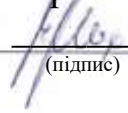


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій (№ 302)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 Мирослав МОМОТ
(підпис) (ініціали та прізвище)

« » 2024 р.

Освітня програма:

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**КОМПОНЕТНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ
СИСТЕМ**

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 122 «Комп'ютерні науки»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Комп'ютеризація обробки інформації та управління»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2024 рік

Розробник: Федорович О.Є., зав. каф. 302, д.т.н., професор
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій

(назва кафедри)

Протокол № 671/07 від « 27 » 08 2024 р.

Завідувач кафедри д.т.н., проф.
(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

О.Є. Федорович
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	<p>Галузь знань <u>12 «Інформаційні технології»</u> <small>(шифр і найменування)</small></p> <p>Спеціальність <u>122 «Комп'ютерні науки»</u> <small>(код і найменування)</small></p> <p>Освітня програма <u>«Комп'ютеризація обробки інформації та управління»</u> <small>(найменування)</small></p> <p>Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	<i>Обов'язкова</i>
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2024/2025
Індивідуальне завдання « <u>Методи компонентного проектування складних систем</u> » <small>(назва)</small>		Семестр
Загальна кількість годин – 48/120		4-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи здобувача – 4,5		Лекції*
		24 години
		Практичні, семінарські*
		- годин
		Лабораторні*
	24 години	
	Самостійна робота	
72 година		
Вид контролю	модульний контроль, залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 48/72.

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: надати знання за технологіями проектування інформаційних систем за допомогою виділених компонент з минулого досвіду

Завдання: навчити здобувачів методам та моделям компонентного проектування, технологіям та методикам формування множини компонент, з яких створюються комп'ютерна система

Компетентності, які набуваються:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1);
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК3);
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК4);
- здатність спілкуватися іноземною мовою (ЗК5);
- здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями (ЗК6);
- здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК8);
- здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК11);
- здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт (ЗК12);
- здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв'язування системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризики (СК6);
- здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління (СК8);
- здатність застосовувати методології, технології та інструментальні засоби для управління процесами життєвого циклу інформаційних і програмних систем, продуктів і сервісів інформаційних технологій відповідно до вимог замовника. СК10.
- здатність забезпечити організацію обчислювальних процесів в інформаційних системах різного призначення з урахуванням архітектури, конфігурування, показників результативності функціонування операційних систем і системного програмного забезпечення (СК12);
- здатність до розробки програмного забезпечення для задач управління об'єктами та процесами у реальному часі (СК17).

Очікувані результати навчання:

- 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 (ПР1);
- розробляти програмні моделі предметних середовищ, вибирати парадигму програмування з позицій зручності та якості застосування для реалізації методів та алгоритмів розв'язання задач в галузі комп'ютерних наук (ПР9);
- використовувати інструментальні засоби розробки клієнт-серверних

застосувань, проектувати концептуальні, логічні та фізичні моделі баз даних, розробляти та оптимізувати запити до них, створювати розподілені бази даних, сховища та вітрини даних, бази знань, у тому числі на хмарних сервісах, із застосуванням мов веб-програмування (ПР10);

– 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 (ПР15);

– розуміти концепцію інформаційної безпеки, принципи безпечного проектування програмного забезпечення, забезпечувати безпеку комп'ютерних мереж в умовах неповноти та невизначеності вихідних даних (ПР16);

– виконувати розробку інструментальних засобів та програмного забезпечення для управління складними системами та процесами у реальному часі (ПР18).

У результаті вивчення даного курсу здобувач вищої освіти повинен знати:

- основні технології компонентного проектування складних систем;
- структуру складних систем на компонентному рівні;
- формування компонент складних систем з минулого досвіду розробок;
- створення нових інноваційних компонент складних систем, які проектується;
- формування інформаційної бази компонентного проектування складних систем;
- сучасні інформаційні технології компонентного проектування.

На підставі отриманих теоретичних знань здобувач вищої освіти повинен уміти:

- проводити структурний аналіз складних систем при їх створенні;
- обирати методи а засоби проектування складних систем;
- будувати моделі компонентних систем, які проектуються;
- проводити моделювання компонентних систем;
- використовувати інформаційні технології компонентного проектування;
- практично володіти технологіями компонентного проектування;

Крім того, здобувач вищої освіти повинен мати представлення:

- про основи компонентного проектування складних систем;
- про сферу застосування компонентного проектування в різних галузях промисловості;
- про перспективи розвитку компонентних технологій при створенні складних інноваційних виробів.

- Пререквізити**
- «Вступ до спеціальності»;
 - «Створення візуальних інтерфейсів»;
 - «Структури даних»;
 - «Мовні компетентності (іноземна мова)».

- Кореквізити**
- «Крос-платформне програмування»;
 - «Тестування програмних систем»;
 - «Ознайомча практика»;
 - «Архітектура комп'ютерних систем
 - «Технології системного аналізу»;
 - «Крос-платформне програмування (КР)»;
 - «Технологія створення програмних продуктів»;
 - «Проектно-орієнтоване управління створенням комп'ютерних систем»;
 - «Проектно-орієнтоване управління створенням комп'ютерних систем (КР)»;
 - «Дипломне проектування».

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Основи компонентного проектування складних систем

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Компонентне проектування комп'ютерних систем».

Предмет, об'єкт, мета і задачі вивчення дисципліни. Місце і роль курсу в системі дисциплін спеціальності 122. Основні тенденції розвитку технології комп'ютерного проектування.

Тема 2. Основи структурного аналізу компонентних систем

Надаються основи побудови і використання моделей для створення компонентних систем. Визначається роль і значення компонентного проектування для створення складних систем. Місце дисципліни в навчальному плані.

Тема 3. Формування багаторівневого компонентного уявлення складних систем.

Надаються основні поняття та визначення, основна термінологія. Розглядаються напрямки, цілі і задачі компонентного проектування, багаторівневе представлення складних систем, ієрархічна структура компонентної системи. Моделі структурного компонентного синтезу (лінгвістичні, математичні, програмні, імітаційні). Дається класифікація моделей представлення компонентних систем (детерміновані, імовірнісні, дискретні, неперервні, комбіновані), технології проектування. Визначаються стадії й етапи компонентного синтезу. Проводиться декомпозиція складної компонентної системи. Фактори, параметри, характеристики і критерії в компонентному синтезі.

Тема 4. Типи компонент складної системи

Проводиться класифікація компонент складної системи. Виділяються компоненти з минулих розробок, які зарекомендували себе позитивно.

Виділяються інноваційні (нові) компоненти, які необхідно створити за повним життєвим циклом проектування.

Модульний контроль

Модуль 2.

Змістовий модуль 2. Моделювання компонентних систем

Тема 1. Формування бази даних (знань) для компонентного проектування складних систем

Представлена ієрархічна структура компонентної системи. Окремі компоненти мають характеристики, які розташовуються в базі знань проектування. Представлено алгоритм формування бази даних компонентного проектування у вигляді руху зверху до низу у компонентній структурі. Формуються база даних прецедентів (компонент) з минулого досвіду розробок.

Тема 2. Технології компонентного проектування складних систем.

Представлені інформаційні технології компонентного проектування, які забезпечують контроль проектування, якість проведення проектних робіт з урахуванням часу, витрат та ризиків.

Тема 3. Компонентне проектування комп'ютерних систем

Представлені технології для компонентного проектування розподілених інформаційних систем, які забезпечують скорочення строків, витрат та мінімізацію ризиків проектування

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
л		п	лаб	с.р.	
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Основи компонентного проектування складних систем.					
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Компонентне проектування комп'ютерних систем»	16	4	-	2	10
Тема 2. Основи структурного аналізу компонентних систем	16	4	-	2	10
Тема 3. Формування багаторівневого компонентного уявлення складних систем	16	4	-	2	10
Тема 4. Типи компонент складної системи	14	2	-	2	10
Модульний контроль	2	2	-	-	-
Усього годин	64	16	-	8	40
Модуль 2					
Змістовий модуль 2. Моделювання компонентних систем					
Тема 1. Формування бази даних (знань) для компонентного проектування складних систем	16	2	-	4	10
Тема 2. Технології компонентного проектування складних систем	18	2	-	6	10
Тема 3. Компонентне проектування комп'ютерних систем	20	2	-	6	12
Модульний контроль	2	2	-	-	-
Усього годин	56	8	-	16	32
Усього годин з дисципліни	120	24	-	24	72

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Моделювання структури компонентної системи	2
2	Оцінка близькості компонент при формуванні структури складної	2

	системи	
3	Моделювання алгоритму формування багаторівневої компонентної структури	2
4	Ризики проектування компонентної системи	2
5	Якісні та кількісні оцінки при формуванні компонентної структури за допомогою бази прецедентів	4
6	Формування команди виконавців компонентного проекту при створенні складної системи	6
7	Життєвий цикл створення компонентної системи	6
	Разом	24

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методологія створення систем з компонентною структурою	10
2	Формування життєвого циклу створення інноваційних компонент	10
3	Оцінка реалізованості проекту створення компонентної системи	10
4	Використання баз даних та знань для створення компонентної системи	10
5	Аналіз компонентів, з яких створюється компонента система	10
6	Критерії оцінювання компонентної системи при її проектуванні	10
7	Напрямки розвитку компонентної технології при створенні складних систем	12
	Разом	72

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

10. Методи навчання

Проведення лекцій, лабораторних занять, індивідуальні консультації з питань нового матеріалу, самостійна робота здобувачів вищої освіти.

11. Методи контролю

Здача лабораторних робіт, модульний контроль, залік.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

12.1. Розподіл балів, які отримують здобувачів вищої освіти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6

Виконання і захист лабораторних робіт	6...9	4	24...36
Модульний контроль	9...14	1	9...14
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	6...9	3	18...27
Модульний контроль	9...14	1	9...14
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови здобувача вищої освіти від балів поточного тестування й за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку складається з 3 теоретичних запитань. За повну правильну відповідь на два перших запитання здобувач вищої освіти отримує по 30 балів. За повну правильну відповідь на останнє запитання – 40 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основи компонентного проектування складних систем;
- основні поняття компонент в складних системах;
- методи структуризації складних систем;
- основні етапи компонентного проектування систем;
- основні технології компонентного проектування;
- методи моделювання компонентної структури складних систем.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- практично використовувати методи компонентного проектування при створенні складних систем;
- застосовувати методи моделювання для розрахунку характеристик складних об'єктів та систем, які створюються на компонентній основі
- проводити моделювання складних систем, які створюються на компонентній основі.

12.3 Критерії оцінювання роботи здобувач вищої освіти протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Вміти виконувати завдання з проектування компонентних систем. Знати основи моделювання компонентних систем. Знати основні етапи проектування компонентних систем. Знати технологію моделювання компонентних системи.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум знань, виконувати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти пояснювати інструменти моделювання компонентних систем. Знати принципи побудови програмних моделей та баз даних і знань для аналізу компонентних систем.

Відмінно (90-100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знати усі технології компонентного проектування систем та вміти використовувати їх на практиці. Знати основи компонентного проектування при створенні складних об'єктів та систем. Самостійно ставити завдання та виконувати дослідження за допомогою комп'ютерного проектування складних систем. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений

викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Федорович, О. Є. Компонентне проектування аерокосмічної техніки: моногр. / О. Є. Федорович, О. С. Яшина, І. В. Белецький. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2012. – 180 с.

2. Системні моделі аналізу складних систем та процесів / В. А. Попов, Н. В. Єременко, С. В. Сергєєв, Ю. І. Сергєєва. – Харков: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2014. – 89с.

3. Федорович, О. Є. Логістичні моделі управління виробництвом: моногр. / О. Є. Федорович, О. М. Замірець, А. В. Попов. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2010. – 218с.

4. Моделі аналізу розподілених технологічних комплексів / О. Є. Федорович, К. О. Западня, Т. Ф. Прокопенко. – Харков: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2006. – 65с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Method and information technology to research the component architecture of products to justify investments of high-tech enterprise [Текст] / О. Fedorovich, О. Uruskiy, Yu. Pronchakov, M. Lukhanin // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2021. – № 1. – С. 150-157. DOI: 10.32620/reks.2021.1.13.

2. Simulation of the business processes of the developing enterprise to create complex products with multi-level component architecture [Text] / О. Fedorovich, Yu. Pronchakov, A. Yelizova, Yu. Leshchenko // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2021. – № 4. - С. 79-86. DOI: 10.32620/aktt.2021.4.11.

3. Dobrynin, A., Gudkov, M., Koynov, R.: A precedent approach to incident management in automated process control systems. Software systems and computational methods 2, pp. 45–52 (2020). <https://doi.org/10.7256/2454-0714.2020.2.31040>

4. Fedorovich, O., Lutai, L: Formation the architecture of complex aerospace products based on a precedent approach. Radioelectronic and computer systems 4, pp. 138–142 (2010).

5. Lutai, L., Yashina, E.: Decomposition of the experience of past developments in the creation of new models of aviation technology. *Radioelectronic and computer systems* 4, pp. 139–147 (2009).
6. Susterova, M., Lavin, J., Riives, J.: Risk management in product development process. In: *Proceedings of the 23rd International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation"* 1 (23), pp. 225–228. Danube Adria Association For Automation & Manufacturing (DAAAM) International, Vienna, Austria (2012).
7. Shin, J., Lee, S., Yoon, B.: Identification and Prioritisation of Risk Factors in R&D Projects Based on an R&D Process Model. *Sustainability* 10 (4) (1018). <https://doi.org/10.3390/su10040972>
8. Hirman, M., Benesova, A., Sima, K., Steiner, F., Tupa, J.: Design, Fabrication and Risk Assessment of IoT Unit for Products Manufactured in Industry 4.0 Factory. *Procedia Manufacturing*, vol. 51, pp. 1178–1183 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.165>
9. Lutai, L., Yashina, E.: The method of aggregated risk assessment of a scientific and technical project, taking into account the degree of novelty of works. *Radioelectronic and computer systems* 3, pp. 146–151 (2010).
10. Fedorovich, O., Lutai, L., Yashina, E., Mikova, I.: Федорович, О.Е. Feasibility study using component approach and layered aerospace product architecture. *Radioelectronic and computer systems* 1, pp. 168–172 (2011).
11. Kobayashi, H., Matsumoto, T., Fukushige, Sh.: A simulation methodology for a system of product life cycle systems. *Advanced Engineering Informatics*, vol. 36, pp. 101–111 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.aei.2018.03.001>

Допоміжна

1. Garcia, F., Grabot, B., Paché G.: Adoption mechanisms of a supplier portal: A case study in the European aerospace industry. *Computers & Industrial Engineering*, vol. 137 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106105>
2. Hänel, A., Schnellhardt, T., Wenkler, E., Nestler, A., Brosius, A., Corinth C., Fay, A., Ihlenfeldt, S.: The development of a digital twin for machining processes for the application in aerospace industry. *Procedia CIRP*, vol. 93, pp. 1399–1404 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.04.017>
3. Rodríguez-Segura, E., Ortiz-Marcos I., Romero, J. J., Tafur-Segura, J.: Critical success factors in large projects in the aerospace and defense sectors. *Journal of Business Research* 69 (11), 5419–5425 (2016). <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.04.148>
4. Zörrer, H., Steringer, R., Zambal, S., Eitzinger, C.: Using Business Analytics for Decision Support in Zero Defect Manufacturing of Composite Parts in the Aerospace Industry. *IFAC-PapersOnLine* 52 (13), 1461–1466 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.405>
5. Souri, M. E., Gao J., Simmonds, C.: Integrating Manufacturing Knowledge with Design Process to Improve Quality in the Aerospace Industry. *Procedia CIRP*, vol. 84, pp. 374–379 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.179>

6. Garcia, F., Grabot, B., Paché G.: Adoption mechanisms of a supplier portal: A case study in the European aerospace industry. *Computers & Industrial Engineering*, vol. 137 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106105>
7. Hänel, A., Schnellhardt, T., Wenkler, E., Nestler, A., Brosius, A., Corinth C., Fay, A., Ihlenfeldt, S.: The development of a digital twin for machining processes for the application in aerospace industry. *Procedia CIRP*, vol. 93, pp. 1399–1404 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.04.017>
8. Rodríguez-Segura, E., Ortiz-Marcos I., Romero, J. J., Tafur-Segura, J.: Critical success factors in large projects in the aerospace and defense sectors. *Journal of Business Research* 69 (11), 5419–5425 (2016). <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.04.148>
9. Zörrer, H., Steringer, R., Zambal, S., Eitzinger, C.: Using Business Analytics for Decision Support in Zero Defect Manufacturing of Composite Parts in the Aerospace Industry. *IFAC-PapersOnLine* 52 (13), 1461–1466 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.405>
10. Souri, M. E., Gao J., Simmonds, C.: Integrating Manufacturing Knowledge with Design Process to Improve Quality in the Aerospace Industry. *Procedia CIRP*, vol. 84, pp. 374–379 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.179>
11. Najmon, J. C., Raeisi, S., Tovar, A.: Additive Manufacturing for the Aerospace Industry. *Charter* 2, pp. 7–31 (2019). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814062-8.00002-9>
12. Honcharenko, T., Mihaylenko, V.: Set-theoretic description of spatial data in the information model of the construction territory. *Herald of the National Technical University "KhPI"*, 24 (1300), 149–159 (2018). <https://doi.org/10.20998/2411-0558.2018.24.13>
13. Karimov, T., Khamadeev, Sh.: The production quality management based on the precedent approach and the clustering of use case. *Gênero & Direito* 8(5), 173–188 (2019). <https://doi.org/10.22478/ufpb.2179-7137.2019v8n5.48626>
14. Emmendorfer, L. R., de Paula Canuto, A. M.: A generalized average linkage criterion for Hierarchical Agglomerative Clustering. *Applied Soft Computing*, vol. 100 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106990>
15. Cabrera, N. G., Ortiz-Bejar, J., Zamora-Mendez, A., Arrieta Paternina, M. R.: On the Improvement of representative demand curves via a hierarchical agglomerative clustering for power transmission network investment. *Energy*, vol. 222 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.119989>
16. Nakagawa, T., Watanabe, H., Hyodo, M.: Kick-one-out-based variable selection method for Euclidean distance-based classifier in high-dimensional settings. *Journal of Multivariate Analysis*, vol. 184 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.jmva.2021.104756>
17. Hualong, Y., Leihong, Zh., Dawei, Zh.: Non-imaging target recognition algorithm based on projection matrix and image Euclidean distance by computational ghost imaging. *Optics & Laser Technology*, vol. 137 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2020.106779>

18. Pai, K.-J., Chang, J.-M., Wu, R.-Y., Chang, Sh.-Ch.: Amortized efficiency of generation, ranking and unranking left-child sequences in lexicographic order. *Discrete Applied Mathematics*, vol. 268, pp. 223–236 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.dam.2018.09.035>

19. He, Zh., Weng, W.: A dynamic and simulation-based method for quantitative risk assessment of the domino accident in chemical industry. *Process Safety and Environmental Protection*, vol. 144, pp. 79–92 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.07.014>

1. Інформаційні ресурси

1. Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І.В. Стеценко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т – Режим доступу: http://web.kpi.kharkov.ua/auts/wp-content/uploads/sites/67/2017/02/MOCS_Kachanov_posobie.pdf
2. Советов, Б.Я. Моделирование систем: підручник для студентів онлайн [Електронний ресурс] / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев; info{at}stud.com.ua. – Режим доступу: https://stud.com.ua/86666/informatika/modelyuvannya_sistem
3. Томашевський, В.М. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс] / Державний університет телекомунікацій – Режим доступу http://www.immsp.kiev.ua/postgraduate/Biblioteka_trudy/Tomashevsky_Mode1.system_2005.pdf
4. Моделювання систем: методичні матеріали щодо змісту та організації самостійної роботи студентів [Електронний ресурс] / КНЕУ – Режим доступу: https://kneu.edu.ua/ua/depts9/k_ekon_matematychn_modeljuvannja/Designing_systems/
5. Поняття про моделювання систем, класифікації підходів і методів моделювання: підручник для студентів онлайн [Електронний ресурс] / Підручники для студентів онлайн (info{at}stud.com.ua) – Режим доступу: https://stud.com.ua/24997/menedzhment/ponyattya_modelyuvannya_sistem_kl_asifikatsiyi_pidhodiv_metodiv_modelyuvannya