

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Інститут високих технологій

Кафедра молекулярної біотехнології та біоінформатики



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Нанотехнології в біології та медицині

для здобувачів наукового ступеня доктор філософії

галузь знань	09 Біологія
спеціальність	091 Біологія
рівень вищої освіти	третій освітньо-науковий
освітньо-наукова програма	"Молекулярна біотехнологія"
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання - очна (денна), заочна
Навчальний рік - 2021/2022
Курс - 1, півріччя - 2
Кількість і-рє, піві-є ЄІС - 3
Мова викладання, навчання
та оцінювання - українська
Форма заочного контролю - ієпні

Викладачі:
Драган Анатолій Іванович

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ («____») «____» _____ 20__ р.
на 20__/20__ н.р. _____ («____») «____» _____ 20__ р.

КИЇВ – 2021

Розробник:

Драган Анатолій Іванович, к.б.н., доцент, кафедра молекулярної біотехнології та біоінформатики

«ПОГОДЖЕНО»

Завідувач кафедри молекулярної біотехнології та біоінформатики


О.Ю. Нипорко

Протокол № 2 від «16» вересня 2021 р.

Схвалено науково-методичною комісією Інституту високих технологій
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Протокол № 1 від «29» вересня 2021р.

Голова науково-методичної комісії



Н.М. Русінчук

1. Мета дисципліни – розширення знань в області біології та молекулярної біотехнології, отриманих студентами під час навчання в бакалавраті та магістратурі. Надати аспірантам практичні знання з сучасних нанотехнологій та виробити необхідні практичні навички та методологію експериментальних досліджень в нано- і біонанотехнологіях, та використанню цих нанотехнологій в біології і медицині.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Успішне опанування курсів «Молекулярна біологія», «Органічна хімія», «Генетика», «Біохімія» та «Структурна біологія», які викладаються студентам освітнього рівня «Бакалавр» та «Магістр».
2. Аспірант повинен вміти: використовувати набуті знання та навички для планування та проведення експериментальних досліджень в області біологічної нанотехнології. Проводити комп'ютерне моделювання плазмонних властивостей наночасток для використання в біології, медицині та біотехнологіях.
3. Аспірант повинен володіти елементарними навичками: проведення експериментальних робіт з використанням матеріалів та обладнання, що використовуються в біологічній, хімічній та фізичній лабораторіях.

4. Анотація навчальної дисципліни:

Дисципліна «Нанотехнології в біології та медицині» належить до дисциплін вільного вибору. Цей курс лекцій знайомить аспірантів з сучасним станом розвитку нанотехнологій, з акцентом на біонанотехнології і наномедицину. Аналізуються сучасні нано-біомедичні платформи призначені для діагностики захворювань людини. Висвітлюються особливості розвитку молекулярних принципів побудови біологічних наномашин, можливості їх використання в сучасній біонанотехнології. Значна увага в курсі лекцій приділена практичним питанням пов'язаним з методами отримання плазмонних наночастинок, наноплівки та нанокластерів з вираженими флуоресцентними характеристиками. Також дається характеристика наночастинок з хімічними модифікаціями поверхні для їх цільового використання в медико-біологічних технологіях. Аналізуються приклади успішного застосування наноструктур, наносистем та наночасток в біології та медицині.

4. Завдання (навчальні цілі):

Згідно з вимогами в галузі знань 09 «Біологія», спеціальність 091 «Біологія» дисципліна забезпечує набуття аспірантами таких компетентностей:

інтегральної:

здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в галузі молекулярної біотехнології при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

загальних:

К01. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

К04. Здатність працювати у міжнародному контексті.

спеціальних (фахових, предметних):

ФК2. Здатність до опанування нових областей біології шляхом самостійного навчання.

ФК4. Глибоке знання і розуміння найбільш важливих біологічних теорій (логічна структура, експериментальне підтвердження, описані явища), в тому числі глибоке знання молекулярної біології, структурної біології, біоінформатики, біофізики.

ФК5. Розуміння етичних та соціальних проблем, які стоять перед біологією, розуміння етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі біології (наукова доброчесність).

ФК6. Вміння самостійно проводити експерименти, а також описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані

ФК7. Здатність застосовувати базові знання з біології до прикладних задач, що стосуються суміжних галузей (фізики, хімії); вміння запропонувати експериментальні або теоретичні процедури для вирішення таких задач

ФК8. Мати глибокі ґрунтовні знання про стан передових досліджень принаймні в напрямках, що стосуються молекулярної біології, біоінформатики, молекулярної біотехнології.

ФК9. Бути в змозі здійснювати такі види діяльності: заохочення і розвиток наукових і технологічних інновацій; планування і управління технологіями, пов'язаними з біологією, в таких секторах, як промисловість, охорона навколишнього середовища, охорони здоров'я, культурної спадщини, популяризація питань наукової культури, з акцентом на теоретичних, експериментальних і прикладних аспектах класичної і сучасної молекулярної біології.

ФК10. Розуміти і бути здатним до використання звичних для молекулярної біології математичних і чисельних методів

ФК11. Вміти проводити розробку нових методів та біотехнологій для практичного використання.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вмiги; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати історію та сучасні перспективи розвитку нанотехнологій. Фізико-хімічні, біологічні основи біонанотехнологій.	Лекція	Модульна контрольна робота, іспит	30
1.2	Знати біологічні макромолекули: будову, структуру і функції. Знати фізико-хімічні властивості наночастинок, наноплівки та нанокластерів. Фізико-хімічні характеристики субнаночасток та нанотрубок.	Лекція		
1.3	Знати методи отримання та використання наноструктур, наночастинок та наноконтейнерів для використання у діагностиці та прицільному (таргетному) постачанні ліків. Знати використання флуоресцентних	Лекція	Модульна контрольна робота, іспит	30

	наночасток у біонанотехнологіях.			
1.4	Знати взаємодії наночасток зі світлом, поверхневий плазмонний резонанс. Використання ефекту посилення люмінесценції металевими наночастками в діагностиці захворювань. Знати основи використання нанотехнологій в біології та медицині	Лекція		
2.1	Вміти працювати з приладами, виконувати необхідні дослідження у віртуальному режимі та давати оцінку одержаним результатам.	Практична заняття	Звіт Контрольна робота	10
2.2	Вміти візуалізувати біологічні макромолекулярні структури використовуючи бази даних (Protein Data Bank та інші).	Практична робота	Звіт	10
3.1	Вміти працювати в групі при опануванні методів характеризації наночасток та аналізі отриманих даних.	Практична робота	Звіт	10
4.1	Вміти самостійно опрацьовувати світову наукову літературу (статті по нанотехнологіям в рейтингових міжнародних журналах) та навчально-методичну літературу, здійснювати пошук та узагальнювати отриману інформацію.	Самостійна робота	Підготовка презентацій/ реферату	10

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	3.1	4.1
Програмні результати навчання (назва)								
ПРО2 Знання праць провідних зарубіжних фундаментальних праць у галузі дослідження, формулювання мети власного наукового дослідження в контексті світового наукового процесу	+	+	+	+	+	+	+	+

<p>ПР08. Планувати та управляти науково-дослідними, науково-технічними та/або виробничими проектами у галузі біотехнології, базуючись на сучасних тенденціях розвитку науки, техніки та суспільства.</p>	+	+	+	+				+
<p>ПР18. Знаходити необхідну інформацію у науковій та довідниковій літературі, електронних базах, інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність</p>	+	+	+	+		+	+	+
<p>ПР19. Оцінювати актуальність досліджуваних наукових проблем, придатність відомих наукових методів для їх дослідження на основі аналізу наявних даних та публікацій у провідних виданнях</p>	+	+	+	+	+	+		

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання аспірантів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 – РН 1.1; 1.2. – 10 балів/ 5 балів
2. Модульна контрольна робота 2 – РН 1.3; 1.4 – 10 балів/ 5 балів
3. Практичні заняття – РН 2.1; 2.2; 3.1 – 30 балів/15 балів
4. Оцінювання реферату РН 4.1 – 10 балів/ 5 балів

- підсумкове оцінювання: у формі іспиту

Підсумкова оцінка з освітнього компоненту в цілому: підсумковою формою контролю за яким встановлено іспит визначається як сума оцінок (балів) за всіма успішно оціненими результатами навчання під час семестру (оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються) та оцінки, отриманої під час іспиту.

Формою проведення іспиту є тестова контрольна робота. Результатами навчання, які оцінюються в тестовій контрольній роботі, є РН 1.1-1.4. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані аспірантом, становить 40 балів за 100 бальною шкалою. Перескладання семестрового контролю з метою покращення позитивної оцінки не допускається.

- умови допуску до підсумкового іспиту:

Обов'язковим для іспиту є успішне написання 2 модульних контрольних робіт, доповіді / презентації (по кожній не менше 50% правильних відповідей), відпрацювання всіх передбачених планом практичних занять. Аспірант не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів.

7.2 Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи 1 і 2 проводяться після завершення лекцій з розділів 1 і 2, відповідно. Практичні заняття проводяться у формі роботи з віртуальними моделями структури біологічних макромолекул, їх функціонування з обов'язковою перевіркою кінцевих результатів . Доповіді / презентації оцінюються протягом семестру.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план лекцій та практичних занять

№ п/п	Номер і назва теми*	Кількість годин		
		лекції	практичні заняття	Самостійна робота
<i>Розділ 1</i>				
1	Тема 1. Сучасна біологічна нанотехнологія – надії, перспективи, подолання труднощів	8	4	40
	Лекція 1. Предмет та завдання нанотехнологій в області біології та медицини. Історія та сучасні перспективи розвитку нанотехнологій. Зв'язок між біотехнологією та біонанотехнологією. Нанотехнологія та біонанотехнологія. Класифікація біонанотехнології та області їх застосування.	2		
	Лекція 2. Біологічні наномашини в живих організмах. Принципи створення функціонуючих біологічних молекулярних машин ab ovo.	2		
	Лекція 3. Використання нанотехнологій для розробки наномашини для використання в медицині. Традиційні методи доставки ліків та переваги таргетної доставки ліків. Проблема прицільної доставки речовин/ліків в клітинах, в організмі.	2		
	Лекція 4. Сучасні засоби доставки лікарських препаратів методами нанотехнологій. Синтез, властивості та будова нанокapsул, одношарових ліпосомальних пухирців, наночасток та мікроемульсій. Хімічна модифікація наноструктур. Переваги цільових систем доставки ліків	2		
	Практичне заняття 1. Робота з віртуальними структурами наночасток. Проведення розрахунку взаємодії наночасток різних матеріалів та розмірів з електромагнітним опроміненням.		4	
	Самостійна робота. Робота зі статтями. Підготовка доповідей / презентацій по новим статтям з рейтингових міжнародних журналів (Nature, Science, PloS. etc.) по вибраним темам лекцій.			20
	Самостійна робота. Підготовка та проведення роботи з Protein Data Bank та Nanoparticles Database базами даних біологічних структур та наноматеріалів для ознайомлення з існуючими сучасними даними в області молекулярних та нановимірних структур.			20
2	Тема 2. Створення і використання нових матеріалів у біонанотехнологіях та їх практичне застосування в біології та медицині.	6	4	10

	Лекція 5. Експериментальні роботи по створенню наномашин шляхом маніпуляцій з природніми та неприродними матеріалами.	2		
	Лекція 6. Шляхи спрощення структури природних матеріалів задля ефективного використання в біонанотехнологіях.	2		
	Лекція 7. Розробка неприродних матеріалів (білкових макромолекул) <i>ab ovo</i> . Отримання унікальних білкових структур «Фелікс» та «Бетабулін»	2		
	Практичне заняття 2. Розв'язування задач для засвоєння матеріалу лекцій		4	
	Самостійна робота. Робота зі статтями. Підготовка доповідей / презентацій по темі лекцій з використанням новітніх статей з міжнародних журналів.			10
3	Тема 3 Застосування біонанотехнологій в наномедицині.	4	2	10
	Лекція 8. Використання природних та модифікованих природних наномашин в медицині. Конструювання штучних нано-препаратів для таргетного руйнування клітин	2		
	Лекція9. Отримання та використання ліпосом для цільового постачання ліків методами молекулярних нанотехнологій.	2		
	Практичне заняття 3. Рішення задач по розділу структурно-енергетичні аспекти білково-нуклеїнового впізнавання. Стелз ліпосоми, як успішний приклад використання нанотехнологій в медицині.		2	
	Самостійна робота. Робота зі статтями по темі лекцій. Підготовка доповідей / презентацій за новітніми статтями в рейтингових міжнародних журналах (Nature, Science, J. Mol. Biol. etc.) по темі структура та специфічні взаємодії білків з нуклеїновими кислотами.			10
4	Тема 4. Феномен посилення флуоресценції металевими наночастинками. Теорія та застосування в біології та медицині.	2		
	Лекція10. Ефект посилення флуоресценції металевими (ПМФ) наночастинками. Поняття про 2D плазмонні поверхні та їх використання в медичній діагностиці. Детекція білків та ДНК в розчинах методами нанотехнологій з використанням ПМФ.	2		
	ВСЬОГО	30	10	60

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекцій – 20 год.

Практичні заняття – 10 год.

Самостійна робота – 60 год.

9. Рекомендовані джерела:

Основна: (Базова)

1. Кантор Ч., Шиммель П. Биофизическая химия. В 3-х т. – М.: Мир, 1984.
2. Финкельштейн А.В., Птицын О.Б. Физика белка. Курс лекций. 3-е изд. – М: КДУ, 2005.
3. Джеймсон Дж. Основы молекулярной медицины. Перевод с англ., в 2-х томах. – М.: Мир, 2002. – 889 с.
4. Егорова Т.А., Клунова С.М., Живухина Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие для вузов – М.: "Академия", 2008. – 208 с.
5. Эдсол Дж., Гатфренд Х. Биотермодинамика. М: Мир, 1986.
6. Goodsell D.S. Bionanotechnology. Lessons from Nature. - Wiley-Liss, Inc., Hoboken, New Jersey, 2004.
7. Papazoglou E.S., Parthasarathy A. Biotechnology. - Morgan & Claypool, 2007.
8. Nanotechnology for Biology and Medicine. At the Building Block Level – Eds.: Silva G.A., Pappura V., Springer Science+Business Media, LLC, 2012.
9. Сазыкин Ю.О., Орехов С.Н., Чакалева И.И. Биотехнология. – М.: "Академия", 2006. – 208 с.
10. Ройт А., Бростофф Дж., Мейл Д. Иммунология. Перевод с англ. – М.: Мир, 2002. – 592 с.
11. Сиволоб А.В. Молекула біологія. – К: Вища школа, 2008.

Додаткова:

1. Dragan, A. I., Mali, B., and Geddes, C.D., (2013). Wavelength-dependent Metal-Enhanced Fluorescence using synchronous spectral analysis, *Chemical Physics Letters*, 556, 168-172.
2. Dragan, A. I., Bishop, E. S., Casas-Finet, J. R., Strouse, R. J., McGivney, J., Schenerman, M. A., and Geddes, C. D., (2012). Distance Dependence of Metal-Enhanced Fluorescence, *Plasmonics*, 7(4), 739-744.
3. Dragan, A. I., Albrecht, M.T., Pavlovic, R., Keane-Myers, A.M. and Geddes, C.D. (2012) Ultra-Fast pg/ml Anthrax toxin (PA) detection assay based on Microwave Accelerated Metal-Enhanced Fluorescence, *Analytical Chemistry*, 425(1), 54-61.
4. Dragan, A. I. and Geddes, C.D. (2011) Excitation Volumetric Effect (EVE) in Metal-Enhanced Fluorescence. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 13, 3831-3838.
5. Goldberg, K., Elbaz, A., Zhang, Y., Dragan, A.I., Marks, R., and Geddes, C. D., (2011). Mixed-metal substrates for applications in Metal-Enhanced Fluorescence, *Journal of Materials Chemistry*, 21, 6179-6185.
6. Mishra, H., Dragan, A.I. and Geddes, C.D. (2011) UV to NIR Surface Plasmon Coupled and Metal-Enhanced Fluorescence Using Indium Thin Films: Application to Intrinsic (Label-less) Protein Fluorescence Detection. *The Journal of Physical Chemistry C*, 115(35), 17227-17236.
7. Dragan, A.I., Golberg, K., Elbaz, A., Marks, R., Zhang, Y. and Geddes, C.D. (2011) Two-color, 30 second Microwave-Accelerated Metal-Enhanced Fluorescence DNA assays: A new Rapid Catch and Signal (RCS) technology. *Journal of Immunological Methods*, 366, 1-7.
8. Dragan, A.I., Bishop, E.S., Casas-Finet, J.R., Strouse, R.J., Schenerman, M.A. and Geddes, C.D. (2010) Metal-Enhanced PicoGreen Fluorescence: Application for dsDNA Quantification. *Analytical Biochemistry*, 396(1), 8-12.
9. Dragan, A.I., Bishop, E.S., Casas-Finet, J.R., Strouse, R.J., Schenerman, M.A. and Geddes, C.D. (2010) Metal-enhanced PicoGreen[®] fluorescence: Application to fast and ultra-sensitive pg/ml DNA quantitation. *Journal of Immunological Methods*, 362 (1-2), 95-100.

Інтернет-ресурси:

1. Банк даних білків (Protein Data Bank, PDB): <http://www.pdb.org/pdb/home/home.do>; <http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>.
2. Віртуальна лабораторія MolDynGrid: <http://moldyngrid.org/main.php>.
3. База хімічних сполук: PubChem: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>