



АРХІТЕКТУРА ОБЧИЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

I КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

| | |
|---|---|
| Рівень вищої освіти | <i>Перший (бакалаврський)</i> |
| Галузь знань | <i>12 Інформаційні технології¹</i> |
| Спеціальність | <i>124 Системний аналіз</i> |
| Освітня програма | <i>Системний аналіз та управління</i> |
| Статус дисципліни | <i>Нормативна</i> |
| Форма навчання | <i>очна(денна)</i> |
| Рік підготовки, семестр | <i>2 курс, весняний семестр</i> |
| Обсяг дисципліни | <i>3,5 кредити (105 годин: лекції 36 годин, комп'ютерний практикум 18 годин, самостійна робота студентів 51 година)</i> |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | <i>залік/модульна контрольна робота, роботи комп'ютерних практикумів</i> |
| Розклад занять | <i>тижневе навантаження: лекції- 2 години, комп'ютерний практикум – 1 година</i> |
| Мова викладання | <i>Українська</i> |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | Лектор: к.т.н., доцент, Коваленко Анатолій Єпіфанович, 0958496259 |
| Розміщення курсу | https://ecampus.kpi.ua login.kpi.ua, zoom, Google classroom, e-mail, G suit for education Sikorsky |

Програма навчальної дисципліни

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

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей на основі загальних компетентностей (ЗК):

ЗК 1 Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях

ЗК 4 Здатність знати та розуміти предметну область і професійну діяльність

ЗК 11 Здатність генерувати нові ідеї (креативність)

Практичні здатності у процесі вивчення полягають у:

- здатності студента отримувати базові знання з особливостей схемної реалізації побудови комп'ютерів для вибору типових рішень комп'ютерів;
- здатності до аналізу студентом принципів побудови комбінаційних і послідовнісних схем комп'ютерів;

- здатності проводити аналіз архітектур існуючих мережних і розподілених систем .

Основою для досягнення мети кредитного модуля є використання аудиторних лекційних занять для подання основних знань з дисципліни, самостійної роботи студентів (СРС) по засвоєнню матеріалу лекційного курсу, аудиторних занять комп'ютерного практикуму, які передбачають активну роботу студентів через виконання індивідуальних завдань.

Основні завдання кредитного модуля. Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- з принципів побудови сучасних інтегральних схем, великих інтегральних схем та надвеликих інтегральних схем (НВІС);
- з архітектур комп'ютерів і обчислювальних систем;
- зі структури і характеристик сучасних мікропроцесорів;
- зі структури і принципів роботи комп'ютерних мереж і розподілених систем;
- ознайомлення зі схемною реалізацією цифрових пристроїв;

уміння:

- до побудови мінімальних форм логічних функцій цифрових пристроїв;

досвід:

- застосування теорії перемикальних (булевих) функцій при створенні комбінаційних схем, схем із пам'яттю;
- моделювання, застосування цифрових пристроїв на основі схемних рішень;
- вибору архітектур комп'ютерів, комп'ютерних мереж і розподілених систем;
- набуття навичок аналізу комп'ютерних мереж і розподілених систем.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Забезпечуючими дисциплінами є «Дискретна математика», «Математична логіка і теорія алгоритмів», «Теорія ймовірностей і математична статистика».

Забезпечує викладання дисциплін «Методи штучного інтелекту».

3. Зміст навчальної дисципліни

1 СТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ КОМП'ЮТЕРІВ

Структура та функціонування компютера за фон-Нейманом. Комп'ютери не фон-неймановського типу Рівні подання комп'ютера Апаратний рівень подання комп'ютера. Структура комп'ютера з відкритою архітектурою. Склад і призначення основних компонентів. Шинна організація комп'ютера . Багатошинна організація комп'ютерів.

2 КОМБІНАЦІЙНІ СХЕМИ

Дешифратори. Шифратори. Мультиплексори. Демюльтиплексори. Каскадування мультиплексорів. Мультиплексування шин. Застосування демюльтиплексорів. Каскадування демюльтиплексорів. Демюльтиплексування шин.

Реалізація перемикальних функцій з використанням типових комбінаційних схем. Застосування мультиплексорів для побудування комбінаційних схем. Реалізація логічних функцій на дешифраторах. Суматори. Класифікація суматорів. Однорозрядні суматори. Багаторозрядні суматори. Послідовний багаторозрядний суматор. Паралельні багаторозрядні суматори. Двійково-десяткові суматори. Схеми арифметико-логічних пристроїв

3 СПЕЦІАЛІЗОВАНІ КОМБІНАЦІЙНІ СХЕМИ

Призначення спеціалізованих комбінаційних схем. Схеми порівняння. Загальна характеристика схем порівняння. Схеми порівняння слів з константою. Схеми порівняння багаторозрядних слів. Групові схеми порівняння багаторозрядних слів. Схеми порівняння двох слів «на більше». Групові багаторозрядні схеми порівняння «на більше». Схеми контролю. Схеми контролю операцій. Схеми контролю парності.

4 ПОСЛІДОВНІСНІ СХЕМИ

Призначення тригерів. Класифікація тригерів. Таблиця переходів і логічні рівняння RS-тригера. Асинхронний RS-тригер на елементах I-НЕ. Синхронні RS-тригери. Двоступеневі RS-тригери. Тригери типу JK. T-тригери. D-тригери. DV-тригер. Інші типи тригерів. Регістри. Основні операції регістра. Склад і типи регістрів. Регістри паралельного типу. Регістри послідовного типу. Перетворення послідовного коду у паралельний. Генератори псевдовипадкових чисел на регістрах. Синтез регістрів на асинхронних тригерах. Лічильники. Класифікація лічильників. Структури лічильників. Типи міжрозрядних переносів в лічильниках. Синтез лічильників з паралельним переносом. Синтез лічильників з наскрізним переносом. Лічильники з груповим переносом.

5 СХЕМИ ПАМ'ЯТІ

Принципи функціонування запам'ятовувальних пристроїв. Функція пам'яті. Класифікація пам'яті. Основні параметри пам'яті. Мікросхеми пам'яті. Вхідні та вихідні сигнали мікросхеми пам'яті. Часові характеристики мікросхем пам'яті. Класифікація і способи доступу до даних у напівпровідниковій пам'яті. Загальна характеристика кеш-пам'яті. Загальна характеристика постійної пам'яті. Загальна характеристика флеш-пам'яті. Характеристика статичних запам'ятовувальних пристроїв. Принцип побудови динамічного запам'ятовуючого елемента. Структури запам'ятовувальних пристроїв. Структура 2D статичних ОЗП. Структура 3D запам'ятовувальних пристроїв. Структура 2DM статичних ЗП. Пам'ять з послідовним доступом.

6 МІКРОПРОЦЕСОРИ

Класифікація мікропроцесорів. Загальні поняття. Види мікропроцесорів. Будова процесорів комп'ютера. Мікропроцесорні засоби. Архітектури. Мікропроцесорів. Режими обміну даними у комп'ютері з використанням процесорів. Синхронний і асинхронний обмін. Обмін в режимі переривання. Прямий доступ до пам'яті. Канальний обмін даними. Виконання команд процесором. Адресація операндів. Методи адресації. Безпосередня адресація. Пряма адресація. Регістрова адресація. Автоінкрементна і та автодекрементна адресація. Індексна адресація. Сегментація пам'яті. Адресація байтів і слів. Регістри процесора.

7 АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ КОМАНД

Основні поняття. Класифікація архітектур системи команд. Стекові архітектури. Акумуляторні архітектури. Архітектури з індексними регістрами. Архітектури «регістр-пам'ять» і «регістр-регістр». Архітектури «пам'ять-пам'ять». Адресність команд. Особливості побудови систем команд. Класифікація команд. Системи команд CISC. Системи команд RISC. Системи команд VLIW. Системи команд SSE. Технологія SSE. Набір команд SSE2. Набір команд SSE3. Набір команд SSE4. Набір команд SSE5. Системи команд AVX. Програмні моделі систем команд CPU. Класифікація мікропроцесорів за призначенням. Мікроархітектура мікропроцесора. Параметри процесорів

8 МОВИ АСЕМБЛЕРА

Переваги і недоліки мов асемблера. Директиви асемблера. Синтаксис асемблера. Типові набори команд асемблера. Застосування асемблера для створення драйверів пристроїв введення-виведення і керування комп'ютером

9 КОМП'ЮТЕРИ ПАРАЛЕЛЬНОЇ ДІЇ

Таксономія Флінна. Класифікація апаратних засобів розподілених систем. Моделі узгодженості паралельних комп'ютерів. Логічні годинники за алгоритмом Лампорта. Глобальний стан. Архітектури паралельних комп'ютерів.

10 ТЕХНОЛОГІЇ ПОБУДОВИ ПАРАЛЕЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРІВ

Класифікації паралельних комп'ютерів. Масово-паралельна архітектура. Суперкомп'ютери. Суперкомп'ютери Cray. Суперкомп'ютер Cray X1. Архітектура NUMA. Архітектура ccNUMA. Архітектури кластерних систем.

11 АРХІТЕКТУРИ КЛАСТЕРНИХ СИСТЕМ

Класифікація кластерних систем. Архітектура кластера. Кластери розподілу навантаження. Обчислювальні кластери. Системи розподілених обчислень grid. Кластер серверів, організованих програмно. Особливості реалізації кластерів. Кластер Beowulf. Системи PVP. Суперкомп'ютер NEC Earth Simulator. Система SP2. Системи NUMA-Q. Масивно паралельні системи Cray/SGI Origin. Архітектура COMA.

12 АРХІТЕКТУРИ ПЕРСОНАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРІВ

Материнські плати і організація системних шин. Схемотехніка нарощування оперативної пам'яті з врахуванням особливостей поколінь мікросхем. Одноканальне і двоканальне керування. Переваги і недоліки. Застосування різних типів носіїв інформації. Сумісність поколінь мікропроцесорів. Модернізація персональних комп'ютерів.

13 ОСОБЛИВОСТІ АРХІТЕКТУР НОУТБУКІВ І МОБІЛЬНИХ СИСТЕМ

Сенсорні системи керування сучасних комп'ютерів. Нарощування функціональних можливостей ноутбуків і мобільних систем. Галузі застосування мобільних систем.

14 АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМ ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Типи систем хмарних обчислень Реалізація систем нечітких обчислень. Створення і підтримка функціонування систем хмарних обчислень Структурні і схемо технічні рішення створення систем хмарних обчислень

15 АРХІТЕКТУРИ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Стеки протоколів комп'ютерних мереж. Зв'язок процесів на рівні протоколів. Розподілені системи. Віддалений виклик процедур RPC. Розширені моделі RPC. Зв'язок на основі повідомлень. Зв'язок на основі потоків даних.

16 АРХІТЕКТУРА РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Прозорість. Відкритість. Концепції апаратних і програмних рішень. Класифікація апаратних засобів ПІС. Концепції програмних рішень. Програмне забезпечення проміжного рівня. Модель «клієнт сервер». Архітектура «клієнт-сервер» корпоративних інформаційних систем.

17 ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ОБ'ЄКТІВ

Промисловий стандарт CORBA. Розподілена система DCOM. Система GLOBE

18 РОЗПОДІЛЕНІ СИСТЕМИ ДОКУМЕНТІВ І УЗГОДЖЕННЯ

Система World Wide Web. Система Lotus Notes. Моделі узгодження. Система ПІВ/Rendezvous.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Коваленко А.Є. Проектування цифрових пристроїв /Коваленко А.Є.- Київ.:ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2012.-54 с.
2. Коваленко А.Є. Розподілені інформаційні системи : навч. посібн / операційних систем : метод. вказівки із самост. роботи студентів з дисципліни Коваленко А.Є. – Київ: НТУУ «КПІ», 2008-244с.
3. Коваленко А.Є. Операційні системи : навч. посібн / Коваленко А.Є. – Київ: НТУУ «КПІ», 2010-248с.
4. Коваленко А.Є. Комп'ютерна схемотехніка і архітектура комп'ютерів. Підготовка та оформлення курсових робіт : навч.-метод. посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» [Електронне видання] / А.Є.Коваленко.- Київ: НТУУ «КПІ», 2016.-472 с. Бібліогр. : с.467-468.
5. Коваленко А.Є. Сучасні криптографічні засоби систем захисту інформації : навч.-метод. посіб. / А.Є.Коваленко .- К. : НТУУ «КПІ», 2012.- 119 с.

Допоміжна література

6. Схемотехніка електронних систем. У 3 кн. Кн.. 2. Цифрова схемотехніка : підручник. / [В.І.Бойко, А.М.Гуржій, В.Я.Жуйков та ін.]- 2-ге вид. - Київ.: Вища школа, 2004.- 423 с.
7. Схемотехніка електронних систем. У 3 кн. Кн.. 3. Мікропроцесори та мікроконтролери: підручник. / [В.І.Бойко, А.М.Гуржій, В.Я.Жуйков та ін.]- 2-ге вид. - Київ.: Вища школа, 2004.-423 с-.
8. Лукашук Л.О. Схемотехніка логічних та послідовнісних схем / Лукашук Л.О.. –Львів, Львівська політехніка, 2004.- 116с.

9. Комп'ютерна схемотехніка: практикум. / [Мараховський Л. Ф., Воєводін С. В., Міхно Н. Л. та ін.] - Для бакалаврів спеціальності "Інтелектуальні системи прийняття рішень": — Київ.: КНЕУ, 2007.—279 с.
10. Комп'ютерна схемотехніка: лабор. практи. / уклад. : В.І. Дрововозов, С.В. Журавель, А.Б. Коцюр – Київ. : НАУ, 2012. – 74 с.
11. Бабич М. П. Комп'ютерна схемотехніка [Текст] : Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М. П. Бабич, І. А. Жуков ; Національний авіаційний ун-т. - Київ. : НАУ, 2002. - 508 с.
12. Коваленко А.Е, Отказоустойчивые микропроцессорные системы / А.Е.Коваленко, В.В.Гула.-К.: Техніка, 1986.-150

Інформаційні ресурси

| № | Ресурс | Адреса ресурса |
|---|---|-------------------------------------|
| 1 | Коваленко А.Є. Проектування цифрових пристроїв /Коваленко А.Є.- К.:ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2012.-54 с | Бібліотека ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ» |
| 2 | Коваленко А.Є. Розподілені інформаційні системи : навч. посібн / операційних систем : метод. вказівки із самот. роботи студентів з дисципліни Коваленко А.Є. – К.: НТУУ «КПІ», 2008-244с. | Бібліотека ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ» |
| 3 | Коваленко А.Є. Операційні системи : навч. посібн / Коваленко А.Є. – К.: НТУУ «КПІ», 2010-248с. | Бібліотека ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ» |
| 4 | Схемотехніка електронних систем. У 3 кн. Кн.. 2. Цифрова схемотехніка : підручник. / [В.І.Бойко, А.М.Гуржій, В.Я.Жуйков та ін.] - 2-ге вид. - К.: Вища школа, 2004.- 423 с. ISBN 966-642-200-6 | Бібліотека НТУУ «КПІ» |
| 5 | Схемотехніка електронних систем. У 3 кн. Кн.. 3. Мікропроцесори та мікроконтролери : підручник. / [В.І.Бойко, А.М.Гуржій, В.Я.Жуйков та ін.] - 2-ге вид. - К.: Вища школа, 2004.- 423 с-. ISBN 966-642-202-6. . | Бібліотека НТУУ «КПІ» |
| 7 | Коваленко А.Е, Отказоустойчивые микропроцессорные системы / А.Е.Коваленко, В.В.Гула.-К.: Техніка, 1986.-150 с. | Бібліотека НТУУ «КПІ» |

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни

В результаті вивчення В результаті вивчення дисципліни “Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів” студенти повинні знати:

- принципи застосування теорії перемикальних (булевих) функцій при побудові комбінаційних схем і схем із пам'яттю;
- елементи запам'ятовувальних пристроїв;
- особливості побудови програмованої пам'яті, флеш-пам'яті;
- принципи і засоби моделювання цифрових систем;

- основні моделі діагностування і методи тестування схем;
- будову різноманітних блоків пам'яті комп'ютерів, переваги і недоліки найбільш вживаних типів запам'ятовувальних пристроїв;

- основні характеристики і параметри мікропроцесорів та їх архітектуру;

Для активізації самостійної роботи студентів розроблено «Рейтингова система оцінювання успішності студентів» За цим положенням оцінюють окремі етапи роботи студента протягом семестру із нарахуванням додаткових балів за активну роботу у семестрі за кредитним модулем. Якщо цей рейтинг його задовольняє, то він отримує залік «автоматом».

Для виконання самостійної роботи студент використовує навчальні посібники які зберігаються у бібліотеці ІПСА, в комп'ютерній мережі кафедри ММСА, та на сайті кампусу НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського».

6. Самостійна робота студента

Метою індивідуальних семестрових завдань є опрацювання тем лекційного курсу, та тем, винесених на самостійну роботу студентів. Особливості виконання самостійної роботи студентів подано у вказівках. Методичні вказівки зберігаються у комп'ютерній мережі кафедри ШІ ІПСА і на сайті НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського».

У семестрі проводять одну модульну контрольну роботу.

Метою контрольних робіт є підсумковий контроль рівня засвоєння відповідних розділів лекційного курсу і комп'ютерного практикуму.

- Критерії оцінювання для кожної роботи визначаються складністю задач і завдань в межах сумарного вагового балу.
- Варіанти контрольних робіт відповідають тематиці лекційного курсу та індивідуальним завданням комп'ютерного практикуму. Форму проведення контрольної роботи (зокрема, у письмовому вигляді, за тестами) визначає викладач за тиждень до її проведення..
- Контрольні роботи можуть виконуватись за методичною розробкою за відповідними розділами.

Самостійна робота студентів

Виконання циклу робіт комп'ютерного практикуму забезпечує формування практичного досвіду синтезу комбінаційних схем, застосування програмних засобів подання і проектування пристроїв, ознайомлення з типовими командами мови асемблер.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- 1) Виконання однієї модульної контрольної роботи
- 2) виконання та захист трьох робіт комп'ютерного практикуму (РКП)

До загального рейтингу можуть додаватись бали, отримані за необов'язкові складові.

Система вимог, які викладач ставить перед студентом, визначається системою РСО.

Одному або двом кращим студентам можуть додаватися 1 заохочувальний бал за оригінальні нестандартні розв'язки задач підвищеної складності під час захисту РКП..

До необов'язкових складових віднесено:

- участь у модернізації робіт з комп'ютерного практикуму;
- доповіді на наукових студентських семінарах, конференціях, якщо робота мала відношення до операційних систем;

За їх виконання студент може отримати до 10 заохочувальних балів (у межах максимального числа 10 заохочувальних балів на повний рейтинг 100 балів).

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

Варіанти контрольних робіт зазвичай передбачають теоретичні питання і індивідуальні задачі практичних занять з поточних тем лекційного курсу.

Залікова контрольна робота дозволяє отримати залік або покращити рейтинг, отриманий протягом семестру. Кількість завдань і критерії оцінювання залікової контрольної роботи визначаються в межах навчального матеріалу всього навчального курсу.

Система рейтингових балів

Модульна контрольна робота.

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 36-40 балів;
 - «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 30-35 балів;
 - «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 24-29 балів;
 - «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів
- Виконання та захист роботи комп'ютерного практикуму (РКП):
- «відмінно», коректне повне, вчасне виконання індивідуальних завдань роботи комп'ютерного практикуму, правильне та своєчасне оформлення протоколу, наявність на машинних носіях результатів виконання контрольних прикладів, демонстрація вільного володіння теоретичним матеріалом при захисті роботи і самостійне виконання завдань роботи (не менше 90% потрібної інформації) 18-20 балів;
 - «добре», коректне повне, вчасне виконання індивідуальних завдань РКП , правильне та своєчасне оформлення протоколу, наявність на машинних носіях результатів виконання контрольних прикладів, демонстрація вільного володіння теоретичним матеріалом при захисті роботи і самостійне виконання завдань роботи з можливими незначними неточностями і зауваженнями, які були виправлені безпосередньо на занятті, (не менше 75% потрібної інформації) - 15-17 балів;
 - «задовільно», неповна відповідь, невчасне або зі значними неточностями виконання індивідуальних завдань з підготовки і виконання РКП, відповідь на половину питань з теми роботи під час демонстрації РКП (не менше 60% потрібної інформації)– 12-14 балів;
 - «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів

Одному або двом кращим студентам можуть додаватися 1 заохочувальний бал за оригінальні нестандартні розв'язки задач підвищеної складності під час проведення занять.

До необов'язкових складових віднесено:

1. участь у модернізації робіт з комп'ютерного практикуму;
2. доповіді на наукових студентських семінарах, конференціях, якщо робота мала відношення до операційних систем;

За їх виконання студент може отримати до 10 заохочувальних балів (у межах максимального числа 10 заохочувальних балів на повний рейтинг 100 балів).

Рейтингова оцінка (RD) з кредитного модуля, семестрова атестація з якого передбачена у вигляді заліку, формується як сума всіх рейтингових балів r_k , а також заохочувальних r_3

$$RD = \sum_k r_k + \sum_k r_3$$

Максимальна сума балів складає 100 балів. Необхідною умовою допуску до заліку є не менше 40 балів рейтингу за умови виконання і захисту усіх РКП.

Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів, а також зараховані усі РКП.

Студенти, які мають наприкінці семестру рейтинг менше 60 балів, але не менше 40 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу. Форма проведення залікової контрольної роботи визначають не пізніше тижня до дати її виконання. При цьому спочатку анулюють бали за виконання модульної контрольної роботи та до балів за РКП ($r_{РКП}$) додають отримані бали за залікову контрольну роботу $r_{ЗР}$. Ця рейтингова оцінка є остаточною.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

| Кількість балів Рейтингові бали, RD $RD = r_{РКП} + r_{МКР}$ або $RD = r_{РКП} + r_{ЗР}$ | Оцінка |
|---|---------------|
| 95-100 | відмінно |
| 85-94 | дуже добре |
| 75-84 | добре |
| 65-74 | задовільно |
| 60-64 | достатньо |
| Менше 60 | Не зараховано |
| Не зараховані всі РКП або менше 40 балів | Не допущено |

PCO навчальної дисципліни

Операційні системи

Складено

доцентом кафедри ШІ, к.т.н., доц. Коваленко Анатолієм Єпіфановичем

Ухвалено кафедрою ММСА (протокол № 11 від 08.07.2022 р.)