



**Дисципліна: «СУЧАСНА БІОЛОГІЯ ДЛЯ РОЗВИТКУ НОВІТНІХ БІОТЕХНОЛОГІЙ»
ОНД.05**

ВИКЛАДАЧІ:

д.х.н., ст.н.с. Дубей Ігор Ярославович
д.б.н., проф. Телегеев Геннадій Дмитрович
академік НАН України, д.б.н., проф. Дзядевич Сергій Вікторович

ЗАГАЛЬНЕ НАВАНТАЖЕННЯ: 3 кредити ECTS

Загальний обсяг вивчення – 90 годин, у тому числі:

Заняття в аудиторії: 30 годин (22 години лекцій, 6 годин модульні контрольні роботи,
2 години консультація)

Самостійна робота: 60 годин

Підсумковий контроль дисципліни – іспит

АНОТАЦІЯ

Дисципліна «Сучасна біологія для розвитку новітніх біотехнологій» належить до переліку обов'язкових навчальних дисциплін, що пропонуються в рамках циклу професійної підготовки здобувачів зі спеціальності «Біологія», і викладається на першому році навчання. Вона забезпечує професійний розвиток здобувача та спрямована на отримання знань, необхідних для застосування досягнень фундаментальної біології для розв'язання проблем сучасної біотехнології. Програма з курсу створена відповідно до вимог державного освітнього стандарту підготовки докторів філософії у вищих навчальних закладах та наукових установах. Програма курсу спрямована на узагальнення знань здобувачів в області новітніх біотехнологій.

Здобувачі набудуть базових знань, що лежить в основі розвитку технологій створення новітніх лікарських засобів. Сучасні методи їхньої розробки ґрунтуються на мішень-орієнтованому дизайні та пошуку біологічно активних сполук. Він поєднує комп'ютерне моделювання взаємодії природних чи синтетичних сполук з біомолекулами-мішенями (білки, нуклеїнові кислоти, тощо), біологічний скринінг в тест-системах *in vitro*, дослідження зв'язування активних сполук з відповідними біомолекулами та використання отриманих даних для структурної оптимізації потенційних терапевтичних засобів.

Розвиток новітніх біотехнологій зумовлюється прогресом сучасних знань щодо структури і функціонування геному, а також розвитку методичної бази молекулярної біології, медичної генетики, тощо. Курс включає розгляд таких основних понять, як біомаркер, генетичний маркер, генотипування, молекулярна діагностика хвороб людини, використання наночастинок різного складу для діагностики і терапії хвороб людини.

Здобувачі отримають знання зі створення й застосування біосенсорів. Біосенсорика є сучасним мультидисциплінарним напрямком науки, що використовує різноманітні біологічні селективні матеріали (ферменти, антитіла, нуклеїнові кислоти, живі клітини та ін.) у поєднанні з фізичними перетворювачами різного типу для розробки та створення нових біоаналітичних приладів із залученням сучасних технологій.

При підготовці методичних матеріалів враховувалося, що здобувачі, які опановують зазначений курс, вже отримали знання з базових дисциплін таких як загальний курс біохімії, молекулярної біології, генетики, а також усвідомлюють, що матеріал цього курсу буде необхідним для них у подальшій роботі.

МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСУ

Загальною метою курсу є формування у здобувачів сучасних уявлень про деякі фундаментальні аспекти розвитку біотехнологій.

Завданням курсу є дати знання про принципи сучасного комплексного підходу до пошуку біологічно активних сполук, дія яких спрямована на конкретну біологічну мішень, сутність процесів і технологій, що лежать в основі розробки новітніх лікарських засобів. Завданням курсу є також ознайомлення здобувачів із сучасними підходами, що використовують в біомедицині та ґрунтуються на даних щодо організації й функціонування геномів різних організмів і методичному арсеналі сучасної молекулярної біології. Здобувачі ознайомляться з основними молекулярно-генетичними методами діагностики спадкових хвороб, генетичного тестування, вивчать можливості використання нанопрепаратів. Завданням навчальної дисципліни є також ознайомлення здобувачів із сучасними аспектами нової галузі біотехнології – біомолекулярної електроніки, отримання знань з розробки та створення біосенсорів різного типу та їх практичного застосування.

Важливою загальною метою курсу є підготовка здобувачів як ефективних дослідників, здатних аналізувати спеціальну літературу в галузі сучасної біотехнології, молекулярної біології, молекулярної генетики та застосовувати отриману інформацію для розв’язання практичних задач.

РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ, МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ І ФОРМИ ОЦІНЮВАННЯ.

Результати навчання	Методи викладання і навчання	Форми оцінювання
У результаті вивчення курсу здобувач повинен: Знати: – Основні сучасні технології дизайну лікарських засобів; суть процесів, що лежать в основі впізнавання лігандами біомолекул; основи біохімічних методів оцінки біологічної активності сполук; основні фізико-хімічні методи дослідження взаємодій біополімерів із малими молекулами; базові поняття сучасних комп’ютерних методів молекулярного моделювання – Поняття “біомаркер” та “генетичний маркер” і можливості їхнього використання в молекулярній діагностиці спадкових хвороб, хвороб похилого віку, в пренатальному тестуванні тощо, в т.ч. з використанням наночастинок – Основні типи біосенсорів, підходи до створення фізичних перетворювачів і біоселективних елементів біосенсорів, методи іммобілізації біомолекул, клітин та надмолекулярних структур із трансдюсерами, протоколи створення деяких простих лабораторних прототипів біосенсорів (зокрема, моделі глюкозного та уреазного електрохімічних біосенсорів, ДНК-сенсора на основі поверхневого плазмонного резонансу) Вміти: – Творчо користуватися знаннями щодо механізмів біологічної активності малих молекул, використовувати	Лекції Самостійна робота	Модульна контрольна робота Індивідуальна доповідь з презентацією Іспит

основні біофізичні методи аналізу взаємодій сполук із біомолекулами-мішенями, ферментативні тест-системи біологічного скринінгу, базове програмне забезпечення візуалізації молекулярного моделювання – Виходячи з отриманих даних щодо молекулярно-генетичних порушень у відповідній нозологічній формі захворювання, розробляти найбільш оптимальні протоколи їх детекції, давати прогноз перебігу захворювання – Практично застосовувати біосенсиори в різних галузях – Використовувати отримані знання в дослідницькій та викладацькій діяльності, застосовувати їх для розв’язання прикладних задач у галузі біотехнології, молекулярної біології, молекулярної генетики.		
--	--	--

ЗМІСТ КУРСУ

Дисципліна «Сучасна біологія для розвитку новітніх біотехнологій» є складовою фундаментальної підготовки фахівців освітньо-наукового рівня «доктор філософії» за спеціальністю Е1 «Біологія та біохімія». Дисципліна відповідає навчальному плану підготовки докторів філософії за даною спеціальністю у Інституті молекулярної біології і генетики НАН України. Вона є підсумковим курсом, що в логіко-структурній схемі освіти спирається на курси, що вивчалися здобувачами раніше: «Біотехнологія», «Біохімія», «Біофізика», «Молекулярна біологія», «Генетика», загальні курси фізики та хімії.

Курс є мультидисциплінарним напрямком науки, що розглядає сучасні підходи до створення новітніх лікарських засобів, актуальні проблеми біомедичних досліджень, технології створення й застосування біоаналітичних приладів на основі біосенсорів. Курс включає три змістовні модулі.

№ з/п	Теми та зміст занять	Кількість годин
	<u>Змістовний модуль 1</u> “Основи сучасного мішень-орієнтованого пошуку біологічно активних сполук” (1 кредит)	
Лекція 1	Тема: “Дослідження біологічної активності сполук у ферментативних тест-системах <i>in vitro</i>” Скринінг біологічно активних сполук <i>in vitro</i>. Приклади ферментативних тест-систем на основі топоізомераз (релаксація ДНК), теломераз (метод TRAP), полімераз, кіназ. Кількісний аналіз продуктів ферментативних реакцій. Кінетичні криві. Визначення IC₅₀ інгібіторів. Хімічна оптимізація сполук. Основні переваги та недоліки систем біологічного скринінгу <i>in vitro</i>.	2
Лекція 2	Тема: “Сучасні експериментальні методи дослідження зв’язування ліганд-біомолекула” Визначення структур біомолекул і комплексів: рентгеноструктурний аналіз і ЯМР. Спектроскопічні методи: адсорбційна, флуоресцентна спектроскопія, FRET, FID, КД. “Плавлення” комплексів. Метод	2

	поверхневого плазмонного резонансу. Електрофоретичні методи аналізу. Визначення констант зв'язування лігандів. Зв'язок між ефективністю зв'язування й біологічною активністю сполук.	
Лекція 3	Тема: “Комп’ютерне моделювання взаємодії лігандів з біомолекулами” Оптимізація структур біомакромолекул і лігандів. Докінг. Молекулярна динаміка. Квантово-хімічні підходи в моделюванні. Гібридні обчислювальні методи. Принципи сучасного комп’ютерного дизайну лікарських засобів. Правила Ліпінського. Фармакофорні групи. Віртуальний скринінг бібліотек сполук. Базове програмне забезпечення моделювання та візуалізації. Грід-технології.	2
	Модульна контрольна робота 1	2
	<u>Змістовний модуль 2</u> “Новітні молекулярно-біологічні розробки і можливості їхнього використання в біомедицині” <i>(1 кредит)</i>	
Лекція 4	Тема: “Нанорозмірні системи й наноматеріали біомедичного призначення” Застосування наночастинок у біотехнології та медицині. Характеристика механізмів дії наночастинок. Цільова терапія й діагностика за їх допомогою. Навантаження наночастинок ліками. Типи систем доставки ліків у клітину.	2
Лекція 5	Тема: “Персоніфікована медицина. Передумови її становлення та сучасний стан” Поняття “біомаркер” та “генетичний маркер”. Маркери пухлинного розвитку. Маркери, що використовуються в клініці внутрішніх хвороб. Впровадження сучасних маркерів в біомедицині. Стан і перспективи розвитку персоніфікованої медицини в Україні.	2
Лекція 6	Тема: “Досягнення сучасної геноміки, протеоміки, метаболоміки та їхнє використання в медицині” Програма “Геном людини”. Протеоміка. Дослідження метилому. Розвиток новітніх біотехнологій з використанням стовбурових клітин.	2
Лекція 7	Тема: “Розробка підходів до корекції експресії генів” РНК-інтерференція. Редагування геному за допомогою системи CRISPR/Cas9. Різні напрямки сучасної генотерапії.	2
	Модульна контрольна робота 2	2
	<u>Змістовний модуль 3</u> “Сучасні аспекти біомолекулярної електроніки” <i>(1 кредит)</i>	
Лекція 8	Тема: “Найбільш поширені підходи до розробки сучасних приладів біомолекулярної електроніки”	2

	Визначення біосенсорів, їхня класифікація. Галузі застосування. Типи біоселективних елементів. Типи перетворювачів. Основні робочі характеристики біосенсорів. Матеріали та технології створення сучасних перетворювачів біохімічного сигналу в електричний. Переваги та недоліки біосенсорів.	
Лекція 9	Тема: “Сучасні фізичні перетворювачі біологічного сигналу в електричний” П’єзоелектричні біосенсиори. Сенсиори на основі поверхнево-активних хвиль. Термічні біосенсиори. Поляриметричні сенсиори. Інтерферометри. Датчики на основі оптичних волокон. Оптиоди. Загальні принципи поверхневого плазмонного резонансу (ППР). Аналіз оптоелектронних каналів ППР-сенсорів із паралельним та розбіжним світловим пучком. Приклади приладів на основі ППР.	2
Лекція 10	Тема: “Методи створення біоселективних елементів біосенсорів, прототипи таких систем” Типи біоселективних елементів біосенсорів. Елементи каталітичного типу: ферменти, мікроорганізми, кусочки живої тканини, мітохондрії. Елементи афінного типу: компоненти імунохімічної реакції, рецептори, нуклеїнові кислоти, біоміміки. Матеріали, що використовуються для іммобілізації біологічного матеріалу. Методи іммобілізації біологічного матеріалу на поверхнях фізичних перетворювачів.	2
Лекція 11	Тема: “Практичне застосування біосенсорів” Біосенсиори для використання в медицині. Біосенсиори для використання в екології. Біосенсиори для застосування в харчовій промисловості та біотехнології. Труднощі, що виникають при використанні біосенсорів у різних сферах, та шляхи їхнього вирішення. Мультисенсиори та мультиферментні масиви.	2
	Модульна контрольна робота 3	2

УМОВИ ВИЗНАЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО РЕЙТИНГУ

Контроль знань здобувачів здійснюється за модульно-рейтинговою системою. Підсумкова оцінка розраховується за **накопичувальною системою**. При цьому максимальна кількість балів встановлюється наступним чином:

Курс	Змістовний модуль 1	Змістовний модуль 2	Змістовний модуль 3	Комплексний підсумковий модуль (іспит)	Підсумкова оцінка за повний курс
Максимальна кількість балів	25	25	25	25	100

Протягом навчального курсу заплановані контрольні та самостійні роботи до кожного змістовного модуля:

- за модульну контрольну роботу здобувач може отримати максимум 20 балів;
- за самостійне завдання до модуля – максимум 5 балів;

за кожен змістовний модуль – максимум 25 балів.

ВИМОГИ І КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання успішності здобувача за кожним із запланованих видів робіт здійснюється у відповідності до таких критеріїв:

Вид роботи	Кількість балів за один вид робіт	Критерії оцінювання
Індивідуальна доповідь з презентацією	5	Доповідь добре структурована, логічна й послідовна. Автор демонструє володіння матеріалом і здатність відповісти на запитання аудиторії.
	4-3	Доповідь містить незначні помилки й неточності, доповідач в цілому задовільно відповідає на запитання аудиторії.
	1-2	Доповідь містить значні помилки та прогалини. Доповідач не виявляє належної підготовки і не готовий відповісти на змістовні запитання.
Модульна контрольна робота (письмова)	18-20	Роботу виконано вчасно, якісно оформлено. Автор виявляє високий рівень знань і розуміння теми, аналітичні здібності, відповідає на запитання правильно, логічно й послідовно.
	14-17	Роботу виконано вчасно, якісно оформлено. Наявні тільки незначні помилки чи неточності у відповідях на запитання. Автор виявляє достатню обізнаність і розуміння матеріалу.
	10-13	Роботу виконано вчасно, та оформлено з помилками. Автор демонструє посередню обізнаність і розуміння матеріалу, допускає певну кількість грубих помилок.
	5-9	Завдання не виконане вчасно або якість його оформлення незадовільна. Автор виявляє погану обізнаність і розуміння матеріалу, допускає велику кількість грубих помилок. Відповіді неповні, або взагалі відсутні на деякі запитання.

Порядок перерахунку рейтингових показників нормованої 100-бальної університетської шкали оцінювання в національну шкалу та шкалу ECTS

За 100-бальною шкалою	За національною шкалою		За шкалою ECTS
	Іспит	Залік	
91 – 100	відмінно	зараховано	A (відмінно)
81 – 90	добре		B (дуже добре)
71 – 80			C (добре)

66 – 70	задовільно		D (задовільно)
60 – 65			E (достатньо)
40 – 59	незадовільно	не зараховано	FX (незадовільно – з можливістю повторного складання)
1 – 40			F (неприйнятно)

Якщо за результатами модульно-рейтингового контролю здобувач отримав сумарну оцінку за три змістовні модулі, яка менша за 40 балів, то він/вона не допускається до екзамену і вважається таким, що не виконав усі види робіт, які передбачаються навчальним планом.

ПОЛІТИКА ДОБРОЧЕСНОСТІ

Виконання навчальних завдань і робота в курсі має відповідати вимогам «Кодексу академічної доброчесності ІМБГ НАНУ», затвердженого Вченою радою ІМБГ НАН України 10 вересня 2019 року, http://imbg.org.ua/docs/education/IMBG_academic_integrity_code.pdf та вимогам «Положення про систему забезпечення академічної доброчесності в Інституті молекулярної біології і генетики Національної академії наук України від 23 червня 2026 року»:

<https://www.imbg.org.ua/docs/education/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%20%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%B4%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%83%20%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D0%86%D0%9C%D0%91%D0%93%20%D0%9D%D0%90%D0%9D%20%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%96%CC%88%D0%BD%D0%B8%202026..pdf>

ФОРМУВАННЯ ПРОГРАМНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ

Загальні компетентності

- ЗК-1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
- ЗК-2 Здатність використання новітніх інформаційних і комунікаційних технологій
- ЗК-3. Здатність самостійно проводити на сучасному рівні актуальні наукові дослідження
- ЗК-4. Здатність до пошуку, оброблення на аналізу інформації з різних джерел
- ЗК-5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність)
- ЗК-6. Здатність працювати в міжнародному науковому просторі
- ЗК-7. Здатність до розробки та управління науковими проєктами
- ЗК-8. Здатність розвиватися, вчитися і самовдосконалюватися
- ЗК-9. Здатність до окреслення та розв'язання на сучасному рівні наукових проблем
- ЗК-10. Здатність діяти з соціальною відповідальністю та громадянською свідомістю

Спеціальні (фахові) компетентності

- СК-1 Здатність застосовувати отримані знання та уміння для вирішення проблем сучасної біології та біохімії
- СК-2 Здатність формулювати наукову проблему та знаходити шляхи її розв'язання, формуючи робочі гіпотези, переосмислювати наявні та створювати нові знання
- СК-3 Здатність визначати завдання біологічного дослідження та обирати адекватні методи для ефективного розв'язання конкретних науково-практичних задач у галузі біології та біохімії



СК-4 Здатність самостійно проводити наукові дослідження, що ведуть до отримання нових цілісних знань

СК-5 Здатність до адекватної інтерпретації даних, отриманих в результаті наукового дослідження, та порівняння фактів, виявлених у власних наукових дослідженнях, з сучасними концепціями, гіпотезами та теоріями

СК-6 Поглиблене знання і розуміння у конкретній галузі біології

СК-7 Здатність ефективно спілкуватися з широкою науковою спільнотою

СК-8 Розуміння етичних аспектів наукової діяльності

СК-9 Здатність розвивати особисте відчуття відповідальності за отримані в ході наукової діяльності результати

СК-10 Здатність представляти результати власного дослідження широкому загалу фахівців та нефаківців; здатність працювати у команді

ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

ПР1. Мати сучасні знання в біології: новітні концепції біології, знати сучасне методологічне та інструментальне забезпечення молекулярної біології, молекулярної генетики та біотехнології, інших суміжних предметних галузей знань

ПР2. Вільно спілкуватися з науковою спільнотою та громадськістю в певній галузі наукової та/або професійної діяльності; представляти результати наукових досліджень у наукових публікаціях у фахових вітчизняних та міжнародних виданнях та на конференціях як державною, так і іноземною мовою

ПР3. Знати сучасну фахову літературу у галузі дослідження: фундаментальні зарубіжні та вітчизняні праці, представників наукових шкіл

ПР4. Критично аналізувати наукову літературу та вміти визначати мало досліджені та суперечливі питання; формулювати ідеї та гіпотези, спрямовані на розв'язання досліджуваної проблеми; визначати актуальність власного наукового дослідження, обирати адекватні методи та підходи до його виконання, ініціювати, організовувати та проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької діяльності

ПР5. Вміти творчо застосовувати фундаментальні біологічні знання для адекватної оцінки та розв'язання прикладних задач у галузі біотехнології, молекулярної біології, молекулярної генетики

ПР6. Уміння ініціювати наукові та інноваційні проекти в галузі біології та у суміжних галузях науки, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання і розв'язувати важливі теоретичні та практичні проблеми біології з дотриманням норм академічної доброчесності з урахуванням соціальних, економічних, та правових аспектів; ініціативність та відповідальність під час їх реалізації

ПР7. Формування системного наукового світогляду, методологічної культури науковця, креативного мислення, філософського осмислення шляхів формулювання нових ідей, історичного досвіду розв'язання проблем в галузі дослідницько-інноваційної діяльності, професійної наукової етики

ПР8. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу великого обсягу інформації, використовувати спеціалізовані бази даних та інформаційні системи

ПР9. Підходити до постановки та виконання експериментального завдання з огляду на сучасні уявлення про молекулярні механізми біологічних процесів

ПР10. Вміти залучати в науково-дослідну роботу як традиційні, так і новітні біотехнологічні методи

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Основні:

1. Біологічна і біоорганічна хімія (за ред. Ю.І.Губського, І.В.Ніженковської). – К.: ВВС «Медицина», 2016. – 544 с.
2. Гонський Я.І., Максимчук Т.П. Біохімія людини: підручник – Тернопіль: «Укрмедкнига», 2017. – 732 с.
3. Півень О.О., Скоробогатова З.М. Сучасні інструменти редагування геному з основами молекулярної генетики. – К.: «Біокомполіт», 2021. – 178 с.
4. Основи загальної та медичної генетики / Сіренко А.Г. – Івано-Франківськ: Видавець Супрун В. П., 2023. - 560 с.
5. Солдаткін О.О., Сергеева Т.А., Архипова В.М. та ін. Біосенсорні системи за гального та спеціального призначення на основі сучасних біоінженерних та функціональних матеріалів. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026. – 181 с.
6. Tsai C.S.. Biomacromolecules. Introduction to Structure, Function and Informatics. – Wiley-Liss, 2007. – 740 P.
7. Waring M.J. (Ed.). DNA-targeting Molecules as Therapeutic Agents. – The Royal Society of Chemistry (UK), 2018. – 414 P.
8. Sirajuddin M., Ali S., Badshah A. Drug-DNA interactions and their study by UV-Visible, fluorescence spectroscopies and cyclic voltammetry // J. Photochem. Photobiol. B, 2013, V. 124, P. 1-19
9. Wang M., Yu Y., Liang C., Lu A., Zhang G. Recent advances in developing small molecules targeting nucleic acid // Int. J. Mol. Sci. 2016, V. 17, 779.
10. Neidle S. (Ed.). Quadruplex Nucleic Acids as Targets for Medicinal Chemistry // Annu. Rep. Med. Chem. 2020, V. 54. – 546 P.
11. Demchenko A.P. Introduction to Fluorescence Sensing. V. 1. Materials and Devices. 3rd Edition. – Springer Switzerland, 2021. – 657 P.
12. Demchenko A.P. Introduction to Fluorescence Sensing. V. 2 Target Recognition and Imaging. 3rd Edition. – Springer Switzerland, 2023. – 761 P..
13. Chemoinformatics and Computational Chemical Biology (ed. by Bajporath J.). Methods in Molecular Biology, V. 672. – Humana Press, 2011. – 590 P.
14. Molecular Docking for Computer-Aided Drug Design (ed. by Cumar M.S.). – Academic Press, 2021. – 503 P.
15. Avendano C., Menendez J.C. Medicinal Chemistry of Anticancer Drugs. –Elsevier, 2015. – 740 P.
16. White S., Cantsilieris S. Genotyping: Methods and Protocols. – Humana Press, 2016. – 254 P.
17. 19. Jorde L.B., Carey J.C., Bamshad M.I. Medical Genetics and Genomics. 7th Edition. – Elsevier, 2026. – 1417 P.
18. Nabrega C., Merdonca L., Matos C.A. A Handbook of Gene and Cell Therapy. – Springer, 2020. – 188 P.
19. Shchaslyvyi A.Y., Antonenko S.V., Tesliuk M.G., Telegeev G.D. Current state of human gene therapy: approved products and vectors // Pharmaceuticals, 2023, V. 16, e1416.
20. Aranha H., Merado H.V Handbook of Cell and Gene Therapy. – CRC Press, 2023. – 372 P.
21. Aljabali A.A., El-Tanani M., Tambuwal M.M. Principles of CRISPR-Cas9 technology: Advancements in genome editing and emerging trends in drug delivery // J. Drug Deliv. Sci. Technol. 2024, V. 92, 105338.
22. Huang C.W., Lin C., Nguyen M.K., Hussain A., Bui X.T., Ngo H.H. A review of biosensor for environmental monitoring: principle, application, and corresponding achievement of sustainable development goals // Bioengineered, 2023, V. 14, P. 58-80.

23. Arkhypova V., Soldatkin O., Soldatkin A., Dzyadevych S. Electrochemical biosensors based on enzyme inhibition effect // Chem. Records, 2024, V. 24, e202300214.
24. Dede S., Altay F. Biosensors from the first generation to nano-biosensors // Int. Adv.Res. Engin. J. 2018, V. 2, P. 200-207.
25. Bolllella P., Katz E. Biosensors. Recent advances and future challenges // Sensors, 2020, V. 20, 6645.
26. Gundogdu A., Gazoglu G., Kahraman E. et al. Biosensors: Types, applications, and future advantages // J. Sci. Rep. A, 2023, V. 052, P. 457-481.

Додаткові:

1. del Villar-Guerra R., Gray R.D., Trent J.O., Chaires J.B. A rapid fluorescent indicator displacement assay and principal component/cluster data analysis for determination of ligand–nucleic acid structural selectivity // Nucleic Acids Res. 2018, V. 46, e41.
2. Telomeres and Telomerase. Methods and Protocols. 3rd Edition (ed. by Songyang Z.). – Humana Press, 2017. – 217 P.
3. Paul A., Bhattacharya S. Chemistry and biology of DNA-binding small molecules // Curr. Sci. 2012, V. 102, P. 212-231.
4. Childs-Disney J.L., Yang X., Gibaut Q. M.R., Tong Y., Batey R. T., Disney M. D., Targeting RNA structures with small molecules // Nat. Rev. Drug Discov. 2022, V. 21, P. 736-762.
5. Wang T., Wu M.B., Zhang R.H., Chen Z.J., Hua C., Lin J.P., Yang L.R. Advances in computational structure-based drug design and application in drug discovery // Curr. Top. Med. Chem. 2016, V. 16, P. 901-916.
6. Mader L.K., Borean J.E., Keillor J.W. A practical guide for the assay-dependent characterisation of irreversible inhibitors // RSC Med. Chem. 2025, V. 16, 63.
7. Guterres A.N., Villanueva J. Targeting telomerase for cancer therapy // Oncogene., 2020, V. 39, P. 5811-5824.
8. Gao J., Pickett H.A. Targeting telomeres: advances in telomere maintenance mechanism-specific cancer therapies // Nat. Rev. Cancer 2022, V. 22, P. 515-532.
9. Luo S., Zhang Y., Situ B., Zheng L. Fluorescence sensing telomerase activity: From extracellular detection to *in situ* imaging // Sensors Actuators B, 2018, V. 273, P. 853-861.
10. Mastrangelo S., Attina G., Triarico S., Romano A., Maurizi P., Ruggiero A. The DNA-topoisomerase inhibitors in cancer therapy // Biomed. Pharmacol J. 2022, V. 15, P. 553-562.
11. Chen L., Dickerhoff J., Sakai S., Yang D. DNA G-quadruplex in human telomeres and oncogene promoters: structures, functions, and small molecule targeting // Acc. Chem. Res. 2022, V. 55, P. 2628-2646
12. Mendes E., Aljnadi I.M., Bahls, B., Victor, B.L., Paulo A. Major achievements in the design of quadruplex-interactive small molecules // Pharmaceuticals, 2022, V. 5, e300.
13. Seimiya H., Nagasawa K., Shin-ya K. Chemical targeting of G-quadruplexes in telomeres and beyond for molecular cancer therapeutics // J. Antibiotics, 2021, V. 74, P. 617-628.
14. Santos T., Salgado G.F., Cabrita, E.J., Cruz, C. G-quadruplexes and their ligands: biophysical methods to unravel G-quadruplex/ligand interactions // Pharmaceuticals, 2021, V. 14, e769.
15. Farag M., Mouawad L. Comprehensive analysis of intramolecular G-quadruplex structures: furthering the understanding of their formalism // Nucleic Acids Res. 2024, V. 52, P. 3522-3546.
16. Hevenern K.E., Verstak T.A., Lutat K.E., Riggsbee D.L., Mooney J.W. Recent developments in topoisomerase-targeted cancer chemotherapy // Acta Pharm. Sinica B, 2018, V. 8, P. 844-861.
17. Dehshahri A., Ashrafizadeh M., Afshar E.G., Pardakhty A., Mandegary A., Mohammadinejad R., Sethi G. Topoisomerase inhibitors: pharmacology and emerging nanoscale delivery systems // Pharmacol. Res. 2020, V. 151, 104551.

18. Buzun K., Bielawska A., Bielawski K., Gornowicz A. DNA topoisomerases as molecular targets for anticancer drugs // J. Enzyme Inhib. Med. Chem. 2020, V. 35, P. 1781-1799.
19. Key Heterocyclic Cores for Designing Multi-Targeting Molecules (ed. by Silakari O.). – Elsevier, 2018. – 422 P.
20. Shkotova L., Soldatkin O., Arkhypova V., Pyeshkova V., Saiapina O., Sergeyeva T., Soldatkin A., Dzyadevych S. Biosensors. Practical application // In: Stabnikova O., Shevchenko O., Stabnikov V., Paredes-López O. (Eds.). Bioconversion of Food Industry Wastes: Transformation into Value-Added Products. – CRC Press, 2023. – P. 305-352.
21. Kucherenko I.S., Soldatkin O.O., Dzyadevych S.V., Soldatkin A.P. Electrochemical biosensors based on multienzyme systems: main groups, advantages and limitations – a review // Anal. Chim. Acta, 2020, V. 1111, P. 114-131.
22. Matsishin M., Rachkov A., Errachid A., Dzyadevych S., Soldatkin A. Development of impedimetric DNA biosensor for selective detection and discrimination of oligonucleotide sequences of the *rpoB* gene of *Mycobacterium tuberculosis* // Sensors Actuators B, 2016, V. 222, P. 1152-1158.
23. Mruga D., Berketa K., Dzyadevych S., Soldatkin O. Biosensors for transaminase detection: Their diversity and trends – A comprehensive review // Trends Anal. Chem. 2025, V. 193, 118460.
24. Kucherenko D.Yu., Kucherenko I.S., Soldatkin O.O., Topolnikova Ya.V., Dzyadevych S.V., Soldatkin A.P. Highly selective amperometric biosensor array for the simultaneous determination of glutamate, glucose, choline, acetylcholine, lactate and pyruvate // Bioelectrochemistry, 2019, V. 128, P. 100-108.

Фахові журнали:

1. Advanced Drug Delivery Reviews
2. Analytica Chimica Acta
3. Analytical and Bioanalytical Chemistry
4. Analytical Biochemistry
5. Analytical Chemistry
6. Bioorganic and Medicinal Chemistry
7. Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters
8. Biophysical Chemistry
9. Biopolymers and Cell
10. Biosensors and Bioelectronics
11. Biotechnologia Acta
12. Cancer Research
13. Cytology and Genetics
14. Drug Discovery Today
15. Future Medicinal Chemistry
16. Genome Biology
17. Journal of Drug Targeting
18. Journal of Medicinal Chemistry
19. Journal of Nanobiotechnology
20. Molecules
21. Nanomedicine
22. Nano Today
23. Nature Chemical Biology
24. Nature Nanotechnology
25. Nature Reviews Cancer



26. Nucleic Acids Research
27. Pharmaceutical Research
28. Sensors
29. Sensors and Actuators
30. Sensors, Electronics and Microsystem Technology
31. Talanta
32. Ukrainica Bioorganica Acta