

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та обчислювальної техніки

04-01-122S

СИЛАБУС SYLLABUS	Некласичні динамічні системи Nonclassical Dynamic Systems	
Шифр за ОП Code in Degree Programme	OK 10	
Освітній рівень Level of Education	Магістерський (другий) Master's (second)	
Галузь знань Field of Knowledge	11	Математика і статистика Mathematics and statistics
Спеціальність Field of Study	113	Прикладна математика Applied Mathematics
Освітня програма Degree Programme	Прикладна математика Applied Mathematics	

Силабус навчальної дисципліни «Некласичні динамічні системи» для здобувачів вищої освіти ступеня «магістр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Прикладна математика» за спеціальністю 113 «Прикладна математика» денної форми навчання. – Рівне: НУВГП, 2023. – 11 с.

ОПП «Прикладна математика» на сайті університету:

https://ep3.nuwm.edu.ua/27261/1/ОПП_ПМ_mag_2023.pdf

Розробники силабусу:

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

Мороз Ігор Петрович, доцент, канд.-фіз.-мат. наук, докторант, доцент кафедри інформаційних технологій і моделювання РДГУ

Керівник освітньої програми «Прикладна математика»:

_____ Климюк Ю. Є., доцент, канд. тех. наук,
доцент кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики

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

Протокол № 3 від "04" жовтня 2023 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 № 3 від "27" листопада 2023 року

Голова науково-методичної ради з якості ННІ АКOT:

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

Попередня версія силабусу _____

© Бомба А.Я., 2023

© Мороз І.П., 2023

© НУВГП, 2023

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	
«Некласичні динамічні системи»	
ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ	
Ступінь вищої освіти	магістр
Освітня програма	Прикладна математика
Спеціальність	113 «Прикладна математика»
Рік навчання, семестр	1, 2
Кількість кредитів	4,5

Лекції:	30 годин
Лабораторні заняття:	16 годин
Самостійна робота:	89 годин
Курсова робота:	ні
Форма навчання	денна
Форма підсумкового контролю	екзамен
Мова викладання	українська

ІНФОРМАЦІЯ ПРО РОЗРОБНИКА (ІВ)

Лектор	 <p><i>Бомба Андрій Ярославович, професор, доктор технічних наук, кандидат фізико-математичних наук, професор кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики.</i></p>
Вікіситет	http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Бомба_Андрій_Ярославович
ORCID Scopus	https://orcid.org/0000-0001-5528-4192 7003388832
Як комунікувати	a.ya.bomba@nuwm.edu.ua Актуальні оголошення на сторінці дисципліни в системі MOODLE

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ

Мета та завдання

У останні роки спостерігається стрімкий ріст зацікавленості до нелінійних проблем, які, як вважають, поряд із системними уявленнями мають скласти основу сучасного світосприйняття. Це і задачі врахування взаємовпливу характеристик середовища та процесу (зокрема врахування зворотного впливу), це і задачі автоматизованого керування і, нарешті, з без цієї теорії важко уявити сучасні проблеми нейронних мереж (у першу чергу – навчання мережі), штучного інтелекту, робототехніки.

Метою курсу є засвоєння студентами сучасного математичного апарату моделювання систем, які описуються різного типу нелінійними співвідношеннями (рівняннями, зокрема диференціальними тощо), та методів їх дослідження. Серед завдань курсу є ознайомлення студентів із загальними положеннями теорії динамічних систем, дослідженням їх на стійкість, асимптотичну стійкість. При цьому важливим є формування понять про граничні цикли, атрактори, біфуркації, керований хаос та синергію (зокрема синергетичні підходи до програмування). Ознайомлення студентів із сучасними проблемами ітераційних методів, методів теорії збурень та квазіконформних відображень, усереднення. Також ставляться задачі сформулювати підходи до математичного моделювання процесів у технічній, природничій медико-біологічній сферах (нелінійні задачі напівпровідникової електроніки, геофізики, фільтрації бітумів, очищення, імунології тощо) та їх програмно-комп'ютерної реалізації; уявлення про якісний та чисельний аналіз побудованих комп'ютерно-математичних моделей; сформулювати навички планування і проведення комп'ютерних експериментів, аналізу та інтерпретації результатів, визначення шляхів керування досліджуваним процесом.

Посилання на розміщення освітнього компонента на навчальній платформі Moodle, на платформі освітніх програм та їхніх освітніх компонентів

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

**Передумови вивчення
(місце освітнього компонента в структурно-логічній схемі)**

Дисципліна є вхідною.

Передує написанню кваліфікаційної (магістерської) роботи.

Компетентності

ФК 1. Здатність формалізувати постановку задачі, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних.

ФК 2. Здатність обирати раціональні методи вирішення математичних задач.

ФК 5. Здатність розробляти та застосовувати математичні моделі для розв'язування різногалузевих задач з використанням відповідних методів та методологій математичного та комп'ютерного моделювання.

ФК 6. Здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи.

ФК 7. Здатність висувати гіпотези щодо поведінки моделі, емпірично перевіряти їх справедливості у ході аналітичного дослідження моделі або чисельного експерименту, систематизувати отримані результати, застосовувати математичний апарат для доведення або спростування висунутих

ФК 10. Здатність до проведення комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів.

ФК 11. Здатність до пошуку, систематичного вивчення, аналізу та використання науковотехнічної інформації, вітчизняного й закордонного досвіду, пов'язаного із застосуванням математичних методів для дослідження

ФК 13. Здатність розв'язувати задачі в конфліктних ситуаціях, будувати моделі вибору та прийняття рішень в конфліктно-керованих процесах.

ФК 15. Здатність до самоосвіти та підвищення кваліфікації на основі інноваційних підходів у сфері прикладної математики

Програмні результати навчання (ПРН). Результати навчання (РН)*

ПРН 1. Знати постановки завдань, пов'язаних із застосуванням методів прикладної математики, сформульованих на мові предметної галузі.

ПРН 2. Знати методи статистичного аналізу даних і експериментально-статистичні методи побудови та ідентифікації математичних моделей, статистичного моделювання та прогнозування.

ПРН 5. Знати методи і моделі представлення нечітких даних і знань та методи видобування нечітких, неповних, неточних знань для створення комп'ютерних інформаційних технологій нового покоління.

ПРН 7. Уміти здійснювати системний аналіз взаємопов'язаних процесів різної природи та розробляти математичні та комп'ютерні моделі природних і техногенних систем.

ПРН 9. Уміти коригувати математичні та інформаційні моделі залежно від результатів, які було отримано в ході їх реалізації.

ПРН 12. Уміти формулювати математичну постановку завдання, поданого мовою предметної галузі, враховуючи критерії, обмеження та суттєві фактори при розробці математичної моделі.

ПРН 14. Володіти англійською і українською мовами, знати термінологію для проведення пошуку спеціалізованої інформації, граматичні структури для розуміння і використання іноземних текстів професійного спрямування.

Структура та зміст освітнього компонента

Зазначено нижче в таблиці

Форми та методи навчання

Методи викладання та навчання: демонстрація; творчий метод; проблемно-пошуковий метод; аналіз ситуації; інше.

Технології викладання та навчання: проблемні лекції, лекції візуалізації, пошукові лабораторні роботи; дослідницька робота; аналіз конкретних ситуацій, інформаційно-комунікаційні технології.

Порядок оцінювання програмних результатів навчання/ результатів навчання

Для досягнення цілей та завдань курсу студентам потрібно засвоїти теоретичний матеріал та здати модульні контролі знань, а також вчасно виконати завдання лабораторних робіт. Оцінювання якості виконання завдань лабораторних робіт здійснюється за критеріями повноти, правильності та самостійності виконання робіт. Враховується також творчий внесок у виконання завдань лабораторних робіт.

Студент отримує такі **обов'язкові** бали:

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.

20 балів – модульний контроль 1;

20 балів – модульний контроль 2.

Усього 100 балів.

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.

Модульний контроль проходить як варіант 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.

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

Рекомендована література (основна, допоміжна)

Основна:

1. Marchuk G.L. Mathematical models of immune response in infectious diseases / G.L. Marchuk. – Dordrecht: Kluwer Press, 1997. – 350 p. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-8798-3>.
2. Сугаков В.Й. Основи синергетики / В.Й. Сугаков. – К.: Обереги, 2001. – 287 с.
3. Ляшенко І.М. Моделювання біологічних та екологічних процесів / І.М. Ляшенко, А.П. Мукоєд. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2002. – 340 с.
4. Nowak M.A., May R.M. Virus dynamics. Mathematical principles of immunology and virology. Oxford University Press, 2000. – 237 p.
5. Wodarz D. Killer Cell Dynamics. Mathematical and Computational Approaches to Immunology. Springer Science+Business Media, LLC, 2007. – 220 p.

Допоміжна:

6. 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.
7. 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.
8. 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.

9. 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.
10. 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.
11. Василенко М.В. Теорія коливань і стійкості руху / М.В. Василенко, О.М. Алексейчук. – К.: Вища школа, 2004. – 525 с.
12. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології / В.І. Лаврик. – К.: ВД «КМ Академія», 2002. – 203 с.
13. Bomba A., Boichura M. Identification of Burst Parameters using Numerical Quasiconformal Mapping Methods. International Journal of Applied Mathematics. 2020. Vol. 33 (5). P. 903–917.
14. Бомба А. Я., Бойчур М. В. Методи комплексного аналізу в задачах ідентифікації: монографія. Рівне : НУВГП, 2020. 188 с
15. Методичні вказівки з навчальної дисципліни «Методи розв'язування некоректних задач» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Прикладна математика» спеціальності 113 «Прикладна математика» денної та заочної форми навчання / Бомба А. Я., Бойчур М. В. Рівне : НУВГП, 2021. 30 с.
16. Бомба А. Я., Каштан С. С., Пригорницький Д. О., Ярощак С. В. Методи комплексного аналізу: монографія. Рівне : НУВГП, 2013. 415 с.
17. Бомба А.Я. Методи теорії збурень прогнозування процесів тепломасоперенесення в пористих та мікропористих середовищах / А.Я. Бомба, І.М. Присяжнюк, О.В. Присяжнюк – Рівне: О. Зень, 2017. – 291 с.
18. Бомба А.Я. Моделювання нелінійно збурених процесів очищення рідин від багатокomпонентних забруднень / А.Я. Бомба, А.П. Сафонік. – Рівне: НУВГП, 2017. – 296 с.
19. Бомба А.Я. Нелінійні задачі типу фільтрація-конвекція-дифузія-масообмін за умов неповних даних: монографія / А.Я. Бомба, В.І. Гаврилюк, А.П. Сафонік. О.А. Фурсачик. – Рівне: НУВГП, 2011. – 276с.
20. Бомба А.Я., Мороз І.П. Чисельно-асимптотичний метод розв'язання сингулярно збурених модельних задач про стаціонарний розподіл носіїв заряду в активній області P-I-N-діодів. Вісник НУВГП. Серія «Технічні науки» – 2022. – Випуск 1(97). – С. 291-306.
21. Bomba A.Ya., Moroz I. P., Boichura M. V. Constructing and analyzing mathematical model of plasma characteristics in the active region of integrated p-i-n-structures by the methods of perturbation theory and conformal mappings. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol. 5 (5). P. 51–61.
22. Бомба А.Я., Тадєєв П. О., Столярчук В. К., Каштан С. С. Диференціальні рівняння як засіб математичного моделювання. Методичні рекомендації на допомогу керівникам гуртків з математики та юним науковцям при написанні творчих робіт з математики. – Рівне: РДПІ-ЗПЛ.– 1996. – 48 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

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>

Поєднання навчання та досліджень* (за потреби)

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.

ПОЛІТИКИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

Перелік соціальних, «м'яких» навичок (soft skills)

- ЗК 1. Здатність до абстрактного та аналітичного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК 4. Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- ЗК 5. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 6. Здатність бути критичним і самокритичним.
- ЗК 7. Здатність виявляти, ставити і вирішувати проблеми.
- ЗК 8. Здатність знаходити, обробляти та аналізувати інформацію з різних джерел.
- ЗК 9. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК 10. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

Дедлайни та перескладання

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/struktorni-pidrozdili/navch-nauk-tsentri-nezaleznoho-otsiniuvannia-znan/dokumentu>.

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>

Неформальна та інформальна освіта (за потреби)

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.

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 за погодженням з викладачем використовувати на заняттях в навчальних цілях мобільні телефони та ноутбуки.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Лекцій 30 год	Лабор. 16 год	Самостійна робота 89 год
РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ – РН1 Розуміти та застосовувати інструментарій побудови і аналізу математичних моделей медико-біологічних, технічних, природничих, техногенних нелінійних процесів		
Види навчальної роботи студента (що студенти повинні виконати)	Опанувати теоретичні основи побудови математичних моделей технічних, природничих, техногенних, медико-біологічних нелінійних процесів з точки зору гідродинамічного наближення. Розкрити поняття стаціонарних розв'язків динамічних систем, стійкості, граничних циклів, атракторів, синергії. Розвинути навички побудови моделей технічних, природничих, техногенних, медико-біологічних нелінійних 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 ітераційні методи в поєднанні з методами комплексного аналізу та чисельно-асимптотичними методами розв'язання модельних сингулярно збурених задач		
Види навчальної роботи студента (що студенти повинні виконати)	Опанувати теоретичні засади регулярних і сингулярних просторово розподілених дифузійних збурень та їх урахування в базових моделях технічних, природничих, техногенних, медико-біологічних нелінійних процесів. Оволодіти навичками 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, технічних, природничих, техногенних нелінійних 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, технічними, природничими, техногенними нелінійними 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 нелінійними 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

Модуль 1
Тема 1. Вступ до теорії нелінійних динамічних систем. Загальні положення теорії динамічних систем. Поняття стійкості, асимптотичної стійкості,

граничного циклу, атрактора, біфуркації, керованого хаосу, синергії.

Результати навчання	Кількість годин: лекції – 6 практ. – 4 (лекц. №1-3 пр. №1-2)	Література: 2. Сузаков В.Й. <i>Основи синергетики / В.Й. Сузаков. – К.: Обереги, 2001. – 287 с.</i> 3. Ляшенко І.М. <i>Моделювання біологічних та екологічних процесів / І.М. Ляшенко, А.П. Мукоєд. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2002. – 340 с. 22.</i>	https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=2158
Опис теми	Поняття нелінійної динамічної системи. Приклади. Методи дослідження динамічних систем. Метод фазових траєкторій. Стаціонарні розв'язки, стійкість за Ляпуновим, критерії стійкості, асимптотична стійкість, дослідження систем на стійкість. Особливі точки. Граничні цикли, атрактори, приклади атракторів, дивний атрактор Лоренца. Біфуркації, “м'які” та “жорсткі” біфуркації. керований хаос, структуризація, структурна стійкість, синергія.		

Тема 2. Динамічні системи біології, імунології, епідеміології.

Результати навчання	Кількість годин: лекції – 8 практ. – 4 (лекц. №4-7 пр. №3-4)	Література: 1. Marchuk G.L. <i>Mathematical models of immune response in infectious diseases / G.L. Marchuk. – Dordrecht: Kluwer Press, 1997. – 350 p.</i> https://doi.org/10.1007/978-94-015-8798-3 . 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. – 2020. – Vol. 7, No. 2, pp. 310–321.</i>	https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=2158
Опис теми	Принципи побудови математичних моделей медико-біологічних процесів. Популяційні моделі. Логістичне рівняння. Моделі медико-біологічних систем, що описуються системами диференціальних рівнянь. Моделі із запізненням. Моделі імунології та епідеміології. Фазові портрети в імунології, епідеміології та математичній медицині. Аналіз базових моделей математичної біології та медицини. Класична система Лотки. Рівняння Вольтера (модель взаємодії двох видів типу «хижак-жертва»). Просторово розподілені дифузійні збурення медико-біологічних процесів. Сингулярно та регулярно збурені задачі імунології, епідеміології.		

Модуль 2

Тема 3. Динамічні системи процесів фільтрування, очищення.

Результати навчання	Кількість годин: лекції – 8 практ. – 4 (лекц. №8-11 пр. №5-6)	Література: 13. Bomba A., Boichura M. <i>Identification of Burst Parameters using Numerical Quasiconformal Mapping Methods. International Journal of Applied Mathematics.</i> 2020. Vol. 33 (5). P. 903–917. 14. Бомба А. Я., Бойчура М. В. <i>Методи комплексного аналізу в задачах ідентифікації: монографія.</i> Рівне : НУВГП, 2020. 188 с. 15. <i>Методичні вказівки з навчальної дисципліни «Методи розв'язування некоректних задач» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Прикладна математика» спеціальності 113 «Прикладна математика» денної та заочної форми навчання / Бомба А. Я., Бойчура М. В. Рівне : НУВГП, 2021. 30 с. 16. Бомба А. Я., Каптан С. С., Пригорницький Д. О., Яроцук С. В. <i>Методи комплексного аналізу: монографія.</i> Рівне : НУВГП, 2013. 415 с. 17. Бомба А.Я. <i>Методи теорії збурень прогнозування процесів тепломасоперенесення в пористих та мікропористих середовищах / А.Я. Бомба, І.М. Присяжнюк, О.В. Присяжнюк – Рівне: О. Зень, 2017. – 291 с.</i> 18. Бомба А.Я. <i>Моделювання нелінійно збурених процесів очищення рідин від багатокomпонентних забруднень / А.Я. Бомба, А.П. Сафонік. – Рівне: НУВГП, 2017. – 296 с.</i> 19. Бомба А.Я. <i>Нелінійні задачі типу фільтрація-конвекція-дифузія-масообмін за умов неповних даних: монографія / А.Я. Бомба, В.І. Гаврилюк, А.П. Сафонік. О.А. Фурсачик. – Рівне: НУВГП, 2011. – 276с.</i></i>	https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=2158
Опис теми	Динамічні системи процесів фільтрації і фільтрування. Узагальнення закону Дарсі-Ома. Моделювання квазіідеальних процесів фільтрації. Методи дискретних особливостей, числові та аналітичні методи конформних та квазіконформних відображень. Математичне моделювання процесів дифузії, рівняння дифузії. Дифузійні збурення. Сингулярно- та регулярно- збурені модельні задачі процесів очищення. Некоректно поставлені задачі, проблема ідентифікації параметрів моделей динамічних систем.		

Тема 4. Динамічні системи напівпровідникової електроніки.

Результати навчання	Кількість годин: лекції – 8 практик. – 4 (лекц. № 12-15 пр. №7-8)	Література: 20. Бомба А.Я., Мороз І.П. Чисельно-асимптотичний метод розв'язання сингулярно збурених модельних задач про стаціонарний розподіл носіїв заряду в активній області P-I-N-діодів. Вісник НУВГП. Серія «Технічні науки» – 2022. – Випуск 1(97). – С. 291-306. 21. Bomba A.Ya., Moroz I. P., Boichura M. V. Constructing and analyzing mathematical model of plasma characteristics in the active region of integrated p-i-n-structures by the methods of perturbation theory and conformal mappings. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol. 5 (5). P. 51–61.	https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=2158
Опис теми	Математичні моделі напівпровідникової електроніки у гідродинамічному наближенні. Сингулярно- та регулярно- збурені модельні задачі напівпровідникової електроніки. Метод прилежних функцій в аналізі задач напівпровідникової електроніки, їх фізичний зміст. Швидкозмінні та повільнозмінні компоненти динамічних систем. Метод усереднення. Відокремлені хвилі типу «солітон» при моделюванні нелінійних динамічних систем. Оцінювання якості моделей динамічних систем. Комп'ютерне моделювання нелінійних динамічних систем (засоби та інструменти).		

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

Асистент професора *Мороз І.П., доцент, к. фіз.-мат. наук, докторант*

Автор
Професор

Андрій БОМБА

Затверджено

Проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи

Валерій СОРОКА



документ підписаний КЕП
Номер документа СИЛ №1524 від [sDateTime_SignWriteAgree_Last]
Підписувач Сорока Валерій Степанович
Підписувач (дані КЕП): [oSignECP.sSigner_Sert]
Сертифікат 58E2D9E7F900307B0400000807E2D0054327D00