

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет  
(назва факультету)

Кафедра загальної фізики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Заступник декана  
з навчальної роботи  
Момот О.В.

10 вересня 2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Фізика вуглецевих систем  
(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

10 Природничі науки

104 Фізика та астрономія

бакалавр

(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

Фізичне матеріалознавство/неметалічне матеріалознавство

вибіркова

Б & 6.2.2

галузь знань  
(цифра і назва)  
спеціальність  
(цифра і назва спеціальності)  
освітній рівень

освітня-професійна програма  
вид дисципліни

Форма навчання

очна

Навчальний рік

2022/2023

Семестр

8

Мова викладання, навчання  
та оцінювання

українська

Форма заключного контролю

залік

Викладачі: доцент Овсієнко Ірина Володимирівна

(Науково-педагогічні працівники, які забезпечують викладання даної дисципліни у відповідному навчальному році)

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_р.  
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

Розробники<sup>1</sup>: Овсієнко Ірина Володимирівна, кандидат фіз.-мат. наук, доцент,  
доцент кафедри загальної фізики  
(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри

(підпис)

(Боровий М.О.)

(прізвище та ініціали)

Протокол № 7 від 19 травня 2022 р.

**Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету**

протокол № 11 від 10 червня 2022 року

Голова науково-методичної комісії

(підпис)

(Оліх О.Я.)

(прізвище та ініціали)

<sup>1</sup> Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри (циклової комісії – для коледжів), науково-методичної комісії факультету/інституту (радї навчального закладу - коледжу), підписується завідувачем кафедри (головою циклової комісії), головою науково-методичної комісії факультету/інституту (головою ради) і затверджується заступником декана/директора інституту з навчальної роботи (заступником директора коледжу).

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – отримання глибоких та систематичних знань в галузі фізики низькорозмірних систем у застосуванні до графітових матеріалів, в тому числі, графітових композитів, оволодіння сучасними експериментальними та теоретичними методами дослідження та опису фізичних властивостей низько розмірних графітових матеріалів.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. Знання з курсів «Термодинаміка та молекулярна фізика», „Електрика та магнетизм”, „Квантова механіка”, „Електронна структура твердого тіла”, „Фізичне матеріалознавство”
2. Знання з курсів вищої математики та вміння їх застосовувати для розрахунків.
3. Вміння проводити фізичний експеримент, працювати з електровимірювальними приладами.
4. Знання з теорії похибок, вміння оцінювати точність вимірювання.

**3. Анотація навчальної дисципліни / референс:**

Курс включає розгляд таких питань, як кристалічна та електронна структура і методи отримання низько розмірних графітових матеріалів з різним ступенем структурної досконалості та інтеркальованих сполук на їх основі; кінетичні властивості графітових матеріалів з різним ступенем структурної досконалості та інтеркальованих сполук на їх основі; будова та методи отримання нанорозмірних оболонкових та ниткоподібних карбонових структур. Вивчення дисципліни спрямоване на засвоєння засобів та методів розв'язання конкретних задач професійної діяльності, розвиток навичок самостійного вивчення науково-технічної літератури, набуття вміння формулювання практичних задач з врахуванням їх фізичної суті; розвинення наукового світогляду, сучасного фізичного мислення і формування вмінь аналітичного мислення. Методи викладання: лекції, самостійна робота, консультації. Методи оцінювання: опитування в процесі лекції, контрольні роботи наприкінці змістових модулів, залік. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та заліку (40%).

**4. Завдання (навчальні цілі)** –засвоєння закономірностей формування графітової структури та утворення інтеркальованих сполук на основі структурно різних вуглецевих матеріалів, а також закономірностей зміни механізмів кінетичних властивостей при формуванні графітової структури та інтеркалюванні графіту, оволодіння методами і принципами виконання фізичного експерименту.

Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика і астрономія» дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних *компетентностей*:

*інтегральної:*

- Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики і характеризується складністю та невизначеністю умов.

*Загальних:*

- (ЗК01) Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- (ЗК07) Навички здійснення безпечної діяльності.
- (ЗК10) Прагнення до збереження навколишнього середовища.
- (ЗК13) Здатність спілкуватися іноземною мовою.

*Спеціальних (фахових, предметних):*

- (ФК01) Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.
- (ФК03) Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.
- (ФК04) Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.
- (ФК08) Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.
- (ФК09) Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.
- (ФК10) Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики та суміжних галузей.
- (ФК15) Здатність аналізувати світові тренди розвитку фізики та астрономії для вибору власної освітньої траєкторії навчання та тематики майбутніх наукових досліджень.

**5. Результати навчання за дисципліною:** (описуються з детальною достовірністю для розробки заходів оцінювання)

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		Методи викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Закономірності формування низько-розмірних графітових структур.	Лекції, самостійна робота	Опитування в процесі лекцій, модульна контрольна робота, залік	20
1.2	Механізми формування кінетичних властивостей графітових матеріалів з різним ступенем структурної досконалості та їх зв'язок з структурними характеристиками.	Лекції, самостійна робота	Опитування в процесі лекцій, модульна контрольна робота, залік	30
1.3	Закономірності зміни кінетичних властивостей при інтеркалюванні вуглеграфітових матеріалів різного ступеня структурної досконалості.	Лекції, самостійна робота	Опитування в процесі лекцій, модульна контрольна робота, залік	20
1.4	Визначати параметри кристалічної структури графітових матеріалів за даними рентгенівської дифракції.	Лекції, самостійна робота	Опитування в процесі лекцій, модульна контрольна робота, залік	15
1.5	Встановлювати причинно-наслідковий зв'язок між параметрами кристалічної структури, зонної будови та кінетичними властивостями вуглецевих матеріалів	Лекції, самостійна робота	Опитування в процесі лекцій, модульна контрольна робота, залік	15

\* заповнюється за необхідністю, наприклад для практик, лабораторних курсів тощо.

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)**

<b>Результати навчання дисципліни</b>	<b>1.1</b>	<b>1.2</b>	<b>1.3</b>	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>
<b>Програмні результати навчання</b>					
ПРН1.Знати, розуміти та вміти застосовувати 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 8 фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та астрономії	+	+	+		
ПРН3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.				+	+
ПРН5. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії.	+	+	+		
ПРН7.Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.				+	+
ПРН8.Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшуковувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.		+	+		
ПРН9. Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.				+	+
ПРН11. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.				+	+
ПРН13. Розуміти зв'язок фізики та 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.	+	+	+		
ПРН14. Знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, зокрема правила роботи з певними видами обладнання та речовинами, правила захисту персоналу від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини.				+	+
ПРН17. Знати і розуміти роль і місце фізики, астрономії та інших природничих наук у загальній системі знань про природу та суспільство, у розвитку техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду.	+	+	+		
ПРН22. Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства.	+	+	+		
ПРН26.Мати базові навички самостійної оцінки рівня освітніх програм з фізики та астрономії у глобальному освітньому просторі	+	+	+		

для вибору цілеспрямованих візитів по програмі академічної мобільності.					
ПРН27.Мати базові навички експериментального дослідження функціональних матеріалів різноманітного призначення, вміти обирати оптимальні методи та засоби їхнього дослідження.				+	+

### Структура курсу

Курс складається з 2-х змістових модулів: «Кристалічна та електронна структура, методи отримання нанокарбонових систем і графітових матеріалів з різним ступенем структурної досконалості та інтеркальованих сполук на їх основі», який включає в себе 10 лекцій та «Кінетичні властивості нанокарбонових систем і графітових матеріалів з різним ступенем структурної досконалості та інтеркальованих сполук на їх основі», який складається з 10 лекцій.

### 7. Схема формування оцінки:

**7.1. Форми оцінювання студентів:** (зазначається перелік видів робіт та форм їх контролю / оцінювання із зазначенням Min. – рубіжної та Max. кількості балів чи відсотків)

#### - семестрове оцінювання:

1. Опитування в процесі лекції (20 балів)
2. Модульна контрольна робота 1 (12 балів).
3. Модульна контрольна робота 2 (12 балів).
4. Реферат за запропонованою темою (16 балів)

#### - підсумкове оцінювання у формі заліку.

**Підсумкове оцінювання у формі заліку<sup>1</sup>:** (обов'язкове проведення екзаменаційного оцінювання в письмовій формі)

	ЗМ1/Частина 1 (за наявності)	ЗМ2/Частина 2 (за наявності)	залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	<u>18</u>	<u>18</u>	<u>24</u>	<u>60</u>
Максимум	<u>30</u>	<u>30</u>	<u>40</u>	<u>100</u>

у випадку комплексного екзамену слід вказати питому вагу складових

Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав менше 36 балів.<sup>2</sup>

(слід чітко прописати умови, які висуваються викладачами даної дисципліни).

<sup>1</sup>Семестрову кількість балів формують бали, отримані студентом у процесі теоретичного засвоєння матеріалу з усіх розділів дисципліни, семінарських занять, виконання практичних, лабораторних, індивідуальних, підсумкових контрольних робіт, творчих робіт впродовж семестру, передбачених робочою навчальною програмою (100 балів - для залікових дисциплін, у випадку, якщо дисципліна завершується екзаменом, то розподіл здійснюється за таким алгоритмом: 60 балів (60%) – семестровий контроль і 40 балів (40%) – екзамен).

<sup>2</sup>У випадку, коли дисципліна завершується екзаменом не менше – 20 балів, а рекомендований мінімум не менше 36 балів, оскільки якщо студент на екзамені набрав менше 24 балів (а це 60% від 40 балів, відведених на екзамен), то вони не додаються до семестрової оцінки незалежно від кількості балів, отриманих під час семестру, а в екзаменаційній відомості у графі «результуюча оцінка» переноситься лише кількість балів, отриманих під час семестру.

Оцінка за іспит не може бути меншою **24 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

**7.2. Організація оцінювання:** (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням, у тому числі, результатів навчання, опанування яких перевіряється конкретним оцінюванням).

### 7.3. Шкала відповідності

<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100
<b>Добре</b> / Good	75-89
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74
<b>Незадовільно</b> з можливістю повторного складання / Fail	35-59
<b>Незадовільно</b> з обов'язковим повторним вивченням дисципліни / Fail	0-34
<b>Зараховано</b> / Passed	60-100
<b>Не зараховано</b> / Fail	0-59

## 8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	лабораторні	Самостійна робота
<b>Частина 1.(ЗМ1)Кристалічна та електронна структура і методи отримання нанокарбонових системі графітових матеріалів з різним ступенем структурної досконалості та інтеркальованихсполук на їх основі</b>				
1	<b>Тема 1.</b> Алотропні відозміни карбону. Класифікація вуглецевих матеріалів. Кристалічна структура двовимірного графіту. Гексагональний і ромбоєдричний графіти. Структура. Класифікація дефектів структури. <b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Збір літератури для написання реферату.	2		4
2	<b>Тема 2.</b> Параметри, що описують структуру графітових матеріалів. Методи отримання графітових матеріалів. Карбонові графітізовані та неграфітізовані волокна. Структура, методи отримання. <b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Збір літератури для написання реферату	2		4
3	<b>Тема 3.</b> Зонна структура двовимірного графіту. Модель Уоллеса. Моделі зонної структури монокристалічного графіту. Моделі зонної структури дефектних графітових матеріалів. <b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Збір літератури для написання реферату.	2		4
4	<b>Тема 4.</b> Інтеркальовані сполуки графіту як низькорозмірні вуглецеві матеріали. Кристалічна структура ІСГ. Впорядкування інтеркалянту в шарі. Фазові переходи в шарах інтеркалянту. <b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Збір літератури для написання реферату.	2		4
5	<b>Тема 5.</b> Газофазні, рідкофазні та твердофазні методи отримання ІСГ. <b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Збір літератури для написання реферату.	2		4
6	<b>Тема 6.</b> Електро-хімічне інтеркалювання. Кінетика процесу інтеркалювання. Термодинамічна модель утворення ІСГ.	2		4

	<b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Підготовка до написання реферату. Робота з літературними джерелами.			
7	<b>Тема 7.</b> Моделі зонної структури інтеркальованих сполук графіту. Модель жорстких зон. Двовимірна модель електронної будови ІСГ акцепторного типу. Проста двовимірна модель «металічного сандвічу». <b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Робота з літературними джерелами.	2		4
8	<b>Тема 8.</b> Оболонкові сферичні нанокарбонові структури. Фулерени $C_{60}$ та $C_{70}$ . Будова. Зонна структура фулеренів. Хімічні властивості фулеренів. Методи отримання фулеренів. Фулерени в природі. Молекулярні кристали з оболонкових сферичних нанокарбонових структур. Фулерити. <b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Робота з літературними джерелами.	2		4
9	<b>Тема 9.</b> Ниткоподібні оболонкові одностінні та багатостінні нановуглецеві структури. Будова одностінних вуглецевих нанотрубок. Хіральні та ахіральні вуглецеві нанотрубки, індекси хіральності. Розрахунок параметрів одностінної вуглецевої нанотрубки за індексами хіральності. Структура багатостінних ВНТ. Дефекти структури ВНТ. <b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Робота з літературними джерелами. Підготовка до контрольної роботи ЗМ1.	2		4
10	<b>Тема 10.</b> Методи модифікації нанокарбонових структур як засіб зміни їх зонної будови. Функціоналізація, декорування, заповнення внутрішніх порожнин. <b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Робота з літературними джерелами. Підготовка до контрольної роботи ЗМ1.	2		4
<b>Підсумкова модульна контрольна робота 1</b>				
<b>Частина 2.(ЗМ2) Кінетичні властивості нанокарбонових систем і графітових матеріалів з різним ступенем структурної досконалості та інтеркальованих сполук на їх основі</b>				
11	<b>Тема 11.</b> Кінетичні властивості графітових матеріалів з структурою, подібною до структури монокристалічного графіту. Електро- та магнітоопір, коефіцієнт Холла, термо-ерс. <b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Робота з літературними джерелами.	2		4
12	<b>Тема 12.</b> Кінетичні властивості дрібнокристалічних графітових матеріалів. Електро- та магнітоопір, коефіцієнт Холла, термо-ерс. Прояв квантових ефектів слабкої локалізації та взаємодії носіїв заряду. <b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Робота з літературними джерелами.	2		4
13	<b>Тема 13.</b> Кінетичні властивості неупорядкованих карбонових матеріалів. Електроопір, магнітоопір, термоерс. Модель стрибкової провідності із змінною довжиною стрибка. Гетерогенна модель провідності. <b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Робота над рефератом	2		4
14	<b>Тема 14.</b> Електроопір інтеркальованих сполук графіту на основі структурно різних графітових матеріалів. Вплив фазових переходів в шарах інтеркалянту на провідність ІСГ. <b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Робота над рефератом	2		4
15	<b>Тема 15.</b> Гальваномагнітні та термоелектричні властивості інтеркальованих сполук графіту. <b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Робота над рефератом	2		4
16	<b>Тема 16.</b> Опис параметрів електронної структури та кінетичних властивостей інтеркальованих сполук акцепторного типу в рамках простої двовимірної моделі	2		4



	електронної структури. <b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Робота над рефератом.			
17	<b>Тема 17.</b> Властивості вуглецевих систем, пов'язані із зростанням дефектності структур в процесі модифікації (квантові ефекти слабкої локалізації та взаємодії для систем різної мірності). <b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Робота над рефератом	2		4
18	<b>Тема 18.</b> Властивості вуглецевих систем, пов'язані із зменшенням взаємодії між графітовими шарами як наслідком модифікації (лінійний магнітоопір). <b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Підготовка до контрольної роботи ЗМ2.	2		4
19	<b>Тема 19.</b> Властивості вуглецевих систем, пов'язані з їх модифікацією феромагнітними металами та їх сплавами (асиметричний магнітоопір, гігантський магнітоопір, анізотропний магнітоопір). <b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Підготовка до контрольної роботи ЗМ2.	2		4
20	<b>Тема 20.</b> Використання вуглецевих систем. <b>С.р.с.</b> Вивчення матеріалу лекції. Підготовка до контрольної роботи ЗМ2.	2		4
	<b>Підсумкова модульна контрольна робота 2</b>			
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>40</b>		<b>80</b>

Примітка: слід зазначити теми, винесені на самостійне вивчення

**Загальний обсяг 120 год.<sup>3</sup>**, в тому числі:

Лекцій – **40 год.**

Семінари – **0 год.**

Практичні заняття – **0 год.**

Лабораторні заняття – **0 год.**

Тренінги – **0 год.**

Консультації – **1 год.**

Самостійна робота – **80 год.**

## 9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА<sup>4</sup>:

### **Основна:** (Базова)

1. І.В. Овсієнко, Л. Л. Вовченко, Л. Ю. Мацуй. Вуглецеві матеріали та інтеркальовані сполуки на їх основі. Навчальний посібник. НВП “Видавництво “Наукова думка” НАН України”, 2009, 129 стор. <https://gen.phys.univ.kiev.ua/biblioteka/pidruchniki-ta-posibniki>. Бібліотека фізичного факультету.
2. М.О. Боровий, І.В. Овсієнко. Рентгенівська дифрактометрія наноструктурних матеріалів. Вінниця. ТОВ «Нілан-ЛТД» 2018 – 86 стор. <https://gen.phys.univ.kiev.ua/biblioteka/pidruchniki-ta-posibniki>. Бібліотека фізичного факультету.
3. І. В. Овсієнко, Л. Л. Вовченко, Л. Ю. Мацуй, Т. А. Лень. Термодинаміка інтеркальованих сполук графіту. Наукова монографія.- Вінниця. ТОВ «Твори», 2020. – 120 с. <https://gen.phys.univ.kiev.ua/biblioteka/pidruchniki-ta-posibniki>. Бібліотека фізичного факультету.
4. М.О. Боровий, Ю.А. Куницький, О.О. Каленик, І.В. Овсієнко, Т.Л. Цареградська. Наноматеріали, нанотехнології, нанопристрої: Навч. посіб. – Київ. Видавництво НВП «Інтерсервіс», 2015, 350 с. <https://gen.phys.univ.kiev.ua/biblioteka/pidruchniki-ta-posibniki>. Бібліотека фізичного факультету.

### **Додаткова:**

1. Ф. П. Санін, Л. Д. Кучма, Є. О. Джур, А. Ф. Санін. Твердопаливні ракетні двигуни. Матеріали та технології. Д.: Видавництво Дніпропетровського університету, 1999, 318 с. Бібліотека кафедри загальної фізики.
2. Ю.І. Семенцов, С.Л. Рево, К.О. Іваненко, С. Хамада. Терморозширений графіт та його композити (Expanded graphite and its composites). Київ: Академперіодика, 2019. — 226 с. Бібліотека кафедри фізики металів.

<sup>3</sup> Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

<sup>4</sup> В тому числі Інтернет ресурси