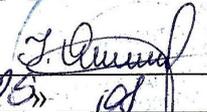


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету комп'ютерних
інформаційних технологій


«23» _____ Ігор ЯКИМЕНКО
2025р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи


«23» _____ Віктор ОСТРОВЕРХОВ
2025р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх технологій


«20» _____ Святослав ПИТЕЛЬ
2025р.

РОБОЧА ПРОГРАМА
з дисципліни
«АРХІТЕКТУРА СИСТЕМ КЕРУВАННЯ»

Ступінь вищої освіти – бакалавр

Галузь знань – 15 Автоматизація та приладобудування

Спеціальність – 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Освітньо-професійна програма – Технології інтернету речей

Кафедра Спеціалізованих комп'ютерних систем

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабор. (семін.) (год.)	ІРС (год.)	СРС (год.)	Разом (год.)	Залік (сем)
Денна	4	7	30	30	4	86	150	7
Заочна	4	7	8	4		138	150	7

23.08.2025

Тернопіль - 2025

Робочу програму склав доцент кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем,
к.т.н., доцент Пітух Ігор Романович

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри спеціалізованих
комп'ютерних систем
протокол № 1 від 26.08.2025р.

Завідувач кафедри СКС



Андрій СЕГІН

Гарант ОП



Богдан МАСЛИЯК

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Опис дисципліни

Дисципліна – Архітектура систем керування	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – 5	Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування	Статус дисципліни – вибіркова Мова навчання - українська
Кількість залікових модулів – 3	Спеціальність 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка	Рік підготовки – ДФН - 4; 3ФН - 4 Семестр – ДФН – 7; 3ФН – 7
Кількість змістових модулів – 2	Освітній ступінь – бакалавр	Лекції: ДФН - 30 год. ; 3ФН – 8 год. Лабораторні заняття: ДФН - 30 год.; 3ФН – 4 год.
Загальна кількість годин – 150		СРС: ДФН - 86 год.; 3ФН – 138 год. Індивідуальна робота: ДФН -4 год.
Тижневих годин: – 10 год. з них аудиторних – 4 год.		Вид підсумкового контролю – залік

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

2.1 Мета і завдання вивчення дисципліни “Архітектура систем керування”

Мета дисципліни “Архітектура систем керування” - познайомити студентів основними поняттями архітектур систем керування, їх характеристиками. Визначити основні підходи до вибору архітектур в залежності від специфіки використання комп’ютеризованих систем керування.

2.2. Завдання вивчення дисципліни

Вивчити основні класи архітектур, які використовуються в комп’ютерних системах. Дослідити переваги та недоліки різного класу архітектур. Провести перспективний аналіз сучасних архітектур комп’ютерних систем

2.3. Завдання лекційних занять.

Лекційні заняття включають перелік тем, які направлені на вивчення основних класів архітектур комп’ютеризованих систем керування, їх характеристик та варіантів застосування.

2.4. Завдання проведення практичних занять

Проведення практичних занять забезпечує отримання студентами досвіду в застосуванні архітектур комп’ютеризованих систем керування, а також практичної оцінки можливої реалізації архітектур.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Архітектури комп’ютерних систем.

Тема 1. Поняття архітектур комп’ютерних систем керування.

Основні поняття архітектур. Типи архітектур та основні сфери їх застосування. Сучасні види архітектур.

Тема 2 Класифікації архітектур та характеристики комп’ютерних систем керування.

Загальна класифікація архітектур. Класифікація за визначеними ознаками. Характеристики основних типів архітектур.

Тема 3. Системи концентрованого опрацювання в комп’ютеризованих системах. Монопольні КС. КС розподіленого часу. Мультипрограми КС. Мультипроцесорні КС.

Тема 4. Мережеві однорівневі комп’ютерні системи.

Магістральні архітектури КС. Кільцеві архітектури КС. Зіркові архітектури КС. Системні архітектури КС.

Тема 5. Багаторівневі архітектури комп’ютерних систем керування.

Ієрархічні КС. Мережно-ієрархічні КС. Багаторівневі магістральні КС. Зірково-магістральні КС. Поняття, архітектура та функції мережної станції КС. Функції мережних КС. Основні види архітектур мережних КС.

Тема 6. Архітектура та функції мережних комп’ютерних систем

Функції мережних систем. Основні види архітектур мережних комп’ютерних систем

Тема 7. Архітектури мікропроцесорних систем формування та цифрового опрацювання даних

Спецпроцесори високопродуктивних комп'ютерних систем керування. Структури процесорів цифрового опрацювання даних в комп'ютеризованих системах керування. Класифікація мікропроцесорних засобів систем цифрового опрацювання даних.

Тема 8. Архітектури мікропроцесорних систем послідовного та послідовно-паралельного типу

Асоціативні спецпроцесори. Архітектури послідовного та послідовно паралельного типу. Використання конвексних архітектур комп'ютерних систем керування.

Змістовний модуль 2. Архітектури систем передавання даних.

Тема 9. Архітектури та характеристики каналів зв'язку СПД.

Основні поняття СПД та їх визначання. Характеристики основних класів СПД. Використання архітектур в різних класах СПД.

Тема 10. Характеристики емерджентності різних структур компютерних систем.

Поняття емерджентності архітектур КС. Дослідження архітектур РКС. Аналіз використання архітектур а проблемно-орієнтованих КС.

Тема 11. Інтерактивні розподілені архітектури КС.

Поняття інтерактивності різного класу архітектур. Характеристики інтерактивних архітектур.

Тема 12. Архітектури систем керування на основі вертикальної інформаційної технології

Сучасні досягнення та застосування вертикальної інформаційної технології. Класи архітектур цифрового опрацювання даних на основі вертикальної інформаційної технології.

Тема 13. Архітектури розподілених систем керування

Архітектури мережевих станцій. Архітектура та функції трьохрівневої мережевої системи керування.

Тема 14. Перспективні напрямки дослідження архітектур комп'ютерних систем

Архітектури на основі Фон- Нейманівського підходу. Наукові дослідження в галузі архітектур систем керування.

4. Структура залікового кредиту дисципліни

4.1 Структура залікового кредиту дисципліни (денна форма навчання)

	Кількість годин				
	Лекції	Лабор. роботи	ІРС	СРС	Контрольні заходи
<i>Змістовий модуль 1. Архітектури комп'ютерних систем.</i>					
Тема 1. Поняття архітектур комп'ютерних систем керування.	2	2	2	5	Поточне опитування
Тема 2. Класифікації архітектур та характеристики комп'ютерних систем керування.	2	2		6	
Тема 3. Системи концентрованого опрацювання в компютеризованих системах.	2	2		6	
Тема 4. Мережеві однорівневі компютерні системи.	2	2		5	
Тема 5. Багаторівневі архітектури компютерних систем керування.	2	2		6	
Тема 6. Архітектура та функції мережевих комп'ютерних систем	2	2		7	
Тема 7. Архітектури мікропроцесорних систем формування та цифрового опрацювання даних	2	2		6	
Тема 8. Архітектури мікропроцесорних систем послідовного та послідовно-паралельного типу	2	2		6	
<i>Змістовий модуль 2. Архітектури систем передавання даних</i>					
Тема 9. Архітектури та характеристики каналів	2	2	2	7	Поточне

зв'язку СПД.					опитування
Тема 10. Характеристики емерджентності різних структур комп'ютерних систем.	2	2		6	
Тема 11. Інтерактивні розподілені архітектури КС.	2	2		6	
Тема 12. Архітектури систем керування на основі вертикальної інформаційної технології	2	2		7	
Тема 13. Архітектури розподілених систем керування	4	4		6	
Тема 14. Перспективні напрямки дослідження архітектур комп'ютерних систем	2	2		7	
Разом	30	30	4	86	Залік

4.2 Структура залікового кредиту (заочна форма навчання)

	Кількість годин			
	Лекції	Лабор роботи	СРС	Контрольні заходи
<i>Змістовий модуль 1. Архітектури комп'ютерних систем.</i>				
Тема 1. Поняття архітектур комп'ютерних систем керування.	2	1	11	Поточне опитування
Тема 2. Класифікації архітектур та характеристики комп'ютерних систем керування.			11	
Тема 3. Системи концентрованого опрацювання в компютеризованих системах.			11	
Тема 4. Мережеві однорівневі компютерні системи.			11	
Тема 5. Багаторівневі архітектури компютерних систем керування.	2	1	11	
Тема 6. Архітектура та функції мережевих комп'ютерних систем			11	
Тема 7. Архітектури мікропроцесорних систем формування та цифрового опрацювання даних			12	
Тема 8. Архітектури мікропроцесорних систем послідовного та послідовно-паралельного типу			12	
<i>Змістовий модуль 2. Архітектури систем передавання даних</i>				
Тема 9. Архітектури та характеристики каналів зв'язку СПД.	2	1	12	Поточне опитування
Тема 10. Характеристики емерджентності різних структур компютерних систем.			12	
Тема 11. Інтерактивні розподілені архітектури КС.			12	
Тема 12. Архітектури систем керування на основі вертикальної інформаційної технології	2	1		
Тема 13. Архітектури розподілених систем керування				
Тема 14. Перспективні напрямки дослідження архітектур комп'ютерних систем				
Разом	8	4	138	Залік

5. Тематика лабораторних робіт.

Лабораторна робота № 1.

Тема: Дослідження систем концентрованого опрацювання КС.

Мета: Отримати навички створення систем концентрованого опрацювання даних

Питання для обговорення:

Базові компоненти концентрованого опрацювання. Підходи до створення систем.

Лабораторна робота № 2.

Тема: Організація мережевих однорівневих КС.

Мета: Дослідити основні параметри однорівневих КС

Питання для обговорення:

Основні складові однорівневих КС. Типові системи однорівневої організації

Лабораторна робота № 3.

Тема: Організація багаторівневих архітектур КС.

Мета: Вивчити та дослідити багаторівневі архітектури КС

Питання для обговорення:

Технічне забезпечення багаторівневих архітектур. Сфери застосування.

Лабораторна робота № 4.

Тема: Дослідження архітектур та функцій мережених КС.

Мета: Провести дослідження основних характеристик мережних КС

Питання для обговорення: Забезпечуючі підсистеми мережних КС. Перспективи розвитку мережних КС

Лабораторна робота № 5.

Тема: Дослідження архітектур та характеристик каналів зв'язку СПД.

Мета: Отримання навиків оцінювання параметрів каналів передавання даних

Питання для обговорення: Основні параметри каналів зв'язку. Новітні СПД

Лабораторна робота № 6

Тема: Реалізація інтерактивних розподілених архітектур КС.

Мета: Визначити основні перспективи впровадження інтерактивних розподілених архітектур КС

Питання для обговорення: Інтерактивні КС. Сучасні архітектури інтерактивних КС.

Лабораторна робота №7

Тема: Комунікаційне та кабельне обладнання локальних мереж.

Мета: Вивчити комунікаційне та кабельне обладнання КМ

Питання для обговорення: Комутатори. Концентратори. Види кабелів.

Лабораторна робота №8.

Тема: Налаштування мережі Windows.

Мета: Навчитись налаштовувати мережу Windows.

Питання для обговорення: Параметри налаштування.

Лабораторна робота №9.

Тема: Вивчення моделюючої програми Netcracker Pro для побудови комп'ютерних мереж.

Мета: Створення моделей КМ

Питання для обговорення: Види КМ

Лабораторна робота №10.

Тема: Побудова локальних обчислювальних мереж з використанням технології Ethernet, Token Ring і FDDI.

Мета: Вивчення технології Ethernet, Token Ring і FDDI.

Питання для обговорення: Архітектура Ethernet. Архітектура Token Ring і FDDI.

Лабораторна робота №11

Тема: Дослідження роботи та налаштування маршрутизатора

Мета: Навчитись налаштовувати маршрутизатор

Питання для обговорення: Налаштування маршрутизатора

Лабораторна робота №12

Тема: Технології бездротових мереж. Сімейство протоколів IEEE 802.11.

Мета: Вивчити принципи функціонування бездротових мереж

Питання для обговорення: Безпроводні технології

Лабораторна робота №13

Тема: Робота з командами FTP сервера.

Мета: Вивчити команди FTP сервера.

Питання для обговорення: FTP сервера.

Лабораторна робота №14

Тема: Налаштування VPN-з'єднання.

Мета: Навчитись налаштовувати VPN-з'єднання.

Питання для обговорення: VPN-з'єднання.

6. Самостійна робота

Самостійна робота з дисципліни „ Архітектури систем керування ” виконується самостійно здобувачем ОПІ на основі сформованого завдання. Завдання охоплює основні теми курсу виконання якого є одним із обов'язкових складових модулів залікового кредиту.

Метою виконання завдання є засвоєння студентом конкретного завдання у вибраній галузі.

Завдання повинно містити:

- Теоретичний опис обраної області.
- Опис поставленого завдання.
- Шляхи розв'язання поставленого завдання.
- Представлення результатів.

Орієнтовна тематика завдань:

1. Аналіз основних типів архітектур комп'ютерних систем керування та їх застосування у виробничих процесах.
2. Порівняння класифікацій архітектур КС та характеристик основних типів систем керування.
3. Дослідження та побудова схеми монопольної комп'ютерної системи керування для обраного процесу.
4. Моделювання КС розподіленого часу та оцінка її ефективності в конкретній задачі.
5. Проектування мультипрограмною КС та аналіз продуктивності при обробці різних потоків даних.
6. Розробка блок-схеми мультипроцесорної КС та оцінка ролі процесорів у цифровому опрацюванні даних.
7. Побудова магістральної мережевої архітектури КС та аналіз її переваг та обмежень.
8. Розробка кільцевої або зіркової мережевої архітектури КС з оцінкою ефективності передачі даних.
9. Проектування ієрархічної або мережно-ієрархічної КС та визначення функцій кожного рівня системи.
10. Побудова багаторівневої магістральної або зірково-магістральної КС та опис взаємодії мережевих станцій.
11. Аналіз архітектур мікропроцесорних систем цифрового опрацювання даних та класифікація процесорів у системі.
12. Проектування архітектури послідовного та послідовно-паралельного типу мікропроцесорної КС.
13. Дослідження застосування асоціативних спецпроцесорів та конвеєрних архітектур у КС керування.
14. Аналіз архітектур та характеристик каналів зв'язку систем передавання даних у обраному класі КС.
15. Дослідження емерджентності різних структур комп'ютерних систем та аналіз ефектів у проблемно-орієнтованих КС.
16. Розробка інтерактивної розподіленої архітектури КС та оцінка її характеристик у конкретному застосуванні.
17. Побудова архітектури системи керування на основі вертикальної інформаційної технології та визначення її класів.
18. Проектування трирівневої розподіленої системи керування та визначення функцій мережевих станцій.
19. Огляд перспективних напрямків розвитку архітектур КС та аналіз сучасних підходів у галузі.

7. Методи навчання.

У навчальному процесі застосовуються: лекції, в тому числі з використання мультимедійного проектора та інших ТЗН; практичні роботи, індивідуальні заняття; робота в Інтернет.

8. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання.

У процесі вивчення дисципліни «Архітектура систем керування» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне опитування;
- поточне тестування та опитування;
- підсумкове тестування за кожним змістовним модулем;
- оцінювання виконання лабораторних робіт;
- оцінювання результатів самостійної роботи.

9. Політика оцінювання.

Політика щодо дедлайнів і перескладання. Для всіх видів навчальних завдань і контрольних заходів встановлюються чіткі дедлайни. Роботи, здані із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (-20 балів). Перескладання проводиться у встановленому порядку.

Політика щодо академічної доброчесності. Здобувач зобов'язаний виконувати усі роботи та завдання самостійно. Під час контрольного заходу він може користуватися лише дозволеними допоміжними матеріалами або засобами; йому забороняється в будь-якій формі обмінюватися інформацією з іншими здобувачами, а також використовувати, розповсюджувати або збирати варіанти чужих робіт чи контрольних завдань.

Політика щодо відвідування. За об'єктивних причин (наприклад, карантин, воєнний стан, хвороба, закордонне стажування) навчання може відбуватись у дистанційній формі за погодженням із керівником курсу та з дозволу дирекції факультету.

10. Політика щодо визнання результатів навчання.

Відповідно до «Положення про визнання в Західноукраїнському національному університеті результатів попереднього навчання» (https://www.wunu.edu.ua/pdf/pologenya/Polozhennya_ruzult_poper_navch.pdf) здобувачам вищої освіти може бути зараховано результати навчання (неформальної/інформальної освіти, академічної мобільності тощо) на підставі підтвердних документів (сертифікати, довідки, документи про підвищення кваліфікації тощо). Рішення про зарахування здобувачу результатів (певного освітнього компонента в цілому, або ж окремого виду навчальної роботи за таким освітнім компонентом) приймається уповноваженою Комісією з визнання результатів навчання за процедурою, визначеною вищезазначеним положенням.

11. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Архітектура систем керування» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3
20%	20%	20%	20%	20%
Поточне оцінювання	Модульний контроль 1	Поточне оцінювання	Модульний контроль 2	Самостійна робота
Визначається як середнє арифметичне виконання та захист лабораторних робіт №1-7.	Визначається як середнє арифметичне отриманих за поточне опитування та підсумкову письмову роботу за темами №1-7.	Визначається як середнє арифметичне виконання та захист лабораторних робіт №8-14.	Визначається як середнє арифметичне отриманих за поточне опитування та підсумкову письмову роботу	Визначається як середнє арифметичне за виконання та презентацію 1 завдання самостійної роботи

			за темами № 8-14.	
--	--	--	-------------------	--

Виконання лабораторних робіт:

90–100 балів – робота виконана самостійно, без помилок, усі етапи задокументовано, правильне використання інструментів.

75–89 балів – виконання із незначними помилками, що не вплинули на результат; часткова потреба в підказках.

60–74 бали – виконання із суттєвими помилками; поверхнєве розуміння завдань.

1–59 балів – робота не виконана або результат неправильний; відсутність навичок.

Поточне опитування:

90–100 балів – повне володіння матеріалом, аргументовані й логічні відповіді, глибоке розкриття змісту.

75–89 балів – загалом повне володіння матеріалом, але окремі відповіді поверхнєві або з незначними неточностями.

65–74 бали – знання основного змісту без достатньої глибини та аргументації, суттєві неточності.

60–64 бали – фрагментарне володіння матеріалом, недостатнє розкриття питань.

1–59 балів – відсутність знань, нездатність розкрити зміст теоретичних питань.

Самостійна робота:

90–100 балів – повне володіння матеріалом, аргументоване застосування знань, правильне виконання завдань, наявність елементів власного дослідження, творчий підхід.

75–89 балів – здебільшого правильне виконання, незначні помилки, достатньо аргументоване використання матеріалу, частково присутні елементи власного дослідження.

65–74 бали – розв'язання завдань з помилками, недостатня аргументація, поверхнєве опрацювання теми, обмежена самостійність.

60–64 бали – часткове або фрагментарне виконання завдань, відсутність повного обґрунтування, мінімальний авторський внесок.

1–59 балів – завдання практично не виконано, повністю неправильне розв'язання, відсутність дослідницького або творчого підходу.

Підсумкова письмова робота - підсумковий контроль, який проводиться з метою оцінювання засвоєння здобувачем вищої освіти теоретичного та практичного матеріалу:

90–100 балів – завдання виконано повністю та правильно, без суттєвих помилок; повне і глибоке розуміння матеріалу; логічність, аргументованість, самостійність.

75–89 балів – завдання виконано правильно в основному, є незначні помилки, що не вплинули на результат; знання матеріалу достатні, але подекуди поверхнєві.

65–74 бали – завдання виконано частково, наявні суттєві помилки; знання матеріалу неповні, аргументація слабка.

60–64 бали – робота фрагментарна, з багатьма неточностями; знання поверхнєві, відсутнє повне розкриття теми.

1–59 балів – робота не виконана або неправильна; знання та навички відсутні.

Шкала оцінювання

За шкалою університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	відмінно	A (відмінно)
85–89	добре	B (дуже добре)
75–84		C (добре)
65–74	задовільно	D (задовільно)
60–64		E (достатньо)
35–59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1–34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

12. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.

№	Найменування	Номер теми
1	Мультимедійний проектор та проєкційний екран	1-14
2	Персональні комп'ютери	1-14
3	Наявність доступу до мережі Інтернет	1-14
4	Комунікаційне програмне забезпечення (Zoom) для проведення занять у режимі он-лайн (за необхідності)	1-14
5	Комунікаційна навчальна платформа (Moodle) для організації дистанційного навчання (за необхідності)	1-14
6	Спеціалізовані програмні продукти (MathCAD, MatLab, Visual C++)SQL Server 2015 Express, Ubuntu Server.	1-14

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Elahi A. Computer Systems: Digital Design, Fundamentals of Computer Architecture and ARM Assembly Language. 2nd Edition. - Springer, 2022. - 307 p.
2. Harris D.M., Harris S. Digital Design and Computer Architecture: RISC-V Edition. Morgan Kaufmann, 2022. - 733 p.
3. Jain R.K. Zero To Mastery In Computer Architecture And Organisation. Vayu Education, 2022. - 262 p.
4. Matthews S.J., Newhall T., Webb K.C. Dive Into Systems: A Gentle Introduction to Computer Systems. No Starch Press, 2022. - 816 p.
5. Stallings William. Computer Organization and Architecture: Designing for Performance. 11th Global Edition. - Pearson Education, 2022. - 892 p.
6. Stancil D.D., Byrd G.T. Principles of Superconducting Quantum Computers. John Wiley & Sons, 2022. - 379 p.
7. Barolli L., Chen H.-C., Enokido T. (Eds.) Advances in Networked-Based Information Systems: The 24th International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS-2021). Springer, 2022. - 425 p.
8. Forouzan Behrouz A. Data Communications and Networking with TCP/IP Protocol Suite. 6th edition. - McGraw Hill, 2022. - 864 p.
9. Jondhale S.R., Maheswar R., Lloret J. Received Signal Strength Based Target Localization and Tracking Using Wireless Sensor Networks. Springer, 2022. - 218 p.
10. Kurose J.F., Ross K.W. Computer Networking: A Top-Down Approach. 8th Edition, Global Edition. - Pearson Education, 2022. - 797 p.
11. Пітух І.Р. Особливості побудови архітектур інтерактивних систем моніторингу об'єктів на основі кластерних моделей // Проектування комп'ютерно-інтегрованих систем / за загальною редакцією А.І. Сегіна./ І.Р. Пітух – Тернопіль: ВПЦ “Університетська думка” 2023. –С. 192-218.
12. Пітух, І. Р. (2022). Концепція синтезу теорії, методів і засобів інформаційно-діалогової взаємодії компонент інтерактивних розподілених комп'ютерних систем. Scientific Bulletin of UNFU, 32(2), 68-75. <https://doi.org/10.36930/40320211>
13. Nykolaychuk, Y., Hryha, V., Vozna, N., Pitukh, I., & Hryha, L. (2023). High-performance components of hardware multi-bit specific processors for the addition and multiplication of binary numbers. Computer Systems and Information Technologies, (2), 25–32. <https://doi.org/10.31891/csit-2023-2-3>
14. I. Pitukh Study of the characteristics of electricity transmission in high-voltage network architectures under the conditions of dynamic influences of external factors /
15. I. Pitukh, A.Sydoor, B Krulikovskiy // Computer-integrated technologies: education, science, production, (51), Lutsk Ukraine, 2023. – P.181-187. DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-51-23>