

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Біологічний факультет
Кафедра біофізики та біоінформатики

Затверджено
на засіданні кафедри біофізики
та біоінформатики
біологічного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 19 від 05 квітня 2023 р.)

Завідувач кафедри Баб'ю
д.б.н., проф. Андрій БАБСЬКИЙ

СИЛАБУС
навчальної дисципліни «КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В
БІОЛОГІЇ»,

що викладається в межах ОПП «Біохімія», «Біофізика», «Генетика»,
«Збереження біорізноманіття», «Зоологія», «Мікробіологія», «Фізіологія
людини і тварин» другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів
зі спеціальності 091 Біологія

Львів-2023

Силабус вибіркової дисципліни
«Комп'ютерне моделювання в біології» 2023–2024 н.р.

Назва курсу	Комп'ютерне моделювання в біології
Адреса викладання курсу	вул. Грушевського 4, 79005 Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Біологічний факультет, кафедра біофізики та біоінформатики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	09. Біологія 091 Біологія
Викладачі курсу	Доцент кафедри біофізики та біоінформатики, к.б.н., доцент Бура Марта Володимирівна
Контактна інформація викладачів	marta.bura@lnu.edu.ua
Консультації по курсу відбуваються	Аудиторні консультації: щосереди, 11:50-13:30 (вул. Грушевського 4, корпус Львівського національного університету імені Івана Франка, біологічний факультет, III поверх, ауд. № 325 (викладацька)). Онлайн-консультації: через Zoom; за допомогою попередньої домовленості. Для погодження часу онлайн-консультацій слід писати на корпоративну електронну скриньку Бурої М.В.
Сторінка курсу	
Інформація про курс	Вибіркова дисципліна «Комп'ютерне моделювання в біології» є вибірковою дисципліною, що викладається в межах ОПП «Біохімія», «Біофізика», «Генетика», «Збереження біорізноманіття», «Зоологія», «Мікробіологія», «Фізіологія людини і тварин» другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів зі спеціальності 091 Біологія в 3 семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою). Тривалість курсу: обсяг курсу 120, самостійних 72, аудиторних 48.
Коротка анотація курсу	Вибіркову дисципліну «Комп'ютерне моделювання в біології» розроблено таким чином, щоб показати внутрішньопредметні та міжпредметні зв'язки фізичних, математичних, хімічних і біологічних знань стосовно живого організму, а також необхідність інтеграції знань для вирішення завдань в області людинознавства на теоретичному рівні пізнання. Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів: 1. Вступ до моделювання біосистем. 2. Комп'ютерне моделювання динаміки біосистем.
Мета та цілі курсу	Метою вибіркової дисципліни є ознайомити магістрів-біофізиків зі системним підходом, методологією біометричного аналізу і математичного опису функціонування біосистем, як необхідна основа синтезу їх математичних моделей. Зокрема, розглядається побудова регресійних моделей, структурно-функціональне моделювання, моделювання динаміки біосистем та засоби його комп'ютерної реалізації. Висвітлюються питання управління та саморегуляції і їх відображення в моделях кінетики біологічних процесів, в т.ч. коливних. У кожному

	<p>випадку наводиться конкретний математичний апарат із ілюстрацією його застосування на прикладах моделювання біофізичних, фізіологічних, біохімічних, популяційних та інших систем.</p> <p>Основними цілями вивчення вибіркової дисципліни є формування у студентів комплексного розуміння особливостей математичного моделювання біосистем різного рівня організації.</p>
Література для вивчення дисципліни	<p>ОСНОВНА література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Швець Е.Я. Комп'ютерне моделювання фізіологічних систем людини: навчально-методичний посібник / Е.Я. Швець, О.О. Кісарін. – Запоріжжя, 2009. – 175с. 2. Беспалова С.В. Математичні моделі біологічних процесів : навчальний посібник / С. В. Беспалова, О. А. Гусєв. – Донецьк :ДонНУ, 2012. – 152 с. 3. Ляшенко I. M. Моделювання біологічних та екологічних процесів :навчальний посібник / I. M. Ляшенко, А. П. Мукоєд – К. :Київський ун-т, 2002. – 340 с. 4. Шмараков I. O. Біоінформатика :навчально-методичний посібник / I. O. Шмараков, М. М. Марченко. – Чернівці : Рута, 2008. – 76 с 5. Стоян В.А. Моделювання та ідентифікація динаміки систем з розподіленими параметрами. – К.: Київський у-т, 2008. – 201с. 6. Іванків К.С., Щербатий М.В. Математичне моделювання біологічних та еколого-економічних процесів. – Львів: ЛНУ ім. І.Франка, 2005. – 154 с. 7. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування: Навч. посібник. - К.: КНЕУ, 2001. - 170 с. 8. Ляшенко I.M., Мукоєд А.П. Моделювання біологічних та екологічних процесів: Навчальний посібник.- К.: В-во “ Київський університет“, 2002. 9. Методичні вказівки до вивчення курсу "Математичне моделювання біологічних систем" (Ч.1. Синтез та ідентифікація моделей): Для студентів біологічного факультету / Склав Р.Я.Гумецький.- Львів: ЛДУ, 1995. - 48 с. 10. Методичні вказівки до вивчення курсу "Математичне моделювання біологічних систем" (Ч.2. Аналіз та інтерпретація моделей) : Для студентів біологічного факультету / Склав Р.Я.Гумецький.- Львів: ЛДУ, 1999. - 48 с. 11. Стоян В.А. Моделювання та ідентифікація динаміки систем з розподіленими параметрами. – К.: Київський у-т, 2008. – 201с. 12. Allman, E. S., Allman, E. S., & Rhodes, J. A. (2004). Mathematical models in biology: an introduction. – Cambridge University Press. 13. Farkas, M. (2001). Dynamical models in biology. – Academicpress. 14. Murray J.D. (2002). Mathematical Biology. – NewYork :Springer. 15. Metz J. A., & Diekmann O. (Eds.). (2014). The dynamics of physiologically structured populations. – Springer. 16. Гриценко В. І. Інформаційні технології в біології та медицині :навчальний посібник / В. І. Гриценко, А. Б. Котова, М. І. Вовк [та ін.]. – К. :Наукова думка, 2007. – 383с.
Обсяг курсу	48 години аудиторних занять. З них: 32 годин лекцій; 16 годин практичних занять; 72 години самостійної роботи.
Очікувані	У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

результати навчання	<ul style="list-style-type: none"> - знати основні поняття, теорії та положення математичного моделювання; теоретичні концепції сучасної методології; методи біометричного аналізу та засоби комп'ютерної реалізації; фундаментальну і сучасну біофізичну літературу. - вміти застосовувати знання у практичній діяльності; вирішувати тестові завдання; володіти основами системного підходу до аналізу складних явищ; застосовувати для опанування сучасних методів об'єктивного і суб'єктивного математичного моделювання, а також коректної інтерпретування результати дослідження; уміти синтезувати знання в нових ситуаціях; уміти проводити енергетичний аналіз деяких біологічних процесів; уміти здобувати нові знання, використовуючи сучасні інформаційні освітні технології.
Ключові слова	Моделювання, математична модель, регресія, кінетичні рівняння, фазовий портрет.
Формат курсу	Очний
Теми	Наведено у табл. 1
Підсумковий контроль	Залік у кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з біології, хімії, фізики, математики, інформаційних технологій, фізіології, зоології, екології, англійської мови.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Словесні методи (лекція, розповідь, бесіда); наочні методи (демонстрація); вирішення кейсів; інтерактивні методи (дискусія).
Необхідне обладнання	Вивчення курсу потребує використання мультимедійного обладнання та персонального комп'ютера. Для вивчення курсу достатньо володіти такими програмами як Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel, Microsoft Office Power Point, Zoom, MsTeams.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. До здачі заліку допускаються студенти, що успішно відпрацювали практичні заняття. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • оцінка якості виконання практичних занять – до 30 балів; • модульне тестування – тести із теоретично (80%) і практично (20%) орієнтованими завданнями – 40 балів; • індивідуальна робота із теоретично (30%) і практично (70%) орієнтованими завданнями – 20 балів; • оцінка виконання самостійного індивідуального завдання – 10 балів. <p>Бали на практичних заняттях:</p> <p>студент має підготувати 1 доповідь, доповідь оцінюється у 20 балів (наявність презентації, науковий рівень матеріалу та володіння ним, відповіді на питання) = 22 балів.</p> <p>Активна участь в обговоренні розглянутих тем оцінюється у 1 бал за заняття (8 заняття): 8 заняття Х 1 бал = 8 балів.</p> <p>Бали за модулі: студенти пишуть 2 модульні контрольні роботи, які оцінюються у: 25 балів (Модуль №1, усний колоквіум) та 15 балів (Модуль №2 тестові завдання в системі Moodle) = 40 балів.</p> <p>Індивідуальне завдання – на обрану тему студенти подають модель-схему з обґрунтуванням: 20 балів.</p>

	<p>Самостійна робота полягає у оформленні есе на тему основних проблемних напрямків сучасного моделювання (перелік приблизних тем подається студенту, а також представлений в електронному курсі): 10 балів. Всього: $30+40+20+10=100$ балів.</p> <p>Підсумковий контроль – залік, який студент отримує за результатами поточного контролю упродовж семестру.</p> <p>Академічна добробечесність: Жодні форми порушення академічної добробечесності не толеруються. Виявлення ознак академічної добробечесності в письмовій роботі студента є підставою для її незараахування викладачем.</p> <p>Відвідування заняття: є важливою складовою навчання. Студенти зобов'язані інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. За поважної причини, яка підтверджена документально, студент може відпрацювати практичне заняття у відведений час. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Якщо студенти не можуть самостійно знайти літературу, то вона буде надана викладачем винятково в освітніх цілях без права передачі її третім особам. Студенти заохочуються до використання тих джерел яких немає серед рекомендованих.</p>
Питання до іспиту (чи питання до контрольної роботи)	<p>Змістовий модуль №1. Вступ до моделювання біосистем.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Метод моделювання і його пізнавальне значення в біологічних дослідженнях. 2. Експеримент (кількісні експериментальні дані) як основа моделювання біосистем. 3. Адекватні засоби математичного опису біосистем. 4. Комп'ютеризація математичного моделювання. Теоретична спрямованість моделювання. 5. Загальне формулювання задачі моделювання. 6. Математичне моделювання стаціонарних залежностей (функціональних зв'язків, впливів) між досліджуваними характеристиками біосистем. 7. Регресійні моделі (лінійні та нелінійні). 8. Багатофакторні впливи та множинна регресія. 9. Методи лінеаризації нелінійних моделей. Перетворення Лайнуївера-Берка в моделюванні швидкості хімічних реакцій. 10. Алгебраїчні та диференціальні рівняння (системи рівнянь) як засоби опису часової динаміки. Переваги останніх. 11. Імовірнісно-статистичні методи представлення процесів на молекулярному рівні. 12. Ієрархічна класифікація моделей (за складністю та відображенальною здатністю). Приклади моделей різних типів (біохімічні, біофізичні, популяційні та ін.). <p>Змістовний модуль №2. Комп'ютерне моделювання динаміки біосистем.</p> <ol style="list-style-type: none"> 13. Моделювання динаміки біосистем. Функціональні моделі біосистем. 14. Елементарні кінетичні рівняння та їх розв'язування. Математичні моделі систем нульового та першого порядку. Рівняння Мальтуса, Ферхольста-Перла. 15. Числові методи комп'ютерної реалізації (розв'язку рівнянь) динамічних моделей. 16. Моделювання часової динаміки концентрацій в хімічних реакціях нульового і першого порядку. 17. Математичні моделі другого порядку. Кінетика хімічних реакцій другого

	<p>порядку.</p> <p>18. Можливі динамічні режими, які реалізуються в моделях (аперіодичні та коливні). Модель Лотка для автоколивного процесу (аналітичний розв'язок і його аналіз).</p> <p>19. Методи пониження порядку при моделюванні складних динамічних систем (на прикладі моделі Ходжкина-Хакслі).</p> <p>20. Особливості моделювання динаміки структуризованих біосистем.</p> <p>21. Структуризація описових функцій в кінетиці реакцій ферментативного катализу.</p> <p>22. Вивід та аналіз рівняння Міхаеліса-Ментен.</p> <p>23. Структурно-функціональні моделі.</p> <p>24. Виділення, опис і реалізація структурних підсистем.</p> <p>25. Математичний опис зв'язків між підсистемами (на прикладі популяційних моделей Вольтерра).</p> <p>26. Динаміка в моделях відкритих систем. Моделювання комплексу мемранозв'язаних процесів</p> <p>27. Комплексне відображення фізико-хімічних та інформаційних процесів у біосистемах.</p> <p>28. Елементи теорії управління (регулювання). Типи управління в біосистемах.</p> <p>29. Моделі регуляторних систем зі зворотніми зв'язками..</p> <p>30. Стационарність в моделях відкритих систем.</p> <p>31. Математичні моделі гомеостазу.</p> <p>32. Ієрархізація в багаторівневих системних моделях.</p> <p>33. Елементи аналізу математичних моделей.</p> <p>34. Концепції опису біосистем як об'єкту дослідження.</p> <p>35. Особливості експерименту in model.</p> <p>36. Елементи якісної теорії динамічних систем.</p> <p>37. Поняття фазового та параметричного портрету.</p> <p>38. Рівноважні стани, переходні процеси, граничні цикли в динамічних системах.</p> <p>39. Аналіз типу рівноважних станів та характеру динамічних процесів в моделях біосистем.</p> <p>40. Тригерні моделі біосистем.</p> <p>41. Оцінка адекватності результатів моделювання складних систем.</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1. Схема навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання в біології»

№ п/п	<i>Тема заняття (перелік питань)</i>	Форма діяльності та обсяг годин			Термін виконання
		лек	пр	ср	
1	Метод моделювання і його пізнавальне значення в біологічних дослідженнях.	2	2	7	1 тиждень
2	Адекватні засоби математичного опису біосистем.	2	2	6	1 тиждень
3	Методологія синтезу математичних моделей біосистем.	2		6	1 тиждень
4	Регресійні моделі.	2		6	
5-6	Математичні методи для моделювання динамічних процесів у біосистемах.	2		5	1 тиждень
7	Ієрархічна класифікація моделей.	2		5	
8-9	Моделювання динаміки біосистем.	2		5	1 тиждень
10	Математичні моделі другого порядку.	2		5	
11	Особливості моделювання динаміки структуризованих біосистем.	2	2	7	1 тиждень
12	Структурно-функціональні моделі.	2		5	1 тиждень
13	Принципи адекватного моделювання складних систем.	2		5	
14-15	Моделі регуляторних систем зі зворотними зв'язками.	2	2	5	1 тиждень
16	Елементи аналізу математичних моделей.	2	2	5	
Всього		32	16	72	

Автор

Марта БУРА

«Погоджено»

Голова методичної ради
біологічного факультету

Віталій ГОНЧАРЕНКО

15 березня 2023 р.

Гарант ОПП «Біохімія»

Наталя СИБІРНА

2023 р.

Гарант ОПП «Біофізика»

Марта БУРА

береже

2023 р.

Гарант ОПП «Збереження біорізноманіття»



Анастасія ОДІНЦОВА

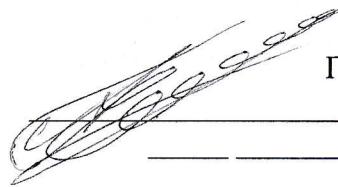
2023 р.



Гарант ОПП «Генетика»

Наталія ГОЛУБ

2023 р.



Гарант ОПП «Зоологія»

Андрій БОКОТЕЙ

2023 р.



Гарант ОПП «Мікробіологія»

Світлана ГНАТУШ

2023 р.



Гарант ОПП «Фізіологія людини і тварин»

Оксана ІККЕРТ

2023 р.