Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра загальної фізики та моделювання фізичних процесів

Мікропроцесорні пристрої у фізичному експерименті

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	***Перший (бакалаврський)***
Галузь знань	*10 природничі науки*
Спеціальність	*104 фізика та астрономія*
Освітня програма	*Комп'ютерне моделювання фізичних процесів*
Статус дисципліни	*Вибіркова*
Форма навчання	*очна(денна)*
Рік підготовки, семестр	*4 курс, весняний*
Обсяг дисципліни	*4 кредити, 120 годин*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*Залік, модульна контрольна робота.*
Розклад занять	*http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=56662c70-7725-4e49-9d8f-0af4dabd9776*
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	*Лектор: асистент Скирта Юрій Борисович, skirtayuri@ukr.net* *Лабораторні: асистент Скирта Юрій Борисович, skirtayuri@ukr.net*
Розміщення курсу	Електронний Кампус КПІ ім. Ігоря Сікорського

Програма навчальної дисципліни

Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Експериментальні дослідження – важлива частина наукової роботи. Для проведення фізичних експериментів розробляються та застосовуються спеціальні прилади та стенди. У сучасних вимірювальних приладах широко використовуються мікропроцесорні пристрої, що значно підвищує їх точність, швидкодію та гнучкість використання. Мікропроцесори є складовою частиною сучасних приладів та серцем сучасних комп'ютерів. Промисловістю випускається багато типів промислових комп'ютерів та однокристальних контролерів, які можна застосовувати при плануванні фізичних експериментів. Більшість сучасних вимірювальних приладів має інтерфейси для з'єднання з персональним комп'ютером. Це дає можливість поєднувати на одному стенді різні вимірювальні модулі, керувати ними за потрібним алгоритмом, записувати отримані дані одразу у вигляді файлів на комп'ютері. Також сучасне програмне забезпечення дає додаткові можливості для збереження та обробки отриманих результатів, як у режимі реального часу, так і раніше записаних на електроні носії. Для проведення сучасних наукових досліджень доцільно об'єднувати в одну систему різні вимірювальні прилади, за потребою додавати до них вимірювальні стенди власної розробки. У ході експериментів можуть застосовуватись віртуальні прилади – вимірювальні прилади, які складаються з програмної та апаратної частин. Апаратна частина – модулі ЦАП та АЦП, з'єднані з персональним комп'ютером, програмна частина – програма на комп'ютері, яка забезпечую всю логіку роботи приладу, відображення і запис

отриманих даних, інтерфейс користувача. Програмне забезпечення такої системи може складатися як з готового спеціалізованого програмного забезпечення, так і з програм власної розробки. У навчальному курсі автоматизації фізичних досліджень розглядається побудова експериментальних стендів для фізичних дослідів, у яких використовуються як готові прилади і вимірювальні модулі, так розроблені самостійно.

Вивчення зазначеної дисципліни забезпечить студентам:

- Знання основних типів вимірювальних приладів, модулів та мікроконтролерів, а також інтерфейсів зв'язку, які використовуються при автоматизації фізичних експериментів.
- Уміння розробляти програмне забезпечення для персонального комп'ютера та мікроконтролерів, яке необхідне для створення автоматизованих вимірювальних систем.
- Здатність самостійно обрати необхідні апаратні та програмні засоби і створити автоматизований стенд для проведення запланованого фізичного експерименту.

Навчальна дисципліна формує у студентів наступні *загальні* та *фахові компетентності*:

***Загальні компетентності**:*

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3. Навички використання інформаційних і комутаційних технологій.

ЗК5. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Фахові компетентності:

ФК2. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

ФК4. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.

ФК17. Здатність використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для аналізу будь-яких фізичних процесів.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі ***програмні результати навчання***:

ПРН3.Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.

ПРН10.Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів.

ПРН11.Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.

ПРН15.Вміти працювати із сучасною обчислювальною технікою, вміти використовувати стандартні пакети прикладних програм і програмувати на рівні, достатньому для реалізації чисельних методів розв'язування фізичних задач, комп'ютерного моделювання фізичних та астрономічних явищ і процесів, використання обчислювальних експериментів.

Вивчення дисципліни має за мету підготовку бакалаврів до майбутньої роботи в науково-дослідних лабораторіях та педагогічної діяльності в загальноосвітніх школах та вищих навчальних закладах різного рівня на посадах асистентів.

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

Для засвоєння освітнього компонента треба оволодіти компетентностями і навичками, які забезпечує дисципліна "Інформатика та програмування".

2. Зміст навчальної дисципліни

Тема № 1. Використання мікропроцесорних пристроїв при автоматизації фізичних досліджень. Принципи побудови автоматизованих систем вимірювання та обробки даних. Одноплатні комп'ютери та однокристальні мікроконтролери.

Тема № 2. Збір даних у комп'ютеризованій вимірювальній системі. Датчики для вимірювання фізичних

величин.
Тема № 3. Вимірювальні прилади та аналогово-цифрові перетворювачі для комп'ютеризованих систем. Запис та збереження отриманих даних.
Тема № 4. Комп'ютерні інтерфейси, що використовуються при побудові автоматизованих вимірювальних систем.
Тема № 5. Середовище графічного програмування LabView. Огляд можливостей пакета LabView.
Тема № 6. Основи програмування у системі LabView. Розробка віртуальних приладів.
Тема № 7. Використання модулів вводу та виводу у системі LabView. Аналогові та цифрові модулі при побудові віртуальних приладів. Використання периферійних пристроїв комп'ютера у LabView.
Тема № 8. RISC та CISC архітектури мікропроцесорів. Огляд основних типів мікроконтролерів, які використовуються при автоматизації наукових досліджень.
Тема № 9. Сімейство мікроконтролерів PIC та їх використання при автоматизації фізичних досліджень.
Тема № 10. Сімейство мікроконтролерів AVR та їх використання для побудови автоматизованих систем.
Тема № 11. Плати Arduino та вимірювальні пристрої на їх основі у фізичних вимірюваннях.
Тема № 12. Мікроконтролери ARM у фізичних дослідженнях. Платформа Raspberry Pi та її можливості.
Тема № 13. Сімейство мікроконтролерів STM32 та їх використання при автоматизації фізичних досліджень.

3. Навчальні матеріали та ресурси

1. Приладобудування та автоматизація. Терміни і визначення. Ч.1: навчальний посібник / уклад. О. К. Нікітін, В. М. Зайцев, Т. О. Толочко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 203 с. – https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30404
2. Автоматизація та основи автоматики. Практикум: навч. посіб. / уклад.: В. М. Мельник, О. В. Воробйова. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 60 с. – https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47719
3. Теорія похибок / уклад.: Ужва В. І., Пугач О. В. – Електронні текстові дані (1 файл: 525,19 Кбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 12 с. – https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42727
4. Методичні вказівки до виконання самостійних робіт з навчальної дисципліни «Основи обробки та візуалізації експериментальних даних»: навч. посіб. / Д. В. Савченко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 50 с. – https://ela.kpi.ua/handle/123456789/49910

Додаткова література

5. Белов Ф.В. ARDUINO. От азов программирования до создания практических устройств. Наука и техника, 2018 г., 480 с.
6. Магда Ю. С. Raspberry Pi. Руководство по настройке и применению. ДМК Пресс, 2017, 188 с.
7. Белов Ф.В. Микроконтроллеры AVR: от азов программирования до создания практических устройств. Наука и техника, 2017., 544 с.
8. Джеффри Тревис. LabView для всех. ДМК Пресс, 2005, 544 с.
9. Катцен Сид, PIC-микроконтроллеры. Полное руководство, М.: Додэка XXI, 2010, 656 с.
10. Carmine Noviello,Mastering STM32, Leanpub, 2016, 783 p.

Інформаційні ресурси

9. Сайт програми LabView. https://www.ni.com/en-us/shop/labview.html
10. Контролери AVR на сайті фірми Microchip Technology https://www.microchip.com/en-us/products/microcontrollers-and-microprocessors/8-bit-mcus/avr-mcus
11. Сайт проекту Arduino https://www.arduino.cc/
12. Сайт компанії ARM Limited https://www.arm.com/

13. Сайт проекту Raspberry Pi https://www.raspberrypi.org/
14. Сайт фірми ICP-DAS https://www.icpdas.com/ та http://icpdas.com.ua/
15.Сайт фірми STMicroelectronics: https://www.st.com/content/st_com/en.html
16. Контролери PIC на сайті фірми Microchip Technology https://www.microchip.com/en-us/products/microcontrollers-and-microprocessors/8-bit-mcus/pic-mcus/pic16f18146
https://www.microchip.com/en-us/products/microcontrollers-and-microprocessors/8-bit-mcus/pic-mcus/pic16f17146
https://www.microchip.com/en-us/products/microcontrollers-and-microprocessors/8-bit-mcus/pic-mcus/pic16f18076

Навчальний контент

11. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальна частина дисципліни складена з лекційного матеріалу, лабораторних занять та контрольних заходів у вигляді МКР. При викладанні дисципліни рекомендується побудувати ознайомлення студентів з предметом таким чином, щоб вони не тільки отримували ту чи іншу інформацію стосовно курсу, який вивчається, але й відчували зв'язок між різними темами кредитного модуля, а також місце модуля серед інших фізичних дисциплін. Загальний методичний підхід до викладання навчальної дисципліни визначається як комунікативно-когнітивний та професійно-орієнтований, згідно з яким у центрі освітнього процесу знаходиться студент – суб'єкт навчання і майбутній фахівець.

Лекційні заняття

№ з/п	**Назва теми та перелік основних питань** *(перелік дидактичних засобів з посиланням на літературу)*
1	**Використання мікропроцесорних пристроїв при автоматизації фізичних досліджень. Принципи побудови автоматизованих систем вимірювання та обробки даних. Одноплатні комп'ютери та однокристальні мікроконтролери.** *Загальні принципи побудови автоматизації досліджень у фізиці. Види автоматизованих систем. Додаткові можливості, які дає автоматизація експериментатору. Апаратна та програмна частина автоматизованої системи. Використання спеціалізованих комп'ютерів та мікроконтролерів у задачах автоматизації. Приклади автоматизованих систем, що зустрічаються у реальній роботі.* *Літ.: [1], [2], [10], [11], [15], [16]*
2	**Збір даних у комп'ютерізованій вимірювальній системі. Датчики для вимірювання фізичних величин.** *Організація збору початкових даних у автоматизованих вимірювальних системах. Вимірювання електричної напруги, струму, опору, температури, магнітного поля та інших фізичних величин. Фізичні принципи та схеми, що застосовуються при вимірюванні. Огляд типів датчик, які можна використовувати при автоматизації фізичних досліджень та способи їх інтеграції у автоматизовану систему.* *Літ.: [1], [2], [3], [4]*
3	**Вимірювальні прилади та аналогово-цифрові перетворювачі для комп'ютерізованих систем. Запис та збереження отриманих даних.** *Принципи роботи аналогово-цифрових перетворювачів. Мікросхеми аналогово-цифрових перетворювачів. Готові вимірювальні модулі, які застосовуються при побудові автоматизованих систем. Вимірювальні прилади, які можна інтегрувати у склад автоматизованої системи. Збереження і подальша обробка даних, виміряних системою.* *Літ.: [1], [2], [3], [4]*

4	**Комп'ютерні інтерфейси, що використовуються при побудові автоматизованих вимірювальних систем.** *Послідовні та паралельні інтерфейси, які використовуються для об'єднання окремих вимірювальних модулів у одну систему. Шини ISA та PCI. Шина USB. Послідовні інтерфейси RS-232 та RS-485. Модулі WiFi. Послідовні інтерфейси I2C та ISP при побудові мікропроцесорних систем. Електричні схеми та особливості програмування.* *Літ.: [1], [2], [3], [4]*
5	**Середовище графічного програмування LabView. Огляд можливостей пакета LabView.** *Огляд системи LabVIEW або Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench (Средовище розробки лабораторних віртуальных приладів). Можливості та особливості пакета, сфера його застосування. Вимоги до апаратної частини при застосуванні LabVIEW . Порівняння LabVIEW з іншими можливостями побудови систем автоматизації фізичних досліджень.* *Літ.: [5], [16]*
6	**Основи програмування у системі LabView. Розробка віртуальних приладів.** *Графічне програмування у середовищі LabView . Концепція віртуальних приладів і її порівняння з традиційним програмуванням. Огляд середовища розробки віртуальних приладів. Побудова першого простого віртуального приладу.* *Літ.: [8], [11]*
7	**Використання модулів вводу та виводу у системі LabView. Аналогові та цифрові модулі при побудові віртуальних приладів. Використання периферійних пристроїв комп'ютера у LabView.** *Апаратні модулі збору даних (DAQ), які можна використовувати у системі **LabView** при побудові віртуальних приладів. Програма Measurement & Automation Explorer (MAX) знаходження та конфігурації модулів DAQ та особливості роботи з нею. Аналогові та цифрові модулі DAQ, які використовуються при розробці віртуальних приладів. Використання звукових карт, послідовних портів, мережевого обладнання комп'ютерів при роботі з LabView.* *Літ.: [8], [9]*
8	**RISC та CISC архітектури мікропроцесорів. Огляд основних типів мікроконтролерів, які використовуються при автоматизації наукових досліджень.** *Дві основні архітектури мікропроцесорів. Огляд існуючих сімейств однокристальних мікроконтролерів (MSC-51,PIC,AVR,ARM,STM32) , особливості роботи з ними та можливість використання у побудові автоматизованих вимірювальних систем. Використання мікропроцесорних модулів та спеціалізованих комп'ютерів при побудові автоматизованих систем вимірювання. Особливості промислових комп'ютерів. Однокристальні мікроконтролери – призначення та принцип роботи.* *Літ.: [10], [12], [13], [14], [15], [16]*
9	**Сімейство мікроконтролерів PIC та їх використання при автоматизації фізичних досліджень.** *Сімейство простих 8-бітних мікроконтролерів PIC. Особливості схемної архітектури, електричні параметри та схеми підключення. Вбудовані модулі АЦП, ЦАП та UART у PIC контролерах та можливості їх використання. Особливості асемблеру контролерів PIC. Доцільність використання PIC контролерів при розв'язанні простих задач автоматизації фізичних досліджень.* *Літ.: [9], [16]*

10	**Сімейство мікроконтролерів AVR та їх використання для побудови автоматизованих систем.** *Сімейство 8-бітних мікроконтролерів AVR. Особливості схемної архітектури, електричні параметри та схеми підключення. Вбудовані модулі АЦП, ШІМ та UART у AVR контролерах та можливості їх використання. Особливості програмування контролерів AVR. Використання AVR контролерів при побудові систем автоматизації фізичних досліджень.* *Літ.: [5], [7], [12], [13]*
11	**Плати Arduino та вимірювальні пристрої на їх основі у фізичних вимірюваннях.** *Плати Arduino на основі мікроконтролерів AVR, їх різновиди, призначення та можливості. Особливості програмування Arduino, стандартні програмні інструменти для роботи з ними. Вимірювальні та інтерфейсні модулі для роботи з Arduino. Програмні бібліотеки для Arduino. Використання Arduino для побудови автоматизованих вимірювальних систем.* *Літ.: [5], [7], [12], [13]*
12	**Мікроконтролери ARM у фізичних дослідженнях. Платформа Raspberry Pi та її можливості.** *Сімейство 32-бітних мікроконтролерів ARM. Особливості схемної архітектури, електричні параметри та схеми підключення. Особливості програмування контролерів ARM. Одноплатні комп'ютери Raspberry Pi на основі ARM процесорів, їх різновиди, особливості і можливості. Використання Raspberry Pi комп'ютерів при побудові систем автоматизації фізичних досліджень.* *Літ.: [6], [14], [15]*
13	**Сімейство мікроконтролерів STM32 та їх використання при автоматизації фізичних досліджень.** *Сімейство 32-бітних мікроконтролерів STM32 як різновид контролерів ARM, призначених для задач автоматизації. Особливості схемної архітектури, електричні параметри та схеми підключення. Особливості програмування контролерів STM32. Використання контролерів STM32 при побудові систем автоматизації фізичних досліджень.* *Літ.: [10], [15]*

Лабораторні роботи

Лабораторна робота № 1. Визначення параметрів електричного сигналу за допомогою цифрового осцилографа SDS1000X-E.

Лабораторна робота № 2 . Генерація сигналів спеціальної форми за допомогою цифрового генератора SDG1000X.

Лабораторна робота № 3. Вивчення фігур Лісажу за допомогою цифрового генератора SDG1000X та цифрового осцилографа SDS1000X-E.

Лабораторна робота № 4. Керування світло діодами за допомогою мікроконтролера PIC16F84A.

Лабораторна робота №5. Конфігурація та робота з мікрокомп'ютером Raspberry Pi. Програмування та використання послідовного порту мікрокомп'ютера.

Лабораторна робота № 6. Дослідження властивостей терморезистора за допомогою плати Raspberry Pi Pico модуля АЦП ADS1115.

Лабораторна робота № 7. Визначення залежності електричного опору зразка від температури за допомогою модуля аналогового вводу ICP-CON I-7019.

Лабораторна робота № 8. Вивчення можливостей мікрокомп'ютера ICP-CON I-7188E5. Дослідження властивостей опторезистора за допомогою мікрокомп'ютера ICP-CON I-7188E5 модуля аналогового вводу ICP-CON I-7019.

Лабораторна робота № 9. Вимірювання температури та вологості повітря з використанням плати Arduino Mega 2560.

Лабораторна робота № 10. Розробка електронного термометра на основі плати Arduino Uno.

Лабораторна робота № 11. Розробка вимірювача напруженості магнітного поля на основі плати Arduino Uno.

Лабораторна робота № 12. Розробка стабілізатора температури на основі плати Arduino Uno.

Лабораторна робота № 13. Керування роботою крокового двигуна на основі плати Arduino Uno.

12. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента є основним засобом засвоєння навчального матеріалу у вільний від навчальних занять час і включає:

№ з/п	*Вид самостійної роботи*	*Кількість годин СРС*
1	*Підготовка до аудиторних занять*	*54*
2	*Підготовка до МКР*	*6*
3	*Підготовка до заліку*	*8*

Політика та контроль

13. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Обов'язкове відвідування студентами лекцій і лабораторних робіт. У разі хвороби студент зобов'язаний представляти медичну довідку, в інших випадках (наприклад, сімейні обставини) питання вирішується в індивідуальному порядку разом із викладачем. Відвідування лекцій та практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюються. У будь-якому випадку студентам рекомендується відвідувати усі види занять, оскільки на них викладається теоретичний матеріал і розвиваються практичні навички. Система оцінювання орієнтована в тому числі на отримання студентами заохочувальних балів за активність на самостійних і лабораторних заняттях, кількість заохочувальних балів за семестр не перевищує 6 балів.

Своєчасне виконання завдань контролюється політикою дедлайнів. Усі письмові роботи повинні бути здані та захищені до закінчення терміну теоретичного навчання в семестрі. За несвоєчасне виконання домашніх завдань і несвоєчасний захист лабораторних робіт призначаються штрафні бали.

Результат МКР для студента, який не з'явився на контрольний захід без поважних причин, є нульовим. У такому разі, студент має можливість написати МКР у термін, призначений викладачем, але максимальний бал за неї буде знижено.

Усі учасники освітнього процесу – викладачі та студенти – в процесі вивчення дисципліни мають керуватись політикою і принципами академічної доброчесності, визначеними Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: https://kpi.ua/code.

14. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Рейтинг за семестр складається з оцінки за лабораторні роботи та за виконання модульної контрольної роботи.

$$R_{сум} = R_{л} + R_{мкр}$$

Критерії нарахування балів.

Лабораторні роботи

Ваговий бал – 5. максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює 5 х 13 = 65 балів

бездоганна робота - 5 балів,
роботу виконано з незначними недоліками - 4 бали,
роботу виконано з певними помилками - 3 бали,
роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) 0 балів.

Модульний контроль

Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу 35 балів.

творча робота - 31 –35 балів,
роботу виконано з незначними недоліками - 26 –30 балів,
роботу виконано з певними помилками - 20 – 25 балів,
роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) - 0 балів.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Таблиця 1. Критерії оцінювання результатів роботи в семестрі.

№ з/п	*Контрольні заходи*	*Максимальна кількість балів*
1	Модульна контрольна робота	35
2	Лабораторні роботи	65
	Загалом	**100**

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування контрольної роботи та усіх лабораторних робіт, семестровий рейтинг не менше 60 балів. Якщо семестровий рейтинг складає не менше 60 балів, студент отримує залік автоматом.

Виконання всіх контрольних та лабораторних робіт є також умовою допуску до перескладання заліку, якщо рейтинг протягом семестру склав менше 60 балів. В такому разі рейтингова оцінка встановлюється в результаті співбесіди з викладачем з урахуванням вже набраних балів.

Якщо студент набрав протягом семестру 60 балів і більше, але хоче підвищити свою рейтингову оцінку, він може це зробити у співбесіді з викладачем.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	*Оцінка*
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

15. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *Перелік запитань наведено в Електронному кампусі КПІ ім. Ігоря Сікорського та в папці курсу на платформі «Сікорський».*
- *Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 ВІД 01.10.2020 р. «Про затвердження положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті».*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.ф.-м.н. асистентом Скиртою Юрієм Борисовичем

Ухвалено кафедрою загальної фізики (протокол № 6 від 06.06.2023)

Погоджено Методичною комісією факультету[1] (протокол № 10 від 27.07.2023)