



## 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>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредитів ЄКТС/ 120 год. 13 годин – лекційних занять, 13 годин – практичних занять (комп'ютерних практикумів). 94 години самостійної роботи</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен, модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>Лекції (один раз кожного тижня, починаючи з 1-го тижня), Комп'ютерні практикуми (один раз кожного тижня, починаючи з 4-го тижня)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., д.б.н., проф. Настенко Євген Арнольдович, 067-943-95-05 <a href="mailto:nastenko.e@gmail.com">nastenko.e@gmail.com</a> Комп'ютерні практикуми: К.т.н., доц. Павлов Володимир Анатолійович 050-559-79-54 ; <a href="mailto:Pavlov.Volodymyr@iit.kpi.ua">Pavlov.Volodymyr@iit.kpi.ua</a></i>
Розміщення курсу	<i>КАМПУС, гугл диск викладача (папка для аспірантів групи)</i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Значення навчальної дисципліни «Спеціальні розділи аналізу та моделювання складних процесів та систем» 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 здатностей у відповідності до ОНП**

ФК 2	Здатність застосовувати сучасні методології, методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень у сфері комп'ютерних наук, сучасні цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси у науковій та освітній діяльності
ФК 3	Здатність виявляти, ставити та вирішувати дослідницькі науково-прикладні задачі

	та/або проблеми в сфері комп'ютерних наук, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень
ФК 6	Здатність аналізувати та оцінювати сучасний стан і тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій
ФК 8	Здатність дотримуватись морально-етичних правил поведінки, етики досліджень, характерних для учасників академічного середовища, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності

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:**

В результаті освоєння дисципліни аспіранти одержують навички застосування основних понять, ідей та методів фундаментальної математики, дискретної математики, закономірностей випадкових явищ та процесів, методів оптимізації, чисельних методів, принципів систематизації інформації, методів інтелектуального аналізу даних, сучасних методів математичного і комп'ютерного моделювання, а також з використання спеціалізованого програмного забезпечення для вирішення цих задач.

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

В структурно-логічній схемі програми підготовки третього (освітньо-наукового) рівні вищої освіти навчальна дисципліна 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**

**Розділ 1. Етапи розробки моделей складних процесів та систем. Методи вирішення загальних та специфічних завдань при моделюванні**

*Тема 1. Методи аналізу станів біологічних об'єктів.*

*Тема 2. . Задачі та методи чинно-наслідкового аналізу систем складних процесів*

Тема 3. Методи аналізу моделей систем та процесів

## Розділ 2. Спеціальні задачі моделювання

Тема 1. Моделювання об'єктів із спеціальними умовами. Різноманіття формалізацій задач математичного програмування

Тема 2. Методи вирішення задач класифікації об'єктів, заданих множинами спостережень

Тема 3. Вихрові моделі в задачах гемодинаміки

## Розділ 3. Теорія автоматів в задачах моделювання біологічних об'єктів

Тема 1. Принципи синергетики в задачах дослідження та моделювання складних систем

Тема 2. Клітинні автомати, як моделі складних систем

Тема 3. Області застосування клітинно-автоматних моделей

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

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

### 4.1 Базовою літературою

1. Степашко В.С. Ітераційні алгоритми індуктивного моделювання : монографія / В.С. Степашко, О.С. Булгакова, В.В. Зосімов. - Київ : Наукова думка, 2018. - 189 с.  
[https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc\\_number=000596872&local\\_base=KPI01](https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000596872&local_base=KPI01)
2. Optimization in Medicine and Biology Gino J. Lim, Eva K. Lee 2008 by Auerbach Publications . 592 Pages.
3. Spirtes, P.; Glymour, C.; Scheines, R. (2012). Causation, Prediction, and Search. Springer Science & Business Media. *ISBN 978-1461227489*.
4. Mueller, Johann-Adolf; Lemke, Frank: Self-Organising Data Mining. An Intelligent Approach To Extract Knowledge From Data. Berlin , Dresden 1999
5. Ievgen Arnoldovich Nastenko, Oleksandra Olegivna Konoval, Olena Konstantinovna 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
6. Зінченко А.Ю. Комп'ютерне моделювання нелінійної динаміки складних систем на основі синергетичних методів дослідження : монографія / А.Ю Зінченко; редактор Зінченко О.З. - Київ: Київський міжнародний університет, 2023. 380 с.  
[https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc\\_number=000641505&local\\_base=KPI01](https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000641505&local_base=KPI01)
7. Заяць В.М. Методи, алгоритми та програмні засоби для моделювання і аналізу динаміки складних об'єктів і систем на основі дискретних моделей : монографія / В.М. Заяць. - Львів : Новий Світ-2000, 2023. – 399 с.  
[https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc\\_number=000642692&local\\_base=KPI01](https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000642692&local_base=KPI01)

### 4.2. Додаткова література

8. 23. Ключко, О. О., et al. "Особенности построения алгоритмов метода группового взвешивания аргументов." (2021).  
<https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/08/137.pdf>
9. Nguyen, Tien M., and Tung X. Bui. "Introductory Chapter: Recent Trends in Systems-of-Systems Design, Modeling, Simulation and Analysis for Complex Systems, Gaming and Decision Support Final." Systems-of-Systems Perspectives and Applications-Design, Modeling, Simulation and Analysis (MS&A), Gaming and Decision Support (2021).  
<https://www.intechopen.com/chapters/76634>
10. Степашко В.С. Ітераційні алгоритми індуктивного моделювання: монографія / В.С. Степашко, О.С. Булгакова, В.В. Зосімов. - Київ : Наукова думка, 2018. - 189 с.  
[https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc\\_number=000596872&local\\_base=KPI01](https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000596872&local_base=KPI01)
11. 4. Karanfil, Özge, Niyousha Hosseinichimeh, and Jim Duggan. "System dynamics and bio-medical modeling." System Dynamics Review (Wiley) 36.4 (2020).  
<http://www.karanfillab.com/wp-content/uploads/2022/03/2021-SDR-editorial.pdf>

12. Granger C.W.J. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods // *Econometrica*. 1969. No37(3). P. 424-438.
13. Boeing, G. (2016). "Visual Analysis of Nonlinear Dynamical Systems: Chaos, Fractals, Self-Similarity and the Limits of Prediction". *Systems*. 4 (4): 37
14. 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.
15. 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.
16. Wolfram S. Universality and complexity in cellular automata // *Physica D*. Vol.1. 1984. P. 91-125.
17. Застосування методу групового урахування аргументів для побудови алгоритмів діагностики ішемічної хвороби серця / Настенко Є. А., Максименко В. Б., Поташев С. В., Павлов В. А., Бабенко В. О., Рисін С. В., Матвійчук О. В., Лазоришинець В. В. // *Біомедична інженерія і технологія*. – 2021. – № 5.  
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/440>
18. 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.
19. 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*
20. G.V. Knishov. Combinatorial algorithm for constructing a parametric feature space for the classification of multidimensional models [Текст] / G.V. Knishov, E.A. Nastenکو, O.K. Nosovets, V.A. Pavlov, N.V. Kondrashova // *Cybernetics and Systems Analysis*. - July 2014. - Volume 50, Issue 4. - Pp 627-633.
21. Vichiniac G. Simulating Physics by Cellular Automata // *Physica D*, Vol.10.1984, 86-112.
22. 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.
23. Генетичний алгоритм: теорія и практика: навч. пос. / М. В. Бураков. – СПб.: ГУАП, 2008. – 164 с.

#### 4.3. Інформаційні ресурси

24. <http://maxima-library.org/component/maxlib/b/502317?format=read>
25. [https://www.researchgate.net/publication/306226253\\_Visual\\_Analysis\\_of\\_Nonlinear\\_Dynamical\\_Systems\\_Chaos\\_Fractals\\_Self-Similarity\\_and\\_the\\_Limits\\_of\\_Prediction](https://www.researchgate.net/publication/306226253_Visual_Analysis_of_Nonlinear_Dynamical_Systems_Chaos_Fractals_Self-Similarity_and_the_Limits_of_Prediction)
26. Автоматизована інформаційна система «Електронний кампус «КПІ ім. Ігоря Сікорського» - <http://kpi.ua/ecampus>

### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Для вивчення навчальної дисципліни заплановано проведення шести лекційних та семи комп'ютерних практикумів, під час яких аспіранти мають виконати модульну контрольну роботу.

Під час навчання застосовуються такі **методи навчання**:

Метод навчання	Рекомендовано при проведенні	
	Лекційних занять	Комп'ютерних практикумів
<b>Пояснювально-ілюстративний або інформаційно-рецептивний метод</b> (відеометод у сполученні з новітніми інформаційними технологіями та комп'ютерними засобами навчання)	+	+



Метод навчання	Рекомендовано при проведенні	
	Лекційних занять	Комп'ютерних практикумів
(дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо))		
<b>Словесний метод</b> (лекція, бесіда, інструктаж тощо)	+	+
<b>Наочний метод</b> (метод ілюстрацій і метод демонстрацій)	+	+
<b>Дискусійний метод</b>	+	+
<b>Ділова гра</b> (метод активного творчого навчання)		+
<b>Частково-пошуковий або евристичний метод</b> (організація активного пошуку рішення поставлених пізнавальних завдань)		+
<b>Метод проблемного викладу</b> (до викладу матеріалу ставиться проблема, формується завдання на основі різних джерел і засобів. На занятті розглядається спосіб рішення задачі).		+
<b>Дослідницький метод</b> (самостійна пошукова робота з літературно-інформаційних джерел / завдань тощо та проведення аналізу матеріалу / завдання).		+

Розподіл аудиторних годин за темами курсу, календарний план їх проведення та оцінювання:

Назва розділів і тем	Лекції		Комп.практ		Оцінювання
	Год	Тиж.	Год.	Тиж.	
<b>Розділ 1. Етапи розробки моделей складних процесів та систем. Методи вирішення загальних та специфічних завдань при моделюванні</b>					
<i>Тема 1. Методи аналізу станів біологічних об'єктів.</i>	2	1	2	4	Звіт з комп. практ №1
<i>Тема 2. . Задачі та методи чинно-наслідкового аналізу систем складних процесів</i>					
<i>Тема 3. Методи аналізу моделей систем та процесів</i>	2	2	2	5	Звіт з комп. практ №2
<b>Розділ 2. Спеціальні задачі моделювання</b>					
<i>Тема 1. Моделювання об'єктів із спеціальними умовами. Різноманіття формалізації задач математичного програмування</i>	2	3	2	7	Звіт з комп. практ №3
<i>Тема 2. Методи вирішення задач класифікації об'єктів заданих множинами спостережень</i>	2	4	2	8	Звіт з комп. практ №4
<i>Тема 3. Вихрові моделі в задачах гемодинаміки</i>					
<b>Розділ 3. Теорія автоматів в задачах моделювання біологічних об'єктів</b>					
<i>Тема 1. Принципи синергетики в задачах дослідження та моделювання складних систем</i>	2	5	2	10	Звіт з комп. практ №5
<i>Тема 2. Клітинні автомати, як моделі складних систем</i>	2	6	2	11	Звіт з комп. практ №6
<i>Тема 3. Області застосування клітинно-автоматних моделей</i>					
<i>Модульна контрольна робота</i>	1	12	1	12	МКР
<i>Екзамен</i>					За графіком
<b>Всього годин</b>	<b>13</b>		<b>13</b>		

Відповідність методів навчання та оцінювання віддзеркалені в рейтинговій системі оцінювання, яка передбачає: звіти з комп'ютерних практикумів, модульну контрольну роботу, екзамен.

### 5.1.Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посиланням на літературу)
1.1	<p><b><u>Методи аналізу станів біологічних об'єктів.</u></b> \</p> <p>1. Стадії розробки моделей складних процесів та систем 2. Методи декомпозиції. Сучасні методи аналізу станів біологічних об'єктів</p> <p><b>Завдання на СРС</b> Вибрати об'єкт та обґрунтувати критерії декомпозиції для нього. [22,§2.2.1, ]</p>
1.2	<p><b><u>Задачі та методи чинно-наслідкового аналізу систем складних процесів )</u></b></p> <p>1. Лінійний та нелінійний чинно-наслідковий аналіз 2. Нелінійний чинно-наслідковий аналіз</p> <p><b>Завдання на СРС</b> Навести недоліки чинно-наслідкового аналізу по Грейнджеру та запропонувати шляхи їх ліквідації [6];</p>
2	<p><b><u>Методи аналізу моделей систем та процесів</u></b></p> <p>1. Аналіз адекватності та чутливості моделей 2. - Аналіз стійкості та регулярності моделей</p> <p><b>Завдання на СРС</b> Обґрунтувати умови виникнення хаотичного руху для неперервних динамічних систем на прикладі серцевого м'яза [8];</p>
3	<p><b><u>Моделювання об'єктів із спеціальними умовами. Різноманіття формалізацій задач математичного програмування)</u></b></p> <p>1. Формалізація задачі моделювання при критерії модулю відхилень, односторонньої оптимізації, задача мінімакса 2. Самоорганізація моделей при розробці класифікаторів медичних зображень на прикладі задачі підтримки прийняття медичних рішень для визначення норма-патологія при дифузних захворюваннях печінки.</p> <p><b>Завдання на СРС</b> Запропонувати та обґрунтувати версію алгоритму самоорганізації для вирішення задачі класифікації [15]</p>
4.1	<p><b><u>Методи вирішення задач класифікації об'єктів, заданих множинами спостережень</u></b></p> <p>1.Комбінаторні алгоритми пошуку структур об'єктів класифікації 2. Багаторядні алгоритми пошуку структур об'єктів класифікації</p> <p><b>Завдання на СРС</b> Запропонувати комбіновані форми зовнішніх критеріїв для задач пошуку структур об'єктів класифікації [20, § 5.1-5.3];.</p>
4.2	<p><b><u>Вихрові моделі в задачах гемодинаміки</u></b></p> <p>1. Моделювання руху крові в лівому шлуночку серця. 2. Моделювання руху крові в аорті та магістральних артеріальних судинах</p> <p><b>Завдання на СРС</b> Запропонувати та обґрунтувати модель в дослідженнях руху крові в артеріальній системі. [8];</p>
5	<p><b><u>Принципи синергетики в задачах дослідження та моделювання складних систем 1.</u></b></p> <p>1. Теорія хаосу в дослідженні та моделюванні складних біологічних об'єктів. 2. Теорія самоорганізованої критичності 3. Підходи синергетики у дослідженнях та опису поведінки складних систем. 4. Методи теорії інформації у дослідженні та моделюванні складних систем.</p> <p><b>Завдання на СРС</b> Запропонувати та обґрунтувати системи з хаотичною поведінкою [24]; Запропонувати та обґрунтувати системи з критичною самоорганізацією [12]; 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)
6.1	<p><b>Клітинні автомати, як моделі складних систем (Ч-1)</b></p> <p>1. Побудова та функціонування клітинно-автоматних моделей. Області застосування.</p> <p>2. Модель купи піску та принципи побудови клітинно-автоматних моделей.</p> <p>3. Базові підходи до побудови та алгоритми функціонування клітинно-автоматних моделей</p> <p><b>Завдання на СРС</b></p> <p>1. Запропонувати клітинно-автоматну модель капілярної мережі організму. [9];</p> <p>2. Запропонувати та обґрунтувати клітинно-автоматну модель капілярної мережі організму. [9,18]</p>
6.2	<p><b>Області застосування клітинно-автоматних моделей (Ч-1)</b></p> <p>1. Реалізації клітинно-автоматних моделей складних біологічних об'єктів.</p> <p>2. Клітинно-автоматні та генетичні алгоритми в моделюванні складних систем. Спільність та розбіжності.</p> <p><b>Завдання на СРС</b></p> <p>Запропонувати та обґрунтувати генетичний алгоритм для селекції ознак. [21];</p> <p>Запропонувати та обґрунтувати генетичний алгоритм в моделюванні складних систем. [21];</p>

## 5.2. Комп'ютерні практикуми

### Основні завдання циклу комп'ютерних практикумів.

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 переводу задач класифікації множин до задач класифікації багатовимірних об'єктів
	Зовнішні критерії при пошуку структур класів. Особливості застосування. Приклади застосування – система підтримки прийняття медичних рішень для визначення норма-патологія при дифузних захворюваннях печінки.
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

Самостійна робота передбачає: підготовку до лекцій та комп'ютерних практикумів; підготовку до участі в обговоренні питань теми; самоконтроль набутих знань; опрацювання джерел із списку літератури (базової / додаткової); підготовку звітів з комп'ютерних практикумів

та їх захист; підготовку до виконання модульної контрольної роботи (МКР); підготовка до екзамену тощо.

6.1. Теми для самостійного опрацювання – не заплановано.

6.2. Підготовка до лекційних та комп'ютерних практикумів. Для підготовки до лекційних та комп'ютерних практикумів аспіранту необхідно опрацювати заплановану базову та допоміжну літературу та підготувати матеріал для його обговорення та виконання на заняттях. На це аспірантів виділяється 47 годин СР.

6.3. Модульна контрольна робота. На підготовку до МКР відводиться 4 годин СР. Перелік проблемних питань для підготовки до МКР надано у **Додатку Б**.

6.4. Екзамен. Екзамен проводиться згідно графіку після захисту аспірантами обраної теми з проблемного питання модульної контрольної роботи по дисципліні та захисту всіх звітів з комп'ютерних практикумів. За результатами набраних стартових рейтингових балів за семестр здобувач допускається до екзамену. На підготовку до екзамену відводиться до 30 годин СР. Перелік питань для підготовки до заліку надано у **Додатку А**. В період дистанційного навчання залік може бути проведений згідно з графіком занять за допомогою Google Classroom та платформи для проведення онлайн-зустрічей Google Meet та ZOOM

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Аспірантам рекомендується дотримуватись правил відвідування занять та поведінки на них

#### 7.1. Правила відвідування занять

Лекції. Важливо відвідувати лекції, де висвітлюється систематизований навчальний матеріал, демонструються презентації, акцентується увага на основних питаннях визначених тем. Нового навчального матеріалу з навчальної дисципліни, 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. Без прослуховування лекційного матеріалу аспіранту буде складно підготуватися до комп'ютерних практикумів, виконати МКР та інші завдання. Відпрацьовувати пропущені лекції не потрібно.

Комп'ютерні практикуми. Аспіранту рекомендується відвідувати практикуми, бо остаточний рейтинговий бал значною мірою залежить саме від результатів роботи на них. 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 комп'ютерний практикум (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 заліку. За несвоєчасне надання звітів та їх захист викладачем передбачені штрафні бали, що може призвести до зниження рейтингу аспіранта та можливого недопуску до екзамену.

#### 7.2. Правила виконання завдань

Опрацьовуючи навчальний матеріал навчальної дисципліни «*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**

*самостійно*

- підготовка матеріалів за обраною темою проблемного питання модульної контрольної роботи;



- підготовка звітів з комп'ютерних практикумів до захисту;
- опрацьовують матеріал для обговорення на занятті .  
*на занятті:*
- своєчасно виконують індивідуальні завдання за темою практичного заняття;
- захищають звіти з комп'ютерних практикумів;
- беруть участь в обговоренні дискусійних питань та висловлюють власну думку з цих питань;
- своєчасно захищають модульну контрольну роботу за обраною темою проблемного питання по дисципліні.

### **7.3. Правила поведінки на заняттях**

На лекційних заняттях аспіранти уважно слухають лектора та записують основний матеріал лекції. На лекційних заняттях допускається діалог аспіранта і лектора.

Теми і завдання для занять передбачені робочою програмою кредитного модуля (силабусу), доступні з особистого кабінету аспіранта в системі «Кампус», на сайті кафедри БМК або висвітлені в Google класі на платформі Сікорський з даної дисципліни.

На комп'ютерних практикумах аспіранти виконують індивідуальні завдання за темою заняття, захищають звіти та приймають активну участь в обговоренні дискусійних питань та висловлюють власну думку з цих питань.

На останньому практикумі аспіранти захищають МКР за матеріалами з проблемного питання по дисципліні.

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.

### **7.4. Заохочувальні та штрафні бали**

#### Заохочувальні бали

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 а також ознайомлюються з вимогами оформлення та подають тези/статті до конференції/журналу.

Однак, згідно положення <https://osvita.kpi.ua/node/37> п.2.7, сума заохочувальних балів не може перевищувати 10% рейтингової шкали.

#### Штрафні бали

- Невчасне виконання та захист МКР – 5 балів.
- Порушення політики доброчесності (використання матеріалу без відповідних посилань, подання чужої роботи як своєї) – 8 балів.

Однак, згідно положення <https://osvita.kpi.ua/node/37> п.2.7, сума штрафних балів не може перевищувати 10% рейтингової шкали

### **7.5. Політика крайніх термінів та перескладань.**

Опрацьовування пропущеного лекційного матеріалу не заплановано. Пропущені комп'ютерні практикуми можна відпрацювати на консультаціях шляхом захисту пропущеної тематики. Для перескладання захисту матеріалів з модульної контрольної роботи аспіранту потрібно звернутися до викладача, який організує перескладання МКР.

## 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>.

### 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:** здійснюється під час навчальних занять і має на меті перевірити рівень підготовки аспірантів до навчальних занять. Під час комп'ютерних практикумів у формі виконання та захисту 6 комп'ютерних звітів з акцентуванням на узагальнені й наукові інформації, рекомендації до їх виконання та оформлення, формулювання власної позиції та оцінки викладеного / проаналізованого матеріалу. Модульна контрольна робота (МКР) яка проводиться в кінці семестру у вигляді підготовки матеріалів з проблемного питання по дисципліні з подальшим його захистом.

**Календарний контроль:** не передбачено

**Семестровий контроль:** екзамен

### Система оцінювання (поточний контроль)

Рейтинг аспіранта з дисципліни складається з балів, що отримуються за:

- 1) виконання та захист 6 комп'ютерних звітів;
- 2) модульна контрольна робота;
- 3) екзамен

### Система оцінювання контрольних заходів :

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кількість	Всього
1.	Виконання та захист комп'ютерних звітів	54	14	6	54
	- Виконання та оформлення		14		
	- Узагальнення наукової інформації		20		
	- Формулювання власної позиції та оцінки викладеного/проаналізованого матеріалу		20		
2.	Модульна контрольна робота	16	16	1	16
3	Екзамен	30	30	1	30
	Всього	100			100

### 1. Виконання та захист комп'ютерних практикумів

Контрольний захід складається із трьох компонентів: виконання та оформлення відповідно до вимог оформлення; узагальнення наукової інформації; формулювання власної позиції та оцінки викладеного/проаналізованого матеріалу.

#### 1.1 Критерій оцінювання оформлення матеріалу звіту:

«Відмінно»: Оформлення роботи відповідає вимогам оформлення звіту.	14-13 балів
«Добре»: Робота має незначні неточності в оформленні.	12-11 балів
«Достатньо»: Робота має значні неточності в оформленні.	10-8,5 балів
«Не задовільно»: Оформлення не відповідає вимогам до «Достатньо».	0 балів

#### 1.2. Критерій оцінювання наукової інформації:

«Відмінно»: Інформація розкрита не менше ніж на 90%	20-18 балів
«Добре»: Інформація розкрита не менше ніж на 90%	17-15 балів

«Достатньо»: Інформація розкрита не менше ніж на 90%	14-12 балів
«Не задовільно»: Інформація не відповідає вимогам до «Достатньо».	0 балів

*1.3. Критерій оцінювання власної позиції та оцінки матеріалу:*

«Відмінно»: Інформація розкрита не менше ніж на 90%	20-18 балів
«Добре»: Інформація розкрита не менше ніж на 90%	17-15 балів
«Достатньо»: Інформація розкрита не менше ніж на 90%	14-12 балів
«Не задовільно»: Інформація не відповідає вимогам до «Достатньо».	балів

**2. Модульна контрольна робота**

Модульна контрольна робота виконується у вигляді підготовки матеріалів з проблемного питання по дисципліні з подальшим його захистом.

Ваговий бал МКР – 16 балів.

*Критерій оцінювання однієї частини МКР*

«Відмінно»: відповіді повні та правильні (не менше за 90% потрібної інформації)	16-15 балів
«Добре»: достатньо повні відповіді (не менше за 75% потрібної інформації)	14-12 балів
«Достатньо»: неповні відповіді (не менше за 60% потрібної інформації)	11-10 балів
«Не задовільно»: відповіді відсутні або невірні (менше за 60% потрібної інформації)	0 балів

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 готує матеріали за обраною темою проблемного питання МКР по дисципліні та захищає їх в кінці семестру. Аспіранту дається одноразова можливість захисту МКР.

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

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 40 балів, виконання та захист модульної контрольної роботи не менше ніж на «достатньо» та захист усіх звітів з комп'ютерних практикумів*

*Екзамен аспірант допускається до екзамену, якщо сума набраних балів не менша за 35 балів та виконав умови допуску до екзамену.*

Екзаменаційна робота оцінюється із 30 балів та складається з трьох питань. (максимальна кількість балів за 1 питання складає 10 балів)

*Критерій оцінювання екзаменаційного питання*

«Відмінно»: повна відповідь (не менше за 90% потрібної інформації)	10-9 балів
«Добре»: відповідь на питання в цілому розкрита (не менше за 75% потрібної інформації)	8-7 балів
«Достатньо»: неповна відповідь (не менше за 60% потрібної інформації)	6 балів
«Не задовільно», неповна відповідь (менше за 60% потрібної інформації) або відповідь відсутня	0 балів

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

### **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

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

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

#### **Поза аудиторні 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**

**К.т.н., д.б.н., проф.** Настенко Євген Арнольдович

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

К.т.н., доц. Павлов Володимир Анатолійович

**Ухвалено** кафедрою біомедичної кібернетики (протокол № 18 від 24.06.2024)

**Погоджено** Методичною комісією ФБМІ (протокол № 9 від 26.06.2024)

**Погоджено** науково-методичною комісією КПП ім. Ігоря Сікорського зі спеціальності 122 (протокол № 11 від 28.06.2024)



## 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. ГОРЯ 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) Ім'я ПРИЗВИЩЕ  
(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 флікер-шуму. Обґрунтуйте доцільність виділення «кольорів» 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 решітчастого 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 чисельної 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».