

Затверджую

Голова Приймальної комісії
Ректор

Михайло ЗГУРОВСЬКИЙ
26.04.2024



Факультет біомедичної інженерії

повна назва факультету навчально-наукового інституту

ПРОГРАМА фахового іспиту

для вступу на освітньо-професійну програму підготовки магістра
«Обчислювальна біологія та біоінформатика»

за спеціальністю 091 Біологія та біохімія

Програму ухвалено:

Науково-методичною комісією за спеціальністю 091
«Біологія та біохімія»

Протокол № 1 від «25» березня 2024 р.

Голова НМК

Олександр ГАЛКІН
Олександр ГАЛКІН

ВСТУП

Прийом на навчання на освітньо-професійну програму другого (магістерського) рівня вищої освіти «Обчислювальна біологія та біоінформатика» за спеціальністю 091 Біологія та біохімія проводиться для вступників, що здобули перший (бакалаврський) або другий (магістерський) рівень вищої освіти за освітньої програмою спеціальності 091 Біологія та біохімія, а також інших спеціальностей.

До складання фахового іспиту (ФІ) допускаються вступники які мають диплом бакалавра або магістра, та зареєструвалися на нього відповідно до Правил прийому до КПІ ім. Ігоря Сікорського у 2024 році.

Програма фахового іспиту передбачає перевірку набуття вступником компетентностей та програмних результатів навчання, що визначені стандартом вищої освіти за спеціальністю 091 Біологія та біохімія для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Фаховий іспит за формою являє собою письмовий екзамен з наступних тем, що дозволяють сформуванню відповідні компетентності та програмні результати навчання: «Вступ до біоінформатики», «Основи теорії ймовірності», «Термодинаміка біологічних процесів», «Молекулярна біофізика», «Біофізика клітинних процесів», «Біофізика складних систем».

Фаховий іспит проводиться в письмовій формі й триває 2 академічні години (90 хвилин) – без перерви. Передбачено можливість проведення фахового іспиту в очному (написання іспиту проводиться в аудиторіях) та дистанційному форматі (іспит проводиться під запис за допомогою платформи Zoom з вімкненими відеокамерами). Допуск до складання ФІ здійснюється відповідно до списків зареєстрованих вступників за наявності документу, що посвідчує особу.

Екзаменаційний білет містить 2 теоретичних питань: перше з тем – «Вступ до біоінформатики», «Основи теорії ймовірності»; друге – «Термодинаміка біологічних процесів», «Молекулярна біофізика», «Біофізика клітинних процесів», «Біофізика складних систем».

ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

Тема 1. Вступ до біоінформатики.

Застосування інформатики та баз даних біоінформатики в біології.

Робота з числовою та текстовою інформацією. Використання штучного інтелекту (ШІ) в біології.

Графічне представлення та робота з даними за допомогою векторної та растрової графіки.

Історія розвитку біоінформатики. Роботи Хогеверг.

Застосування біоінформатики в медицині і ветеринарії.

Структурна біоінформатика.

Знайомство з ресурсами NCBI. Порівняльне молекулярне моделювання білків в SWISS-MODEL.

Пошукова система PubMed та інструментами цитувань (референс менеджер).

Візуалізація та статистичні розрахунки в програмі Excel. Можливості, меню і інструменти Excel.

Візуалізація та кількісний аналіз біологічних даних за допомогою комп'ютерної графіки (програма ImageJ та інші).

Оцінка наукової роботи і наукометричні показники. Інсталяція та ознайомлення з функціями програм для роботи з науковою літературою Mendeley та Zotero.

Графічні інструменти Inkscape. Робота з зображеннями в Inkscape.

Онлайн інструменти Google.

Аналіз наукових даних та побудова графіків за допомогою програми Origin. Панель інструментів програми Origin. Онлайн матеріали Origin Video Tutorials та онлайн матеріалами, які ілюструють застосування програми Origin в наукових дослідженнях (Origin Case Studies). Основні категорії команд LabTalk.

Дослідження амінокислотних послідовностей, еволюційних стосунків та видоспецифічних змін в структурі білків.

Аналіз біологічних даних з використанням мов програмування.

Тема 2. Основи теорії ймовірностей

Основні поняття теорії ймовірностей. Алгебра випадкових подій. Ймовірність події. Основні теореми теорії ймовірностей та їх наслідки.

Основні елементи комбінаторики. Випадкові величини та їх розподіл. Числові характеристики випадкових величин. Нормально розподілена випадкова величина.

Розв'язування типових задач з комбінаторики за використання програми Excel.

Найчастіше вживані для опису біологічних процесів розподіли неперервних випадкових величин (Стюдента, Пірсона та Фішера)

Основи статистичних методів обробки даних

Вибіркова і генеральна сукупності. Вибіркові характеристики. Точкова та інтервальні оцінки. Задачі дисперсійного та регресійного аналізу. Статистичні гіпотези та статистичні критерії.

Теорія похибок вимірювання. Похибки при прямих та непрямих вимірюваннях. Планування експериментів.

Перевірка гіпотези про нормальний розподіл генеральної сукупності (критерій Пірсона). Перевірка вибірок на приналежність до нормально розподіленої генеральної сукупності (тест Шапіро-Уїлка). Порівняння двох груп даних за кількісною ознакою.

Порівняння декількох середніх методом дисперсійного аналізу. Непараметричний дисперсійний аналіз (Краскала-Уоліса ANOVA і медіанний тест для незалежних груп та ANOVA Фрідмана для залежних груп). Задача регресійного аналізу.

Параметричні (критерій Стьюдента) і непараметричні критерії (критерії знаків і Уїлкоксона для пов'язаних вибірок, критерії U Манна-Уїтні, Вальда-Вольфовіца та Колмогорова-Смірнова для непов'язаних вибірок). Проведення регресійного аналізу.

Оцінювання точності і надійності коефіцієнта кореляції за допоміжною змінною Фішера. Рангові коефіцієнти кореляції. Використання F-тесту для порівняння дисперсій двох груп числових даних. Проведення нелінійного регресійного аналізу.

Тема 3. Термодинаміка біологічних процесів

Біофізика в системі біологічних наук. Особливості біологічних об'єктів як відкритих термодинамічних систем. Основні постулати і закони термодинаміки стосовно біології. Термодинамічні потенціали.

Визначення параметрів поверхневого натягу у фізіологічних середовищах.

Обмін речовин і енергії в організмі. Енергообмін людини і способи його визначення.

Термодинаміка необоротних процесів. Поняття рівноважних і стаціонарних станів.

Біологічні види, популяції, біогеоценози як відкриті еволюціонуючі термодинамічні системи.

Визначення стандартної вільної енергії і константи рівноваги біохімічної реакції.

Експериментальне визначення термодинамічних параметрів біологічних систем. Мікрокалориметрія білків і нуклеїнових кислот.

Тема 4. Молекулярна біофізика

Структурна організація і конформації біомакромолекул. Біофізика білків і нуклеїнових кислот. Оптичні методи, їх використання в біології та медицині. Застосування сучасних біофізичних методів для вивчення структури макромолекул та взаємодії фармакологічних препаратів з їх мішенями – білками і нуклеїновими кислотами.

Спектрофотометрія білків і нуклеїнових кислот.

Фізична природа оптичної активності. Просторова дисперсія та молекулярна інтерференція. Дисперсія оптичного обертання (ДОО) α -спіральної поліпептидів. Визначення ступеня спіральності білків за даними ДОО. Використання кругового дихроїзму (КД) для швидкого аналізу структури білків. КД у вивченні конформаційних змін нуклеїнових кислот.

Фізико-хімічні властивості амінокислот.

Слабкі зв'язки і взаємодії у регуляції механізмів роботи білків. Регуляція активності білків.

Кінетика ферментативних реакцій. Кінетика гідролітичного розщеплення сахарози

Молекулярний механізм взаємодії ферменту з субстратом. Конформаційні перебудови ферментів при взаємодії з субстратами.

Крива плавлення ДНК. Сучасні методи дослідження ДНК. ПЛР-аналіз та інші методи.

Тема 5. Біофізика клітинних процесів

Біофізика біологічних мембран. Фазові переходи в мембранах. Флуоресцентні методи в вивченні структурно-функціональної організації біомембран. Транспорт речовин через біомембрани.

Фізико-хімічні властивості ліпідних моношарів.

Модельні мембранні системи. Ліпосоми та суцільні ліпідні наночастинки як сучасні платформи для доставки лікарських препаратів

Історія електробиофізики, основні віхи у дослідженні іонних каналів. Мікроелектродна техніка і метод петч-клемп. Методи зовнішньоклітинної реєстрації потенціалів і струмів (ЕКГ, ЕЕГ). Гемоліз еритроцитів. Електрофоретична швидкість і ξ -потенціал дріжджових клітин.

Фізико-хімічні механізми виникнення мембранного потенціалу спокою. Пасивні електричні властивості клітин та їх фізіологічне значення.

Кістозний фіброз як дисфункція хлорних CFTR каналів, механізми порушення секреції електролітів і патогенез захворювання. Роль АТФ-чутливих КАТР калієвих каналів у патогенезі цукрового діабету. Каналопатії нервової системи і скелетних м'язів. Роль іонних каналів у виникненні серцевої аритмії.

Електрична збудливість клітин, механізми генерації потенціалів дії. Форми електричної активності різних типів клітин.

Роль іонних каналів у кальцієвій сигналізації клітин. Рецептор-керований та депо-залежний вхід іонів кальцію у клітини. Механізми вивільнення кальцію з внутрішньоклітинних депо. Локальна та глобальна кальцієва сигналізація. Роль кальцій-залежних іонних провідностей мембрани в регуляції електричної активності клітин.

Будова, класифікація та біофізичні властивості основних типів іонних каналів. Трансмембранний транспорт іонів як єдина система.

Роль спряжених з G-білками рецепторів і систем вторинних посередників в регуляції активності іонних каналів і електричної активності різних типів клітин.

М'язова та нем'язова форми рухливості. Небулін і тайтін в структурі та регуляції скорочення скелетних м'язів. Рухомість прокаріотичних клітин. Структурна організація джгутика бактерій. Молекулярні механізми повертання джгутика бактерій.

Трансформація енергії в спряжених мембранах. Біофізика фотосинтезу.

Визначення стандартних редокс-потенціалів потенціометричним методом.

Механізми розщеплення води і генерації кисню при світловій фазі фотосинтезу.

Тема 4. Біофізика складних систем

Загальні принципи міжклітинних комунікацій та передачі інформації в клітині. Молекулярні системи регуляції клітинних процесів. Кальцієвий сигнал.

Класифікація, особливості будови і функціонування клітинних рецепторів. Основні принципи регуляції біологічних процесів на молекулярному, клітинному та організмовому рівнях. Клітинно-матриксні взаємодії при загоєнні ран.

Принципи кодування інформації в рецепторах, передача і модуляція сигналу в сенсорних системах. Визначення осмотичного тиску.

Основи біоакустики, слухові рецептори. Оптична система ока, особливості трансдукції зорового сигналу. Рецептори нюху та смаку.

Радіаційна біофізика. Загальні принципи радіаційної дозиметрії. Біологічна дія іонізуючою радіації. Радіобіологія людини. Визначення радіоактивності окремих речовин та середовища.

Модифікація променевого ураження клітин. Радіопротектори і радіосенсибілізатори. Участь радіотоксинів у розвитку променевого ураження.

ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

На фаховому іспиті вступник отримує екзаменаційний білет, який включає два теоретичних питань однакової складності. Наявність відповіді на два запитання екзаменаційного білету є обов'язковою.

Кінцева оцінка визначається як сума балів набраних за відповіді на два питання екзаменаційного білету. При перевірці завдань застосовують критерії оцінювання, при розробці яких береться за основу повнота, логічність та правильність розкриття питання.

Максимальний ваговий бал для першого та другого питань – 50 балів.

Критерій оцінювання питання та кількість балів:

- повна відповідь з поясненнями (не менше 90 % потрібної інформації), не містить зайвої інформації – 50...45 балів;
- повна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 80 % необхідної інформації), зайвої інформації немає – 44...39 балів;
- принципово правильна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 70 % необхідної інформації), є зайва інформація – 38...35 бали;
- повна відповідь з неточностями (не менше 60 % потрібної інформації) – 34...29 балів;
- не повна відповідь, в якій відсутні принципові неточності (не менше 50 % потрібної інформації), але є помилки – 28...25 балів;
- неповна відповідь з грубими помилками та (або) принциповими неточностями (менше 50 % потрібної інформації) 24...1 балів;
- відсутність відповіді – 0 балів.

Наводимо таблицю переведення оцінок за 100-бальною шкалою PCO в 200 бальну (шкала відповідності оцінкам ЄВІ).

Таблиця відповідності оцінок PCO (60...100 балів)
оцінкам 200-бальної шкали (100...200 балів)

шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200
60	100	70	140	80	160	90	180
61	105	71	142	81	162	91	182
62	110	72	144	82	164	92	184
63	115	73	146	83	166	93	186
64	120	74	148	84	168	94	188
65	125	75	150	85	170	95	190
66	128	76	152	86	172	96	192
67	131	77	154	87	174	97	194
68	134	78	156	88	176	98	196
69	137	79	158	89	178	99	198
						100	200

При проведенні комплексного фахового випробування забороняється користуватися допоміжними матеріалами.

Приклад типового завдання комплексного фахового випробування

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

1. Застосування біоінформатики в медицині.
2. Фазові переходи в біологічних мембранах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Тема 1. Вступ до біоінформатики. Тема 2. Основи теорії ймовірності

Базова

1. Жолос О.В. Сучасні інформаційні технології у біології: навчальний посібник. - Київ, 2022. - 197 с. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://biomed.knu.ua/images/stories/Kafedry/biofiziki/Library/Posibnyk_CITB_compressed.pdf
2. Медична інформатика та основи статистики: методичні рекомендації для виконання практичних робіт / О.В. Жолос, О.Ф. Мороз, О.Ю. Артеменко, К.І. Богуцька, Н.Є. Нурищенко, О.В. Оглобля. - Київ, 2023. – 125 с. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://biomed.knu.ua/images/stories/Kafedry/biofiziki/Library/Medychna_informatyka_ta_osnov_y_statystyky_metod_rekom_2023_compressed.pdf
3. Васильків І.М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики: навч. посібник. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 184 с.

Додаткова

1. Прилуцький Ю.І., Ільченко О.В., Цимбалюк О.В., Костерін С.О. Статистичні методи в біології. Київ: Наукова думка, 2017. - 211 с.
2. Baker M. Big biology: The 'omes puzzle // Nature. – 2013. – 494. - P. 416–419.
3. Буджак В.В. Біометрія: навчальний посібник. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2016. – 272 с.
4. Барановський Д.І., Гетманець О.М., Хохлов А.М. Біометрія в програмному середовищі MS Excel: навчальний посібник. - Х.: СПД Бровін О.В., 2017. – 90 с.
5. Нелюбов В. О., Куруца О. С. Основи інформатики. Microsoft Excel 2016: навчальний посібник. Ужгород: ДВНЗ «УжНУ», 2018. - 58 с.
6. Origin Tutorials [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.originlab.com/doc/Tutorials>
7. Origin LabTalk Scripting Guide [Електроннийресурс]. Режим доступу: <http://www.originlab.com/doc/LabTalk/guide>
8. Bidaux G., Sgobba M., Lemonnier L., Borowiec A.S., Noyer L., Jovonovic S., Zholos A.V.,
9. Haider S. (2015). Functional and modelling studies of the transmembrane region of the TRPM8
10. channel. Biophysical Journal 109 (9), 1840-1851. Режимдоступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4643257/pdf/main.pdf>
11. A. Maznychenko, I. Sokolowska, N. Bulgakova, O. Gonchar, D. Nozdrenko, K. Bogutska, I. Pampuha, Kostyukov, U. Ritter, P. Scharff, Yu. Prylutskyu. Chapter 3. Skeletal muscle fatigue development under the action of water-soluble pristine C60 fullerenes. In “Advances in Medicine and Biology” (Editor: L.V. Berhardt), Nova Science Publishers, Inc., 2021, V. 187, P. 84-115.
12. Тараріна В.В., І.А. Суха, Р.Т. Лаврик, О.Ю. Артеменко, О.Ф. Мороз. Іонні канали в контексті пошуку молекулярних мішеней регуляції скоротливості міометрію // Вісник КНУ. Біологія. 2021. 4(83). С.24-28
13. Introductory statistics. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://openstax.org/books/introductory-statistics/pages/1-introduction>
14. Оригінальні журнальні статті та огляди: Пошукова система PubMed <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>

Тема 3. Термодинаміка біологічних процесів». Тема 4. Молекулярна біофізика. Тема 5. Біофізика клітинних процесів. Тема 6. Біофізика складних систем

Базова

1. Костерін С. О., Карахім С. О. Біохімічна кінетика. – К.: Наукова думка, 2021. - 311 с.

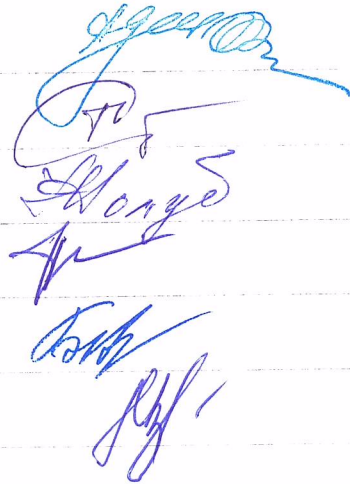
2. Мартинюк В.С., Нурищенко Н.Є., Артеменко О.Ю. Методичні рекомендації до лабораторного практикуму з біофізики (Біофізичні методи в радіобіологічних дослідженнях). – Київ, 2023. – 42 с.

Додаткова

1. Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошніченко М.С., Шуба М.Ф. Біофізика. – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2008. – 567 с.
2. Говорун Д.М., Нурищенко Н.Є. (Ред) Фізика біосистем у формулах, термінах, схемах .- Київ:ТОВ «ЦП КОМПРИНТ», 2017.- 226 с.
3. Шуба Я.М. Основи молекулярної фізіології іонних каналів. - К. : Наук. Думка, 2010. - 447 с.
4. Давидовська Т.Л., Мірошніченко М.С., Прилуцький Ю.І., Жолос О.В. Теоретичні та експериментальні основи біофізики електричних явищ. К.: Фітосоціоцентр, 2006 р. - 190 с.
5. Boal D. Biophysics: Mechanics of the Cell. 2nd Edition. Cambridge University Press, 2012. – 624 pp. <http://www.sfu.ca/~boal/moc2.html>.
6. TRiPs across epithelial and endothelial barriers in health and disease. Editors A.V. Zholos, G.M. Tolstanova, Nova Science Publishers, New York. – 2021, 257 pp.
1. Korogod S.M., Tzagareli M., Delmas P., Zholos A.V. (2022). Temperature-dependent mechanisms of neuron functioning: Emerging concepts. *Frontiers in Cellular Neuroscience* 16:1009071. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fncel.2022.1009071/full>
2. Nozdrenko D., Prylutska S., Bogutska K., Nurishchenko N., Abramchuk O., Motuziuk O., Prylutskyu Yu., Scharff P., Ritter U. Effect of C60 fullerene on recovery of muscle soleus in rats after atrophy induced by achillotenotomy. *Life*, 2022, V. 12, N 3: 332. <https://doi.org/10.3390/life12030332>
3. IUPHAR/BPS Guide to Pharmacology. <https://www.guidetopharmacology.org>
4. Biophysical Society (USA). Education Resources. <https://www.biophysics.org/education-resources>
4. Bezanilla F. Electrophysiology and the molecular basis of excitability. 1998-2022. <http://nerve.bsd.uchicago.edu>
5. The Axon CNS Guide to Electrophysiology and Biophysics Laboratory Techniques. Molecular Devices, 281 p., 2021. <https://www.moleculardevices.com/en/assets/user-guide/dd/cns/axon-guide-toelectrophysiology-and-biophysics-laboratory-techniques>
6. Alexander S.P.H. et al. The Concise Guide to Pharmacology 2021/22. *British Journal of Pharmacology*, 178, Issue S1, 513 pp. <https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/toc/14765381/2021/178/S1>

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

Галкін О. Ю., д.б.н., проф.
Годосійчук Т. С., д.т.н., проф.
Голуб Н.Б., д.т.н., доц.
Горобець С. В., д.т.н., проф.
Бесараб О. Б., к.т.н., доц.
Мотроненко В. В., д-р філос. доц.



Програму рекомендовано:
кафедрою трансляційної медичної біоінженерії, ФБМІ
Протокол № 10 від « 11 » березня 2024 р.

Завідувач кафедри ТМБ



Олександр БЕСАРАБ

Програму рекомендовано:
кафедрою промислової біотехнології та біофармації, ФБГ
Протокол № 11 від « 20 » березня 2024 р.

Завідувач кафедри ПББ



Валентина ПОЛШЧУК

Програму рекомендовано:
кафедрою біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології, ФБГ
Протокол № 11 від « 27 » березня 2024 р.

Завідувач кафедри ББЕ



Наталія ГОЛУБ