

Національний університет водного господарства та природокористування
Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та
обчислювальної техніки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова науково-методичної
ради НУВГП
е-підпис **Олег ЛАГОДНЮК**

16.09.2021

04-01-50S

СИЛАБУС

навчальної дисципліни

SYLLABUS

Комп'ютерні технології в імунології та епідеміології		Computer technology in immunology and epidemiology
Шифр за ОП	ВБ 2	Code in Educational Program
Освітній рівень: магістерський (другий)		Educational level: Master's (second)
Галузь знань: Інформаційні технології	12	Fields of knowledge: Information Technology
Спеціальність: Комп'ютерні науки	122	Field of study: Computer Sciences
Освітня програма: Прикладна інформатика		Educational Program: Applied Informatics

Силабус навчальної дисципліни «Комп'ютерні технології в імунології та епідеміології» для здобувачів вищої освіти ступеня «магістр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Прикладна інформатика» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» денної форми навчання. Рівне. НУВГП. 2021. 13 стор.

ОПП «Прикладна інформатика» на сайті університету:

<https://start.nuwm.edu.ua/osvitni-prohramy/item/kompiuterni-nauky-prukladna-informaticai-m>

Розробник силабусу:

Бомба Андрій Ярославович, професор, д-р техн. наук, професор кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики

Барановський Сергій Віталійович, доцент, канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерних технологій та економічної кібернетики

Керівник освітньої програми «Прикладна інформатика»:

_____ Мічута О. Р., доцент, канд. тех. наук, доцент кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики

Силабус схвалений на засіданні кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики

Протокол № 19 від "27" серпня 2021 року

Завідувач кафедри комп'ютерних технологій та економічної кібернетики:

_____ Турбал Ю. В., д-р тех. наук, професор

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІ АКOT

Протокол № 9 від "30" серпня 2021 року

Голова науково-методичної ради з якості ННІ АКOT:

_____ Мартинюк П. М., д-р. тех. наук, професор

№ документа в ЕДО: СЗ №-4464

© Бомба А.Я., 2021
© Барановський С.В., 2021
© НУВГП, 2021

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ*

Ступінь вищої освіти	магістр
Освітня програма	Прикладна інформатика
Спеціальність	122 «Комп'ютерні науки»
Рік навчання, семестр	1, 2
Кількість кредитів	4
Лекції:	20 годин
Лабораторні заняття:	26 годин
Самостійна робота:	89 годин
Курсова робота:	ні
Форма навчання	денна
Форма підсумкового контролю	залік
Мова викладання	українська

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА*

ПРОФАЙЛ ЛЕКТОРА

Лектор



*Бомба Андрій Ярославович,
професор,
доктор технічних наук,
професор кафедри комп'ютерних наук
та прикладної математики.*

Вікіситет

[http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Бомба Андрій Ярославо
вич](http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Бомба_Андрій_Ярославо_вич)

ORCID

<https://orcid.org/0000-0001-5528-4192>

Як комунікувати

a.ya.bomba@nuwm.edu.ua

Актуальні оголошення на сторінці дисципліни в системі MOODLE

ПРО ДИСЦИПЛІНУ

Анотація навчальної дисципліни, в т.ч. мета та цілі

Математичне моделювання дозволяє формалізовано описувати, зокрема, різноманітні біомедичні явища і процеси та створювати на цій основі технології комп'ютерного моделювання, які дають можливість прогнозувати розвиток модельованого процесу за різних умов та визначати шляхи керування ним.

Метою викладання дисципліни є розвиток базових знань і вмінь застосування методів математичного моделювання для аналізу і дослідження імунологічних та епідеміологічних процесів з використанням комп'ютерних програм.

Завданнями дисципліни є: сформувати загальні підходи щодо побудови математичних моделей імунологічних та епідеміологічних процесів та їх програмно-комп'ютерної реалізації; сформувати уявлення

про якісний та чисельний аналіз побудованих комп'ютерно-математичних моделей імунологічних та епідеміологічних процесів; розвинути навички розробки комп'ютерних технологій на основі математичних моделей, планування і проведення комп'ютерних експериментів, аналізу та інтерпретації результатів, визначення шляхів керування досліджуванним процесом.

Посилання на розміщення навчальної дисципліни на навчальній платформі Moodle

<https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=????>

Компетентності

ФК4. Здатність формалізувати предметну область певного проєкту у вигляді відповідної інформаційної моделі.

ФК5. Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області.

ФК7. Здатність розробляти, описувати, аналізувати та оптимізувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.

ФК9. Здатність розробляти програмне забезпечення відповідно до сформульованих вимог з урахуванням наявних ресурсів та обмежень.

ФК15. Здатність до оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань.

Програмні результати навчання

ПРН1. Здійснювати опис предметної області розробки або дослідження; забезпечувати декомпозицію поставленої задачі.

ПРН2. Обирати належні засоби для розробки або дослідження (середовище розробки, мова програмування, програмне забезпечення та програмні пакети тощо), що дозволяють знайти правильне і ефективне рішення.

ПРН3. Аналізувати проміжні результати розробки або дослідження з метою з'ясування їх відповідності вимогам; розробляти тести та використовувати засоби верифікації, щоб переконатися у якості прийнятих рішень.

ПРН7. Створювати прототипи програмного забезпечення, щоб переконатися, що воно відповідає вимогам до розробки; виконувати його тестування і статичний аналіз, щоб переконатися у відповідності завданню розробки або дослідження.

ПРН9. Управляти складними робочими процесами з урахуванням поставлених економічних, правових та етичних аспектів, оцінювати результати діяльності команди.

ПРН11. Відшуковувати необхідну інформацію у науковій літературі, базах даних, інших джерелах, аналізувати і оцінювати її.

	<p><i>ПРН13. Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері інформаційних технологій і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень.</i></p>
<p>Перелік соціальних, «м'яких» навичок (soft skills)</p>	<p><i>Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. Здатність бути критичним і самокритичним. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</i></p>
<p>Структура навчальної дисципліни</p>	<p><i>Зазначено нижче в таблиці</i></p>
<p>Форми та методи навчання</p>	<p><i><u>Методи викладання та навчання:</u> демонстрація; творчий метод; проблемно-пошуковий метод; аналіз ситуації; інше.</i></p> <p><i><u>Технології викладання та навчання:</u> проблемні лекції, лекції візуалізації, пошукові лабораторні роботи; дослідницька робота; аналіз конкретних ситуацій, інформаційно-комунікаційні технології.</i></p>
<p>Порядок та критерії оцінювання</p>	<p><i>Для досягнення цілей та завдань курсу студентам потрібно засвоїти теоретичний матеріал та здати модульні контролі знань, а також вчасно виконати завдання лабораторних робіт.</i></p> <p><i>Оцінювання якості виконання завдань лабораторних робіт здійснюється за критеріями повноти, правильності та самостійності виконання робіт. Враховується також творчий внесок у виконання завдань лабораторних робіт.</i></p> <p><i>Студент отримує такі обов'язкові бали:</i></p> <p>60 балів – за вчасне і якісне виконання завдань лабораторних робіт: завдання мають бути виконані вірно та у повному обсязі, результати виконання завдань мають бути подані на перевірку протягом тижня, до початку наступного лабораторного заняття.</p> <p>20 балів – модульний контроль 1;</p> <p>20 балів – модульний контроль 2.</p> <p>Усього 100 балів.</p> <p><i>Студенти можуть отримати додаткові бали за: виконання додаткових завдань підвищеної складності, виконання рефератів, есе дослідницького характеру за темами курсу. Тему дослідницької роботи можуть вибрати самостійно за погодженням із викладачем.</i></p> <p><i><u>Модульний контроль</u> проходить у формі тестування після вивчення кожного модуля. У тесті 29 запитань різної складності: рівень 1 – двадцять шість запитань по 0,5 бали (13 балів), рівень 2 – два запитання по 2 бали (4 бали), рівень 3 – одне запитання по 3 бали (3 бали). Усього – 20 балів.</i></p> <p><i>Нормативні документи, що регламентують</i></p>

проведення поточного та підсумкового контролів знань студентів, можливість їм подання апеляції:
<http://nuwm.edu.ua/strukturni-pidrozdili/navch-nauk-tsentr-nezaleznoho-otsiniuvannia-znan/dokumenti>

Місце навчальної дисципліни в освітній траєкторії здобувача вищої освіти

Дисципліна є вхідною.

Передує вивченню дисциплін:

- «Дослідження еко-інформаційних систем методами математичного та комп'ютерного моделювання»

Поєднання навчання та досліджень

Студенти мають можливість додатково отримати бали за виконання індивідуальних завдань дослідницького характеру за темами курсу (тему дослідницької роботи студенти можуть вибрати самостійно за погодженням із викладачем), а також можуть бути долучені до написання та опублікування наукових статей з тематики курсу.

Інформаційні ресурси

1. Марчук Г.И. Математические модели в иммунологии. Вычислительные методы и эксперименты. М.: Наука, 1991. – 304 с.
2. Nowak M.A., May R.M. Virus dynamics. Mathematical principles of immunology and virology. Oxford University Press, 2000. – 237 p.
3. Wodarz D. Killer Cell Dynamics. Mathematical and Computational Approaches to Immunology. Springer Science+Business Media, LLC, 2007. – 220 p.
4. Bomba A. Ya., Baranovsky S.V., Pasichnyk M.S., Pryshchepa O.V. Modeling small-scale spatial distributed influences on the development of infectious disease process. *Mathematical modeling and computing*. – 2020. – Vol. 7, No. 2, pp. 310–321.
5. Барановський С.В., Бомба А.Я. Узагальнення математичної моделі противірусної імунної відповіді Марчука-Петрова з урахуванням впливу малих просторово розподілених дифузійних збурень. *Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки – Вип. 21. – Кам'янець-Подільський: КПНУ. – 2020. – С. 5-24.*
6. Бомба А.Я., Барановський С.В. Моделювання малих просторово розподілених впливів на динаміку інфекційного захворювання в умовах типу фармакотерапії. *Журнал обчислювальної та прикладної математики – № 1 (133) – 2020. – С. 5-17.*
7. Bomba A. Ya., Baranovsky S.V., Pryshchepa O.V. Modeling influence of small-scale diffusion perturbations on the development of infectious diseases under immunotherapy. *Proceedings of the International scientific and practical conference " Modeling, Control and Information Technologies", 5-7 November 2020, Rivne, Ukraine. – Rivne: National University of Water and Environmental Engineering, 2020. – pp.15-18.*
8. Bomba A., Baranovsky S., Pasichnyk M., Malash K. *Modeling of Infectious Disease Dynamics under the Conditions of Spatial Perturbations and Taking into*

account Impulse Effects. Proceedings of the 3rd International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine (IDDM 2020), Växjö, Sweden, November 19-21, 2020. – pp. 119-128.

ПРАВИЛА ТА ВИМОГИ (ПОЛІТИКА)*

Дедлайни та перекладання

Ліквідація академічної заборгованості здійснюється згідно «Порядку ліквідації академічних заборгованостей у НУВГП», <http://ep3.nuwm.edu.ua/4273/>. Згідно цього документу і реалізується право студента на повторне вивчення дисципліни чи повторне навчання на курсі.

Додаткова можливість проходження модульних контролів (для здобувачів, які з різних поважних причин не змогли здати модульний контроль за розкладом) здійснюється згідно: <http://nuwm.edu.ua/strukturni-pidrozdili/navch-nauk-tsentr-nezalezzhnoho-otsiniuvannia-znan/dokumenti>.

Оголошення стосовно дедлайнів здачі частин навчальної дисципліни відповідно до політики оцінювання оприлюднюються на сторінці дисципліни в MOODLE:

<https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=2158>

Правила академічної доброчесності

При виявленні елементів академічної недоброчесності під час модульного чи підсумкового контролю, студент позбавляється права у продовженні проходження відповідного контролюючого заходу, поточні результати оцінювання анулюються, і в результаті може виникнути академічна заборгованість здобувача.

При виявленні плагіату у окремих елементах представлених для оцінювання результатах виконання навчальних завдань, студенту знижується оцінка у відповідності до ступеня порушення академічної доброчесності. Студенти мають самостійно виконувати та подавати на оцінювання лише результати власних зусиль та оригінальної праці, що регламентовано Кодексом честі студента у НУВГП (<https://nuwm.edu.ua/sp/akademichna-dobrochesnistj>)

Документи стосовно академічної доброчесності (про плагіат, порядок здачі курсових робіт, кодекс честі студентів, документи Національного агентства стосовно доброчесності) наведені на сторінці ЯКІСТЬ ОСВІТИ сайту НУВГП –

<http://nuwm.edu.ua/sp/akademichna-dobrochesnistj>

Вимоги до відвідування

Лекційні та лабораторні заняття, консультації відбуватимуться off-line або on-line (за допомогою Google Meet) згідно розкладу <https://desk.nuwm.edu.ua/cgi-bin/timetable.cgi>.

Студент має право оформити індивідуальний графік навчання згідно відповідного положення <http://ep3.nuwm.edu.ua/6226/>.

Студенту не дозволяється пропускати заняття без поважних причин. У випадку пропуску заняття з поважних причин (індивідуальний план, лікарняний листок, мобільність тощо) студент зобов'язаний

самостійно вивчити пропущений теоретичний матеріал на платформі MOODLE <https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=2158> чи виконати завдання лабораторної роботи у порядку передбаченому відповідними методичними вказівками.

Студенти можуть без обмежень використовувати на заняттях в навчальних цілях мобільні телефони та ноутбуки.

Неформальна та інформальна освіта

Студенти мають право на визнання (перезарахування) результатів навчання набутих у неформальній та інформальній освіті згідно з відповідним Положенням:

<http://nuwm.edu.ua/sp/neformalna-osvita>.

Студенти можуть самостійно на платформах Prometheus, Coursera, edEx, edEra, FutureLearn та інших опановувати матеріал для перезарахування результатів навчання. При цьому важливо, щоб знання та навички, що формуються під час проходження певного онлайн-курсу чи його частин, мали зв'язок з очікуваними навчальними результатами даної дисципліни/освітньої програми та перевірялись в підсумковому оцінюванні.

ДОДАТКОВО

Правила отримання зворотної інформації про дисципліну*

Щосеместрово студенти заохочуються пройти онлайн опитування стосовно якості викладання та навчання викладачем даного курсу та стосовно якості освітнього процесу в НУВГП.

За результатами анкетування студентів викладачі можуть покращити якість навчання та викладання за даною та іншими дисциплінами.

Результати опитування студентам надсилають обов'язково.

Порядок опитування, зміст анкет та результати анкетування здобувачів минулих років та семестрів завантажені на сторінці «ЯКІСТЬ ОСВІТИ»:

<http://nuwm.edu.ua/porjadok-opituvannja>

<http://nuwm.edu.ua/sp/anketuvannja>

<http://nuwm.edu.ua/sp/rezultati-opituvannja>

Оновлення*

За ініціативою викладача зміст дисципліни оновлюється щорічно, враховуючи наукові досягнення та тенденції розвитку теорії, методів і алгоритмів, а також сучасних практик їх застосування при створенні та впровадженні комп'ютерних технологій дослідження імунологічних та епідеміологічних процесів.

Студенти також можуть долучатись до оновлення дисципліни шляхом подання пропозицій викладачу стосовно новітніх змін у сфері розробки комп'ютерних технологій дослідження імунологічних та епідеміологічних процесів. За якісно обґрунтовану пропозицію студенти можуть отримати додаткові заохочувальні бали.

Навчання осіб з

Документи та довідково-інформаційні матеріали

інвалідністю

стосовно організації навчального процесу для осіб з інвалідністю доступно за посиланням:

<http://nuwm.edu.ua/sp/dlja-osib-z-invalidnistju>

У випадку навчання таких категорій здобувачів освітній процес даного курсу враховуватиме, за можливістю, усі особливі потреби здобувача.

Викладач та інші здобувачі даної освітньої програми максимально сприятимуть організації навчання для осіб з інвалідністю та особливими освітніми потребами.

Здобувачі вищої освіти з особливими потребами повинні завчасно повідомити про вказані особливості для їх врахування та корекції відповідної підготовки.

Практики, представники бізнесу, фахівці, залучені до викладання
Академічна мобільність.
Інтернаціоналізація

Здобувачі вищої освіти мають право на визнання (перезарахування) результатів навчання набутих в інших вітчизняних та іноземних ЗВО (через проходження окремих освітніх компонентів або сертифікованих програм у статусі зарахованого слухача) згідно з відповідним Положенням:

<http://ep3.nuwm.edu.ua/4398/>

Можливості доступу до електронних ресурсів та сервісів:

Електронні бібліотеки:

<http://lib.nuwm.edu.ua/index.php/korisni-posilannya/elektronni-biblioteki>

Пошук публікацій у базі Scopus:

<http://lib.nuwm.edu.ua/index.php/biblioteka/novini/item/506-v-dopomohu-avtoram>

База періодичних видань:

<https://www.scimagoir.com/>

Електронний каталог:

<http://nuwm.edu.ua/MySql/>

<http://lib.nuwm.edu.ua/index.php/biblioteka/novini/item/516-mozhlyvosti-dostupu-do-resursiv-i-servisiv>

* пункти, які обов'язково потрібно заповнити

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Лекцій 20 год	Лабор. 26 год	Самостійна робота 89 год
РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ – РН1 Розуміти та застосовувати інструментарій побудови і аналізу математичних моделей імунологічних та епідеміологічних процесів		
Види навчальної роботи студента (що студенти повинні виконати)	Опанувати теоретичні основи стосовно побудови моделей імунологічних та епідеміологічних процесів, поняття стаціонарних розв'язків динамічних систем, стійкості, граничних циклів, атракторів. Розвинути навички побудови моделей імунологічних та епідеміологічних процесів та застосування інструментарію їх аналізу.	
Методи та технології навчання	Лекції, презентації, обговорення, дослідження	

Засоби навчання	Мультимедіа, проекційне обладнання, інформаційно-комунікаційні системи	
За поточну (практичну) складову оцінювання – 15 балів		
РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ – РН2		
Розуміти основні поняття та застосовувати чисельно-асимптотичні методи розв'язання модельних сингулярно збурених задач		
Види навчальної роботи студента (що студенти повинні виконати)	Опанувати теоретичні засади сингулярних просторово розподілених дифузійних збурень та їх урахування в базових моделях імунологічних та епідеміологічних процесів. Оволодіти навиками програмної реалізації базових моделей та їх модифікацій, планування та проведення комп'ютерних експериментів.	
Методи та технології навчання	Лекції, презентації, обговорення, дослідження	
Засоби навчання	Мультимедіа, проекційне обладнання, інформаційно-комунікаційні системи	
За поточну (практичну) складову оцінювання – 15 балів	За модульний (теоретичний) контроль знань (РН1, РН2), модуль 1 – 20 балів	
РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ – РН3		
Розуміти підходи щодо узагальнення моделей медико-біологічних процесів для урахування різного роду (зокрема, зосереджених) впливів		
Види навчальної роботи студента (що студенти повинні виконати)	Опанувати основні підходи щодо узагальнення базових моделей та їх модифікацій для урахування різного роду впливів. Оволодіти практичними навиками програмної реалізації узагальнених моделей з урахуванням їх особливостей та із застосуванням методів ідентифікації модельних параметрів	
Методи та технології навчання	Лекції, презентації, обговорення, дослідження	
Засоби навчання	Мультимедіа, проекційне обладнання, інформаційно-комунікаційні системи	
За поточну (практичну) складову оцінювання – 15 балів		
РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ – РН4		
Розуміти теоретичні основи та застосовувати інструментарій прогнозування, аналізу та оцінювання ефективності застосування різного роду впливів для контролю, корегування і керування медико-біологічними процесами		
Види навчальної роботи студента (що студенти повинні виконати)	Опанувати теоретичні засади прогнозування, аналізу і оцінювання ефективності коригуючих впливів. Розвинути практичні навички розробки елементів комп'ютерних технологій прогнозування і моделювання в системах підтримки прийняття рішень для керування імунологічними та епідеміологічними процесами.	
Методи та технології навчання	Лекції, презентації, обговорення, дослідження	
Засоби навчання	Мультимедіа, проекційне обладнання, інформаційно-комунікаційні системи	
За поточну (практичну) складову оцінювання – 15 балів	За модульний (теоретичний) контроль знань (РН3, РН4), модуль 2 – 20 балів	
Усього за поточну (практичну) складову оцінювання, балів		
60		
Усього за модульний (теоретичний) контроль знань, модуль 1, модуль 2, бали		
40		
Усього за дисципліну		
100		

**для екзаменаційних дисциплін співвідношення поточного (практичного) та модульного (підсумкового) контролів - 60 та 40*

ЛЕКЦІЙНІ/ПРАКТИЧНІ/СЕМІНАРСЬКІ/ЗАНЯТТЯ/ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

Тема 1. Принципи побудови та приклади моделей медико-біологічних процесів.

Результати навчання	Кількість годин: лекції – 2 лабор. – 2	Література: 1. Марчук Г.И. <i>Математические модели в иммунологии. Вычислительные методы и эксперименты</i> . М.: Наука, 1991. – 304 с. 2. Nowak M.A., May R.M. <i>Virus dynamics. Mathematical principles of immunology and virology</i> . Oxford University Press, 2000. – 237 p. 3. Wodarz D. <i>Killer Cell Dynamics. Mathematical and Computational Approaches to Immunology</i> . Springer Science+Business Media, LLC, 2007. – 220 p. 4. Bomba A. Ya., Baranovsky S.V., Pasichnyk M.S., Pryshchepa O.V. <i>Modeling small-scale spatial distributed influences on the development of infectious disease process. Mathematical modeling and computing</i> . – 2020. – Vol. 7, No. 2, pp. 310–321.	https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=2158
Опис теми	Принципи побудови математичних моделей імунологічних та епідеміологічних процесів. Популяційні моделі. Логістичне рівняння. Моделі імунології та епідеміології, що описуються системами диференціальних рівнянь. Моделі із запізненням.		

Тема 2. Методи дослідження динамічних систем. Стаціонарні розв'язки, стійкість, граничні цикли, атрактори.

Результати навчання	Кількість годин: лекції – 4 лабор. – 4	Література: 1. Марчук Г.И. <i>Математические модели в иммунологии. Вычислительные методы и эксперименты</i> . М.: Наука, 1991. – 304 с. 2. Nowak M.A., May R.M. <i>Virus dynamics. Mathematical principles of immunology and virology</i> . Oxford University Press, 2000. – 237 p. 3. Wodarz D. <i>Killer Cell Dynamics. Mathematical and Computational Approaches to Immunology</i> . Springer Science+Business Media, LLC, 2007. – 220 p. 4. Bomba A. Ya., Baranovsky S.V., Pasichnyk M.S., Pryshchepa O.V. <i>Modeling small-scale spatial distributed influences on the development of infectious disease process. Mathematical modeling and computing</i> . – 2020. – Vol. 7, No. 2, pp. 310–321.	https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=2158
Опис теми	Динамічні системи. Фазовий портрет. Стаціонарні розв'язки та стійкість стаціонарних станів. Особливі точки. Граничні цикли, атрактори. Аналіз базових моделей математичної біології та медицини. Класична система Лотки. Рівняння Вольтера (модель взаємодії двох видів типу «хижак-жертва»)		

Тема 3. Просторово розподілені дифузійні збурення медико-біологічних процесів. Сингулярно та регулярно збурені задачі.

Результати навчання	Кількість годин: лекції – 4 лабор. – 6	Література: 4. Bomba A. Ya., Baranovsky S.V., Pasichnyk M.S., Pryshchepa O.V. <i>Modeling small-scale spatial distributed influences on the development of infectious disease process. Mathematical modeling and computing</i> . – 2020. – Vol. 7, No. 2, pp. 310–321. 5. Барановський С.В., Бомба А.Я. <i>Узагальнення математичної моделі протівірусної імунної відповіді Марчука-Петрова з урахуванням впливу малих просторово розподілених дифузійних збурень. Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки – Вип. 21. – Кам'янець-Подільський: КПНУ. – 2020. – С. 5-24. 6. Бомба А.Я., Барановський С.В. <i>Моделювання малих просторово розподілених впливів на динаміку інфекційного захворювання в умовах типу фармакоterapiї. Журнал обчислювальної та прикладної математики – № 1 (133) – 2020. – С. 5-17.</i></i>	https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=2158
Опис теми	Математичне моделювання процесів дифузії, рівняння дифузії. Дифузійні збурення імунологічних та епідеміологічних процесів. Поняття сингулярних та регулярних збурень. Чисельно-асимптотичні методи.		

Тема 4. Технології та інструментарій програмної реалізації моделей медико-біологічних процесів. Візуалізація результатів комп'ютерного моделювання

Результати навчання	Кількість годин: лекції – 2 лабор. – 4	Література: 4. Bomba A. Ya., Baranovsky S.V., Pasichnyk M.S., Pryshchepa O.V. <i>Modeling small-scale spatial distributed influences on the development of infectious disease process. Mathematical modeling and computing.</i> – 2020. – Vol. 7, No. 2, pp. 310–321. 5. Барановський С.В., Бомба А.Я. <i>Узагальнення математичної моделі противірусної імунної відповіді Марчука-Петрова з урахуванням впливу малих просторово розподілених дифузійних збурень. Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки – Вип. 21. – Кам'янець-Подільський: КПНУ. – 2020. – С. 5-24. 8. Bomba A., Baranovsky S., Pasichnyk M., Malash K. <i>Modeling of Infectious Disease Dynamics under the Conditions of Spatial Perturbations and Taking into account Impulse Effects. Proceedings of the 3rd International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine (IDDM 2020), Växjö, Sweden, November 19-21, 2020. – pp. 119-128.</i></i>	https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=2158
Опис теми	Технології та інструментарій комп'ютерної реалізації імунологічних та епідеміологічних процесів. Особливості використання пакетів для чисельного розв'язання різних типів диференціальних рівнянь та їх систем (deSolve, rootSolve, bvpSolve). Візуалізація результатів комп'ютерного моделювання.		

Тема 5. Комп'ютерна реалізація методів ідентифікації параметрів математичних моделей медико-біологічних процесів.

Результати навчання	Кількість годин: лекції – 6 лабор. – 6	Література: 4. Bomba A. Ya., Baranovsky S.V., Pasichnyk M.S., Pryshchepa O.V. <i>Modeling small-scale spatial distributed influences on the development of infectious disease process. Mathematical modeling and computing.</i> – 2020. – Vol. 7, No. 2, pp. 310–321. 5. Барановський С.В., Бомба А.Я. <i>Узагальнення математичної моделі противірусної імунної відповіді Марчука-Петрова з урахуванням впливу малих просторово розподілених дифузійних збурень. Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки – Вип. 21. – Кам'янець-Подільський: КПНУ. – 2020. – С. 5-24. 7. Bomba A. Ya., Baranovsky S.V., Pryshchepa O.V. <i>Modeling influence of small-scale diffusion perturbations on the development of infectious diseases under immunotherapy. Proceedings of the International scientific and practical conference " Modeling, Control and Information Technologies", 5-7 November 2020, Rivne, Ukraine. – Rivne: National University of Water and Environmental Engineering, 2020. – pp.15-18.</i></i>	https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=2158
Опис теми	Оцінювання якості моделей імунологічних та епідеміологічних процесів. Адекватність моделей. Налаштування математичних моделей. Проблеми ідентифікації параметрів моделей імунологічних та епідеміологічних процесів. Методи ідентифікації параметрів моделей динаміки.		

Тема 6. Узагальнення базових моделей медико-біологічних процесів для урахування різного роду впливів. Дискретні моделі

Результати навчання	Кількість годин: лекції – 4 лабор. – 6	Література: 6. Бомба А.Я., Барановський С.В. <i>Моделювання малих просторово розподілених впливів на динаміку інфекційного захворювання в умовах типу фармакотерапії. Журнал обчислювальної та прикладної математики – № 1 (133) – 2020. – С. 5-17. 7. Bomba A. Ya., Baranovsky S.V., Pryshchepa O.V. <i>Modeling influence of small-scale diffusion perturbations on the development of infectious diseases under immunotherapy. Proceedings of the International scientific and practical conference " Modeling, Control and Information Technologies", 5-7 November 2020, Rivne, Ukraine. – Rivne: National University of Water and Environmental Engineering, 2020. – pp.15-18. 8. Bomba A., Baranovsky S., Pasichnyk M., Malash K. <i>Modeling of Infectious Disease Dynamics under the Conditions of Spatial Perturbations and Taking into account Impulse Effects. Proceedings of the 3rd International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine (IDDM 2020), Växjö, Sweden, November</i></i></i>	https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=2158
---------------------	---	---	---

	19-21, 2020. – pp. 119-128.
Опис теми	Узагальнення імунологічних моделей з урахуванням просторово розподілених впливів фармакотерапії та імунотерапії, а також моделей епідеміології з урахуванням обмежень пересування, вакцинації, тощо. Моделювання різного типу зосереджених впливів. Особливості комп'ютерної реалізації узагальнених моделей з урахуванням зосереджених впливів.

Тема 7. Комп'ютерне моделювання в системах підтримки прийняття рішень щодо прогнозування та керування медико-біологічними процесами

Результати навчання	Кількість годин: лекції – 4 лабор. – 4	Література: 1. Марчук Г.И. Математические модели в иммунологии. Вычислительные методы и эксперименты. М.: Наука, 1991. – 304 с. 6. Бомба А.Я., Барановський С.В. Моделювання малих просторово розподілених впливів на динаміку інфекційного захворювання в умовах типу фармакотерапії. Журнал обчислювальної та прикладної математики – № 1 (133) – 2020. – С. 5-17. 7. Bomba A. Ya., Baranovsky S. V., Pryshchepa O. V. Modeling influence of small-scale diffusion perturbations on the development of infectious diseases under immunotherapy. Proceedings of the International scientific and practical conference " Modeling, Control and Information Technologies", 5-7 November 2020, Rivne, Ukraine. – Rivne: National University of Water and Environmental Engineering, 2020. – pp.15-18. 8. Bomba A., Baranovsky S., Pasichnyk M., Malash K. Modeling of Infectious Disease Dynamics under the Conditions of Spatial Perturbations and Taking into account Impulse Effects. Proceedings of the 3rd International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine (IDDM 2020), Växjö, Sweden, November 19-21, 2020. – pp. 119-128.	https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=2158
Опис теми	Комп'ютерне моделювання та дослідження різного роду впливів на розвиток імунологічних та епідеміологічних процесів. Підбір та прогнозування найбільш раціональних коригуючих впливів. Розробка ефективних програмних продуктів для комп'ютерного моделювання в системах підтримки прийняття рішень щодо керування імунологічними та епідеміологічними процесами.		

Лектор

**Бомба А.Я., професор, д-р. техн. наук,
професор кафедри комп'ютерних наук та
прикладної математики**