



# ОСНОВИ КОСМОЛОГІЇ ДАЛЕКОГО ВСЕСВІТУ

## Робоча навчальна програма дисципліни (силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>10 Природничі науки</i>
Спеціальність	<i>104 Фізика та астрономія</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерне моделювання фізичних процесів</i>
Статус дисципліни	<i>За вибором</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР / ДКР</i>
Розклад занять	<i>Час і місце проведення аудиторних занять викладені на сайті <a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.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 та Фізика Всесвіту» складено відповідно до освітньої програми «Комп'ютерне моделювання фізичних процесів» підготовки бакалаврів спеціальності 104 – Фізика та астрономія.*

***Мета навчальної дисципліни** – формування та закріплення у здобувачів компетентностей, навичок та вмінь щодо використання основних фізичних законів та методів досліджень в 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:*

- ЗК1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.*
- ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.*

- *ФК1. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.*
- *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.*
- *ФК3. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.*
- *ФК5. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.*
- *ФК6. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.*
- *ФК7. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.*
- *ФК9. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.*
- *ФК10. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей*
- *ФК12. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень.*
- *ФК13. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.*

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

- *ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати на базовому рівні основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії*
- *ПРН 2. Знати і розуміти фізичні основи астрономічних явищ: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати будову та еволюцію астрономічних об'єктів Всесвіту (планет, зір, планетних систем, галактик тощо), а також основні фізичні процеси, які відбуваються в них.*
- *ПРН 3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.*
- *ПРН 4. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії. Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії.*
- *ПРН5. Знати, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.*
- *ПРН7. Знати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.*
- *ПРН9. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.*
- *ПРН13. Розуміти зв'язок фізики та/або астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними*

поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень

- ПРН19. Вміти пояснити місце фізики та астрономії у загальній системі знань про природу і суспільство, у розвитку суспільства, техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду.

## **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. Методи теоретичної астрофізики.

Розділ 3. Основи практичної астрофізики.

Розділ 4. Космологічні моделі однорідного ізотропного Всесвіту.

Розділ 5. Темна матерія та темна енергія.

Розділ 6. Реліктове випромінювання та моделі раннього Всесвіту.

Розділ 7. Еволюція Всесвіту та його складових

## **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.

### **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. Соколев 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 «Фізика Всесвіту». <http://login.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.ipokpi.ua>

## 5. Методика опанування навчальної дисципліни

Навчальна частина дисципліни складається з лекційного матеріалу, практичних занять та контрольних заходів у вигляді МКР, ДКР та екзамену. 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><b>Розділ 1</b></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. ([1], глави 1,2,6; [4] §§ 79÷83)</p>
2.	<p><b>Розділ 2.</b></p> <p><b>Лекція 2. Методи теоретичної астрофізики.</b></p> <p>Елементи теорії переносу випромінювання. Елементи теорії переносу випромінювання. Елементи магнітної електродинаміки та фізики плазми. Основи релятивістської астрофізики. ([4], Глава 9)</p>
3.	<p><b>Розділ 3.</b></p> <p><b>Лекція 3. Основи практичної астрофізики.</b></p> <p>Телескопи. Аналізатори та приймачі випромінювання. ([2], Глава 4)</p>
4.	<p><b>Розділ 4.</b></p> <p><b>Лекція 4. Космологічні моделі однорідного ізотропного Всесвіту.</b></p> <p>Основні характеристики планет, конфігурація планет Сонячної системи. Будова Землі. Елементи геофізики. Видимий рух і фази Місяця. Радіовипромінювання планет. Вулканізм планетних тіл. Магнітне поле планет. Дослідження планет наземними і космічними засобами. Принцип і методи пошуку. ([4], Глава 9. [3], [4], Глави 11-13.)</p>
5.	<p><b>Розділ 3.</b></p> <p><b>Лекція 5. Фізика малих тіл Сонячної системи Будова комет, стратифікація кометних атмосфер та їх хімічний склад. Супутники планет. Кільця планет. Транснептунові об'єкти. Хмара Оорта.</b></p> <p>Крижана модель ядра комет. Аналіз неадіабатичних течій в атмосферах комет. Пилова компонента кометних атмосфер. Класична теорія пилових хвостів комети. Плазма кометної атмосфери. Основні риси взаємодії комет із сонячним вітром та</p>

	<p>міжпланетними магнітними полями. Метеори і метеорні потоки. Метеорити. Астероїди. Питання метеоритно-астероїдної небезпеки. ([4], Глава 9)</p>
6.	<p>Розділ 4. <b>Лекція 6. Фізика Сонця. Сонце, основні параметри, сонячна стала.</b> Фраунгоферів спектр диску Сонця. Хімічний склад. Результати визначення апексу та просторової швидкості Сонця. Феноменологічні явища на Сонці – сонячні плями, протуберанці, грануляція. Структура Сонця як зорі. Ядро Сонця. Нуклеосинтез як головне джерело енергетики зір. Основні рівняння нуклеосинтезу (pp-цикл і CN-цикл). Проблема сонячного нейтрино. Експеримент Девіса. ([4], Глава 9, [2], Глава 3)</p>
7.	<p>Розділ 4. <b>Лекція 7. Фізика Сонця. Радіаційна зона. Конвективна зона. Фотосфера Сонця.</b> Рівняння процесу переносу випромінювання. Поняття конвекції. Умови конвекції за Шварцшильдом. Грануляція, сонячні плями. Інтенсивність ліній, самопоглинання в лініях, барометрична формула розподілу атомів за висотою. Особливий статус лінії лайман-альфа сонячного спектру в дослідженнях Сонця. Сонячна хромосфера. Фізичні умови верхніх шарів атмосфери Сонця. Фізичні умови в сонячній короні. Походження неперервного спектру. ([4], Глава 9, [2], Глава 3)</p>
8.	<p>Розділ 5. <b>Лекція 8. Динамічна теорія сонячного вітру. Цикл сонячної активності. Елементи загальної теорії відносності та перевірка ЗТВ у Сонячній системі.</b> Морфологія пилу і газу у міжпланетному просторі. УФ, рентгенівське і радіо випромінювання Сонця. Магнітосфера Сонця. Основні явища. Основні рівняння. Сонячно-земні зв'язки. Модель Сонця. Рівняння стану сонячної атмосфери. Втрата атмосфери планетами. Тензор кривизни. Рівняння геодезичної лінії. Рівняння поля. Гравітаційне відхилення світла. ([4], Глава 8 [1], глава 13)</p>
9.	<p>Розділ 6, . <b>Лекція 9. Теорії походження життя. Розмаїття органічних сполук в Сонячній системі.</b> 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. Середнє співвідношення густини пилової і газової компоненти в міжзоряному середовищі. Фізико-хімічні властивості пилюнок 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.</p>



	<i>([1], глави 2,3,4;)</i>
10.	<p><i>Розділ 6.</i></p> <p><b>Лекція 10. Теорії походження життя. Розмаїття органічних сполук в Сонячній системі.</b></p> <p><i>Середня густина баріонної речовини. Космологічна константа. Антиматерія. Відкритий, закритий та плаский 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. 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).</i></p> <p><i>([1], глави 2,3,4;)</i></p>
11.	<p><i>Розділ 7, тема 7.1.</i></p> <p><b>Лекція 11. Загальні поняття фізики зірок. Подвійні зорі. Внутрішня будова зір. Заключні стадії еволюції зір. Нестаціонарні зорі.</b></p> <p><i>Загальні поняття про світності, радіуси і температури зір. Спектральна класифікація. Подвійні зорі – візуально-подвійні, затемнювано-подвійні, спектрально-подвійні. Визначення мас зірок в подвійних системах. Процеси в тісних парах, акреція речовини, точки Лагранжа. Оцінка основних параметрів – температура, тиск, середня молекулярна маса. Хімічний склад. Фізичні умови в зоряних надрах, джерела і механізми переносу енергії. Основні положення та рівняння внутрішньої будови зір. Теорема Фогта-Рессела. Еволюція зір. Діаграма Герцшпрунга – Рессела. Зорі на головній послідовності. Сучасні уявлення щодо походження зір. Білі карлики. Рівняння Чандресекара для граничної маси. Нейтронні зорі. Проблеми фізики нейтронної зорі. Чорні діри. Рівняння Шварцшильда для радіуса чорної діри. Основні відомості про фізичні процеси, що відбуваються в пульсарах, цефеїдах, зорях Вольфа-Райє, нових та наднових зорях, рентгенівських змінних зорях</i></p> <p><i>([1], глави 2,3,4)</i></p>
12.	<p><i>Розділ 7, тема 7.2.</i></p> <p><b>Лекція 12. Галактики. Чумацький шлях.</b></p> <p><i>Основні характеристики. Морфологічна класифікація галактик. Різноманітність світу галактик. Методи вимірювання відстаней до галактик. Закон Габбла. Співвідношення Фабер-Джексона і Тулі-Фішера. Функція світності. Тенденція галактик до скупчування. Математичні методи дослідження розподілу галактик: кластерний аналіз, кореляційні функції, фрактальний аналіз, мозаїки Вороного, чисельне модулювання.</i></p> <p><i>([4], глави 10-12)</i></p>
13.	<p><i>Розділ 7, тема 7.2.</i></p> <p><b>Лекція 13. Фізика міжзоряного і міжгалактичного середовища. Основні положення космології.</b></p> <p><i>Елементи динаміки систем галактик. Визначення маси галактик. Віріальний парадокс. Прихована маса в системах галактик. Фізичні умови в галактиках, що не укладаються в класичну схему: галактики з УФ-надлишком, Маркаряна, сейфертовські, компактні галактики Цвікі, карликові галактики низької поверхневої</i></p>

<p>яскравості, голубі компактні та інфрачервоні галактики; радіогалактики, квазари. Активність ядер галактик. Теорії і типи акреції речовини на центральні чорні діри в галактиках. Спіральні галактики. Основні положення теорії хвиль густини і зоре утворення. Еліптичні галактики. Основні положення теорії тривимірного динамічного еліпсоїда. ([1], глава 4; [2], глава 7)</p>
--

**Практичні заняття:**

Заняття 1. Основи астрономії.	[5], §§ 1÷3,
Заняття 2. Методи і прилади дослідження астрофізичних об'єктів.	[5], § 18
Заняття 3. Сучасне уявлення про структуру Сонячної системи.	[5], §§ 12÷17
Заняття 4. Будова комет, стратифікація кометних атмосфер та їх хімічний склад.	[5], §§ 14÷17,
Заняття 5. Сучасна теорія походження Сонячної системи.	[5], §§21÷22
Заняття 6. Сонце, основні параметри, сонячна стала. Фотосфера Сонця.	[5] § 23, § 24,
Заняття 7. Елементи загальної теорії відносності та перевірка ЗТВ у Сонячній системі.	[5], § 28
Заняття 8. Внутрішня будова зір. Еволюція зір.	[5], §§ 24-26
Заняття 9. Розмаїття органічних сполук в Сонячній системі. Теорії походження життя.	[5], §§ 27,28
Заняття 10. Галактики. Чумацький шлях. Фізика міжзоряного і міжгалактичного середовища.	[4], глава 12,
Заняття 11. Методи пошуку та дослідження екзопланет	[1], § 23
Заняття 12. Основні положення космології.	[5], § 29
Заняття 13. 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	26
2	Підготовка до ДКР	20
13	Підготовка до МКР	22
4	Підготовка до екзамену	68

## 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 захисту ДКР:** студент повинен здати домашню контрольну роботу у строк зазначений у завданні і після перевірки роботи викладачем захистити її, відповідаючи на питання, що стосуються виконаного завдання. У випадку, якщо студент здає роботу пізніше вказаного в завданні строку, він отримує три штрафні бали.
- **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, ДКР, , захист ДКР - доповідь та участь в обговоренні.



**Календарний контроль:** проводиться один раз на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.

**Семестровий контроль:** екзамен.

**Умови допуску до семестрового контролю,** мінімальна позитивна оцінка за МКР, мінімальна позитивна оцінка за ДКР (наукова 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 протязі семестру. Стартовий рейтинг складається з балів, які студент отримує за:

- 1) роботу на практичних заняттях;
- 2) модульну контрольну роботу;
- 3) ДКР у формі наукової доповіді.

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. Виконання ДКР:

- 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 екзамену є виконання ДКР у формі наукової доповіді, написання МКР та стартовий рейтинг не менше 24 балів.

5. На екзамені студенти готують відповіді на два теоретичних запитання. Перелік запитань наведено у Кампусі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Кожне запитання 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 екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

<i>Бали: контрольні роботи + лабораторні роботи + + екзаменаційна робота</i>	<i>Оцінка</i>
<i>100...95</i>	<i>Відмінно</i>
<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 № 6 від 06.06.2023 р.).

**Погоджено** Методичною комісією фізико-математичного факультету (протокол № 10 від 27.06.2023 р.)