

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова приймальної комісії  
Національного аерокосмічного  
університету ім. М.Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»



Олексій ЛИТВИНОВ

*03* 2024 р.

**ПРОГРАМА  
ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

для здобуття освітнього ступеня магістра  
за освітньо-професійною програмою  
зі спеціальності

**173 - АВІОНІКА**

(код та найменування)

(освітня програма «Системи автономної навігації та адаптивного управління  
(найменування)  
літальних апаратів»)

**у 2024 році**

Харків  
2024

## ВСТУП

Вступне випробування для здобуття освітнього ступеня магістра за освітньо-професійною програмою зі спеціальності 173 «Авіоніка» (освітня програма «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів») відбувається відповідно до «Правил прийому на навчання до Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» в 2024 році» у формі індивідуального письмового фахового іспиту, який приймає фахова екзаменаційна комісія з певної спеціальності (освітньої програми), склад якої затверджується наказом ректора Університету.

До фахового іспиту входять питання за темами:

- «Теорія автоматичного управління»;
- «Мікроконтролери в системах управління»;
- «Електроніка та основи схемотехніки»
- «Системи управління літальними апаратами».

Перелік питань за темами наведений у програмі.

### Критерії оцінювання знань

1. Результат фахового іспиту визначається за шкалою від 100 до 200 балів.
2. Екзаменаційний білет складається з 24-ти закритих тестових завдань.
3. Серед запропонованих у білеті відповідей на тестове завдання вступнику слід обрати одну правильну.
4. Результат фахового іспиту розраховується за формулою:  $80+k*n$ , де  $k$  – кількість балів за правильну відповідь на питання,  $n$  – кількість правильних відповідей).
5. Правильна відповідь на тестове завдання оцінюється у 5 балів, а неправильна – у 0 балів.
6. Якщо вступник отримав менше ніж 100 балів, то вважається що він не склав іспит і до участі в конкурсі не допускається.

## 1. Питання за темою «Теорія автоматичного управління»

1. Предмет вивчення і задачі дисципліни. Система, структура, елемент, організація. Об'єкт автоматичного управління. Пристрій автоматичного управління. Система автоматичного управління (САУ). Принцип автоматичного управління. Життєвий цикл САУ. Етапи проектування САУ.

2. Системи автоматичної стабілізації. Стабілізація фізичних величин. Вибір виконавчих органів. Характеристики двигунів серії СЛ. Методики розрахунку потрібної потужності виконавчого двигуна. Моделі електродвигунів серії СЛ. Характеристики електродвигунів серії СЛ. Наглядна модель. Графічна модель. Математична модель. Передавальна функція двигуна за керуючим впливом. Передавальна функція двигуна за збурюючим впливом. Функціональна схема ОАС. Структурна схема ОАС. Формування структури пристрою автоматичної стабілізації. Характеристики САС. Показники якості САС. Методи оцінювання стійкості САС. Метод Ляпунова. Метод Найквіста. Метод Гурвиця. Керованість, наглядаємість. Опис САС у просторі стану. Змінні стану. Матриця керованості. Матриця наглядаємісті. Використання принципу управління за збуренням для вирішення задачі стабілізації. Функціональна схема ОАС. Структурна схема ОАС. Формування структури пристрою автоматичної стабілізації. Характеристики САС. Інваріантність системи щодо збурення. Експериментальне визначення параметрів передавальних функцій ОАС. Лінеаризація нелінійних характеристик. Визначення коефіцієнта передачі елементів САС за статичними характеристиками. Визначення сталої часу за перехідними характеристиками. Визначення коефіцієнта передачі елементів САС та сталої часу за частотними характеристиками. Використання принципу управління за відхиленням для вирішення задачі стабілізації. Функціональна схема ОАС. Структурна схема ОАС. Формування структури пристрою автоматичної стабілізації. Характеристики замкненої САС. Показники якості замкненої САС. Частотні характеристики. Види частотних характеристик. Експериментальне та розрахункове отримання амплітудно-частотної, фазочастотної, амплітудно-фазочастотної та логарифмічних характеристик. Визначення показників якості САС за частотними характеристиками. Полоса пропускання. Коливаність. Частота зрізу. Методи синтезу САС. Корегуючі пристрої. Послідовні, паралельні корегуючі пристрої та корегуючі зворотні зв'язки. Метод синтезу за логарифмічними частотними характеристиками. Метод кореневого годографа. Цифрові САС. Квантування за часом. Квантування за рівнем. Вибір періоду квантування. Z-перетворення. Імпульсні передавальні функції САС. Характеристики цифрових САС.

3. Системи автоматичного позиціювання. Позиціювання фізичних величин. Задача позиціювання. Об'єкт автоматичного позиціювання (ОАП). Пристрій автоматичного позиціювання (ПАП). Функціональна схема об'єкта автоматичного позиціювання. Функціональна схема пристрою автоматичного позиціювання. Принцип управління за задаючим впливом. Функціональна схема системи автоматичного позиціювання (САП). Простір стану. Змінні стану. Опис ОАП у просторі стану. Структурна схема ОАП. Використання принципу управління за збуренням для вирішення задачі позиціювання. Принцип управління за збуренням. Функціональна схема об'єкта автоматичного позиціювання. Функціональна схема пристрою автоматичного позиціювання. Структурна схема ОАП. Структурна схема ПАП. Типові характеристики ОАП. Інваріантність. Передавальна функція когеруючого елементу. Аналіз функціональних властивостей об'єкта автоматичного позиціювання. Керованість ОАП. Наглядаємість ОАП. Стійкість ОАП. Використання принципу управління за відхиленням для вирішення задачі позиціювання. Принцип управління за відхиленням. Функціональна схема замкненої САП. Зворотний зв'язок. Структурна схема замкненої САП. Передавальні функції замкненої САП. Характеристики замкненої САП. Показники якості. Корегуючі пристрої. Точність замкненої САП. Швидкісна похибка. Послідовні, паралельні корегуючі пристрої та корегуючі зворотні зв'язки. Метод синтезу САП за логарифмічними частотними характеристиками. Метод кореневого годографа. Цифрові САП. Квантування за часом. Квантування за рівнем. Вибір періоду квантування. Z-перетворення. Імпульсні передавальні функції САП. Характеристики цифрових САП. Нелінійні САП. Елементарні нелінійності. Статичні характеристики найпростіших нелінійних елементів. Метод гармонійної лінеаризації нелінійностей. Коефіцієнти гармонійної лінеаризації. Характеристики гармонійно лінеаризованих нелінійних елементів. Області стійкості. Умови виникнення автоколивань. Граничний коефіцієнт передачі САП. Амплітуда автоколивань. Частота автоколивань. Залежність стійкості нелінійної САП від амплітуди вхідного сигналу.

### Література

1. Попович, М. Г. Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування : підручник [Текст] / М. Г. Попович, О. В. Ковальчук. – Київ : Либідь, 2007. – 656 с.
2. Басова, А. Є. Методи синтезу систем автоматичної стабілізації та позиціонування [Текст] : навч. посібник / А. Є. Басова, А. С. Кулік, С. М.

Пасічник, Н. М. Харіна. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 192 с.

3. Збірник задач із систем автоматичного управління [Текст] / О.Г.Гордін, К.Ю.Дергачов, В.Г.Джұлгаков та ін.; під заг. ред. А.С. Куліка, В.Ф. Симонова. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2009. – 206с.

4. Корчемний, М. О. Теоретичні основи автоматики : навч. посібник [Текст] / М. О. Корчемний, П. Б. Клендїй, М. В. Потапенко. – Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2011. – 304 с.

## 2. Питання за темою «Мікроконтролери в системах управління»

1. Схемотехніка дискретних елементів комп'ютерних систем. Аналогові та дискретні сигнали, форми передачі інформації. Основи алгебри логіки. Базові логічні функції та логічні елементи. Принципи формального опису логічних пристроїв. Етапи та засоби формалізованого синтезу комбінаційних схем. Аналітичний синтез комбінаційних схем. Застосування комбінаційних схем в комп'ютерних системах. Дискретні пристрої комбінаційного типу в інтегральному вигляді (мультиплексори, дешифратори, суматори тощо). Принципи побудови дешифраторів. Демультимплексори, кодери, арифметико-логічні пристрої. Цифрові компаратори. Дискретні пристрої із пам'яттю (тригери, регістри, лічильники). Основи використання елементів із пам'яттю. Класифікація запам'ятовувальних пристроїв. Структура та інтерфейс запам'ятовувальних пристроїв адресного типу. Застосування логічних схем із пам'яттю в комп'ютерних системах. Сучасні серії інтегральних мікросхем. Flash-пам'ять, EEPROM, пам'ять з послідовним доступом.

2. Структура, та базові принципи роботи мікроконтролерів. Мікропроцесорний пристрій як апаратно-програмний засіб реалізації алгоритмів управління. Класифікація мікропроцесорів. Особливості архітектури та програмного забезпечення цифрових регуляторів. Архитектура Фон Неймана та Гарвардська архітектура. Приклади бортових мікропроцесорних систем управління. Склад сімейства мікроконтролерів MCS-51. Функціональні особливості МК. Структура, функціональні можливості та апаратно-програмні ресурси MCS-51. Логічна організація пам'яті в MCS-51. Структура резидентної пам'яті. Регістровий файл, стек, регістри спеціальних функцій. Зовнішня пам'ять. Система команд та принципи програмування MCS-51. Формати команд та режими адресації даних. Особливості читання та виконання команд. Структура програми, засоби реалізація структурних елементів програми. Засоби розробки та тестування програм. Стек як область оперативної пам'яті із протоколом доступу FILO. Апаратні та програмні засоби

забезпечення протоколу FILO. Використання стеку при виконанні підпрограм. Реалізація периферійних функцій у мікропроцесорних системах. Порти паралельного та послідовного вводу-виводу даних. Загальна характеристика протоколів обміну даними між процесором та зовнішніми пристроями. Порти вводу-виводу у складі мікроконтролерів MCS-51. Взаємодія MCS-51 із зовнішньою пам'яттю. Характеристика периферійних блоків у складі MCS-51 та принципи їх взаємодії з процесором. Підключення засобів відображення даних. Реалізація функцій часу за допомогою таймерів цифрових контролерів. Структура, режими роботи, програмне налаштування таймерів у складі мікроконтролерів MCS-51. Розрахунок параметрів налаштування таймерів. Структура та принципи використання послідовного порту (УАПП) у складі мікроконтролерів MCS-51. Розрахунок режимів роботи та програмне налаштування УАПП. Поняття про переривання програми та принципи обробки переривань у мікропроцесорних системах. Структура та функції контролера переривань. Обробка переривань в мікроконтролерах MCS-51. Принципи програмного налаштування системи обробки переривань. Програмна підтримка обробки переривань.

3. Мікроконтролерні обчислювачі з шинною архітектурою. Шинна архітектура як базовий принцип побудови обчислювальних пристроїв. Шинні ресурси мікроконтролерів. Мінімальна та максимальна архітектура мікроконтролерної системи. Структура технічного завдання на проектування мікропроцесорного пристрою. Побудова буферних каскадів. Діаграма формування сигналів управління та побудова блоку формування цих сигналів. Типові схемотехнічні засоби формування шинного інтерфейсу систем на базі мікроконтролерів MCS-51. Організація пам'яті та розподіл адресного простору (АП) мікропроцесорної системи. Класифікація та вибір запам'ятовувальних пристроїв. Розрахунок ресурсів запам'ятовувальних пристроїв. Основи розрахунку блоків пам'яті. Методика розрахунку адресних селекторів у складі мікропроцесорних пристроїв та формування їх схемотехнічної реалізації. Типові структури каналів аналого-цифрового вводу-виводу. Характеристика протоколів обміну даними. Приклади апаратно-програмної реалізації каналів аналого-цифрового перетворення. Принципи побудови багатоканальних систем збирання даних (СЗД). Сучасні серії мікросхем аналого-цифрових та цифроаналогових перетворювачів.

4. Введення та виведення аналогових сигналів у МП-системі на основі імпульсних перетворювачів. Апаратна реалізація входних частотно-імпульсних модуляторів (ЧІМ). Апаратно-програмне вимірювання частоти та періоду імпульсів на МК. Точність та параметричні обмеження процесу вимірювання

частоти або періоду імпульсів. Відновлення значення фізичного параметра, вимірюного на основі ЧІМ. Апаратна реалізація вхідних широтно-імпульсних модуляторів (ШІМ). Апаратно-програмне вимірювання тривалості імпульсів на МК. Апаратна реалізація вихідних ШІМ. Програмна реалізація вихідних ШІМ-імпульсів. Точність та параметричні обмеження процесу вимірювання ширини імпульсів. Відновлення значення фізичного параметра, вимірюного на основі ШІМ. Використання внутрішньосистемних послідовних інтерфейсів. Інтегральні АЦП із послідовним інтерфейсом. Інтегральні ЦАП із послідовним інтерфейсом. Підключення до МК інтегральних АЦП та ЦАП із послідовним інтерфейсом. Протоколи та програмна підтримка обміну даними. Особливості архітектури та класифікація МК сімейства AVR. Области застосування МК AVR. Номенклатура та структура периферійних пристроїв у складі МК AVR. Огляд системи команд та принципів розробки програмного забезпечення. Функціонування таймерів у складі МК AVR. Огляд системи команд та принципів розробки програмного забезпечення МК AVR.

5. Основи проектування мікроконтролерних обчислювачів. Структура технічного завдання на проектування цифрового контролера. Основні системні параметри та вимоги до контролера. Огляд етапів проектування контролера. Оцінювання потрібних ресурсів МК- системи. Критерії вибору конфігурації контролера відповідно до структури системи управління. Розрахунок ресурсів запам'ятовувальних пристроїв. Розподіл адресного простору (АП) мікропроцесорної системи. Основи розрахунку адресних селекторів та блоків пам'яті. Методика розрахунку адресних селекторів у складі МП-пристроїв та формування їх схемотехнічної реалізації. Основи вибору та розрахунку аналого-цифрових та цифроаналогових перетворювачів різних типів. Реалізація періоду дискретизації на основі програмних затримок. Використання таймерів для формування періоду виконання обчислень за алгоритмами керування. Забезпечення повернення на початок блоку обчислень. Використання таймерів для формування багатократних періодів.

### Література

1. Грищук Ю. С. Мікроконтролери: Архітектура, програмування та застосування в електромеханіці : навч. посіб. / Ю. С. Грищук. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 384 с.
2. Фурман, І. О. Мікроелектронні засоби програмного керування / І. О. Фурман, М. Л. Малиновський, В. Г. Джулгаков / Під заг. ред. І. О. Фурмана : Підручник для студентів ВНЗ. – Харків : Факт, 2007. – 486 с.

3. Джулгаков, В. Г. Проектування цифрових контролерів : навч. посіб. / В. Г. Джулгаков, К. І. Руденко : Навч. посібник. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т «Харьк. авіац. ін-т», 2008 – 100 с.
  4. Джулгаков, В. Г. Мікроконтролери в системах керування. Microprocessor Control Systems [Текст] : навч. посіб. до лаб. робіт / В. Г. Джулгаков. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. С. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 144 с.
  5. Поджаренко, В. О. Основи мікропроцесорної техніки : навч. посіб. / В. О. Поджаренко, В. Ю. Кучерук, В. М. Севастьянов. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 226 с.
- Прокопенко, В. С. Програмування мікроконтролерів ATMEЛ мовою С / В. С. Прокопенко. – Харків : Бізнес-Інформ, 2012. – 392 с.

### **3. Питання за темою «Електроніка і основи схемотехніки»**

1. Напівпровідники. Принцип дії р-п переходу. Вплив домішок на напівпровідник.
2. Напівпровідникові діоди. Застосування напівпровідникових діодів для випрямлення змінного струму. Схеми однофазних випрямлячів.
3. Напівпровідникові стабілітрони. Принцип дії. Застосування стабілітронів. Параметричний стабілізатор на стабілітроні.
4. Принцип дії біполярного транзистора. Режими роботи біполярних транзисторів. Статичні вхідні та вихідні характеристики біполярного транзистора.
5. Основні схеми включення біполярних транзисторів. Властивості схем включення біполярних транзисторів.
6. Малосигнальні h-параметри біполярних транзисторів.
7. Польовий транзистор з управляючим р-п переходом. Принцип роботи. Основні характеристики та параметри.
8. МДН польові транзистори. Принцип роботи. Основні характеристики та параметри.
9. Схеми включення ПТ зі спільним затвором, стоком та витокком. Основні властивості схем включення ПТ.
10. Транзисторний підсилювач сигналів. Основні параметри та характеристики. Зворотній зв'язок в підсилювачах сигналів. Визначення робочої точки.
11. Транзисторні каскади підсилення. Режими роботи каскадів підсилення. Диференційний підсилювальний каскад на біполярних транзисторах.



12. Інтегральний операційний підсилювач. Основні властивості ідеального операційного підсилювача. Внутрішня структура операційного підсилювача. Зворотній зв'язок в схемах з ОП.

13. Характеристики операційного підсилювача. Основні схеми включення операційного підсилювача. Диференційна схема включення операційного підсилювача.

14. Схеми виконання математичних операцій на операційному підсилювачі. Схема суматора. Схема інтегрування. Схема диференціювання.

15. Схеми логарифмічного та анти логарифмічного перетворення на операційному підсилювачі. Схеми виконання арифметичних операцій з використанням логарифмічних схем на операційному підсилювачі.

16. Аналогові компаратори. Основні характеристики. Тригер Шмітта.

17. Генератори сигналів. Мультивібратори.

18. Активні фільтри на операційних підсилювачах. Призначення та класифікація Структура й принцип дії логічних елементів. Основні параметри й характеристики логічних елементів активних фільтрів.

19. Комбінаційні логічні пристрої. Шифратори й дешифратори. Мультиплексори й демультіплексори. Суматори. Цифровий компаратор.

20. RS-тригери на логічних елементах. Різновиди RS-тригерів. JK-тригери. D-тригер і T-тригер.

21. Зсувні регістри. Функціональні вузли на базі регістрів зсуву. Електронні лічильники.

22. Запам'ятовуючі електронні пристрої. Основні параметри й види запам'ятовуючих пристроїв. Статичні ОЗП. Динамічні ОЗП. Енергонезалежні ОЗП. Основні структури ОЗП. Постійні запам'ятовуючі пристрої. Флеш-пам'ять.

23. Цифро-аналогові перетворювачі. Аналого-цифрові перетворювачі. Основні параметри ЦАП та АЦП. Принцип дії. Схемні рішення ЦАП та АЦП.

### Література

1. Колонтаєвський, Ю. П. Промислова електроніка та мікросхемотехніка: теорія і практикум [Текст] : навч. посіб. / Ю. П. Колонтаєвський, А. Г. Сосков / за ред. А. Г. Соскова. – К. : Каравела, 2004. – 432 с.
2. Оксанич, А. П. Комп'ютерна електроніка [Текст] : навч. посіб. для студентів вищих навч. закладів у 2 ч. / А. П. Оксанич, С. Е. Притчин, О. В. Вашерук. – Х. : Компанія СМІТ, 2006. – 200 с.
3. Електроніка та мікросхемотехніка (Електронний ресурс): навчальний посібник для студентів напрямку підготовки 6.050702 "Електромеханіка"/ А.А. Щерба, К.К. Победаш, В.В. Святненко; - Київ: НТТУ Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/3569>

#### 4. Питання за темою «Системи управління літальними апаратами»

1. Загальні поняття про закони керування літаками та способи їх реалізації. Основні види СУ польотом літака. Поняття про закони керування та передаточні функції САК. Типова структура сервоприводу САК. Математичні моделі сервоприводу з різними видами зворотних зв'язків. Класифікація каналів автоматичного управління, особливості їх апаратної реалізації.

2. Літак як об'єкт управління. Поняття про стійкість та керованість літака. Основні системи координат у динаміці польоту. Математичні моделі просторового руху літака.

3. Математичні моделі поздовжнього руху літака. Показники поздовжньої керованості. Вимоги до пілотажних характеристик літака у поздовжньому русі.

4. Математичні моделі бокового руху літака. Передумови розділення повного бокового руху літака на ізольовані види руху. Моделі ізольованих видів бокового руху літака. Показники бокової керованості літака.

5. Системи поліпшення динамічних властивостей контурів штурвального управління. Демпфери тангажу. Автомати поздовжньої стійкості. Автомати поздовжнього керування.

6. Корекція передаточних чисел систем керування. Автоматична корекція статичних характеристик поздовжньої керованості.

7. Демпфери крену та рискання, автомати флюгерної стійкості. Автомати поліпшення керованості по крену. Автомати перехресного зв'язку.

8. Активні системи управління польотом літака. Поняття про активні системи управління польотом. Задачі, що вирішуються активними системами управління польотом. Типова структура активної СУЛ. Керування нестійким літаком.

9. Автоматичне управління кутом тангажу. Типові режими роботи автопілотів. Закони керування, реалізовані у СУЛА. Типова структура та закони керування автопілотів тангажу.

10. Динамічні характеристики та характеристики точності автопілотів тангажу. Типова структура та закони управління перевантажувальних автопілотів.

11. Автоматичне управління кутами крену та рискання. Типова структура, закони керування, динамічні характеристики та характеристики точності характеристики автопілотів крену. Класифікація курсових автопілотів. Типова структура, закони керування, динамічні характеристики та характеристики точності курсових автопілотів перехресної схеми.

12. Синтез контуру стабілізації літака на ЛЗШ.

13. Способи автоматичного керування швидкістю польоту. Особливості керування швидкістю польоту через канал тангажу. Типова структура та закони керування автоматів тяги. Динамічні та точнісні характеристики контуру керування швидкістю польоту.

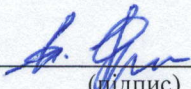
14. Автоматичне та директорне керування зльотом та посадкою. Типові траєкторії зльоту та посадки. Структура контурів автоматичного та

директорного керування при заході на посадку. Динамічні властивості контурів керування посадкою. Автоматичне та директорне керування польотом по маршруту. Вертоліт як об'єкт управління.

### Література

1. Немшилов Ю.О. Моделі систем управління літальними апаратами та методи експериментальних досліджень [Текст]: Навч. посіб. / Ю.О. Немшилов. - Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського "ХАІ", 2019. - 160 с.
2. Харченко В.П. Авіоніка: Навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. - К.: НАУ, 2013.-272 с.
3. Irian Hopkins, Resources for the teaching of discrete mathematics, American Mathematical Association, 2008
4. John Dwyer & Suzy Jagger, Discrete Mathematics for Business & Computing, 1st Edition. 2010 ISBN 978-1907934001.
5. Dynamics and Control of Electrical Drives, Wach Piotr, 2011, 454 p.
6. Aerospace Actuators 3: European Commercial Aircraft and Tiltrotor Aircraft, Jean Charles Maré, 2018, 194 p.

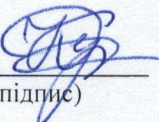
Гарант освітньої програми «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів»

  
(підпис)

Анатолій КУЛІК  
(ім'я та прізвище)

Програму розглянуто й узгоджено на випусковій кафедрі № 301  
Протокол № 7 від « 29 » лютого 2024 р.

Завідувач кафедри 301

  
(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ  
(ім'я та прізвище)

Програму вступного випробування для здобуття освітнього ступеня магістра за освітньо-професійною програмою зі спеціальності 173 «Авіоніка» (освітня програма «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів») узгоджено науково-методичною комісією Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» з галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації».

Протокол № 8 від « 22 » березня 2024 р.

Голова НМК 2  
к.т.н., доц.



Дмитро КРИЦЬКИЙ