



# ОСНОВИ КОСМОЛОГІЇ

## Робоча навчальна програма дисципліни (силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка</i>
Освітня програма	<i>Інженерія авіаційних та ракетно-космічних систем</i>
Статус дисципліни	<i>За вибором</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, 5 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / МКР</i>
Розклад занять	<i>Час і місце проведення аудиторних занять викладені на сайті <a href="http://roz.kpi.ua/">http://roz.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: професор Салюк Ольга Юріївна, o.y.saliuk@gmail.com, +380503128759 Практичні: професор Салюк Ольга Юріївна, o.y.saliuk@gmail.com, +380503128759</i>
Розміщення курсу	<i>CAMPUS, Платформа Сікорський</i>

### Програма навчальної дисципліни

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

*Програму навчальної дисципліни «Основи космології» складено відповідно до освітньої програми «Інженерія авіаційних та ракетно-космічних систем» підготовки бакалаврів спеціальності 134 – Авіаційна та ракетно-космічна техніка.*

***Мета навчальної дисципліни** – формування та закріплення у здобувачів компетентностей, навичок та вмінь щодо використання основних фізичних законів та методів досліджень в космології та астрофізиці, вміння правильно оцінювати границі застосування фізичних законів, та принципову можливість виникнення тих чи інших явищ; вміння поєднувати фізичну суть природних явищ з аналітичними співвідношеннями, які описують ці явища; здатність пов'язувати макроскопічне описання явищ з їх мікроскопічними механізмами.*

***Предмет навчальної дисципліни** – основні фізичні явища у Всесвіті, методи їх спостереження і дослідження.*

#### ***Програмні результати навчання.***

*Компетентності:*

- ЗК04 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.*
- ЗК06 Здатність генерувати нові ідеї (креативність).*
- ЗК07 Здатність приймати обґрунтовані рішення.*

- ЗК08 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК12 Здатність працювати автономно.
- ФК07 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення при навчанні та у професійній діяльності.
- ФК11 Знання основних законів механіки, молекулярної фізики, електромагнетизму, оптики, атомної фізики, електротехніки, електроніки, органічної і неорганічної хімії
- ФК12 Знання методів теоретичної механіки для розв'язання задач статички, кінематики, динаміки

### **Програмні результати навчання.**

- ПРН03 Володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій в обсязі, достатньому для навчання та професійної діяльності.
- ПРН04 Пояснювати свої рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і нефахівцям в ясній і однозначній формі.
- ПРН05 Володіти навичками самостійного навчання та автономної роботи для підвищення професійної кваліфікації та вирішення проблем в новому або незнайомому середовищі.
- ПРН07 Володіти логікою та методологією наукового пізнання, що ґрунтується на розумінні сучасного стану і методології предметної області.
- ПРН24 Застосовувати у навчальній і професійній діяльності основні закони механіки, молекулярної фізики, електромагнетизму, оптики, атомної фізики, електротехніки, електроніки, органічної і неорганічної хімії.
- ПРН25 Вміння використовувати методи теоретичної механіки для розв'язання задач статички, кінематики, динаміки.

## **2. Пререквізити та постреквізити навчальної дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Вивчення даної навчальної дисципліни базується на використанні багатого математичного апарату, сучасних комп'ютерних методів обробки та візуалізації інформації. Особливим є взаємозв'язок астрофізики та фізики - астрофізика містить у собі весь діапазон понять сучасної фізики.

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

Дисципліна структурно розділена на 7 розділів:

Розділ 1. Астрономічна картина світу. Визначальна роль астрофізики і космогонії у її побудові.

Розділ 2. Елементи небесної механіки і динаміки космічних польотів.

Розділ 3. Основи теоретичної та практичної астрофізики.

Розділ 4. Фізична природа тіл сонячної системи.

Розділ 5. Фізика зір, субзір та їх систем. Фізика туманностей.

Розділ 6. Елементи космогонії та космології.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Базова література:**

1. **Вступ до астрофізики та космогонії:** підручник / В. А. Захожай. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. – 208 с.
2. **Астрофізика:** підручник / Ю. В. Александров, В. Г. Шевченко. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. – 252 с.

3. **Загальна астрономія: підручник для вищих навчальних закладів** / С. М. Андрієвський, С. Г. Кузьменков, В. А. Захожай, І. А. Климишин. – Харків : ПромАрт, 2019. – 524 с.
4. **Відьмаченко А.П., Стеклов О.Ф. Фізичні характеристики природних супутників планет.** Монографія. Київ: НУБіП України, 2023. 198 с. ISBN 978=617-8351-85-2
5. **Vannikova Elena, Capaccioli Massimo. Foundations of Celestial Mechanics. Textbook.** Springer, 2022. 392 pp. ISSN 1868- 4513 ISSN 1868-4521 (electronic) ISBN 978-3-031- 04575-2 ISBN 978-3-031-04576-9

#### **Додаткова література:**

1. Кузьменков С. Г., Сокол І. В. **Сонячна система: збірник задач: навчальний посібник.** - Київ: Вища школа, 2007. – 168 с.
2. Кузьменков С. Г. **Зорі: астрофізичні задачі з розв'язанням: навчальний посібник.** - Київ: Освіта України, 2010. - 206 с.
3. **Постнов К.А., Засов. А.В. М. Курс общей астрофизики.** – Москва: Физический факультет МГУ, 2005, 192 с.
4. **Соболев В.В. Курс теоретической астрофизики.** – Москва: Наука, 1985, 504 с.
5. **Мартынов Д.Я. Курс практической астрофизики.** – Москва: Наука, 1977, 544с.

#### **Інформаційні ресурси:**

1. Електронний кампус НТУУ «КПІ», методичне забезпечення до кредитного модуля «Астрофізика». <https://ecampus.kpi.ua>.
2. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського: <http://www.nbuv.gov.ua/>
3. Науково-технічна бібліотека КПІ ім. Ігоря Сікорського <http://library.kpi.ua>.
4. Сторінка курсу на платформі дистанційного навчання "Сікорський" <https://do.ipk.kpi.ua>

### **Навчальний контент**

#### **5. Методика опанування навчальної дисципліни**

Навчальна частина дисципліни складається з лекційного матеріалу, практичних занять та контрольних заходів у вигляді МКР та заліку. 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, а також місце навчальної дисципліни серед інших 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:**

№	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	<p>РОЗДІЛ 1. Астрономічна картина світу. Визначальна роль астрофізики і космогонії у її побудові.</p> <p><b>Лекція 1. Астрономічна картина світу. Визначальна роль астрофізики і космогонії у її побудові.</b></p> <p>Просторовий розподіл галактик та просторово-часові масштаби в космології. Космологічний принцип, розширення Всесвіту, закон Хаббла. Етапи становлення космології як науки.</p> <p>([1], розділ 1; [3], розділ 1)</p>
2.	<p>РОЗДІЛ 1. Астрономічна картина світу. Визначальна роль астрофізики і космогонії у її побудові.</p> <p><b>Лекція 2.</b></p>

	<i>Предмет і задачі та засоби та методи астрономічних досліджень. Специфіка методів дослідження астрофізики та космогонії. Короткий нарис будови Метагалактики</i> ([1], розділ 1; [2], глава 6)
3.	<i>РОЗДІЛ 2. Елементи небесної механіки і динаміки космічних польотів</i> <i>Лекція 3. Основи небесної механіки</i> <i>Закон всесвітнього тяжіння. Задача двох тіл. Узагальнений третій закон Кеплера. Визначення мас небесних тіл. Задача трьох і більше тіл. Поняття про збурений рух. Відкриття нових планет. Проблема стійкості Сонячної системи. Система Земля– Місяць: припливні ефекти.</i> ([3], розділ 6)
4.	<i>РОЗДІЛ 2. Елементи небесної механіки і динаміки космічних польотів</i> <i>Лекція 4. Елементи космонавтики</i> <i>Космічні швидкості. Елементи практичної космонавтики. Умови видимості штучного супутника Землі. Польоти космічних апаратів до Місяця і планет. Практичні здобутки космонавтики.</i> ([3], розділ 7)
5.	<i>РОЗДІЛ 3. Основи теоретичної та практичної астрофізики</i> <i>Лекція 5. Елементи теоретичної астрофізики</i> <i>Елементи теорії переносу випромінювання. Закони випромінювання і поглинання. Принципи астрофотометрії. Формула Погсона. Колориметрія. Фотометричні системи.</i> ([3], розділ 8; [2], глава 6)
6.	<i>РОЗДІЛ 3. Основи теоретичної та практичної астрофізики</i> <i>Лекція 6. Елементи теоретичної астрофізики</i> <i>Елементи теорії атомних спектрів. Ефекти Доплера, Зеемана і Штарка. Газові закони. Основи спектрального аналізу та його результати. Нетеплові механізми випромінювання. Елементи магнітної електродинаміки та фізики плазми. Основи релятивістської астрофізики.</i> ([3], розділ 8; [2], глава 6)
7.	<i>РОЗДІЛ 3. Основи теоретичної та практичної астрофізики</i> <i>Лекція 7. Елементи практичної астрофізики</i> <i>Телескопи</i> <i>Загальні характеристики телескопів. Системи оптичних телескопів. Сонячні телескопи. Радіотелескопи і радіоінтерферометри. Телескопи ІЧ-, УФ- та X-діапазону.</i> ([3], розділ 9; [2], глава 3)
8.	<i>РОЗДІЛ 3. Основи теоретичної та практичної астрофізики.</i> <i>Лекція 8. Методи і прилади реєстрації випромінювання небесних тіл</i> <i>Приймачі випромінювання. Допоміжні прилади. Методи реєстрації енергії у позаоптичних діапазонах. Нейтринні і гравітаційно-хвильові детектори.</i> ([3], розділ 9; [2], глава 3)
9.	<i>РОЗДІЛ 4. Фізична природа тіл сонячної системи</i> <i>Лекція 9. Сонце.</i> <i>Основні параметри Сонця. Сонячна стала. Спектр і хімічний склад Сонця. Фотосфера. Хромосфера і корона Сонця. Сонячний вітер. Сонячна активність. Циклічність сонячної активності. Причина сонячної активності. Зв'язок між рівнем сонячної активності і земними явищами. Безпосереднє використання сонячної енергії.</i> ([3], розділ 11; [2], глава 7)
10.	<i>РОЗДІЛ 4. Фізична природа тіл сонячної системи</i> <i>Лекція 10. Планети та їх супутники</i>

	<p><i>Визначення поняття «планета». Елементи фізики планет. Загальні характеристики планет. Меркурій. Венера. Система Земля–Місяць. Марс. Юпітер. Сатурн. Уран. Нептун. Карликові планети.</i></p> <p><i>([3], розділ 12; [2], глава 7)</i></p>
11.	<p><i>РОЗДІЛ 4. Фізична природа тіл сонячної системи</i></p> <p><i>Лекція 11. Малі тіла Сонячної системи: астероїди, метеороїди, комети, міжпланетний пил.</i></p> <p><i>Астероїди. Комети. Метеори і метеорні потоки. Метеорити. Астероїдна загроза. Зодіакальне світло і протисяйво.</i></p> <p><i>([3], розділ 13; [2], глава 7)</i></p>
12.	<p><i>РОЗДІЛ 5. Фізика зір, субзір та їх систем. Фізика туманностей</i></p> <p><i>Лекція 12. Спостережувані характеристики зір</i></p> <p><i>Відстані до зір. Абсолютна зоряна величина. Світності зір. Температури і радіуси зір. Маси зір. Спектри зір. Спектральна класифікація. Діаграма «спектральний клас–світність». Класи світності. Ефекти обертання, турбулентності, магнітного поля і атмосферної стратифікації елементів у спектрах зір.</i></p> <p><i>([1], розділ 4; [3], розділ 14; [2], глава 4)</i></p>
13.	<p><i>РОЗДІЛ 5. Фізика зір, субзір та їх систем. Фізика туманностей.</i></p> <p><i>Лекція 13. Внутрішня будова зір.</i></p> <p><i>Механічна і теплова рівновага зір Джерела зоряної енергії. Ефективність виділення енергії в pp- та CNO-циклах. Моделі зір. Компактні зорі: субзорі, білі карлики, нейтронні зорі. Поняття про чорні діри. Кратні зоряні та субзоряні системи. Планетні системи. Методи пошуку екзопланет. Властивості екзопланетних систем. Проблема SETI. Пульсуючі змінні зорі. Еруптивні змінні зорі.</i></p> <p><i>([1], розділ 5; [3], розділ 15-18; [2], глава 4)</i></p>
14.	<p><i>РОЗДІЛ 6. Елементи космогонії та космології</i></p> <p><i>Лекція 14. Елементи космогонії</i></p> <p><i>Формування галактик. Ранні стадії еволюції зір. Відхід зорі від головної послідовності. Особливості еволюції субзір і зір малих мас. Утворення білих карликів і планетарних туманностей. Еволюція масивних зір. Наднові зорі. Утворення нейтронних зір та чорних дір. Особливості еволюції тісних подвійних систем. Елементи планетної космогонії.</i></p> <p><i>([1], розділ 7; [3], розділ 23; [2], глава 6)</i></p>
15.	<p><i>РОЗДІЛ 6. Елементи космогонії та космології.</i></p> <p><i>Лекція 15. Космологічні моделі однорідного ізотропного Всесвіту.</i></p> <p><i>Спостережувані аспекти. Великомасштабна структура Всесвіту, утворена галактиками, їхніми групами, скупченнями та надскупченнями, порожнинами. Енергетика, динаміка та хімічний склад міжзоряного середовища. Проблема температури та електронної концентрації областей нейтрального водню. Міжзоряне поглинання світла. Розсіяння Комптона-Томсона. Ефект Сюняєва-Зельдовича в скупченнях галактик. Емісійні туманності. Утворення планетарних туманностей. Зони іонізованого водню. Космічні промені в Галактиці.</i></p> <p><i>([1], розділ 7; [3], розділ 23; [2], глава 6)</i></p>
16.	<p><i>РОЗДІЛ 6. Елементи космогонії та космології.</i></p> <p><i>Лекція 16. Космологічні моделі однорідного ізотропного Всесвіту.</i></p> <p><i>Середнє співвідношення густини пилової і газової компоненти в міжзоряному середовищі. Фізико-хімічні властивості пилинок міжзоряного середовища. Проблема зореутворення. Геометрія Робертсона-Уолкера. Рівняння де Сіттера. Рівняння Фрідмана. Стандартна космологічна модель. Принцип Маха і Космологічний принцип. Структура Всесвіту. Часово-просторові масштаби. Видимий горизонт подій.</i></p> <p><i>([1], розділ 7; [3], розділ 23; [2], глава 6)</i></p>



17.	<p><i>РОЗДІЛ 6. Елементи космогонії та космології.</i></p> <p><b>Лекція 17.</b> Темна матерія і темна енергія.</p> <p>Темна матерія і темна енергія. Всесвіт, що розширюється з прискоренням. Основні кандидати на роль темної матерії і темної енергії. Хімічна еволюція Всесвіту. Проблема походження первинних хімічних елементів (гелію, дейтерію, водню).</p> <p>([1], розділ 7; [3], розділ 24; [2], глава 6)</p>
18.	<p><i>РОЗДІЛ 6. Елементи космогонії та космології.</i></p> <p><b>Лекція 18.</b> Реліктове випромінювання та моделі раннього Всесвіту.</p> <p>Середня густина баріонної речовини. Космологічна константа. Антиматерія. Відкритий, закритий та плоский Всесвіт. Теорія Великого вибуху Всесвіту. Інфляційна стадія. Реліктове радіовипромінювання Реліктові нейтрино. Епоха формування галактик. CDM і HDM моделі формування великомасштабних структур у Всесвіті. Походження обертання галактик. Першопочаткові магнітні поля. <math>\Lambda</math>CDM модель Всесвіту.</p> <p>([1], розділ 7; [3], розділ 24; [2], глава 6)</p>

### **Практичні заняття:**

Заняття 1. Астрономічна картина світу. Визначальна роль астрофізики і космогонії у її побудові.
Заняття 2. Предмет і задачі та засоби та методи астрономічних досліджень.
Заняття 3. Основи небесної механіки.
Заняття 4. Елементи космонавтики.
Заняття 5. Елементи теоретичної астрофізики
Заняття 6. Елементи теоретичної астрофізики.
Заняття 7. Елементи практичної астрофізики Телескопи.
Заняття 8. Методи і прилади реєстрації випромінювання небесних тіл.
Заняття 9. Фізична природа тіл сонячної системи.
Заняття 10. Фізична природа тіл сонячної системи.
Заняття 11. Фізична природа тіл сонячної системи.
Заняття 12. Спостережувані характеристики зір.
Заняття 13. Внутрішня будова зір.
Заняття 14. Елементи космогонії та космології.
Заняття 15. Космологічні моделі однорідного ізотропного Всесвіту
Заняття 16. Темна матерія і темна енергія.
Заняття 17. Реліктове випромінювання та моделі раннього Всесвіту
Заняття 18. МКР

## 6. 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	34
2	Підготовка до МКР	6
3	Підготовка до заліку	8
	Всього	48

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- **правила відвідування занять:** заохочувальні або штрафні бали за відвідування/пропуски занять не нараховуються. Бали можуть бути нараховані за відповідні види навчальної активності на практичних заняттях.
- **правила поведінки на заняттях:** студент має виконувати вказівки викладача щодо роботи на занятті, поводитися стримано й чемно та не заважати іншим студентам і викладачу. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації в дистанційному курсі на платформі Сікорський або інших веб-ресурсах здійснюється за умови вказівки викладача;
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:** перелік випадків, коли студент отримує заохочувальні та штрафні бали наведений у РСО до даного курсу.
- **політика дедлайнів та перескладань:** якщо студент не проходив або не з'явився на контрольну роботу (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів. Успішним вважається виконання контрольної роботи, якщо студент отримав за неї не менш, ніж 30% від максимальної кількості балів. У випадку пропуску контрольної роботи без поважної причини або неуспішної здачі контрольної роботи перескладання контрольної роботи здійснюється за узгодженням з викладачем, при цьому максимальна оцінка, яку студент може отримати за контрольну роботу, зменшується на 3 бали;
- **політика щодо академічної доброчесності:** Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;
- - **при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем** (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

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

**Поточний контроль:** опитування за темою заняття, МКР, наукова доповідь та участь в обговоренні.

**Календарний контроль:** проводиться двічі за семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

**Семестровий контроль:** залік.

**Умови допуску до семестрового контролю, мінімальна позитивна оцінка за МКР, мінімальна позитивна оцінка за наукову доповідь, семестровий рейтинг не менше 40 балів.**

### **Рейтингова система оцінювання результатів навчання**

Рейтинг студента з освітнього компонента розраховується зі 100 балів, з яких 60 балів складає стартовий рейтинг, що студент заробляє на протяжі семестру. Стартовий рейтинг складається з балів, які студент отримує за:

- 1) роботу на практичних заняттях;
- 2) модульну контрольну роботу;
- 3) наукову доповідь.

#### **2. Критерії нарахування балів:**

##### **2.1. Виконання контрольної роботи:**

- творча робота – 16-20 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 10-15 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 4-10 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

##### **2.2. Наукова доповідь :**

- бездоганна робота – 16-20 балів;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 10-15 балів;
- відсутність на занятті без поважних причин – штрафний –1 бал.

#### **3. Робота під час практичних занять**

Ваговий бал – 5.

Повна відповідь ("відмінно")	5 бали.
Часткова відповідь ("добре")	3-4 бали.
Задовільна відповідь ("задовільно")	1-2 бали.
Незадовільна відповідь ("незадовільно")	0 балів.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює  $5 \times 4 = 20$  балів.

4. Умовою допуску до заліку є наукова доповідь та участь в обговоренні доповідей однокурсників, написання МКР та стартовий рейтинг не менше 24 балів.

5. На заліку студенти готують відповіді на два теоретичних питання. Перелік питань наведено у Кампусі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Кожне питання оцінюється у 20 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 20-17 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 16-13 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 12-8 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

6. Сума стартових балів та балів за залікову роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

<b>Бали:</b> контрольні роботи + лабораторні роботи + + екзаменаційна робота	<b>Оцінка</b>
100...95	Відмінно



<i>94...85</i>	<i>Дуже добре</i>
<i>84...75</i>	<i>Добре</i>
<i>74...65</i>	<i>Задовільно</i>
<i>64...60</i>	<i>Достатньо</i>
<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Стартовий рейтинг менше 24 балів</i>	<i>Не допущено</i>

#### **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

- Перелік питань, що виносяться на семестровий контроль, наведено в папці курсу на платформі «Сікорський» та в електронному кампусі.*
- 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):**

**Склала** професор кафедри загальної фізики Салюк О.Ю.

**Ухвалено** кафедрою загальної фізики (протокол № 8 від 18.06.2024 р.).

**Погоджено** Методичною комісією НН ІАТ (протокол №6 від 21.06.2024 р.)