



СУЧАСНІ ДОСЯГНЕННЯ БІОІНЖЕНЕРІЇ ТА БІОІНФОРМАТИКИ  
Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	16 – Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	162 Біотехнології та біоінженерія
Освітня програма	<i>Біотехнології</i>
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Денна
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Іспит/МКР
Розклад занять	<i>Лекції: 1 год./тиждень; практичні заняття: 1 год./тиждень згідно розкладу</i>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., проф. Горобець Світлана Василівна, <a href="mailto:pitbm@ukr.net">pitbm@ukr.net</a> Практичні д.т.н., проф. Горобець Світлана Василівна, <a href="mailto:pitbm@ukr.net">pitbm@ukr.net</a>
Розміщення курсу	<a href="https://bbb.kpi.ua/b/mdd-kvu-r93">https://bbb.kpi.ua/b/mdd-kvu-r93</a> , Електронний кампус

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Важливим завданням докторантської підготовки поряд з проведенням досліджень і написанням дисертації є підвищення інтелектуального потенціалу докторів філософії до рівня розуміння процесів утворення і розвитку нових напрямів і галузей науки і на їх основі – удосконалення існуючих, а також започаткування і розвиток нових виробництв. Навчальну дисципліну «Сучасні досягнення біоінженерії та біоінформатики» призначено для набуття компетенцій, знань, умінь і досвіду щодо розуміння і прогнозування зазначених процесів у сучасній науці і в тому числі у царині біотехнології як науково-практичній діяльності.

Навчальна дисципліна «Сучасні досягнення біоінженерії та біоінформатики» призначена для формування у аспірантів системи компетенцій, умінь та діяльностей з аналізу та прогнозування шляхів розвитку біотехнологічної галузі на основі застосування отриманих знань щодо молекулярних основ генотерапії та новітніх засобів та методів біоінформатики. Завданнями навчальної дисципліни є формування у аспірантів необхідних компетентностей, знань, навичок та вмінь для успішної постаспірантської діяльності.

**Метою дисципліни** є формування у студентів здатностей до:

- пошуку, аналізу та обробки інформації,
- роботи в міжнародному науковому просторі, проводити наукові дослідження на сучасному рівні,
- регенерувати нові ідеї для створення нових препаратів за застосування знань сучасного розвитку біоінформатики та біоінженерії,
- розробляти нові та вдосконалювати існуючі біотехнології на основі нових методів біоінженерії,
- критичного осмислення сучасних методів біоінженерії та біоінформатики для генерування нових гіпотез для адаптації нових методів в технологічні процеси,

- виконувати оригінальні дослідження у сфері біоінженерії для створення нових знань у біотехнологічній сфері,
- критично оцінювати отримані результати, приймати рішення та рекомендувати альтернативні стратегії вирішення проблем щодо створення та регулювання життєдіяльністю біологічних об'єктів, методів досліджень та технологій за їх участю.

**Предметом дисципліни** є закономірності процесів виникнення і подальшого розвитку теоретичних та експериментальних засад генотерапії, методів та підходів природничих та інженерних наук щодо їх застосувань у розробці лікарських препаратів для спадкових та набутих захворювань.

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Сучасні досягнення біоінженерії та біоінформатики» здобувачі вищої освіти набувають таких **програмних результатів**:

- Знання і розуміння проблемних питань сучасної біоінженерії (в тому числі і на межі предметних галузей (генотерапії)) для створення новітніх біотехнологій при розробці лікарських препаратів.
- Знання та використання сучасних генетичних підходів для вдосконалення біологічних агентів і регуляції біотехнологічних процесів.
- Знання сучасних методів ведення науково-дослідних робіт на рівні світових досягнень з біоінженерії та біоінформатики для отримання нових знань та здійснення інновацій, організації і планування експерименту, практик оприлюднення результатів.
- Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.
- Планувати і виконувати експериментальні та теоретичні дослідження з використанням сучасних знань в галузі біоінформатики, біоінженерії та інструментальних методів, критично аналізувати результати досліджень.
- Розробляти та реалізовувати наукові та інноваційні проекти.
- Розробляти нові та вдосконалювати існуючі біотехнології на базі сучасних досягнень біоінформатики та біоінженерії.
- Вибирати найбільш ефективні методи біоінформатики для проведення наукових досліджень з генної терапії

Основний досвід, який отримує аспірант по закінченню курсу - застосування набутих знань до аналізу новітніх засобів та методів біоінформатики в розробці лікарських препаратів та основ генотерапії, а також застосування набутих знань у процесі проведення досліджень, обговорення результатів і формуванні змісту дисертаційної роботи.

## 2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Місце в структурно-логічній схемі навчання забезпечується дисциплінами, такими як загальні хімічні та біологічні дисципліни: «Біохімія», «Біофізика», «Мікробіологія і вірусологія», «Загальна біотехнологія», а також базовий рівень володіння англійською мовою не нижче A2. У структурно-логічній площині програми підготовки докторів філософії з біотехнології дисципліна базується на попередньо вивчених дисциплінах магістерської програми, які створюють фундамент для подальшої дослідницької і практичної діяльності випускників докторантури як керівників вищого рівня.

Зміст навчальної дисципліни

### **Постгеномна ера в розвитку біоінженерії та біоінформатики. Генна терапія.**

Тема 1.1. Молекулярні основи генної терапії.

Розвиток генної терапії. Проблеми і перспективи генної терапії в лікуванні захворювань. Використання сучасних біоінформаційних баз даних (БД) для розробки лікарських препаратів. БД Менделівська спадковість у людини (Online Mendelian Inheritance in Man (OMIM)), БД ClinVar мутацій геному та їх зв'язок із здоров'ям людини.

Тема 1.2. Методи введення генного матеріалу в клітини еукаріотів.

Вірусні системи доставки генів та ліків. Невірусні системи доставки генів та доставки ліків. Хімічні методи. Фізичні методи. Невірусні системи доставки для доставки генів та доставки ліків. Бактеріальні вектори. Застосування магнітних наночастинок (МНЧ) для фізико-хімічних методів доставки генів та доставки ліків. Матеріали, що використовуються для модифікації поверхні МНЧ. Методи магнітокерованої доставки генів та ліків. Магнітофекція. Нові біологічні методи доставки генів та ліків. Переваги та недоліки існуючих методів магнітного маркування бактеріального вектора для доставки генів та ліків.

Тема 1.3. Застосування сучасних методів терапії та біоінформатики в генній терапії.

Дослідження *in vivo* засновані на CRISPR терапії редагування генів людини, де редагування відбувається всередині тіла людини. Досягнення біоінформатики у розвитку та вдосконаленні нових методів для цілеспрямованої доставки генів та ліків.

### 3. Навчальні матеріали та ресурси

#### Базова література:

1. An Introduction to Molecular Medicine and Gene Therapy, 2000. <https://doi.org/10.1002/0471223875>.
2. С.В. Горобець, О.Ю. Горобець, Т.А. Хоменко. Основи біоінформатики [Електронний ресурс]: підручник для студентів напряму підготовки 6.051401 «Промислова біотехнологія» факультету біотехнології і біотехніки; НТУУ «КПІ». - Електронні текстові дані (1 файл: 2,72 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2010 <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/774> .
3. С.В. Горобець, О.Ю. Горобець, М.О. Буласвська. Біоінформатичні бази даних [Електронний ресурс], КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2020. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/36457> .
4. O. Valenzuela, F. Rojas, I. Rojas, P. Glosekotter, Main findings and advances in bioinformatics and biomedical engineering- IWBBIO 2018., BMC Bioinformatics. 21 (2020) 153. <https://doi.org/10.1186/s12859-020-3467-0> .
5. P.T. Harrison, S. Hart, A beginner's guide to gene editing., Exp. Physiol. 103 (2018) 439–448. <https://doi.org/10.1113/EP086047>.
6. C.K. Baban, M. Cronin, D. O'Hanlon, G.C. O'Sullivan, M. Tangney, Bacteria as vectors for gene therapy of cancer, Bioeng. Bugs. (2010). <https://doi.org/10.4161/bbug.1.6.13146>.

#### Додаткова література:

- [1] M. Collins, A. Thrasher, Gene therapy: progress and predictions, Proc. R. Soc. B Biol. Sci. 282 (2015) 20143003. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.3003> .
- [2] M.F. Dias, K. Joo, J.A. Kemp, S.L. Fialho, A. da Silva Cunha, S.J. Woo, Y.J. Kwon, Molecular genetics and emerging therapies for retinitis pigmentosa: Basic research and clinical perspectives, Prog. Retin. Eye Res. 63 (2018) 107–131. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2017.10.004> .
- [3] P.M. Visscher, N.R. Wray, Q. Zhang, P. Sklar, M.I. McCarthy, M.A. Brown, J. Yang, 10 Years of GWAS Discovery: Biology, Function, and Translation, Am. J. Hum. Genet. (2017). <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2017.06.005> .
- [4] C.E. Dunbar, K.A. High, J.K. Joung, D.B. Kohn, K. Ozawa, M. Sadelain, Gene therapy comes of age, Science (80-. ). (2018). <https://doi.org/10.1126/science.aan4672> .

- [5] N. Nayerossadat, P. Ali, T. Maedeh, Viral and nonviral delivery systems for gene delivery, *Adv. Biomed. Res.* (2012). <https://doi.org/10.4103/2277-9175.98152> .
- [6] M.A. Pule, B. Savoldo, G.D. Myers, C. Rossig, H. V. Russell, G. Dotti, M.H. Huls, E. Liu, A.P. Gee, Z. Mei, E. Yvon, H.L. Weiss, H. Liu, C.M. Rooney, H.E. Heslop, M.K. Brenner, Virus-specific T cells engineered to coexpress tumor-specific receptors: persistence and antitumor activity in individuals with neuroblastoma, *Nat. Med.* 14 (2008) 1264–1270. <https://doi.org/10.1038/nm.1882> .
- [7] M. Hudecek, Z. Izsvák, S. Johnen, M. Renner, G. Thumann, Z. Ivics, Going non-viral: the Sleeping Beauty transposon system breaks on through to the clinical side, *Crit. Rev. Biochem. Mol. Biol.* (2017). <https://doi.org/10.1080/10409238.2017.1304354> .
- [8] M. Ramamoorth, Non Viral Vectors in Gene Therapy- An Overview, *J. Clin. DIAGNOSTIC Res.* (2015). <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/10443.5394> .
- [9] H.D. Liang, Q.L. Lu, S.A. Xue, M. Halliwell, T. Kodama, D.O. Cosgrove, H.J. Stauss, T.A. Partridge, M.J.K. Blomley, Optimisation of ultrasound-mediated gene transfer (sonoporation) in skeletal muscle cells, *Ultrasound Med. Biol.* (2004). <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2004.08.021> .
- [10] D.A. Dean, D. Machado-Aranda, K. Blair-Parks, A. V. Yeldandi, J.L. Young, Electroporation as a method for high-level nonviral gene transfer to the lung, *Gene Ther.* 10 (2003) 1608–1615. <https://doi.org/10.1038/sj.gt.3302053> .
- [11] C.K. Baban, M. Cronin, D. O’Hanlon, G.C. O’Sullivan, M. Tangney, Bacteria as vectors for gene therapy of cancer, *Bioeng. Bugs.* (2010). <https://doi.org/10.4161/bbug.1.6.13146> .
- [12] O. Felfoul, M. Mohammadi, S. Taherkhani, D. De Lanauze, Y. Zhong Xu, D. Loghin, S. Essa, S. Jancik, D. Houle, M. Lafleur, L. Gaboury, M. Tabrizian, N. Kaou, M. Atkin, T. Vuong, G. Batist, N. Beauchemin, D. Radzioch, S. Martel, Magneto-aerotactic bacteria deliver drug-containing nanoliposomes to tumour hypoxic regions, *Nat. Nanotechnol.* (2016). <https://doi.org/10.1038/nnano.2016.137> .
- [13] F. Scherer, M. Anton, U. Schillinger, J. Henke, C. Bergemann, A. Krüger, B. Gänsbacher, C. Plank, Magnetofection: Enhancing and targeting gene delivery by magnetic force in vitro and in vivo, *Gene Ther.* (2002). <https://doi.org/10.1038/sj.gt.3301624> .
- [14] C. Monzel, C. Vicario, J. Piehler, M. Coppey, M. Dahan, Magnetic control of cellular processes using biofunctional nanoparticles, *Chem. Sci.* 8 (2017) 7330–7338. <https://doi.org/10.1039/C7SC01462G> .
- [15] V. V. Mody, A. Cox, S. Shah, A. Singh, W. Bevins, H. Parihar, Magnetic nanoparticle drug delivery systems for targeting tumor, *Appl. Nanosci.* (2014). <https://doi.org/10.1007/s13204-013-0216-y> .
- [16] D. Kami, S. Takeda, Y. Itakura, S. Gojo, M. Watanabe, M. Toyoda, Application of Magnetic Nanoparticles to Gene Delivery, *Int. J. Mol. Sci.* 12 (2011) 3705–3722.

<https://doi.org/10.3390/ijms12063705> .

- [17] J. Estelrich, E. Escribano, J. Queralt, M.A. Busquets, Iron oxide nanoparticles for magnetically-guided and magnetically-responsive drug delivery, *Int. J. Mol. Sci.* (2015).  
<https://doi.org/10.3390/ijms16048070> .
- [18] H. Li, Y. Yang, W. Hong, M. Huang, M. Wu, X. Zhao, Applications of genome editing technology in the targeted therapy of human diseases: mechanisms, advances and prospects, *Signal Transduct. Target. Ther.* 5 (2020) 1. <https://doi.org/10.1038/s41392-019-0089-y> .
- [19] S.V. Gorobets, O.V. Medviediev, O.Y. Gorobets, A. Ivanchenko, Biogenic magnetic nanoparticles in human organs and tissues, *Prog. Biophys. Mol. Biol.* 135 (2018) .  
<https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2018.01.010> .
- [20] H.I. Mikeshyna, Y.A. Darmenko, O.Y. Gorobets, S.V. Gorobets, I.V. Sharay, O.M. Lazarenko, Influence of Biogenic Magnetic Nanoparticles on the Vesicular Transport, *Acta Phys. Pol. A.* 133 (2018) 731–733. <https://doi.org/10.12693/APhysPolA.133.731> .
- [21] S. V. Gorobets, O.Y. Gorobets, I. V. Sharau, Y. V. Milenko, Magnetically controlled vector based on E coli Nissle 1917, *ArXiv.* (2020), <https://arxiv.org/abs/2002.01958> .

Інформаційні ресурси:

1. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
2. [https://en.wikipedia.org/wiki/Single-nucleotide\\_polymorphismgwascntal.org](https://en.wikipedia.org/wiki/Single-nucleotide_polymorphismgwascntal.org)
3. <https://en.wikipedia.org/wiki/DbSNP>
4. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/clinvar/>
5. [https://en.wikipedia.org/wiki/The\\_Cancer\\_Genome\\_Atlas](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Cancer_Genome_Atlas)
6. <https://en.wikipedia.org/wiki/CRISPR>
7. [https://en.wikipedia.org/wiki/Human\\_Metabolome\\_Database](https://en.wikipedia.org/wiki/Human_Metabolome_Database)
8. [https://en.wikipedia.org/wiki/Human\\_Protein\\_Atlas](https://en.wikipedia.org/wiki/Human_Protein_Atlas)

#### Навчальний контент

#### 4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	Тема 1. Постгеномна ера в розвитку біоінженерії та біоінформатики. Генна терапія. Молекулярні основи генної терапії.
1	Лекція 1. Розвиток генної терапії. Проблеми і перспективи генної терапії в лікуванні захворювань. Література: базова [1,2], допоміжна: [1]  СРС – Перші препарати генної терапії людини, схвалені FDA (Управлінням з контролю за продуктами та ліками). Література: базова [1], допоміжна: [2]
2	Лекція 2. Використання сучасних біоінформаційних баз даних (БД) для розробки лікарських препаратів. БД Менделівська спадковість у людини (Online Mendelian Inheritance in Man (OMIM)), БД ClinVar мутацій геному та їх зв'язок із здоров'ям людини. Література: базова [3], допоміжна: інформаційні ресурси:[1-5]

	<p>CPC – Призначення та основні характеристики БД Однонуклеотидних поліморфізмів (Single Nucleotide Polymorphism (SNP)), БД Повногеномного пошуку асоціацій (Genome-wide association study (GWAS)).</p> <p>Література: базова [3], допоміжна: [3], інформаційні ресурси: [2-3]</p>
	Тема 2. Методи введення генного матеріалу в клітини еукаріотів.
3	<p>Лекція 3. Вірусні системи доставки генів та ліків.</p> <p>Література: базова [1,2,4,5], допоміжна [4,5]</p> <p>CPC – Вірусні системи доставки генів та ліків при онкологічних захворюваннях</p> <p>Література: базова [1,2], допоміжна [6]</p>
4	<p>Лекція 4. Невірусні системи доставки генів та ліків.</p> <p>Література: базова [1,2,4,5], допоміжна [7,8]</p> <p>CPC – Методи електропорації та сонопорації для введення генів та ліків.</p> <p>Література: базова [1,2,5], допоміжна [9,10].</p>
5	<p>Лекція 5. Невірусні системи доставки генів та ліків. Бактеріальні вектори.</p> <p>Література: базова [1,2,6], допоміжна [11]</p> <p>CPC – Приклади застосування магнітотаксисних бактерій в лікуванні онкологічних захворювань.</p> <p>Література: базова [6], допоміжна [12]</p>
6	<p>Лекція 6. Методи магнітокерованої доставки генів та ліків. Нові бактеріальні магнітокеровані методи доставки генів та ліків.</p> <p>Література: базова [6], допоміжна [13,14,15]</p> <p>CPC – Застосування магнітних наночастинок для доставки генів та ліків.</p> <p><u>Література: базова [6], допоміжна [16,17]</u></p>
	Тема 3. Застосування сучасних методів терапії та біоінформатики в генній терапії.
7	<p>Лекція 7. Дослідження заснованої на CRISPR терапії редагування генів людини.</p> <p>Література: базова [4,5], інформаційні ресурси [6]</p> <p>CPC – Застосування технології редагування геному в таргетній терапії захворювань людини.</p> <p>Література: базова [4,5], допоміжна [19,20]</p>
8	<p>Лекція 8. Досягнення біоінформатики у розвитку та вдосконаленні нових методів для цілеспрямованої доставки генів та ліків.</p> <p>Література: базова [3,4], допоміжна [19,20]</p>
9	<p>Лекція 9. Приклади застосування бактерій з природними магнітокерованими властивостями як векторів для цілеспрямованої доставки генів та ліків.</p> <p>Література: базова [6], допоміжна [21]</p>

#### Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять:

- робота з програмними пакетами, які використовуються в біотехнології;
- практична робота з сучасними базами даних молекулярної біології.

№ з/п	Назва теми заняття
1	<p>Практична робота 1</p> <p>Пошук та визначення функцій білків-гомолгів, що відповідають за біомінералізацію біогенних магнітних наночастинок (БМН) у людини з білками біомінералізації БМН у магнітотаксисних бактерій в NCBI. Проведення вирівнювання, визначення статистичних чисел.</p> <p>Література: основна [3], інформаційні ресурси: [1]</p>
2	<p>Практична робота 2</p> <p>Пошук білків біомінералізації біогенних магнітних наночастинок в метаболічних шляхах БД метаболома людини Human Metabolome Database (HMDB).</p>



	Література: основна [3], інформаційні ресурси: [1, 7]
3	Практична робота 3 Аналіз метаболічних шляхів, в яких присутні білків біомінералізації біогенних магнітних наночастинок БД метаболома людини HMDB. Література: основна [3], інформаційні ресурси: [1, 7]
4	Практична робота 4 Пошук білків в NCBI, які впливають на системні рівні кисню у ссавців (фактор транскрипції HIF-1, тощо). Література: основна [3], інформаційні ресурси: [1]
5	Практична робота 5 Пошук метаболічних шляхів, в яких беруть участь білки, які впливають на системні рівні кисню у людини в БД Human Metabolome Database (HMDB). Література: основна [3], інформаційні ресурси: [1, 7]
6	Практична робота 6 Пошук мутацій в білках-гомологах, що відповідають за біомінералізацію біогенних магнітних наночастинок та генів, які впливають на системні рівні кисню у людини з використанням БД ClinVar, зв'язок цих мутацій із здоров'ям людини. Література: основна [3], інформаційні ресурси: [1, 4]
7	Практична робота 7 Дослідження експресії генів біомінералізації біогенних магнітних наночастинок та генів, які впливають на системні рівні кисню у людини в нормі і при онкологічних захворюваннях за допомогою бази даних Human protein atlas Література: основна [3], інформаційні ресурси: [1, 8]
8	Практична робота 8 Дослідження білків біомінералізації біогенних магнітних наночастинок у людини з використанням бази даних Атлас пухлинних клітин The Cancer Genome Atlas. Література: Література: основна [3], інформаційні ресурси: [1, 5]
9	Практична робота 9 МКР

## 5. Самостійна робота студента/аспіранта

*Самостійна робота аспіранта по дисципліні включає підготовку до аудиторних занять (24 години), модульної контрольної (4 години), підготовка до екзамену (30 годин) та самостійна підготовка до аудиторних занять за наступними темами, перелік яких наводиться нижче (26 години).*

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Перші препарати генної терапії людини, схвалені FDA (Управлінням з контролю за продуктами та ліками). Література: базова [1,2]	2
2.	Призначення та основні характеристики БД Однонуклеотидних поліморфізмів (Single Nucleotide Polymorphism (SNP)), БД	4

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
	повногеномного пошуку асоціацій (Genome-wide association study (GWAS)). <b>Література:</b> допоміжна: [3], інформаційні ресурси: [2, 3]	
3.	Вірусні системи доставки генів та ліків при онкологічних захворюваннях. <b>Література:</b> основна: [3,4], допоміжна: [5]	4
4.	Невірусні системи доставки генів та ліків. <b>Література:</b> допоміжна: [5-8]	4
5.	Приклади застосування магнітотаксисних бактерій в лікуванні онкологічних захворювань. <b>Література:</b> допоміжна: [11,12]	4
6.	Застосування магнітних наночастинок для доставки генів та ліків. <b>Література:</b> допоміжна: [13-16]	4
7.	Застосування технології редагування геному в таргетній терапії захворювань людини. <b>Література:</b> допоміжна: [5, 18]	2
8.	Приклади застосування бактерій з природними магнітокерованими властивостями як векторів для цілеспрямованої доставки генів та ліків. <b>Література:</b> допоміжна: [19-21]	2

## Політика та контроль

### 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вивчення дисципліни «Сучасні досягнення біоінженерії та біоінформатики» відбувається на лекційних та практичних заняттях. Наочність навчальних занять забезпечується використанням значної кількості ілюстративного матеріалу (схем, таблиць, слайдів). Під час викладання даної дисципліни викладач проводить опитування аспірантів для того, щоб визначити рівень засвоєння ними викладеного матеріалу, важливим є активність аспірантів, підготовка ними на протязі семестру коротких доповідей чи текстів по темі лекцій. Практичні заняття проходять з використанням комп'ютерної техніки та відповідного програмного забезпечення. Викладання дисципліни проводиться відповідно до рейтингової системи оцінювання. Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує в процесі роботи на практичних заняттях та написання модульної контрольної роботи. Знання студента отримані за семестр навчання оцінюються за 52 бальною системою оцінки. В процесі навчання студенти можуть отримувати додаткові бали за виконання додаткових завдань запропонованих викладачем.

Положення про рейтингову систему оцінювання з дисципліни «Сучасні досягнення біоінженерії та біоінформатики» до даної робочої навчальної програми представлені в Додатку 2.

### 7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Модульна контрольна робота проводиться з метою контролю якості засвоєного студентами матеріалу та внесення відповідних коректив у проходження учбового процесу за результатами



написання контрольної роботи. Контрольна робота представляє собою перелік теоретичних питань та однієї задачі з тем «Використання сучасних біоінформаційних баз даних (БД) для розробки лікарських препаратів» та «Методи введення генного матеріалу в клітини еукаріотів». В процесі написання модульної контрольної роботи студент повинен показати всі отримані та засвоєні знання та мати можливість відповідати як на конкретні теоретичні питання так і вирішувати більш творчі завдання. Варіанти питань контрольної роботи з дисципліни «Сучасні досягнення біоінженерії та біоінформатики» представлено у Додатку 1.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання студентів з кредитного модуля «Сучасні досягнення біоінженерії та біоінформатики» відповідає розподілу навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Протягом семестру студент має змогу отримати максимально 52 бали.

Написання модульної контрольної роботи та робота на практичних заняттях аспіранта оцінюється у 52 балів.

48 балів виноситься на іспит.

Детальна характеристика РСО наведена у Додатку 2.

## 8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Додаток 1

Питання до модульної контрольної роботи з курсу «Сучасні досягнення біоінженерії та біоінформатики»

1. Призначення та класифікація БД (Архівні БД, БД, що куруються, похідні БД та інтегровані БД).
2. Формати представлення інформації в БД GenBank NCBI.
3. Основні вимоги до програмного забезпечення баз даних
4. Призначення БД Менделівська спадковість у людини (Online Mendelian Inheritance in Man (OMIM)).
5. Призначення та основні характеристики БД ClinVar.
6. Призначення та основні характеристики БД Однонуклеотидних поліморфізмів (Single Nucleotide Polymorphism (SNP)),
7. Основні можливості бази даних БД Повногеномного пошуку асоціацій (Genome-wide association study (GWAS)).
8. БД білкових послідовностей (UniProt, PROSITE).
9. Програмні ресурси, що застосовуються в БІБД і їх функції.
10. БД метаболома людини Human Metabolome Database (HMDB). Основні інструменти пошуку в БД HMDB.
11. Призначення та основні характеристики БД Human protein atlas.
12. База даних Менделівська спадковість у людини (Online Mendelian Inheritance in Man (OMIM)).
13. База даних Однонуклеотидних поліморфізмів (Single Nucleotide Polymorphism (SNP)).
14. База даних Повногеномного пошуку асоціацій (Genome-wide association study (GWAS)).
15. Призначення та основні характеристики БД Атлас пухлинних клітин The Cancer Genome Atlas.
16. Особливості постгеномної ери в розвитку біоінформатики.
17. Генна терапія, визначення, стратегія розвитку.
18. Вірусні системи доставки генів та ліків.
19. Невірусні системи доставки генів та ліків.
20. Методи електропорації для введення генів та ліків.
21. Методи сонопорації для введення генів та ліків
22. Методи магнітокерованої доставки генів та ліків. Магнітофекція.
23. Нові бактеріальні магнітокеровані методи доставки генів та ліків.
24. Технологія CRISPR терапії редагування генів людини.
25. Основні досягнення технологія CRISPR терапії редагування генів людини.
26. Приклади досягнень персоналізованої медицини.
27. Приклади закордонних та українських фірм, що пропонують аналіз геному людини.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання студентів з кредитного модуля з курсу «Сучасні досягнення біоінженерії та біоінформатики»

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- виконання та захист 8 практичних робіт;
- написання модульної контрольної роботи.

Критерії нарахування балів.

1. Практичні роботи. Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів за всі практичні роботи дорівнює  $4 \text{ балів} \times 8 = 32 \text{ бали}$

бездоганна робота – 4 бали;

є певні недоліки у підготовці або виконанні роботи – 3 бали;

є недоліки у підготовці та виконанні роботи – 1-2 бали;

Робота не виконана або не захищена – 0 балів.

2. Написання модульної контрольної роботи. Ваговий бал – 20. Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу 20 балів.

Модульна контрольна робота складається з 4 теоретичних питань

Максимальна кількість балів за одне теоретичне питання дорівнює 5 бали:

повну правильну відповідь студент отримує – 5 бали;

за правильну відповідь з незначними неточностями студент отримує – 4 бали; за

правильну відповідь, але є деякі неточності студент отримує – 3 бали;

за відповідь, в якій є суттєві неточності студент отримує – 2 бали; за неправильну відповідь студент отримує 0 балів.

Штрафні та заохочувальні бали за:

- не допуск до практичних робіт у зв'язку з незадовільним вхідним контролем – 1 бал;
- участь у модернізації практичних робіт; виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни надається від 1 до 5 заохочувальних балів.

Іспит оцінюється в 48 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з чотирьох запитань з переліку, що наданий у додатку до робочої програми.

Кожне запитання оцінюється в 12 балів за такими критеріями:

«відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 11-12 балів;

«добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності) – 8-10 балів;

«задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки) – 6-7 балів;

«незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

3. Умовою позитивної першої атестації є отримання не менше 20 балів, другої атестації – отримання не менше 32 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено д.т.н., проф. Горобець С.В.

Ухвалено кафедрою біоінформатики (протокол № 16 від 22 червня 2020р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 26.06.2020р.)