



Прикладна біоінформатика

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий</i> (магістерський)
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G21 Біотехнології та біоінженерія
Освітня програма	<i>Біотехнології, освітньо-професійна</i>
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	<i>4 кредитів, 16 год лекції, 30 год практичні заняття, самостійна робота 74 год</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/ МКР/ РГР
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., проф., проф. Горобець Світлана Василівна Практичні: д.т.н., проф., проф. Горобець Світлана Василівна Листування зі студентами з організаційних питань буде здійснюватися через WhatsApp чат дисципліни
Розміщення курсу	На платформі дистанційного навчання Google Клас за посиланням: https://classroom.google.com/c/NDA4NzcxNTU2ODY1?cjc=pxhc3oa код курсу pxhc3oa, постійне посилання на Google Meet: https://meet.google.com/qxk-xhpr-ags .

Програма навчальної дисципліни

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

Проект "Геном людини" розпочав процес накопичення величезних обсягів даних про геноми. Геномні дані про різноманітні організми, які регулярно генеруються, і використовуються в багатьох галузях, що впливає на широкі сектори економіки, включаючи доставку ліків, розробку фармакологічних препаратів, виробництво промислових та харчових продуктів. Робота з геномами, їх аналіз та інтерпретація, необхідна для досягнення успіху в більшості галузей наук про життя та в біомедичній галузі. Таке розуміння лежить в основі прикладної біоінформатики. Прикладна біоінформатика призначена для вчених у галузі біологічних наук, інженерів, технічних фахівців, медиків, що працюють у промисловій біотехнології, сільському господарстві, медицині тощо. Прикладна біоінформатика дає глибоке розуміння інструментів дослідження наук про життя, знання безлічі відкритих баз даних (БД) та способи їх використання, знайомство з програмними засобами, що використовуються для аналізу та порівняння генетичних даних, поінформованість про сучасні методи геноміки, протеоміки, фармакогеноміки тощо. Дисципліна «Прикладна біоінформатика» вивчає застосування сучасних інформаційних та обчислюваних технологій в біотехнології для аналізу і систематизації біологічних даних, моделювання процесів, що відбуваються на молекулярному рівні, для застосування цих знань для розробки методів генетичної терапії. Її метою є виявлення структури, функцій та взаємодії біомакромолекул (ДНК, РНК, білків) і

подальше використання цих знань при створенні нових лікарських препаратів, наноматеріалів і приладів для діагностики і лікування людини, а також методів персоналізованої медицини. До першочергових задач прикладної біоінформатики потрібно віднести такі, як аналіз геномів, виділення з їх складу окремих генів, їх екзон-інтронної структури, сигнальних послідовностей, передбачення функцій генів і експресованих ними продуктів, виявлення генів – потенційних мішеней дії нових ліків, оцінка ролі окремих складових амінокислотної послідовності у функціонуванні білка, побудова молекулярних моделей білків і нуклеїнових кислот, виходячи з їх послідовностей, дослідження механізму функціонування макромолекул, виходячи з їх молекулярних моделей, комп'ютерне конструювання ліків, засноване на раціональному виборі генів-мішеней і молекулярних моделей їх білкових продуктів.

Професійний біотехнолог наразі має знати та вміти використовувати сучасні мови програмування. Лідером серед таких мов є Python, особливо Biopython, що є колекцією некомерційних інструментів для обчислення в біології та біоінформатиці з відкритим кодом створеною міжнародною асоціацією розробників Biopython – це набір модулів Python, які надають функції для роботи з послідовностями ДНК, РНК і білкових послідовностей, такими як зворотна комплементация ланцюжка ДНК, пошук мотивів в білкових послідовностях тощо. Він надає безліч синтаксичних аналізаторів для читання всіх основних генетичних баз даних, таких як GenBank, SwissPort тощо, а також оболонки / інтерфейси для запуску інших популярних програм / інструментів біоінформатики, таких як NCBI BLASTN, Entrez тощо, в середовищі Python.

З огляду на це, дисципліна «Прикладна біоінформатика», безперечно, є важливою та актуальною для підготовки сучасних спеціалістів біотехнологів.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей:

- ФК 2. Здатність здійснювати пошук необхідної інформації в науковій і технічній літературі, базах даних та інших джерелах
- ФК 3. Відбирати та аналізувати релевантні дані, у тому числі за допомогою сучасних методів аналізу даних і спеціалізованого програмного забезпечення;
- ФК 5. Розробляти нові біотехнологічні об'єкти і технології та підвищувати ефективність існуючих технологій на основі експериментальних та/або теоретичних досліджень та/або комп'ютерного моделювання;
- ФК 14. Здатність розробляти біотехнологічні продукти різних функціонально-споживчих груп.
- ФК 15. Використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для аналізу та управління біотехнологічними об'єктами (процесами);

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

Програмні результати навчання:

- ПРН 4. Вміти обирати та застосовувати найбільш придатні методи математичного моделювання та оптимізації при розробленні науково-технічних проєктів;
- ПРН 18. Уміти розробляти біотехнологічні продукти різних функціонально-споживчих груп.
- ПРН 19. Уміти використовувати молекулярно-біологічні технології для створення та аналізу нових біологічних агентів.

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

Місце в структурно-логічній схемі навчання забезпечується дисциплінами, що вивчалися на попередніх семестрах: «Інформаційні технології», «Генетика», як базові основні біотехнологічні дисципліни, а також базовий рівень володіння англійською мовою не нижче А2. У структурно-

логічній площині програми підготовки магістрів науковців з біотехнології дисципліна базується на попередньо вивчених дисциплінах, які створюють фундамент для подальшої дослідницької і практичної діяльності випускників.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Використання мови програмування Python для аналізу експериментальних даних в біотехнології та роботи з біоінформатичними базами даних.

Лекція 1. Огляд пакетів мови програмування python для вирішення задач біотехнології та біоінформатики. Пакети python для машинного навчання. Пакет pandas, пакет matplotlib python для 3D графіків і діаграм. Інтегральні середовища розробки (ICP), (Integrated development environment – IDE): Pycharm Community, IDLE, Spyder.

Лекція 2. Пакети python для задач регресійного аналізу: numpy, pandas, scikit-learn, scipy. Багатофакторна регресія, регресія Демінга (orthogonal distance regression).

Лекція 3. Організація доступу до бази даних NCBI Entrez в пакеті Biopython. Розрахунок фізико-хімічних властивостей білків з застосуванням пакету Biopython. Огляд підходів машинного навчання та тенденцій у відкритті ліків.

Лекція 4. Пакети мови програмування python для задач кластеризації, класифікації біотехнологічних даних, розв'язання диференціальних рівнянь тощо. Пакети numpy, scipy, scikit-learn.

Тема 2. Практичне застосування досягнень біоінформатики та генетичного аналізу в різних галузях.

Лекція 5. Постгеномна ера в розвитку біоінформатики. Розвиток персоналізованої (прецизійної, індивідуалізованої) медицині. Переваги прецизійної медицини, розробка та застосування ліків, генотипування (генетичний паспорт).

Лекція 6. Пошук мішеней для ліків. Біомаркери їх класифікація та роль в персоналізованій (прецизійній) медицині. Методи машинного навчання для відкриття ліків

Лекція 7. Новітні підходи до націлювання ліків на іонні канали з застосуванням штучних/біогенних магнітних наночастинок та магнітних полів. Моделювання на мові програмування python коливань концентрації внутрішньо-клітинного кальцію та їх роль при захворюваннях.

Лекція 8. Магнітогенетика: дистанційна активація клітинних функцій, нові методи терапії та діагностики в магнітних полях. Пакет magpylib мови python для задач таргетної доставки ліків. Методи введення генетичного матеріалу в клітини еукаріотів. Вірусні та невірусні системи доставки генів та ліків. Методи магнітокерованої доставки генів та ліків. Природне та штучне магнітомічення клітин бактерій для цільової доставки ліків.

Надається перелік розділів і тем всієї дисципліни.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Горобець, С. В. Основи біоінформатики [Електронний ресурс]: підручник для студентів напряму підготовки 6.051401 «Промислова біотехнологія» факультету біотехнології і біотехніки / С. В. Горобець, О. Ю. Горобець, Т. А. Хоменко ; НТУУ «КПІ». - Електронні текстові дані (1 файл: 2,72 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2010, 156 с..
2. О.Ю. Горобець, С.В. Горобець, К.Ю. Хахно, Мова python: для інженерних та наукових задач, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2024, 277 с.
3. U. Das, A. Lawson, C. Mayfield, and N. Norouzi, Introduction to Python Programming (Rice University, Rice, 2024).

[http://103.203.175.90:81/fdScript/RootOfEBooks/E%20Book%20collection%20-%202024%20-%20I/CSE%20%20IT%20AIDS%20ML/Introduction to Python Programming, Udayan Das, Aubrey Lawson.pdf](http://103.203.175.90:81/fdScript/RootOfEBooks/E%20Book%20collection%20-%202024%20-%20I/CSE%20%20IT%20AIDS%20ML/Introduction%20to%20Python%20Programming,%20Udayan%20Das,%20Aubrey%20Lawson.pdf)

4. С.В. Горобець, О.Ю. Горобець, П.П. Горбик, І.В. Уварова, Функціональні біо- та наноматеріали медичного призначення: монографія, Видавничий дім «Кондор», Київ, 2018, 480 с. http://condor-books.com.ua/index.php?route=product/product&path=1&product_id=845.
5. Горобець С. В. Біоінформатика. Практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» / С. В. Горобець, О. Ю. Горобець, І.В. Дем'яненко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл 5.49 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 86с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38813>
6. Горобець С. В. Біоінформатичні бази даних [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» / С. В. Горобець, О. Ю. Горобець, М. О. Булаєвська ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,86 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 117 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/36457>
7. С. В. Горобець. Прикладна біоінформатика. Практичні роботи [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмою «Біотехнології» спец. 162 Біотехнології та біоінженерія / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С. В. Горобець. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 63 с.
8. С. В. Горобець. Прикладна біоінформатика. Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмою «Біотехнології» спец. 162 Біотехнології та біоінженерія / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С. В. Горобець. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 21 с.

Додаткова:

1. Васильєв О.М. Програмування в Python. Теорія і практика : навч. посіб. Київ: Видавництво Ліра-К, 2023. 462 с. <https://lira-k.com.ua/files/contents/13141.pdf>
2. О.В. Мнушка, В.М. Савченко, О.Б. Маций. Об'єктно-орієнтоване програмування мовою Python: навчальний посібник для студентів напрямів підготовки 122 Комп'ютерні науки та 121 Інженерія програмного забезпечення. Харків: ХНАДУ, 2021. – 228 с. <https://api.dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/2703736e-57a7-441e-bb7b-af4528ed4a21/content>
3. S. Chaturvedi, Machine Learning with Python Lab, Dronachary (India, 2023). <http://www.materials.kiev.ua/science2.0/publications/edition.jsp?id=17&caller=edition>
4. Wolfgang Sadee, Danxin Wang, Katherine Hartmann, Amanda Ewart Toland. PHARMACOGENOMICS: Driving Personalized Medicine // Pharmacological Reviews, Vol. 75, Issue 3 2023, doi: 10.1124/pharmrev.122.000810 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36927888/> .
5. M.S. Williams, Early Lessons from the Implementation of Genomic Medicine Programs, Annu. Rev. Genomics Hum. Genet. (2019). <https://doi.org/10.1146/annurev-genom-083118-014924> .
6. US National Library of Medicine, What is pharmacogenomics?, Genet. Home Ref. (2022). <https://medlineplus.gov/genetics/understanding/genomicresearch/pharmacogenomics/>
7. Elena Fountzilas, Apostolia M. Tsimberidou, Henry Hiep Vo & Razelle Kurzrock. Clinical trial design in the era of precision medicine // Genome Medicine volume 14, Article number: 101 (2022) <https://genomemedicine.biomedcentral.com/counter/pdf/10.1186/s13073-022-01102-1.pdf>
8. Oriana Awwad, Mamoun Ahram, Francesca Coperchini, Mariam Abdel Jalil. Precision medicine: recent advances, current challenges and future perspectives// Front Pharmacol. 2024,15:1439276. doi: 10.3389/fphar.2024.1439276. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11190335/>
9. Shangquan, Z. A Review of Target Identification Strategies for Drug Discovery: from Database to Machine-Based Methods. Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 1893, No. 1. C. 012013.
10. Virginia B. Kraus Biomarkers as drug development tools: discovery, validation, qualification and use Nature Reviews Rheumatology volume 14, pages 354–362 (2018) <https://doi.org/10.1038/s41584-018-0005-9>

11. Peng Zhang, Chang-Bo Zheng, Zhen Chen, Xiao-Yu Liu. Editorial: The Role of Calcium Channels in Human Health and Disease // *Front. Mol. Biosci.*, 2022 Sec. Molecular Diagnostics and Therapeutics Volume 9. <https://doi.org/10.3389/fmolb.2022.834108>
12. Nasseem Ahamad, Brij B Singh. Calcium channels and their role in regenerative medicine // *World J Stem Cells* 2021 April 26; 13(4): 260-280. <https://www.f6publishing.com>
13. P. J. Dalal, D. P. Sullivan, E. W. Weber, D. B. Sacks, M. Gunzer, I. M. Grumbach, J. Heller Brown, and W. A. Muller, Spatiotemporal Restriction of Endothelial Cell Calcium Signaling Is Required during Leukocyte Transmigration, *J. Exp. Med.* 218, (2021) <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32970800/>
14. O. F. Harraz, N. R. Klug, A. J. Senatore, D. C. Hill-Eubanks, and M. T. Nelson, Piezo1 Is a Mechanosensor Channel in Central Nervous System Capillaries, *Circ. Res.* 130, 1531 (2022), <https://rupress.org/jgp/article/154/9/e2021ecc12/212770/Piezo1-is-a-mechanosensor-channel-in-CNS>
15. H.L. Bong, Gregory R. Monteith Calcium signaling and the therapeutic targeting of cancer cells // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research* Volume 1865, Issue 11, Part B, 2018, Pages 1786-1794 <https://doi.org/10.1016/j.bbamcr.2018.05.015>
16. Z. Peth, K. Najder, E. Bulk, A. Schwab, Mechanosensitive ion channels push cancer progression, *Cell Calcium.* 80 (2019) 79–90, <https://doi.org/10.1016/j.ceca.2019.03.007> .
17. Nahit Rizaner, Rustem Onkal, Scott P. Fraser, Alessandro Pristerá, Kenji Okuse, Mustafa B. A. Djamgoz. Intracellular calcium oscillations in strongly metastatic human breast and prostate cancer cells: control by voltage-gated sodium channel activity // *Eur Biophys J* 2016, 45(7):735-748. doi: 10.1007/s00249-016-1170-x. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27665102/>
18. J. Cheng, J. Wen, N. Wang, C. Wang, Q. Xu, and Y. Yang, Ion Channels and Vascular Diseases, *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* 39, (2019) <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31017824/> .
19. H. Li, W.-Y. Zhou, Y.-Y. Xia, J.-X. Zhang, Endothelial Mechanosensors for Atheroprone and Atheroprotective Shear Stress Signals, *J. Inflamm. Res.* 15 (2022) 1771–1783 <https://doi.org/10.2147/JIR.S355158>
20. Y. Chang, M. Funk, S. Roy, E. Stephenson, S. Choi, H. V. Kojouharov, B. Chen, and Z. Pan, Developing a Mathematical Model of Intracellular Calcium Dynamics for Evaluating Combined Anticancer Effects of Afatinib and RP4010 in Esophageal Cancer, *Int. J. Mol. Sci.* 23, 1763 (2022). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8836083/>
21. B. Debir, C. Meaney, M. Kohandel, and M. B. Unlu, The Role of Calcium Oscillations in the Phenotype Selection in Endothelial Cells, *Sci. Rep.* 11, 23781 (2021) <https://www.nature.com/articles/s41598-021-02720-2> .
22. M. J. Plank, D. J. N. Wall, and T. David, Atherosclerosis and Calcium Signalling in Endothelial Cells, *Prog. Biophys. Mol. Biol.* 91, 287 (2006). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16171849/>
23. Gorobets O., Gorobets S., Sharai I., Polyakova T., Zablotskii V.. Interaction of magnetic fields with biogenic magnetic nanoparticles on cell membranes: physiological consequences for organisms in health and disease // *Bioelectrochemistry* (2023) <https://doi.org/10.1016/j.bioelechem.2023.108390>
24. O. Gorobets, S. Gorobets, M. Koralewski, Physiological origin of biogenic magnetic nanoparticles in health and disease: from bacteria to humans, *Int. J. Nanomedicine.* Volume 12 (2017) 4371–4395. <https://doi.org/10.2147/IJN.S130565>.

25. O. Gorobets, S. Gorobets, T. Polyakova, V. Zablotskii Modulation of calcium signaling and metabolic pathways in endothelial cells with magnetic fields - Nanoscale Advances (RSC Publishing), Issue 4, 2024, 1163-1182
<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2024/na/d3na01065>
26. Gorobets SV, Gorobets OYu, Rachech KO, Ryazanova AM. Effect of magnetic field and magnetic nanoparticles on endothelial cells phenotype selection. Innov Biosyst Bioeng. 2024; 8(3), 12-21, DOI: 10.20535/ibb.2024.8.3.292667
27. Del Sol-Fernández S, Martínez-Vicente P, Gomollón-Zueco P, Castro- Hinojosa C, Gutiérrez L, Fratila RM, et al. Magnetogenetics: remote activation of cellular functions triggered by magnetic switches. Nanoscale. 2022; 14:2091–118. doi: 10.1039/D1NR06303K
<http://www.materials.kiev.ua/science2.0/publications/edition.jsp?id=14> .
28. V. Zablotskii, O. Gorobets, S. Gorobets, T. Polyakova, Effects of Static and Low-Frequency Magnetic Fields on Gene Expression, J. Magn. Reson. Imaging. (2025), <https://doi.org/10.1002/jmri.29726>.
29. Geng G, Xu Y, Hu Z, Wang H, Chen X, Yuan W, Shu Y. Viral and non-viral vectors in gene therapy: current state and clinical perspectives. EBioMedicine. 2025 Jul 1;118:105834. doi: 10.1016/j.ebiom.2025.105834.
30. S. Sawant, S.M. Patil, V. Gupta, N.K. Kunda, Microbes as Medicines: Harnessing the Power of Bacteria in Advancing Cancer Treatment, Int. J. Mol. Sci. 21 (2020) 7575.
<https://doi.org/10.3390/ijms21207575> .
31. Svitlana Gorobets, Oksana Gorobets, Iryna Sharai, Tatyana Polyakova, Vitalii Zablotskii / Gradient Magnetic Field Accelerates Division of E. coli Nissle 1917. Cells 2023, 12, 315.
<https://doi.org/10.3390/cells12020315>
32. S. Gorobets, O. Gorobets, L. Kuzminykh Control of magnetic susceptibility of probiotic strain Lactobacillus Rhamnosus GG Nova Biotechnologica et Chimica 2023 Vol. 22, №1, e13846 p. 1-11. doi.org/10.34135/nbc.1384. https://www.researchgate.net/publication/372569886_Control_of_magnetic_susceptibility_of_probiotic_strain_Lactobacillus_rhamnosus_GG

Інформаційні ресурси

1. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
2. <https://www.python.org/>
3. <https://www.geeksforgeeks.org/top-python-ide/>
4. <https://matplotlib.org/>
5. <https://numpy.org/>
6. <https://pandas.pydata.org/>
7. <https://scikit-learn.org/stable/>
8. <https://scipy.org/>
9. <http://www.biopython.org>
10. <https://magpylib.readthedocs.io/en/latest/>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

1	2
	Тема 1. Використання мови програмування Python для аналізу експериментальних даних в біотехнології та роботи з біоінформатичними базами даних.
1	Лекція 1. Огляд пакетів мови програмування python для вирішення задач біотехнології та біоінформатики. Пакети python для машинного навчання. Пакет pandas, пакет

	matplotlib python для 3D графіків і діаграм. Інтегральні середовища розробки (ICP), (Integrated development environment – IDE): Pycharm Community, IDLE, Spyder. Література: базова [1-6], додаткова [1-3], інформаційні джерела [1-4]
2	Лекція 2. Пакети python для задач регресійного аналізу: numpy, pandas, scikit-learn, scipy. Багатофакторна регресія, регресія Демінга (orthogonal distance regression). Література: базова [2, 3], додаткова [3], інформаційні джерела [5-8]
3	Лекція 3. Організація доступу до бази даних NCBI Entrez в пакеті Biopython. Огляд підходів машинного навчання та тенденцій у відкритті ліків. Розрахунок фізико-хімічних властивостей білків з застосуванням пакету Biopython. Література: базова [1 – 3], додаткова [3], інформаційні джерела [8]
4	Лекція 4. Пакети мови програмування python для задач кластеризації, класифікації біотехнологічних даних, розв'язання диференціальних рівнянь тощо. Пакети numpy, scipy, scikit-learn. Література: базова [2, 3], додаткова [3], інформаційні джерела [4-8]
	<i>Тема 2. Практичне застосування досягнень біоінформатики та генетичного аналізу в різних галузях.</i>
5	Лекція 5. Постгеномна ера в розвитку біоінформатики. Розвиток персоналізованої (прецизійної, індивідуалізованої) медицини. Переваги прецизійної медицини, розробка та застосування ліків, генотипування (генетичний паспорт). Література: базова [2, 3], додаткова [4-8]
6	Лекція 6. Пошук мішеней для ліків. Біомаркери їх класифікація та роль в персоналізованій (прецизійній) медицині. Методи машинного навчання для відкриття ліків. Література: базова [2, 3], література: додаткова [9, 10]
7	Лекція 7. Новітні підходи до націлювання ліків на іонні канали з застосуванням штучних/біогенних магнітних наночастинок та магнітних полів. Моделювання на мові програмування python коливань концентрації внутрішньоклітинного кальцію та їх роль при захворюваннях. Література: базова [2, 3], література: додаткова [23-26], інформаційні джерела [4-8]
8	Лекція 8. Магнітогенетика: дистанційна активація клітинних функцій, нові методи терапії та діагностики в магнітних полях. Пакет magpylib мови python для задач таргетної доставки ліків. Методи введення генетичного матеріалу в клітини еукаріотів. Вірусні та невірусні системи доставки генів та ліків. Методи магнітокерованої доставки генів та ліків. Природне та штучне магнітомічення клітин бактерій для цільової доставки ліків. Література: додаткова [27-32]

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять:

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

1.	2
1	Практична робота 1 Робота в базах даних Національного центру біотехнологічної інформації США (National Center for Biotechnology Information (NCBI)) з базами даних PMC та PubMed. Пакет pandas, мови програмування python. Література: базова [5, 6], інформаційні джерела [1]
2	Практична робота 2 Використання пакету pandas, мови програмування python для роботи з даними. Література: інформаційні джерела [6]

3	Практична робота 3 Побудова 3D графіків та діаграм з застосуванням пакету matplotlib мови програмування python. Література: базова [2, 3], інформаційні джерела [4]
4	Практична робота 4 Лінійна та поліноміальна регресія експериментальних даних. Література: базова [2, 3], інформаційні джерела [4-8]
5	Практична робота 5 Багатофакторна регресія, регресія Демінга (orthogonal distance regression). Література: базова [2, 3], додаткова [3], інформаційні джерела [4-8]
6	Практична робота 6 Підготовка даних для розрахунку фізико-хімічних властивостей білків. Розрахунок фізико-хімічних властивостей білків з застосуванням пакету Biopython. Література: базова [2, 3], інформаційні джерела [9]
7	Практична робота 7 Порівняння фізико-хімічних властивостей гомологічних білків з застосуванням пакетів numpy, scikit-learn, scipy, Biopython. Література: базова [2, 3], інформаційні джерела [9]
8	Практична робота 8 Використання пакетів numpy, pandas, scikit-learn, scipy мови програмування python для задач кластеризації. Література: базова [2, 3], інформаційні джерела [7, 8]
9	Практична робота 9 Використання пакетів numpy, pandas, scikit-learn, scipy мови програмування python для задач класифікації. Література: базова [2,3], інформаційні джерела [7, 8]
10	Практична робота 10 Використання пакету scipy мови програмування python для завдання спеціальних функцій та задач статистики. T-test для перевірки, чи відмінність між середніми значеннями двох вибірок даних є статистично значущою. Спеціальні тести для нормального розподілу. Порівняння двох вибірок, чи мають ці вибірки однакові статистичні властивості. Література: базова [2, 3], інформаційні джерела [8]
11	Практична робота 11 Моделювання динаміки експресії генів на мові програмування python з застосуванням пакету scipy. Література: базова [2, 3], інформаційні джерела [4-8]
12	Практична робота 12 Пакети python для роботи з філогенетичними деревами. Література: базова: [2, 3], інформаційні ресурси: [9].
13	Практична робота 13 Моделювання на мові програмування python коливань концентрації внутрішньоклітинного кальцію з застосуванням пакету scipy. Література: базова: [2, 3], додаткова [20-25], інформаційні джерела [4-8]
14	Практична робота 14 Розрахунково-графічна робота.

15	Практична робота 15 Модульна контрольна робота.
----	---

Самостійна робота студента

Самостійна робота студента по дисципліні включає підготовку до аудиторних занять (54 година), виконання РГР (10 години) модульної контрольної (4 години), підготовка до заліку (6 годин).

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вивчення дисципліни «Прикладна біоінформатика» 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 здобувачів для того, щоб визначити рівень засвоєння ними викладеного матеріалу, важливим є активність здобувачів. Практичні заняття проходять з використанням комп'ютерної техніки та відповідного програмного забезпечення.

Зазначається система вимог, які викладач ставить перед студентом/аспірантом:

- *правила відвідування занять (як лекцій, так і практичних/лабораторних);*
Відвідування лекцій, практичних занять та лабораторних робіт, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для формування компетентностей, визначених стандартом освіти. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, працевлаштування, міжнародне стажування тощо) навчання може відбуватися в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.
- *правила поведінки на заняттях (активність, підготовка коротких доповідей чи текстів, відключення телефонів, використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті тощо);*
На аудиторних заняттях студент має поважати викладача та дисципліну, що він слухає; Виконувати елементарні правила та норми поведінки; Протягом заняття забороняється користуватися мобільними телефонами, окрім екстрених випадків. Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.
- *правила призначення заохочувальних та штрафних балів;*
не передбачено РСО
- *політика дедлайнів та перескладань;*
Термін здачі кожного виду роботи обговорюється на занятті під час видачі завдання та залежить від типу роботи. Перескладання тем (модулів) відбувається за наявності поважних причин.
- *політика щодо академічної доброчесності;*
визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>. Використання додаткових джерел інформації під час оцінювання знань заборонено (у т.ч. мобільних девайсів). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування та виконання розрахунків.

При виконанні індивідуальних самостійних завдань (РГР) не наводити у списку використаної літератури публікації, співавторами яких є співробітники установ країни-агресора.

Повторне написання МКР передбачено за розкладом консультацій.

У разі виявлення академічної недоброчесності під час виконання залікової роботи студент усувається з заліку і може повторити спробу здачі семестрового контролю на 1 чи 2 перездачі.

У разі виявлення академічної недоброчесності під час виконання /РГР тощо роботи (плагіат абощо) завдання студенту не зараховується. Повторне виконання індивідуального завдання можливе тільки за іншим варіантом / Виправлене індивідуальне завдання оцінюється за критеріями, як таке, що виконане невчасно

інші вимоги, що не суперечать законодавству України та нормативним документам Університету.

- Студент зобов'язаний зареєструватися на платформі дистанційного навчання Google Workspace for Education Fundamentals (в минулому G Suite For Education) на домені @LLL.kpi.ua та приєднатися до Google Класу «Прикладна біоінформатика» за посиланням <https://classroom.google> . Для цього студенту необхідно спочатку отримати акаунт в Google Workspace for Education Fundamentals на домені @LLL.kpi.ua. Для отримання акаунту в Google Workspace for Education Fundamentals на домені @LLL.kpi.ua необхідно заповнити Google Форму: https://sikorsky-distance.kpi.ua/reg_gsuite/ . Після реєстрації та модерації заявки студента, адміністратор надішле студенту на пошту пароль та логін до акаунту, з яким студент зможе використовувати всі доступні інструменти та сервіси Google Workspace for Education Fundamentals. Google Workspace for Education Fundamentals – це пакет спеціалізованого хмарного програмного забезпечення, інструментів для спільної роботи та дистанційного навчання від компанії Google. Основна складова пакету – система управління навчанням Google Клас, яка дозволяє викладачу створювати навчальні класи, оцінювати завдання, надавати учням зворотній зв'язок, публікувати оголошення і поширювати навчальні матеріали. Викладач може бачити, хто виконав завдання, а хто ще продовжує над ним працювати, а також читати питання і коментарі студентів. Для приєднання до навчального курсу «Прикладна біоінформатика» студенту потрібно перейти у Google Клас за посиланням <https://classroom.google.com/c/NDA4NzcxNTU2ODY1?cjc=pxhc3oa> , натиснути зображення «+» у верхньому правому кутку браузера, вибрати «Приєднатися до класу» та ввести код курсу pxhc3oa. Акаунти студентів, які приєдналися до Google Класу не з акаунту на домені @LLL.kpi.ua, будуть вилучатися з навчального курсу «Прикладна біоінформатика» Google Класу тому, що автоматичний імпорт оцінок за тестування можливий виключно з акаунту Прикладна біоінформатика на домені @LLL.kpi.ua. Система Google Клас автоматично надсилає кожному студенту бали по кожному з видів контролю на електронну пошту. Тому для ознайомлення з балами за кожен окремий вид контролю студенту необхідно змінити налаштування електронної пошти так, щоб ці електронні листи не потрапляли у спам. Всі виконані завдання для перевірки викладачем студент повинен завантажувати через систему Google Клас (результати виконання завдань, надіслані через телеграм канал перевірятися не будуть);

Листування із студентами з організаційних питань буде здійснюватися через телеграм чат дисципліни.

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

Поточний контроль: робота на практичних заняттях (50 балів), задача тестів з лекційного матеріалу та практичних робіт (30 балів), виконання РГР (10), МКР (10 балів). Загальна сума балів за семестрову роботу – 100 балів. Докладніша інформація щодо поточного контролю та критеріїв оцінювання наведена в PCO з дисципліни (Додаток 1).

Календарний контроль: два рази за семестр. Докладніша інформація щодо проведення та оцінювання наведена в PCO з дисципліни.

Семестровий контроль: залік. Загальна сума балів на заліку – 100 балів. Докладніша інформація щодо проведення та оцінювання наведена в РСО з дисципліни. Якщо стунет набрав більше 60 балів він може отримати оцінку «автоматом». Якщо студент хоче підвищити оцінку він здає залік. Попередня оцінка анулюється.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг від не нижче 50 балів, виконання практичних робіт, тестів з лекційного матеріалу та практичних робіт, виконання РГР, написання МКР.

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Кожен з тестів можливо пройти тільки один раз. Тести включають по 10 запитань різної складності, бали за кожне запитання залежать від його складності. Рейтингові (вагові) бали практичних занять і рейтингові оцінки по всіх видах контролю в Google Класі дорівнюють відповідним балам в силабусі з коефіцієнтом 10 для зручності розрахунку балів (щоб не використовувати дробові числа). Відповідно перед кожною атестацією, а також в кінці семестру всі набрані студентом бали в Google Класі будуть ділитися на 10 і вноситись до системи АІС «Електронний кампус» КПІ імені Ігоря Сікорського.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Додаток 1

Система рейтингових (вагових) балів занять і рейтингових оцінок по видах контролю за рік

№ п/п	Вид контролю	Бал	Кількість	Сума балів
1.	Робота на практичних заняттях	5	10	50
2.	Тестування знань студентів з лекційного матеріалу та практичних робіт	5	6	30
3.	Модульна контрольна робота			
	-ваговий бал r_k	10	1	10
4.	РГР			
	-ваговий бал r_k	10	1	10
5.				100

* - Якість виконання тестування з лекційного матеріалу та практичних робіт:

бездоганна робота	5 балів
є певні недоліки у виконанні роботи	4 бали
є суттєві недоліки у виконанні роботи	3 бали
робота не виконана	1 бал
робота здана із запізненням	- 1 бал

** - Якість виконання модульної контрольної роботи:

бездоганна робота	9-10 балів;
є певні недоліки у виконанні роботи	7-8 балів;
є суттєві недоліки у виконанні роботи	6 балів;
робота не виконана	0-5 балів.

Вимоги до оформлення, алгоритм виконання розрахункової графічної роботи (РГР) описано в навчальному посібнику: С.В. Горобець. Прикладна біоінформатика. Розрахунково-графічна робота

[Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмою «Біотехнології» спец. 162 Біотехнології та біоінженерія / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С. В. Горобець. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 21 с.

Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = 50 + 30 + 10 + 10 = 100 \text{ балів.}$$

Рейтингова шкала з дисципліни складає $R = 100$ балів.

Необхідною умовою для одержання заліку автоматом є виконання практичних робіт, виконання тестів, домашньої контрольної роботи, виконання на позитивну оцінку модульної контрольної роботи та загальний рейтинг не менше 60 балів. Для підвищення оцінки проводиться залікова робота. При цьому рейтинг отриманий за семестр анулюється.

Календарний контроль: два рази за семестр.

Рубіжні (планові атестації). Студент повинен набрати балів: 1 атестація – «зараховано» - 20 балів (40 – максимум), 2 атестація – 40 балів (80 – максимум).

Підсумкова оцінка якості знань з дисципліни визначаються за традиційною 6-рівневою шкалою на базі індивідуальних поточних оцінок за такою шкалою:

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

Семестровий контроль: залік. Загальна сума балів заліку – 100 балів. Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг не менше 50 балів, написання МКР, РГР та виконання практичних робіт.

Залік складається з 10 питань, 1 питання оцінюється у 10 балів:

бездоганна робота	9-10 балів
є певні недоліки у виконанні роботи	7-8 балів
є суттєві недоліки у виконанні роботи	6 балів
робота не виконана	0-5 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

Питання до модульної контрольної роботи з курсу «Прикладна біоінформатика»

1. Які інтегральні середовища розробки Ви знаєте?
2. Які методи пакету matplotlib для побудови 3D графіків та діаграм Ви знаєте?
3. Які пакети мови програмування python використовуються для розв'язання задач регресійного аналізу?
4. В чому полягає особливість регресії Демінга?

5. Які фізико-хімічні властивості білків можна розрахувати з застосуванням пакету Biopython?
6. Які методи пакету magpylib Ви знаєте?
7. Перелічте пакети, які входять до складу пакету scіру та опишіть їх призначення.
8. Перелічте методи, які використовуються для розв'язання задач кластеризації біотехнологічних даних.
9. Як оцінюється якість моделі в задачах кластеризації?
10. Як оцінюється якість лінійної регресії?
11. Як оцінюється якість поліноміальної регресії?
12. Що характеризує коефіцієнт кореляції?
13. Що характеризує коефіцієнт детермінації?
14. Поясніть, що таке багатофакторна регресія?
15. Основні функції пакету Matplotlib для побудови 3-D графіків.
16. Основні засоби роботи з генетичними послідовностями в пакету Biophyhton.
17. Методи машинного навчання для відкриття ліків.
18. Особливості постгеномної ери в розвитку біоінформатики.
19. Генна терапія, визначення, стратегія розвитку.
20. Розвиток персоналізованої (прецизійної) медицини.
21. Дати визначення поняттю фармакогеноміка.
22. Приклади досягнень персоналізованої медицини у лікуванні раку.
23. Приклади досягнень персоналізованої медицини у лікуванні серцево-судинних захворювань.
24. Приклади досягнень персоналізованої медицини у лікуванні інфекційних захворювань.
25. Врахування вживання та дозування ліків за використання методів персоналізованої медицини.
26. Вирішення проблеми обстеження населення в різних країнах для врахування спадкових захворювань.
27. Виклики, що характерні в даний час для персоналізованої медицини: питання інтелектуальної власності, конфіденційності, відшкодування ризиків тощо.
28. Приклади закордонних та українських фірм, що пропонують генетичний аналіз при встановленні батьківства та інших послуг.
29. Вірусні системи доставки генів та ліків.
30. Невірусні системи доставки генів та ліків.
31. Методи магнітокерованої доставки генів та ліків.
32. Класифікація і типи біомаркерів.
33. Сімейства механочутливих іонних каналів багатоклітинних організмів та їх характеристики.
34. Механізми впливу на активацію механочутливих іонних каналів.
35. Класифікація механочутливих іонних каналів.
36. Які параметри коливального динамічного сигналіngu кальцію важливі для декодування та передачі сигналу в клітинах.

Питання до заліку з курсу «Прикладна біоінформатика»

1. Які інтегральні середовища розробки Ви знаєте?
2. Які методи пакету matplotlib для побудови 3D графіків та діаграм Ви знаєте?
3. Які пакети мови програмування python використовуються для розв'язання задач регресійного аналізу?
4. В чому полягає особливість регресії Демінга?
5. Які фізико-хімічні властивості білків можна розрахувати з застосуванням пакету Biopython?
6. Які методи пакету magpylib Ви знаєте?
7. Перелічте пакети, які входять до складу пакету scіру та опишіть їх призначення.
8. Перелічте методи, які використовуються для розв'язання задач кластеризації біотехнологічних даних.
9. Як оцінюється якість моделі в задачах кластеризації?

10. Як оцінюється якість лінійної регресії?
11. Як оцінюється якість поліноміальної регресії?
12. Що характеризує коефіцієнт кореляції?
13. Що характеризує коефіцієнт детермінації?
14. Поясніть, що таке багатофакторна регресія?
15. Основні функції пакету Matplotlib для побудови 3-D графіків.
16. Основні засоби роботи з генетичними послідовностями в пакету Biopython.
17. Методи машинного навчання для відкриття ліків.
18. Особливості постгеномної ери в розвитку біоінформатики.
19. Генна терапія, визначення, стратегія розвитку.
20. Розвиток персоналізованої (прецизійної) медицини.
21. Дати визначення поняттю фармакогеноміка.
22. Приклади досягнень персоналізованої медицини у лікуванні раку.
23. Приклади досягнень персоналізованої медицини у лікуванні серцево-судинних захворювань.
24. Приклади досягнень персоналізованої медицини у лікуванні інфекційних захворювань.
25. Врахування вживання та дозування ліків за використання методів персоналізованої медицини.
26. Вирішення проблеми обстеження населення в різних країнах для врахування спадкових захворювань.
27. Виклики, що характерні в даний час для персоналізованої медицини: питання інтелектуальної власності, конфіденційності, відшкодування ризиків тощо.
28. Приклади закордонних та українських фірм, що пропонують генетичний аналіз при встановленні батьківства та інших послуг.
29. Вірусні системи доставки генів та ліків.
30. Невірусні системи доставки генів та ліків.
31. Методи магнітокерованої доставки генів та ліків.
32. Класифікація і типи біомаркерів.
33. Сімейства механочутливих іонних каналів багатоклітинних організмів та їх характеристики.
34. Механізми впливу на активацію механочутливих іонних каналів.
35. Класифікація механочутливих іонних каналів.
36. Які параметри коливального динамічного сигналіngu кальцію важливі для декодування та передачі сигналу в клітинах.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

складено д.т.н., проф. Горобець С.В.

Ухвалено кафедрою біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології (протокол № 19 від 27.06.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 6 від 30.06.2025)

Оновлено та погоджено Методичною комісією ФБТ (протокол №1 від 10.10.2025 р.) в частині умов отримання рейтингової семестрової оцінки.