід відмовлятись від відповіді на питання викладача. Навіть якщо аспірант не знає відповіді, доцільно спробувати відповісти, висловити свою думку, виходячи з власних знань, досвіду, логіки запитання тощо. При цьому не треба боятись помилитися – одним з важливих завдань вивчення кредитного модуля є вироблення вміння логічно мислити, вирішувати поставлені задачі і відповідно висловлювати власні думки. Однак, варто пам'ятати, що незнання матеріалу кредитного модуля є суттєвим недоліком роботи аспіранта і буде негативно впливати на його загальний рейтинг. Відповідальне ставлення до підготовки на кожне заняття дає змогу не лише правильно засвоїти навчальний матеріал, але й зекономити зусилля при складанні іспиту.

Важливим у належній підготовці аспіранта є вироблення в нього вміння працювати з документами, які мають практичне значення в вирішенні поставлених задач.

Ознайомлюючись із новим для себе інформаційним документом/джерелом, слід, насамперед намагатись виявити його достовірність, зрозуміти логіку та послідовність викладеного матеріалу. Такий аналіз дозволить аспіранту не лише краще засвоїти інформацію, алей аналізувати послідовність виконання дій в обробці даних та моделюванні МБСБД.

У разі складнощів з розумінням обробки даних та моделювання МБСБД не варто соромитись і необхідно обов'язково звертатись до викладача. Він обов'язково допоможе.

Позааудиторні заняття

Можлива участь аспірантів у науково-дослідницькій роботі та оприлюднення її результатів у фахових журналах за темою дисертації.

Дистанційне навчання

Можливе синхронне дистанційне навчання з використанням платформ для відео-конференцій та освітньої платформи для дистанційного навчання в університеті.

Інклюзивне навчання

Допускається

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено

Проф.,д.б.н., с.н.с., зав. каф. БМК Настенко Євгеній Арнольдович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Доц.,к.т.н., доц. каф. БМК Павлов Володимир Анатолійович

Ухвалено кафедрою біомедичної кібернетики (протокол № 1 від «28» серпня 2020р.)

Погоджено Методичною комісією факультету ФБМІ¹ (протокол № 1 від 28.08.2020р.)

Перелік питань до семестрового контролю (екзамен)

Зразок екзаменаційного білету
Для аспірантів які навчаються за денною формою навчання

(Форма N Н-5.04)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Підготовки с

Третій (освітньо-науковий)

(назва ступеня)

Спеціальність

122 Комп'ютерні науки

(код і назва напрямку підготовки)

Спеціалізація

Комп'ютерні технології в біології та медицині

(код і назва спеціальності)

Навчальна дисципліна

Спеціальні розділи аналізу та моделювання складних процесів та систем

(назва)

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № _____

- 1 Питання з I блоку питань
- 2 Питання з II блоку питань
- 3 Практичне завдання III блок

Затверджено на засіданні кафедри

Біомедичної кібернетики

(назва кафедри)

Протокол № _____

від

« _____ »

202

р.

Завідувач кафедри

(підпис)

Євген НАСТЕНКО

(Прізвище та ініціали)

ПИТАННЯ для формування екзаменаційних білетів *

Питання I з блоку питань : Етапи розробки моделей складних процесів та систем. Методи вирішення загальних та специфічних завдань при моделюванні.

1. Наведіть характеристику етапів розробки математичних моделей
2. Обґрунтуйте етапи дослідження об'єкту: декомпозиція об'єкту (застосування критеріїв декомпозиції), аналіз моделеутворюючих гіпотез, визначення елементного складу рівнів складності структури об'єкту, накопичення (пасивний, активний експеримент) експериментальних даних.
3. Доведіть необхідність етапу чинно-наслідкового аналізу до процедур моделювання. Порівняйте існуючі версії лінійного ЧНА (причинність по Грейнджеру та застосування взаємкореляційних функцій) наведіть їх переваги та недоліки
4. Наведіть методіку одержання графу чинно-наслідкових зв'язків за допомогою аналізу взаємкореляційних функцій, та обґрунтуйте застосування різних форм критеріїв.
5. Наведіть можливі реалізації нелінійного чинно-наслідкового аналізу та дайте обґрунтування застосуванню метода групового урахування аргументів.
6. Доведіть доцільність дослідження різних конструкцій для чисельної адекватності та чутливості моделей
7. Обґрунтуйте області застосування для яких є критичним (не критичним) рівень якісної адекватності моделей та запропонуйте механізми, що можуть впливати на рівень якісної адекватності при моделюванні
8. Проаналізуйте причини нерегулярності моделей.
9. Запропонуйте механізм пошуку біфуркаційної поверхні для лінійного випадку. Обґрунтуйте механізм невизначеності руху системи поблизу точок біфуркації

10. Наведіть аналіз умов виникнення хаотичного руху динамічних систем у неперервному та дискретному випадку. Дайте пояснення специфіці умов в розглянутих варіантах

Питання II з блоку питань: Спеціальні задачі моделювання

1. Запропонувати та обґрунтувати структуру задачі моделювання з модульним критерієм якості
2. Навести області та конкретні задачі для застосування моделей оптимізації з мінімаксним критерієм. Формалізувати та обґрунтувати структуру відповідної задачі математичного програмування
3. Запропонуйте доцільні приклади застосування моделей односторонньої оптимізації. Покажіть відповідність фізичних та математичної моделей
4. Обґрунтуйте застосування алгоритмів самоорганізації для побудови класифікаторів в класі задач математичного програмування
5. Порівняйте властивості моделей при застосуванні різних зовнішніх критеріїв в задачах пошуку структур об'єктів класифікації.
6. Наведіть та обґрунтуйте граничні значення розмірності задачі класифікації для застосування комбінаторного алгоритму пошуку структур об'єктів класифікації
7. Наведіть клас задач для яких доцільно використання багаторядних алгоритм МГУА з рекурентним обрахунком параметрів для пошуку структур об'єктів класифікації. Обґрунтуйте такий висновок
8. Порівняйте переваги та недоліки методів вирішення задач класифікації множин
9. Наведіть приклади вихрових об'єктів в біології. Розгляньте та обґрунтуйте методи побудови вихрових траєкторій.
10. Поясніть принципи побудови вихрових симуляторів

Питання III з блоку питань: Теорія автоматів в задачах моделювання біологічних об'єктів

1. Наведіть принципи як відображаються фізико-хімічна та алгоритмічна складність. Обґрунтуйте методи теорії інформації для оцінки складності та регулярності числових послідовностей.
2. Запропонуйте приклади застосування теорії самоорганізованої критичності. Поясніть проблеми з прогнозуванням при наявності фліккер-шуму. Обґрунтуйте доцільність виділення «колюрів» шуму.
3. Дайте інтерпретацію до парадигми піскової купи. Поясніть як застосувати координатну площину варіабельність-складність.
4. Наведіть приклади складних систем для відображення моделями клітинних автоматів. Обґрунтуйте необхідність пропонування різних класів та видів клітинних автоматів.
5. Обґрунтуйте базові принципи побудови та функціонування клітинних автоматів. Наведіть задачі для застосування клітинно-автоматних моделей класу «Життя», «Покоління» та покажіть адекватність фізичних задач їх автоматним моделям
6. Наведіть області застосування та для них обґрунтуйте відповідність клітинно-автоматних моделей типу «Хижак - Жертва» та «Лісова пожежа».
7. Поясніть особливості клітинних автоматів Вольфрама (Wolfram).
8. Обґрунтуйте моделі динаміки рідини та газу у біології та медицині.
9. Дайте поняття решітчного газу та наведіть аналогії з рухом натовпу у проходах із перешкодами

МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА

МКР виконується у вигляді підготовки матеріалів з проблемного питання по дисципліні з подальшим його захистом.

Теми проблемних питань:

1. Задачі чинно-наслідкового аналізу, Причинність по Грейнджеру
2. Граф чинно-наслідкових зв'язків. Одержання графу за допомогою аналізу взаємкорреляційних функцій
3. Нелінійний чинно-наслідковий аналіз
4. Аналіз численної адекватності та чутливості моделей
5. Проблеми якісної адекватності біомедичних моделей та шляхи їх вирішення
6. Теорія самоорганізованої критичності. Поняття флікер-шуму. Кольори шуму.
7. Парадигма піскової купи. Координатна площина варіабельність-складність.
8. Клітинно-автоматні моделі складних систем. Модель піскової купи. Класи та види клітинних автоматів.
9. Базові принципи побудови та функціонування клітинних автоматів. Клітинно-автоматні моделі класу «Життя», «Покоління».
10. Клітинно-автоматні моделі типу «Хижак - Жертва» та «Лісової пожежі».

РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ з кредитного модуля

Спеціальні розділи аналізу та моделювання складних процесів та систем третього (освітньо-накового) рівня вищої освіти ступеня «доктор філософії»

форма навчання

денна

1. Рейтинг аспіранта з кредитного модулю складається з балів, що він отримує за:
- виконання та захист 6 звітів
 - модульна контрольна робота (МКР)
 - екзамен

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

1. Виконання та захист 6 звітів (максимальна кількість балів за 1 звіт складає 8 балів):

<ul style="list-style-type: none"> • Робота виконана безпомилково, в повному обсязі, при захисті продемонстровані повні і міцні знання відповідного матеріалу Звіт –надано своєчасно та дотримано усіх вимог по його оформленню. 	8
<ul style="list-style-type: none"> • В роботі допущені несуттєві неточності, при захисті продемонстровані знання відповідного матеріалу з несуттєвими неточностями Звіт –надано своєчасно та дотримано усіх вимог по його оформленню 	6-7
<ul style="list-style-type: none"> • Робота містить деякі помилки, які допущені через недбалість і відсутність сталих навичок , при захисті відповідного матеріалу відповідь аспіранта неповна або містить неточну відповідь на теоретичні питання Звіт –надано не своєчасно та не дотримано усіх вимог по його оформленню 	5
<ul style="list-style-type: none"> • В роботі допущені принципові помилки, неповний (невірний)розрахунок, неповна або неточна (невірна) відповідь на теоретичні питання. Звіт з роботи не здана і незахищена без поважної причини. 	0

1. Модульна робота складається з 1-го проблемного питання.

Проблемне питання (максимальна кількість балів питання складає 22 бали)

«Відмінно», (не менше 90% потрібної інформації)	22-20
«Добре», (не менше 75% потрібної інформації)	19-17
«Задовільно», (не менше 60% потрібної інформації)	16-13
«Незадовільно», (не відповідає вимогам «Задовільно»)	0

2. Екзаменаційна робота складається з 3 теоретичних питань.

Теоретичне питання (максимальна кількість балів теоретичне питання складає 10балів)

«Відмінно», (не менше 90% потрібної інформації)	10-9
«Добре», (не менше 75% потрібної інформації)	8-7
«Задовільно», (не менше 60% потрібної інформації)	6
«Незадовільно», (не відповідає вимогам «Задовільно»)	0

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$RD = R_c + R_{екз} = 48 + 22 + 30 = 100 \text{ балів.}$$

Аспіранти, які набрали протягом семестру 35 і більше балів, виконали модульну контрольну роботу не менше ніж «достатньо», виконали та захистили всі звіти не менше ніж на «достатньо» допускаються до екзамену

За результатами екзамену аспірант отримує відповідну оцінку (ECTS та традиційних) згідно таблиці.

<i>RD</i>	Оцінка ECTS	Оцінка традиційна
95 – 100	відмінно	Відмінно
85 – 94	дуже добре	Добре
75 – 84	добре	
65 – 74	задовільно	Задовільно
60 – 64	достатньо (задовольняє мінімальні критерії)	
<i>RD</i> < 60	незадовільно	Незадовільно