

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра медичної фізики та біомедичних нанотехнологій

Робоча програма навчальної дисципліни

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСНОВИ БІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА МЕТОДИ ЇХ
ДОСЛІДЖЕНЬ (ФІЗИЧНІ МЕТОДИ В БІОЛОГІЇ ТА МЕДИЦИНІ)

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ перший (бакалавр)

галузь знань _____ 10 – "Природничі науки"
(шифр і назва)спеціальність (напрямок підготовки) _____ 105 – "Прикладна фізика та наноматеріали"
(шифр і назва)освітня програма _____ освітньо-професійна програма "Біомедичні нанотехнології"
(шифр і назва)спеціалізація _____
(шифр і назва)вид дисципліни _____ обов'язкова
(обов'язкова / за вибором)

факультет _____ ННІ «Фізико-технічний факультет»

2025 / 2026 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою Навчально-наукового інституту «Фізико-технічний факультет»

“28” серпня 2025 року, протокол № 7

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Житняківська Ольга Анатоліївна, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри медичної фізики та біомедичних нанотехнологій

Програму схвалено на засіданні кафедри

медичної фізики та біомедичних нанотехнологій

Протокол від “27” серпня 2025 року № 12

Завідувач кафедри медичної фізики та біомедичних нанотехнологій



(підпис)

Валерія ТРУСОВА

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми "Біомедичні нанотехнології"

Гарант освітньо-професійної програми "Біомедичні нанотехнології"



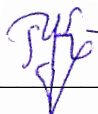
(підпис)

Ольга ЖИТНЯКІВСЬКА

Програму погоджено науково-методичною комісією ННІ «Фізико-технічний факультет»

Протокол від “27” серпня 2025 року № 12

Голова методичної комісії ННІ «Фізико-технічний факультет»



(підпис)

Уляна МАЛОВИЦЯ

(прізвище та ініціали)

ВСТУП

1. Опис навчальної дисципліни

Робочу програму навчальної дисципліни «Фізичні методи в біології та медицині» укладено відповідно до вимог стандарту вищої освіти України: перший (бакалаврський) рівень, галузь знань 10 – «Природничі науки», спеціальність 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали», затвердженого і введеного в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 16.06.2020 р. № 804.

Навчальна дисципліна «Фізичні методи в біології та медицині» є необхідною складовою циклу професійної підготовки фахівців першого освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», в якій розглядаються закони, принципи, тенденції, методи сучасного інструментального аналізу біологічно важливих біомолекул.

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є формування цілісної системи знань щодо теоретичних і практичних основ сучасних методів аналізу маси, форми, розміру макромолекул, дослідження конформаційної рухомості та структури біомолекул. У процесі вивчення курсу студенти отримають знання про застосування сучасних методів теоретичної та експериментальної фізики для досліджень структури та динаміки біомакромолекул, ознайомляться з особливостями їх практичного використання та границями застосування, отримають навички роботи в лабораторії.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни:

- узагальнення і систематизація знання про основні напрями та сучасні тенденції розвитку і вдосконалення методів дослідження структури та динаміки біомакромолекул;
- поглиблення знань про фізичні основи даних методів;
- формування комплексу знань про області практичного застосування, а також розуміння границь застосування сучасних фізичних методів;
- набуття навичок пошуку модифікацій класичних методів;
- набуття здатності проведення експериментальних досліджень.

Вивчення дисципліни «Фізичні методи в біології та медицині» спрямовано на забезпечення таких загальних (ЗК) та фахових компетентностей (ФК) за спеціальністю, затвердженого Стандартом вищої освіти:

ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК 6. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні

ЗК 9. Здатність працювати автономно.

ЗК 10. Навички здійснення безпечної діяльності.

ФК 1. Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів

ФК 2. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.

ФК 3. Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження

ФК 5. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

ФК 7. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

ФК 8. Здатність працювати в колективах виконавців, у тому числі в міждисциплінарних проектах.

ФК 9. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень

ФК 10. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних задач і моделювання фізичних систем

ФК 11. Здатність використовувати отримані знання для розробки та забезпечення працездатності сучасних систем медико-біологічних досліджень та діагностики із дотриманням нормативних заходів безпеки їх експлуатації.

ФК 13. Здатність працювати з біологічними агентами, що використовують у біотехнологічних процесах, зокрема: з білками, нуклеїновими кислотами, мембранами, клітинами, тощо

ФК 14. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних досліджень

1.3. Кількість кредитів - 9

1.4. Загальна кількість годин – 270

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Нормативна
Денна форма навчання
Рік підготовки
3-й
Семестр
5,6-й
Лекції
64 год.
Лабораторні заняття
64 год.
Практичні заняття
16 год.
Самостійна робота
126 год.
Індивідуальні завдання
1 год.

1.6. Заплановані результати навчання

Очікувані результати навчання відповідають програмним результатам навчання ОП «Біомедичні нанотехнології» за спеціальністю 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали»:

ПРН-1. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики

ПРН-2. Знати цілі сталого розвитку та можливості своєї професійної сфери для їх досягнення, в тому числі в Україні

ПРН-3. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем

ПРН-4. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, механіки суцільних середовищ, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та геометричної 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 теоретичної та прикладної фізики

ПРН-5. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій

ПРН-6. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів

ПРН-7. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики

ПРН-8. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій

ПРН-9. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики

ПРН-10. Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації

ПРН-11. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики

ПРН-12. Мати навички самостійного прийняття рішень стосовно своїх освітньої траєкторії та професійного розвитку

ПРН-13. 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.

ПРН-14. 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.

Зокрема, відповідно до вимог ОКХ бакалавра прикладної фізики та наноматеріалів, студенти будуть:

знати: основні фізичні закономірності, явища та процеси, що лежать в основі методів дослідження молекулярної структури та динаміки біомакромолекул; переваги і недоліки класичних методів дослідження макромолекул та межі їх застосування; алгоритм проведення експериментального дослідження; норми безпечної роботи дослідника із науковим устаткуванням.

вміти: обирати фізичний метод дослідження конкретного біологічного об'єкту; оцінювати ефективність методу в залежності від досліджуваної системи та типу необхідної інформації, комбінувати методи дослідження біомакромолекул з метою отримання більш детальної та вичерпної інформації про об'єкт; ідентифікувати необхідні для розв'язання поставленого завдання апаратні та програмні засоби; користуватися апаратурою для проведення фізичних досліджень макромолекул та виконувати обробку результатів експерименту.

1.7. Пререквізити:

Для легшого засвоєння матеріалів курсу «студентам рекомендується пройти такі дисципліни: «Загальна фізика», «Математичний аналіз».

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1 Визначення структури біологічних об'єктів методами прямого та непрямого спостереження

Тема 1. Оптична мікроскопія. Актуальність дослідження біомакромолекул. Основні поняття мікроскопічних методів дослідження. Різновиди мікроскопії. Види оптичної мікроскопії. Класифікація оптичних мікроскопів. Світлова мікроскопія. Будова оптичного мікроскопу. Основні характеристики оптичної системи. Поляризаційна мікроскопія. Флуоресцентна мікроскопія.

Тема 2. Електронна мікроскопія. Види електронних мікроскопів. Фізичні основи електронної мікроскопії. Поняття роздільної здатності. Залежність між довжиною хвилі і напруженою прискорення електронів в межах класичної та релятивістської механіки. Будова просвічувального електронного мікроскопу. Практичні обмеження електронної мікроскопії. Метод позитивного контрастування. Метод негативного контрастування. Особливості приготування зразка. Виявлення артефактів. Растрова електронна мікроскопія. Технічні можливості растрового електронного мікроскопу. Підготовка об'єктів для досліджень і вимоги до них. Різновиди растрових електронних мікроскопів.

Тема 3. Зондова мікроскопія. Техніка скануючої зондової мікроскопії. Скануюча силова мікроскопія: атомно-силова, електронно-силова та магнітно-силова мікроскопія. Принцип роботи скануючих зондових мікроскопів. Режим сканування силового мікроскопа. Застосування атомно-силової, електронно-силової та магнітно-силової мікроскопії. Скануюча тунельна мікроскопія. Ближньопольна оптична мікроскопія.

Тема 4. Сучасні тенденції розвитку методів мікроскопії. Конфокальна мікроскопія. Концепція будови конфокального мікроскопа. Режими конфокальної мікроскопії. Принцип та схема роботи сучасного лазерного конфокального мікроскопа. Флуоресцентна мікроскопія суперроздільної здатності. Ідея методу мікроскопії суперрозділення. Принцип дії наноскопу. Кріоелектронна мікроскопія. Метод побудови тривимірних зображень. Метод вітрифікації.

Тема 5. Основи методу рентгеноструктурного аналізу. Основи кінематичної теорії розсіювання. Формула Брегга-Вульфа. Розсіювання рентгенівських променів вільним електроном. Опис рентгенівського розсіювання за допомогою фур'є-перетворення. Визначення структурного фактору. Вимога неоднорідності електронної густини. Дискретна картина дифракції від одномірного ланцюга атомів. Розсіювання від окремого атома або молекули, що входять до складу періодичного ланцюга. Рентгенівське розсіювання від двовимірної періодичної атомної ґратки. Рентгенівське розсіювання від тривимірних атомних ґраток. Розсіювання рентгенівських променів в кристалах. Фур'є-перетворення згортки. Інтерференційна функція Лауе. Сфера Евальда. Температурний множник інтенсивності розсіювання. Інтегральна інтенсивність. Визначення просторової групи. Кристалографічна оцінка молекулярної маси. Використання просторової групи для отримання інформації про симетрію макромолекули.

Тема 6. Апаратура рентгеноструктурних досліджень. Генерування рентгенівського випромінювання. Структурна схема рентгенівського дифрактометра. Особливості реєстрації дифракційної картини дифрактометричним методом. Фактори, що впливають на профіль дифракційного максимуму. Вибір оптимального режиму вимірювання дифракційних спектрів.

Тема 7. Визначення структури глобулярних білків методом рентгеноструктурного аналізу. Етапи визначення структури молекули. Обчислення функції Паттерсона з вимірюваної інтенсивності розсіювання. Метод множинних ізоморфних заміщень. Структурні фактори для ізоморфних важкоатомних похідних. Використання

паттерсонівських карт для локалізації важких атомів. Використання даних про положення важких атомів для оцінки фаз структурного фактора. Уточнення структурної моделі методом найменших квадратів. Інтерпретація карти електронної густини.

Тема 8. Особливості рентгенівської дифракції у волокнах. Рентгенівське розсіювання від волокон. Дискретний характер структурного фактора спіралі. Модель для α -спіралі. Рентгенівське розсіювання від реальної α -спіралі. Рентгенівське розсіювання від волокон нуклеїнових кислот.

Розділ 2. Методи визначення розміру, форми і молекулярної маси біомакромолекул.

Тема 9. Метод седиментації та ультрацентрифугування. Загальні особливості гідродинамічних методів дослідження макромолекул. Седиментація під дією сили тяжіння або відцентрової сили. Ультрацентрифуга. Опис процесів переносу в ультрацентрифузі. Рівняння Ламма. Рівняння Сведберга. Визначення молекулярної маси за швидкістю седиментації. Метод седиментаційної рівноваги. Метод наближення до седиментаційної рівноваги. Оцінка чистоти препаратів. Дослідження конформаційних змін у макромолекулах. Оцінка молекулярних мас. Залежність швидкості седиментації від концентрації. Вплив присутності кількох макромолекулярних компонентів. Зональне центрифугування багатокомпонентних систем.

Тема 10. Метод дифузії. Дифузія макромолекул. Перенос маси як потік речовини. Закони дифузії Фіка. Рішення рівнянь Фіка. Вимірювання дифузії. Інтерпретація коефіцієнта дифузії з молекулярної точки зору. Вплив форми частинок на тертя поступального руху. Інтерпретація вміряних значень коефіцієнтів тертя.

Тема 11. Віскозиметрія. Вимірювання в'язкості. Вплив швидкості зсуву на величину вимірюваної в'язкості. Вплив молекул розчиненої речовини на в'язкість розчину. Залежність в'язкості від форми молекул. Визначення молекулярної маси за допомогою вимірювань в'язкості. Деякі випадки застосування віскозиметричних вимірів. Пружнов'язка релаксація.

Тема 12. Інші методи визначення маси, форми та розмірів біомолекул. Гель-фільтрація. Властивості молекулярних сит пов'язаних з розмірами та конформацією макромолекул. Електрофорез. Розрахунок електрофоретичної рухливості. Електрофорез в присутності додецилсульфату натрію як метод визначення молекулярних мас. Подвійне променезаломлення. Поляризація при подвійному променезаломленні. Звичайний і незвичайний промені. Дихроїзм. Призма Ніколя. Оцінка асиметричності (форми), розмірів та поляризованості молекул методом подвійного променезаломлення. Визначення переважної орієнтації в потоці за допомогою подвійного променезаломлення. Осмометрія. Визначення молекулярної маси білків за осмотичним тиском їх розчинів. Релеєвське розсіювання. Пружне та непружне розсіювання світла. Рівняння Релея. Рівняння Дебая. Визначення молекулярної маси молекули за даними розсіяння світла. Векторні діаграми Мі. Фактор внутрішньої інтерференції. Діаграма Зімма.

Розділ 3. Методи дослідження конформаційної рухливості та електронної структури біополімерів у розчині

Тема 13. Спектроскопічні методи аналізу. Сутність методу ультрафіолетової та видимої спектроскопії. Будова молекули. Повна внутрішня енергія молекули. Походження молекулярних спектрів. Характеристика переходів між енергетичними рівнями і відповідних видів молекулярних спектрів. Електронні спектри. Типи переходів електронів в молекулі. Апаратурне обладнання. Фотоелектроколориметр та спектрофотометр. Основні вузли спектрофотометра. Сфери застосування.

Тема 14. Коливальна спектроскопія. Коливання багатоатомної молекули. Елементи й операції симетрії. Заселеність коливальних рівнів. Нормальні коливання. Форми

нормальних коливань. Ускладнюючі фактори в коливальних спектрах. Методи коливальної спектроскопії. Теоретичні основи інфрачервоної спектроскопії. Інфрачервоний спектр. Якісний і кількісний аналіз за ІЧ-спектрами. Прилади для інфрачервоної спектроскопії. Умови запису ІЧ-спектрів. Підготовка зразку до аналізу. Застосування ІЧ-спектроскопії. Задачі, які розв'язуються методами ІЧ-спектрометрії. ІЧ-спектри окремих класів органічних сполук. Структурний аналіз на основі ІЧ спектрів. Порядок виконання структурного аналізу ІЧ спектрів. ІЧ-Фур'є-спектроскопія. Інтерферометр. Теорія комбінаційного розсіювання світла. Класична теорія розсіювання випромінювання. Квантово-механічний підхід. Правила добору в спектроскопії комбінаційного розсіювання. Галузі застосування спектроскопії раманівського (комбінаційного) розсіювання. Особливості методу. Спектри КР. Застосування раманівської спектроскопії. Порівняння ІЧ-спектроскопії та спектроскопії раманівського розсіювання.

Тема 15. Радіоспектроскопія. Розщеплення енергетичних рівнів у магнітному полі. Явище електронного парамагнітного резонансу. Спіновий магнітний момент атома. Умови виникнення ЕПР. Основні параметри спектрів ЕПР. Тонка структура у спектрах ЕПР. Схема будови ЕПР-спектрометра. Методи спінових міток і спінових «пасток». Метод подвійної ЕПР-спектроскопії. Особливості приготування зразків для ЕПР-спектроскопії. Застосування ЕПР. Магнітні властивості ядер. Взаємодія магнітного дипольного моменту ядра з магнітним полем. Умови спостереження ЯМР. Фактори, що визначають частоту резонансу. Форма сигналу ЯМР та фактори, що визначають її. Принципи реєстрації сигналу ЯМР. Блок-схема спектрометра ЯМР. Характеристики ЯМР спектрів. Хімічний зсув. Ефекти оточення електронами. Мультиплетність. Ефекти оточення ядрами. Фактори, що визначають константу спин-спінової взаємодії. Імпульсна фур'є-спектроскопія ЯМР. Двовимірні ЯМР-спектроскопія. Подвійний ЯМР-резонанс. Особливості підготовки зразків, підбору розчинників і стандартів для ЯМР-спектроскопії. Рідинний та твердофазовий ЯМР. Застосування ЯМР. Вивчення мембранних білків методом ЯМР.

Тема 16. Мас-спектроскопія. Сутність методу мас-спектрометрії. Умови мас-спектроскопії та її характеристика. Іонізація молекул зразка. Закономірності руху іонів у мас-спектрометрі. Способи обчислення інтенсивності піків у мас-спектрах і подачі спектральних даних. Типи іонів, які реєструються в мас-спектрометрії. Правила мас-спектрометрії. Техніка і особливості досліджень методом мас-спектрометрії. Загальна схема приладу. Характеристики мас-спектрометра. Основні підходи до інтерпретації мас-спектрів. Основні етапи проведення експерименту. Типи мас-спектрометрів. Застосування мас-спектрометрії. Визначення молекулярної формули речовини. Установлення структури речовини за мас-спектром низької розрізняювальної здатності.

Тема 17. Диференційна сканувальна калориметрія. Фізичні основи методу диференційної сканувальної калориметрії. Термодинамічні властивості біомакромолекул. Крива теплоємності рідких кристалів. Характеристика фазових переходів за даними диференційної сканувальної калориметрії. Крива плавлення ліпідів. Практичне застосування методу диференційної сканувальної калориметрії.

Тема 18. Спектрометрія кругового дихроїзму. Оптично активні молекули. Хіральність молекул. Взаємодія світла з оптично активним середовищем. Молярний дихроїзм та молярна еліптичність. КД-спектр. Умови для спостереження КД-спектру. Визначення вторинної структури білків. Особливості третинної структури за даними КД-спектру. Аналітичні застосування методу кругового дихроїзму. Аналіз структури мембранних білків. Поляриметричний аналіз багатокомпонентних розчинів за допомогою методу кругового дихроїзму.

Тема 19. Мессбауерівська спектроскопія. Основи мессбауерівської спектроскопії. Умови виникнення ефекту Мессбауера. Ширина лінії мессбауерівського спектру.

Параметри мессбауерівських спектрів. Ізомерний зсув. Квадрупольне розщеплення. Надтонка структура магнітних взаємодій. Техніка і особливості досліджень методом мессбауерівської спектроскопії. Функціональна схема мессбауерівського спектрометра. Визначення основних параметрів мессбауерівських спектрів.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1 Визначення структури біологічних об'єктів методами прямого та непрямого спостереження						
Тема 1 Оптична мікроскопія.		3	2	6		4
Тема 2 Електронна мікроскопія.		3	2	4	1	8
Тема 3. Зондова мікроскопія.		4	2	4		12
Тема 4. Сучасні тенденції розвитку методів мікроскопії.		3	1	6		4
Тема 5. Основи методу рентгеноструктурного аналізу.		4	2	5		10
Тема 6. Апаратура рентгеноструктурних досліджень.		3	2			6
Тема 7. Визначення структури глобулярних білків методом рентгеноструктурного аналізу.		4	2			6
Тема 8. Особливості рентгенівської дифракції у волокнах.		4	2			10
Розділ 2 Методи визначення розміру, форми і молекулярної маси біомакромолекул						
Тема 9. Метод седиментації та ультрацентрифугування.		4	1	6		6
Тема 10. Метод дифузії.		3		3		4
Тема 11. Віскозиметрія.		3		6		6
Тема 12. Інші методи визначення маси, форми та розмірів біомолекул.		3		9		8
Розділ 3. Методи дослідження конформаційної рухливості та електронної структури біополімерів у розчині						
Тема 13. Спектроскопічні методи аналізу		3		3		4
Тема 14. Коливальна спектроскопія		4		4		8
Тема 15. Радіоспектроскопія		4				10
Тема 16. Мас-спектроскопія.		3		4		6
Тема 17. Диференційна сканувальна калориметрія		3				6
Тема 18. Спектрометрія кругового дихроїзму		3				4
Тема 19. Мессбауерівська спектроскопія		3		4		4
Усього годин	270	64	16	64	1	126

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

4.1. Теми лабораторних занять

	Назва теми	Кількість годин
1.	Робота з оптичним мікроскопом	3
2.	Приготування зразків для оптичної мікроскопії	3
3.	Приготування зразків для ПЕМ	4
4.	Особливості роботи з атомно-силовим мікроскопом	4
5.	Будова та робота конфокального мікроскопа	3
6.	Особливості роботи з кріоелектронним мікроскопом	3
7.	Визначення хімічного складу матеріалів методом рентгеноспектрального аналізу	5
8.	Метод центрифугування. Особливості роботи з центрифугою	6
9.	Оцінка маси та форми макромолекули методом дифузії	3
10.	Визначення в'язкості розчинів високомолекулярних сполук віскозиметричним методом	3
11.	Визначення молекулярної маси полімерів віскозиметричним методом	3
12.	Використання в біотехнології різних видів електрофорезу	3
13.	Електрофоретичне розділення білків у поліакриламідному гелі.	3
14.	Електрофорез у поліакриламідному гелі в присутності додецилсульфату натрію	3
15.	Визначення нітриту спектрофотометричним методом	3
16.	Метод ІЧ-спектроскопії	4
17.	Визначення питомого заряду частинки методом мас-спектрометрії	4
18.	Ознайомлення з принципом роботи месбауерівського спектрометра та визначення основних параметрів месбауерівського спектру.	4
	Разом	64

4.2. Теми практичних занять

	Назва теми	Кількість годин
1.	Етапи приготування фіксованих препаратів.	1
2.	Підрахунок клітин мікроорганізмів та кількості еритроцитів у лічильній камері Горяєва	1
3.	Обробка ПЕМ зображень в програмі ImageJ	2
4.	Обробка АСМ зображень в програмі ImageJ	2
5.	Основні характеристики лазерного конфокального мікроскопа.	1
6.	Рентгеноструктурний якісний фазовий аналіз	2
7.	Статистична похибка вимірювання інтенсивності розсіяння в режимі покрокового сканування	2
8.	Врахування енергії білкових конформацій при інтерпретації карти електронної густини	2
9.	Розрахунок структурного фактору безперервної спіралі у циліндричних координатах.	2
10.	Теоретичні основи методу центрифугування	1
	Разом	16

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Розділ 1. Визначення структури біологічних об'єктів методами прямого та непрямого спостереження		
1.	Аберації оптичних систем. Особливості вимірювання товщини плівок за допомогою інтерференційного мікроскопа.	4
2.	Використання симетрії для покращення електронно-мікроскопічного зображення. Види детекторів вторинних сигналів в растровому електронному мікроскопі. Методи обробки сигналу в растровій електронній мікроскопії.	8
3.	Фільтрація зображень скануючої зондової мікроскопії. Методи відновлення поверхні по її зображенню, отриманому за допомогою скануючого зондового мікроскопа. Система керування АСМ при роботі кантилевера в контактному режимі. Система керування скануючим тунельним мікроскопом. Вольт-амперні характеристики контактів метал-метал, метал-напівпровідник та метал-надпровідник.	12
4.	Конфокальна мікроскопія скануючого диска. Флуоресцентна кореляційна спектроскопія. 5-D мікроскопія. Мікроскопія повного внутрішнього відбиття.	4
5.	Поняття кристалічної решітки. Симетрія молекул та кристалів. Просторові групи характерні для біологічних молекул. Типи сингонії кристалів. Експериментальні обмеження роздільної здатності при визначенні структури за даними дифракції рентгенівських променів.	10
6.	Неперервний та характеристичний спектр рентгенівського випромінювання. Рентгенооптичні схеми вимірювання дифракційних спектрів.	6
7.	Фазова проблема в методі РСА. Отримання кристалів макромолекул та їх властивості. Отримання ізоморфних важкоатомних похідних.	6
8.	Використання синхротронного та ондуляторного випромінювання в рентгенографії біомакромолекул. Особливості нейтронографії біополімерів. Рентгенівська абсорбційна спектроскопія.	10
Розділ 2. Методи визначення розміру, форми і молекулярної маси біомакромолекул.		
9.	Визначення коефіцієнту седиментації за положенням межі. Вплив самоасоціації на швидкість седиментації. Центрифугування рівноважної суміші мономер-димер. Центрифугування в градієнті густини: трикомпонентна теорія.	6
10.	Дифузія в багатокомпонентних системах.	4
11.	Об'єм і гідратація макромолекул. Термодинаміка гідратації. Тертя макромолекул в розчині. Зв'язок між тертям та розмірами молекули. Вплив форми молекули на обертальне тертя. Тертя при поступальному русі молекул складної форми. Коефіцієнти тертя олігомерів і полімерів	6
12.	Денситометрія. Ділатометрія. Нефелометрія. Динамічне світлорозсіювання. Розсіювання світла великими частинками. Малокутове розсіювання рентгенівських променів.	8
Розділ 3. Методи дослідження конформаційної рухливості та електронної структури		

біополімерів у розчині		
13.	Історія відкриття методу ультрафіолетової та видимої спектроскопії.	4
14.	Коливання двохатомної молекули. Анггармонічний осцилятор. Вид коливальної функції двохатомної молекули. Історія відкриття методу інфрачервоної спектроскопії.	8
15.	Системи експресії для отримання радіоактивно мічених мембранних білків. Картування мембранної топології інтегральних білків. Парамагнітні зонди, що використовуються для рідинного ЯМР.	10
16.	Історія мас-спектрометрії. Хромато-мас-спектрометрія. Вивчення метаболізму ліків методами хромато-мас-спектрометрії.	6
17.	Спектрополяриметрія біополімерів. Діелектрична спектроскопія біополімерів. Калориметрія.	6
18.	Магнітний круговий дихроїзм. Модель хіральної молекули Куна.	4
19.	Мессбауерівська спектроскопія електронів конверсії.	4
	Разом	126

6. Індивідуальні завдання

Розрахунково-графічна робота обсягом 1 год. за темою 2 "Електронна мікроскопія".
Курсова робота (6-й семестр) на одну з тем курсу у вигляді реферату.

Методи контролю

Поточного:

- відвідування занять та ведення конспекту;
- поточний контроль на практичних заняттях (домашні завдання);
- контрольні роботи;
- самостійна робота та індивідуальне завдання;
- виконання лабораторних практикумів.

Складові підсумкового контролю:

- бали поточного контролю;
- комбінований письмовий екзамен.

Якісні критерії оцінювання успішності виконання контрольних робіт, індивідуальних завдань, інших видів роботи, що потребують оцінювання
Вимоги для оцінки „відмінно”:

- міцне засвоєння змісту програми навчальної дисципліни та наукових першоджерел;
- здатність повністю, глибоко і всебічно розкрити зміст поставленого завдання;
- правильне застосування одержаних знань з різних дисциплін для вирішення поставлених завдань; послідовне і логічне викладання матеріалу;
- здатність обґрунтувати власну думку та ставлення до певних фахових проблем;
- чітке розуміння і вільне доречне застосування фахової науково-технічної термінології, вміння грамотно ілюструвати відповідь прикладами;
- здатність встановлювати взаємозв'язок між основними поняттями;
- вільне використання теоретичних знань для аналізу практичного матеріалу;
- демонстрація високого рівня набутих практичних навичок.

Можлива наявність незначних неточностей у викладенні матеріалу, які не приводять до помилкових висновків і рішень, але впливають на отриманий бал.

Вимоги для оцінки „добре”:

- добре засвоєння основного змісту навчальної дисципліни, основних ідей наукових першоджерел;

- належна аргументація, правильне та послідовне розкриття основного змісту матеріалу;
- демонстрація власних міркувань з приводу тих чи інших проблем;
- точне використання наукової термінології;
- демонстрація основних практичних навичок при аналізі фахових задач.

Можлива наявність певних непринципових неточностей у використанні спеціальної термінології, похибок у логіці викладання теоретичного матеріалу або аналізу практичних даних, невизначальних помилок у висновках та узагальненнях, що не впливають на конкретний зміст відповіді, але впливають на отриманий бал.

Вимоги для оцінки „задовільно“:

- засвоєння лише базових понять дисципліни, обмеженість відповіді лише такими поняттями, відсутність поглибленого аналізу та опису проблеми чи питання, наявність у відповіді лише частини необхідної інформації; неналежне оперування інформацією з наукових першоджерел;
- неналежна послідовність та логіка у викладанні матеріалу та висновків;
- неналежне чи відсутнє обґрунтування оцінки фактів та явищ;
- наявність суттєвих помилок при викладенні матеріалу, поясненні термінології та вирішенні практичних питань.

Обсяг викладення змісту питання, кількість та суттєвість помилок визначально впливають на отриманий бал.

Оцінку „незадовільно“ студент отримує, якщо:

- основний зміст завдання не розкрито;
- продемонстровано низький рівень орієнтації у змісті програми дисципліни та наукових першоджерелах;
- не підтверджене знання наукових фактів та визначень;
- допущені суттєві принципові помилки у викладанні матеріалу та висновках;
- продемонстровано низький рівень знання та застосування спеціальної термінології;
- відсутність наукового мислення та практичних навичок.

8. Схема нарахування балів

5-й семестр

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Екзамен	Сума
Домашні завдання	Лабораторні роботи	Контрольна робота	Індивідуальне завдання	Разом		
15	20	20	5	60	40	100

6-й семестр

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Екзамен	Сума
Курсова робота	Лабораторні роботи	Контрольна робота		Разом	
20	20	20		60	100

Для допуску до складання підсумкового контролю (екзамену) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 30 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, контрольної роботи, індивідуального завдання.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної	Оцінка
-----------------------------------	--------

діяльності протягом семестру	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

9. Рекомендована література

Основна література

1. О.С. Волошина, М.М. Антонюк Методи досліджень в біотехнології: Конспект лекцій для студ. напряму 6.051401 «Біотехнологія» ден. та заоч. форм навч. – К.: НУХТ, 2012. – 157 с.
2. Електрофоретичні методи аналізу / А. Ю. Куліков, О. С. Чернишова, Н. О. Нікітіна. - Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2013. – 68 с.
3. Хроматографічні та електрофоретичні методи аналізу біологічних макромолекул : метод. вказівки до викон. лаборатор. робіт з курсу «Методи аналізу в біотехнології» для студ. спец. 8.091607 «Біотехнологія» / уклад. : В. Ю. Черненко, Ж. М. Івахненко. – К. : ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2005. – 48 с.
4. Методичні рекомендації до вивчення теми «Інфрачервона спектроскопія» з дисципліни «Фізичні методи дослідження речовини» для студентів спеціальностей 102 «Хімія», 014 «Середня освіта (Хімія)» / Укладачі доц. Юрченко О.М., проф. Кормош Ж.О., доц. Савчук Т.І., доц. Корольчук С.І. – Луцьк: ФОП Іванюк В.П. – 80 с.
5. Дідух В. Д. Біологічна фізика з фізичними методами аналізу : навч. пос. / В. Д. Дідух, Ю. А. Рудяк, О. А. Багрій-Заяць. — Тернопіль, 2021.—305 с.
6. Мас-спектрометрія : підручник / О. В. Іщенко, С. В. Гайдай, О. А. Беда. – К. : ВПЦ "Київський університет". 2018. – 244 с.
7. Аналітичні методи досліджень. Спектроскопічні методи аналізу: теоретичні основи і методики: навчальний посібник для підготовки студентів вищих на-вчальних закладів / Д.О. Мельничук, С.Д. Мельничук, В.М. Войціцький та ін.: за ред. акад. Д.О. Мельничука. – К.: ЦП «Компринт», 2016. – 289 с.
8. Фізичні методи дослідження в хімії: навчальний посібник для самостійної роботи (для студентів спеціальності «Хімія» хімічного факультету) / уклад.: М. М. Олійник, М. В. Горічко, О. М. Швед та ін. – Вінниця: ДонНУ, 2015. – 198 с.
9. Остапченко Л. І. Біологічні мембрани та основи внутрішньоклітинної сигналізації: методи дослідження : навч. посіб. / Л. І. Остапченко, І. В. Компанець, Т. Б. Синельник. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2017. – 447 с.
10. Афанасьєва К. С. Фізичні методи в молекулярній генетиці : навч. посіб. / К. С. Афанасьєва ; Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. – К. : Київський університет, 2016. – 127 с.
11. Мартиненко О. І. Методи молекулярної біотехнології : лаборат. практ. / О. І. Мартиненко ; наук. ред. Д. М. Говорун. – Київ : Академперіодика, 2010. – 231 с.
12. Суховія М.І., Шафраньош М.І., Шафраньош І.І., Методи медико-біологічних досліджень. (навч. посібник для студ. спец. «Біомед. інж.»). - Ужгород: Вид. УжНУ, «Говерла», 2022. –53 с.
13. Methods in Molecular Biophysics: Structure, Dynamics, Function for Biology and Medicine. – N.R. Zaccai, I.N. Serdyuk, J. Zaccai. - Cambridge University Press, 2017.
14. Principles and Techniques of Biochemistry and Molecular Biology. – K. Wilson, J. Walker. – Cambridge University Press, 2010. – 736 p.

15. Biophysical Chemistry of Proteins: An Introduction to Laboratory Methods. – E. Buxbaum. – Springer Science & Business Media, 2010. – 510 p.

Допоміжна література

1. Молекулярна біологія : підручник / А.В. Сиволоб. - К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. - 384 с.
2. Я.Б. Блюм, Я.О. Шеремет, Ю.А. Красиленко, А.І. Ємець. Конфокальна мікроскопія у центрі користування унікальними приладами при Інституті харчової біотехнології та геноміки НАНУ. Наука та інновації. 2009. Т. 5. № 2. С. 82–91.
3. Нанохімія і наноматеріали [Електронний ресурс] : підручник для здобувачів ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія» / Уклад: Т. А. Донцова, М. І. Літинська, Ю. М. Феденко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,82 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 170 с.
4. Конспект лекцій з дисципліни «Контроль структури, елементного та фазового складу матеріалів» для здобувачів освітнього ступеня бакалавр за спеціальностями галузі знань 13 “Механічна інженерія” денної форми навчання [Електронний ресурс] / [Упоряд. : Т.І. Бутенко, С.О. Колінько., Ващенко В.А.]; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2021. – 75 с.
5. Прикладне матеріалознавство : навчальний посібник. / Т. Ф. Архіпова, А. Ю. Осадчук. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 60 с.
6. Хрипунов Г.С., Зайцев Р.В., Хрипунова А.Л., Кіріченко М.В., Момотенко О.В. Фізичне матеріалознавство для мікро- та наноелектроніки: дослідження структури тонких плівок методами скануючої зондової мікроскопії та спектроскопії. Навчальний посібник. Том 2. – Харків: НТУ «ХП», 2014. – 198 с.
7. Методичні вказівки до виконання лабораторного практикуму з розділу «Прикладний електронно-мікроскопічний аналіз матеріалів» з дисципліни «Прикладне матеріалознавство» для студентів IV курсу механічного факультету та факультету КН та І / Укл.: О.Б. Гірін, В.І.Овчаренко. – Д.: ДВНЗ УДХТУ, 2017. – 35 с.
8. Локальні методи досліджень: Методичні вказівки до практичних занять [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спец. 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: А. В. Гільчук. – Електронні текстові дані (1 файл: 4.86 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 32 с.
9. Зиман З. З., Ткаченко М. В., Глушко В. І., Подус Л. П. Методичні вказівки до виконання спецпрактикуму з мікроскопії, спектроскопії та термічного аналізу твердих тіл:– Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2008. – 40 с.
10. Методичні вказівки до виконання лабораторного практикуму з дисципліни “Аналіз та контроль матеріалів” з розділу “Рентгеноструктурний аналіз матеріалів” для студентів II–IV курсів механічних спеціальностей / Укл.: Гірін О.Б., Колесник Є.В., Овчаренко В.І. – Д.: ДВНЗ УДХТУ, 2015. – 31 с.
11. Рентгеноструктурний аналіз у матеріалознавстві: навч.-метод. посіб.: [для вищ. навч. закл.] / С. І. Мудрий, Ю. О. Кулик, А.С. Якимович. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2017.
12. Короткова І.В., Маренич М.М. Фізична і колоїдна хімія: Лабораторний практикум. – Полтава, 2018. – 224 с.
13. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Фізичні методи досліджень” для студентів спеціальності 8.05050204 – обробка матеріалів за спецтехнологіями усіх форм навчання / Уклад.: Л.Ф.Головко, А.М.Лутай, О.П.Красавін. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 54с.
14. Schuck P. Sedimentation Velocity Analytical Ultracentrifugation: Discrete Species and Size-Distributions of Macromolecules and Particles. Boca Raton, CRC Press, 2016. 266 p.
15. Магнетики в електроніці : Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» освітньої програми «Мікро- та

- наноелектроніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Ю. М. Поплавко, О. В. Борисов, І. П. Голубева, Ю. В. Діденко. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,3 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 365 с.
16. В. Д. Дідух, Ю. А. Рудяк, О. А. Багрій–Заяць, Л. В. Наумова. Історія квантово-механічних методів дослідження медико-біологічних і хімічних систем. Вісник медичних і біологічних досліджень, (1), 63–69. <https://doi.org/10.11603/bmbr.2706-6290.2019.1.10582>
 17. Фізичні методи дослідження в хімії: навчальний посібник для самостійної роботи (для студентів спеціальності «Хімія» хімічного факультету) / уклад.: М. М. Олійник, М. В. Горічко, О. М. Швед та ін. – Вінниця: ДонНУ, 2015. – 198 с.
 18. Сучасні експериментальні методи аналізу низькорозмірних структур : навчальний посібник (частина 1) [текст] : навч. посіб. для студ. спеціальності 132 «Матеріалознавство», освітньої програми «Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві» / КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во “Центр учбової літератури”; уклад. : С. М. Волошко, О. А. Крутько, Н. В. Франчік, А. П. Бурмак. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 96с.
 19. М.Ю. Сахновський, Б.М. Тимочко, І.І. Будзуляк. Круговий дихроїзм та його використання в поляриметрії. Науковий вісник Чернівецького університету. 2005. Випуск 261. Фізика.Електроніка.
 20. G. Currell. Analytical Instrumentation performance characteristics and quality/series Analytical Techniques in the Sciences (AnTS).- JOHN WILEY & SONS,-2000.-308 p.
 21. Francis Rouessac, Annick Rouessac Chemical analysis : modern instrumentation and methods and techniques /translated by Steve Brooks and Francis and Annick Rouessac. - 2nd ed. -2007 by John Wiley & Sons Ltd,-586 p.
 22. Добрава В. І. Біофізика та медична апаратура / В. І. Добрава, В. О. Тіманюк. – Київ, 2006. – 199 с.
 23. Свідрук Т.А. Основи біологічної фізики і медична апаратура / Т.А. Свідрук. – К. : ВСВ «Медицина», 2017. – 264 с.
 24. Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошніченко М.С., Шуба М.Ф. Біофізика. – Київ: Видавництво “Обереги”, 2001, 544 с.
 25. Silverstein R.M., Webster F.X. Spectrometric identification of organic compounds, John Wiley & Sons, Inc., 130 p.

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Рентгеноструктурний аналіз
<https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1078/rentgenostrukturnij-analiz>
2. Раманівська спектроскопія <https://inconsulting.com.ua/uk/ekspertyza-organichnyx-spoluk/ramanivska-spektroskopija.html>
3. Теорія ЯМР http://iht.univ.kiev.ua/virtual-lab/chem/phys-met-chem-comp/story_content/external_files/theory_nmr.pdf
4. Мас-спектрометрія: особливості методики і типи обладнання <https://alt.ua/blog/mas-spektrometriya>
5. Мас-спектрометрія <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1337/mas-spektroskopiya>
6. Фізичні методи дослідження матеріалів
<https://eduportal.kau.org.ua/course/view.php?id=11§ion=12>