ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан математичного факультету
_____ С.І. Гоменюк
(підпис) (ініціали та прізвище)
«26» серпня 2026

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РІЗНОЇ ФІЗИЧНОЇ ПРИРОДИ

підготовки бакалавра
денної форми здобуття освіти
освітньо-професійна програма «Комп'ютерне моделювання»
спеціальності 113 Прикладна математика
галузі знань 11 Математика та статистика

ВИКЛАДАЧ: Леонтьєва В.В., к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри фундаментальної та прикладної математики

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри фундаментальної та
прикладної математики
Протокол № 1 від «26» серпня 2026 р.
Завідувач кафедри
_____ С. М. Гребенюк

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми
_____ Є. В. Панасенко

2026 рік

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Силабус навчальної дисципліни
Математичне моделювання процесів різної фізичної природи

Зв`язок з викладачем (викладачами):
E-mail: *vleonteva15@gmail.com*
Сезн ЗНУ повідомлення: *https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=11452*
Телефон: *(061) 289-12-74*
Інші засоби зв'язку: *Moodle (форум курсу, приватні повідомлення)*
Кафедра: *фундаментальної та прикладної математики, ауд. 18-а (1 корпус)*

1. Опис навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни «Математичне моделювання процесів різної фізичної природи» є оволодіння системними знаннями з методології побудови та аналізу математичних моделей динамічних процесів у природничих, технічних, медичних та економічних системах, а також вироблення навичок вибору й застосування адекватного математичного апарату залежно від природи процесу, дослідження стійкості та чутливості моделей, а також інтерпретації результатів моделювання у прикладному контексті.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Математичне моделювання процесів різної фізичної природи» є:

- набуття стійких знань про балансовий підхід до побудови математичних моделей, поняття змінної стану, швидкості зміни, стаціонарного стану та часу релаксації як універсальних елементів опису процесів різної фізичної природи;
- набуття вмінь та практичних навичок з побудови та аналізу моделей процесів з однією змінною стану – природного спаду, росту з насиченням, дифузії нових продуктів – і оцінки їх параметрів за експериментальними даними методом графічної лінеаризації;
- оволодіння методикою моделювання процесів взаємодії двох і більше компонентів – як лінійних, так і нелінійних – із застосуванням апарату систем диференціальних рівнянь, аналізу стаціонарних точок, лінеаризації та фазових портретів;
- формування твердих навичок і вмінь з побудови компартментних моделей поширення захворювань і патогенів, визначення базового репродуктивного числа та аналізу ефективності стратегій контролю;
- оволодіння матричним підходом до моделювання систем із віковою та стадійною структурою;
- набуття вмінь та навичок побудови нелінійних дискретних математичних моделей, дослідження біфуркацій і хаотичних режимів;
- оволодіння методами моделювання стаціонарного просторового розподілу – дифузійних, фільтраційних і теплових процесів – як крайових задач з різними типами граничних умов;
- формування навичок моделювання коливальних та інерційних процесів, аналізу режимів вільних і вимушених коливань та умов резонансу;
- розвиток навичок міждисциплінарного мислення, здатності розпізнавати спільну математичну структуру в процесах різної фізичної природи та переносити методологію моделювання між предметними галузями.

У разі успішного завершення курсу студент зможе:

- знати основні класи математичних моделей динамічних процесів та критерії їх вибору залежно від природи досліджуваного процесу;

- будувати математичні моделі процесів природного спаду і розкладання на основі балансового підходу, оцінювати їх параметри за даними спостережень і перевіряти адекватність методом графічної лінеаризації;
- здійснювати математичне моделювання процесів росту в умовах обмеженого ресурсу у рослинництві, нафтогазової промисловості та епідеміології;
- будувати системи балансових рівнянь для двох взаємодіючих компонентів у матричній формі, класифікувати стаціонарні точки та аналізувати умови стабільності лінійних систем;
- лінеаризувати нелінійні системи біля точок рівноваги, аналізувати характер фазових траєкторій і застосовувати ці методи до задач ендокринології, екології та економіки;
- будувати компартментні епідемічні моделі типу SIR та SEIR, обчислювати базове репродуктивне число R_0, визначати поріг колективного імунітету та адаптувати модель до задач фітопатології;
- конструювати матрицю Леслі для систем із віковою і стадійною структурою, визначати темп росту системи через домінантне власне значення та проводити сценарний аналіз для задач демографії, рибного і лісового господарства;
- досліджувати нелінійні різницеві рівняння, визначати нерухомі точки та їх стійкість, аналізувати біфуркації і перехід до хаосу;
- формулювати крайові задачі для стаціонарного розподілу концентрації, тиску і температури у просторі, обирати граничні умови відповідно до фізичного змісту задачі та аналізувати чутливість розв'язку до параметрів середовища;
- будувати та аналізувати моделі коливальних і інерційних процесів, розрізняти режими вільних коливань із демпфуванням, визначати умови резонансу та застосовувати модель до задач транспортної механіки, нафтогазової та гірничої промисловості;
- аналізувати чутливість результатів моделювання до параметрів моделі, інтерпретувати отримані розв'язки у термінах вихідної прикладної задачі та формулювати практичні висновки щодо керування досліджуваним процесом.

Міждисциплінарні зв’язки. Курс «Математичне моделювання процесів різної фізичної природи» ґрунтується на знаннях та навичках, набутих студентами при вивченні курсів «Алгебра та геометрія», «Математичний аналіз», «Диференціальні рівняння», «Теорія ймовірностей та математична статистика», «Методи оптимізації та дослідження операцій». Знання та навички, набуті студентами при вивченні курсу «Математичне моделювання процесів різної фізичної природи», можуть бути використані при вивченні курсів «Комп’ютерне моделювання природничих систем та процесів», «Математичне моделювання», для підготовки кваліфікаційної роботи бакалавра та подальшої професійної діяльності.

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Силабус навчальної дисципліни
Математичне моделювання процесів різної фізичної природи

Паспорт навчальної дисципліни

Нормативні показники	**денна форма здобуття освіти**	**заочна форма здобуття освіти**
1	***2***	***3***
Статус дисципліни	**Вибіркова**	
Семестр	7-й	-
Кількість кредитів ECTS	**5**	
Кількість годин	150	
Лекційні заняття	28 год.	-
Практичні заняття	28 год.	-
Самостійна робота	94 год.	-
Консультації	https://us05web.zoom.us/j/6256131620?pwd=cVdIeDRhWHdwWWhKMG53R3FZSFJMUT09 код доступу: 12345	
Вид підсумкового семестрового контролю:	**залік**	
Посилання на електронний курс у СЕЗН ЗНУ (платформа Moodle)	https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=11452	

2. Методи досягнення запланованих освітньою програмою компетентностей і результатів навчання

Компетентності / результати навчання	Методи навчання	Форми і методи оцінювання
Компетентності		
ЗК 02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК 06. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ФК02. Здатність виконувати завдання, сформульовані у математичній формі.. ФК03. Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проєктування, керування, прогнозування, прийняття рішень. ФК13. Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних. ФК14. Здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв’язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.	– інтегральні методи; – словесні методи викладення матеріалу на лекціях; – методи аналізу й систематизації; – навчальні дискусії; – самостійна робота студентів; – контроль, самоконтроль і корекція, самокорекція при виконанні робіт поточного, підсумкового контролю, індивідуальних завдань; – методи комунікації на заняттях, при захисті виконаних робіт; – практичні методи: досліди, вправи, навчальна праця; – індуктивні та дедуктивні методи; – репродуктивні та точні методи; – проблемно-пошукові методи.	**Поточний контроль:** захист самостійних робіт, захист практичних робіт, опитування, тестування **Підсумковий контроль:** розв’язання індивідуального практичного завдання, тестування
Програмні результати навчання		
РН01. Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці. РН02. Володіти основними положеннями та методами математичного, комплексного та функціонального аналізу, лінійної алгебри та теорії чисел, аналітичної геометрії, теорії диференціальних рівнянь, зокрема рівнянь у частинних похідних, теорії ймовірностей, математичної статистики та випадкових процесів, чисельними методами. РН03. Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв’язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.. РН12. Розв’язувати окремі інженерні задачі та/або задачі, що виникають принаймні в одній предметній галузі: в соціології, економіці, екології та медицині.	– дослідницький метод спрямований на залучення студентів до самостійного розв’язання задач; – метод проблемного викладу навчального матеріалу і створення проблемних ситуацій; – стимулювання до генерації оригінальних ідей при розв’язанні теоретичних і практичних задач; – частково-пошуковий (евристичний) метод спрямований на залучення студентів до самостійного розв’язання пізнавальних завдань з використанням різних джерел інформації; – пояснювально-ілюстративний метод; – репродуктивний метод; – активні методи навчання: послідовна й цілеспрямована постановка перед студентами завдань, розв’язуючи які вони активно засвоюють нові знання і отримують вміння і навички.	**Поточний контроль:** захист самостійних робіт, захист практичних робіт, оцінювання участі в дискусії, опитування, тестування **Підсумковий контроль:** розв’язання індивідуального практичного завдання, тестування

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. *Моделювання процесів з однією змінною стану.*

Тема 1. Процеси природного спаду, виведення та розкладання.

Балансовий підхід до побудови моделі. Поняття змінної стану, швидкості зміни та сталої часу. Моделювання теплових процесів: охолодження харчових продуктів після термообробки. Моделювання у фармакокінетиці: виведення лікарського препарату з організму та режим дозування. Моделювання технологічних процесів: кінетика розкладання вітамінів та інактивації мікроорганізмів при термічній обробці. Моделювання у геохронології: радіоактивний розпад як основа датування гірських порід. Стаціонарний стан та час релаксації. Графічна лінеаризація як метод перевірки адекватності моделі та оцінки параметрів за даними.

Тема 2. Процеси росту в умовах обмеженого ресурсу.

Від необмеженого росту до насичення: логістичне рівняння, його виведення та аналітичний розв'язок. Аналіз рівноваги на фазовій прямій. Моделювання у рослинництві: накопичення сухої маси рослини протягом вегетаційного сезону. Агрономічний зміст параметрів моделі. Моделювання у нафтогазовій промисловості: крива Хабберта для видобутку нафти на родовищі. Оцінка моменту піку та залишкових запасів. Моделювання дифузійних процесів в економіці: поширення нових технологій та продуктів на ринку (модель Басса). Два механізми поширення та прогноз піку продажів. Моделювання у епідеміології: поширення ендемічного захворювання (SIS-модель). Умова існування ненульової рівноваги. Чутливість прогнозу моделі росту до параметрів: як похибка у коефіцієнті росту та ємності середовища впливає на результат.

Змістовий модуль 2. *Моделювання процесів взаємодії компонентів.*

Тема 3. Процеси з лінійною взаємодією двох компонентів.

Побудова системи балансових рівнянь для двох взаємодіючих компонентів. Матрична форма запису. Класифікація стаціонарних точок. Моделювання у кардіології: тиск і об'ємний потік крові в артеріальній системі (модель Windkessel). Моделювання у фармакокінетиці: розподіл препарату між кров'ю та тканинами (двокамерна модель). Порівняння з однокамерною моделлю. Моделювання теплових процесів у харчовій промисловості: теплообмін між двома тілами при термічній обробці. Моделювання у логістиці: взаємодія попиту та рівня запасів у ланцюзі постачання. Умови стабільності системи. Чутливість стаціонарного стану лінійної системи до параметрів взаємодії: приклади з логістики та фармакокінетики.

Тема 4. Процеси з нелінійною взаємодією двох компонентів.

Лінеаризація нелінійної системи біля точки рівноваги. Якобіан та умови стійкості. Зв'язок власних значень із характером фазових траєкторій. Моделювання у ендокринології: регуляція рівня глюкози та інсуліну. Математичний опис порушення регуляції при діабеті другого типу. Моделювання економічних циклів: зайнятість і частка заробітної плати у ВВП (модель Гудвіна). Коливання як математичний наслідок структури моделі. Моделювання екологічних процесів у водоймах: взаємодія фітопланктону та біогенних речовин. Умови переходу до евтрофікації. Моделювання процесів самоочищення: динаміка «забруднювач – самоочищення» у річковій системі. Визначення гранично допустимого скидання. Чутливість рівноваги та характеру фазових траєкторій до параметрів нелінійної системи: приклади з екології та медицини.

Тема 5. Компартментні моделі поширення захворювань і патогенів.

Принцип компартментного моделювання. Побудова діаграми потоків та системи рівнянь. Базове репродуктивне число R_0. Моделювання епідемічних процесів: SIR-

модель динаміки епідемії. Порогова умова та оцінка масштабу епідемії. Моделювання у епідеміології: SEIR-модель з інкубаційним періодом. Вплив латентної стадії на момент піку захворюваності. Моделювання стратегій охорони здоров'я: вплив вакцинації на перебіг епідемії. Поріг колективного імунітету. Моделювання у фітопатології: поширення збудника хвороби в посівах зернових культур. Адаптація SIR-моделі для захисту рослин. Чутливість R_0 до параметрів моделі: який параметр найефективніше контролювати для стримування епідемії?

Змістовий модуль 3. *Дискретні динамічні моделі.*

Тема 6. Моделювання систем із віковою та стадійною структурою.

Дискретний час у моделюванні: коли неперервна модель непридатна. Матриця Леслі: структура, параметри виживаності та плідності. Домінантне власне значення як темп росту системи. Стабільний розподіл за класами як власний вектор матриці. Моделювання демографічних процесів: прогнозування вікової структури населення країни. Сценарний аналіз. Моделювання у рибному господарстві: матрична модель стадій розвитку риби. Управління промисловим виловом з урахуванням вікових класів. Моделювання у лісовому господарстві: динаміка вікових класів лісового масиву. Стратегії сталого лісокористування. Чутливість прогнозу до елементів матриці Леслі: яка вікова група визначає динаміку системи найбільше?

Тема 7. Нелінійні дискретні моделі та управління відновлюваними ресурсами.

Нелінійні різницеві рівняння: нерухомі точки та умови стійкості. Біфуркація подвоєння періоду та перехід до хаосу. Моделювання у рибному господарстві: рівняння Ріккера для динаміки запасів промислової риби. Максимально стійкий вилов. Моделювання цінових процесів в агроекономіці: модель павутини для коливань цін на сільськогосподарську продукцію. Умови нестабільності. Моделювання екологічних процесів: біоакумуляція важких металів у харчовому ланцюзі. Дискретна модель накопичення забруднювача. Моделювання у геології: дискретна модель осадонакопичення в осадовому басейні. Зв'язок із тектонічними циклами. Невизначеність у дискретних моделях: метод Монте-Карло для оцінки розкиду прогнозу чисельності та запасів.

Змістовий модуль 4. *Моделювання стаціонарного розподілу у просторі.*

Тема 8. Процеси переносу та дифузії у стаціонарному режимі.

Від динаміки в часі до розподілу в просторі: крайова задача як модель стаціонарного процесу. Типи граничних умов та їхній фізичний зміст. Моделювання дифузійних процесів у медицині: розподіл концентрації кисню в тканині. Критична відстань від капіляра до клітини. Моделювання фільтраційних процесів: розподіл тиску у пласті між двома свердловинами за законом Дарсі. Моделювання у ґрунтознавстві та агрономії: стаціонарний розподіл концентрації нітратів у кореневій зоні. Моделювання теплових процесів у харчовій промисловості: розподіл температури у шарі продукту при стаціонарному нагріванні. Моделювання у геології: стаціонарний тепловий потік крізь шари гірських порід різної теплопровідності. Чутливість до товщини та теплопровідності шарів.

Змістовий модуль 5. *Моделювання процесів з інерцією та пам'яттю системи*

Тема 9. Коливальні та інерційні процеси в механіці і геомеханіці.

Звичайні диференціальні рівняння другого порядку як модель системи з інерцією. Три режими вільних коливань із демпфуванням та їхній фізичний зміст. Вимушені коливання та резонанс. Амплітудно-частотна характеристика. Умова резонансу та його практичні наслідки. Моделювання у транспортній механіці: підвіска транспортного

засобу. Вибір параметрів демпфера для мінімізації коливань. Моделювання у нафтогазовій промисловості: вимушені коливання трубопроводу під дією пульсуючого потоку. Моделювання геомеханічних процесів: осідання ґрунту під навантаженням споруди як аперіодичний перехідний процес. Моделювання у гірничій промисловості: пружна деформація гірської породи при зміні пластового тиску. Чутливість до пружних характеристик породи.

4. Структура навчальної дисципліни

Вид заняття /роботи	Назва теми	Кількість годин		Згідно з розкладом
		о/д.ф.	з.ф.	
1	2	3	4	5
Лекція 1	Процеси природного спаду, виведення та розкладання.	2	–	*1 тиждень*
Лекція 2	Процеси росту в умовах обмеженого ресурсу.	2	–	*2 тиждень*
Лекції 3,4	Процеси з лінійною взаємодією двох компонентів.	4	–	*3-4 тижні*
Лекції 5,6	Процеси з нелінійною взаємодією двох компонентів.	4	–	*5-6 тижні*
Лекції 7,8	Компартментні моделі поширення захворювань і патогенів.	4	–	*7-8 тижні*
Лекції 9,10	Моделювання систем із віковою та стадійною структурою.	4	–	*9-10 тижні*
Лекція 11,12	Нелінійні дискретні моделі та управління відновлюваними ресурсами.	4	–	*11-12 тижні*
Лекція 13	Процеси переносу та дифузії у стаціонарному режимі.	2	–	*13 тиждень*
Лекція 14	Коливальні та інерційні процеси в механіці і геомеханіці.	2	–	*14 тиждень*
Практичні заняття 1	Процеси природного спаду, виведення та розкладання.	2	–	*1 тиждень*
Практичне заняття 2	Процеси росту в умовах обмеженого ресурсу.	2	–	*2 тиждень*
Практичні заняття 3,4	Процеси з лінійною взаємодією двох компонентів.	4	–	*3-4 тижні*
Практичні заняття 5,6	Процеси з нелінійною взаємодією двох компонентів.	4	–	*5-6 тижні*
Практичні заняття 7,8	Компартментні моделі поширення захворювань і патогенів.	4	–	*7-8 тижні*
Практичні заняття 9,10	Моделювання систем із віковою та стадійною структурою.	4	–	*9-10 тижні*
Практичні заняття 11,12	Нелінійні дискретні моделі та управління відновлюваними ресурсами.	4	–	*11-12 тижні*
Практичні заняття 13,14	Процеси переносу та дифузії у стаціонарному режимі. Коливальні та інерційні процеси в механіці і геомеханіці.	4		*13-14 тижні*
Самостійна робота 1	Моделювання процесів з однією змінною стану. Моделювання процесів взаємодії компонентів.	46	–	*1-8 тижні*
Самостійна робота 2	Дискретні динамічні моделі. Моделювання стаціонарного розподілу у просторі. Моделювання процесів з інерцією та пам'яттю системи.	48	–	*9-14 тижні*

5. Види і зміст поточних контрольних заходів

Вид заняття/роботи	Вид поточного контрольного заходу	Зміст поточного контрольного заходу	Критерії оцінювання та термін виконання	Усього балів
1	**2**	**3**	**4**	**5**
Поточний контроль				
Практична робота 1	Практична робота 1	Письмове виконання завдань практичної роботи. Звіт з виконаною практичною роботою надсилається у СЕЗН ЗНУ Moodle. Завдання для виконання викладено в СЕЗН ЗНУ.	0-6 Звіт подається на наступному тижні після проведеного заняття	6
Практична робота 2	Практична робота 2	Письмове виконання завдань практичної роботи. Звіт з виконаною практичною роботою надсилається у СЕЗН ЗНУ Moodle. Завдання для виконання викладено в СЕЗН ЗНУ.	0-6 Звіт подається на наступному тижні після проведеного заняття	6
Практична робота 3	Практична робота 3	Письмове виконання завдань практичної роботи. Звіт з виконаною практичною роботою надсилається у СЕЗН ЗНУ Moodle. Завдання для виконання викладено в СЕЗН ЗНУ.	0-6 Звіт подається на наступному тижні після проведеного заняття	6
Практична робота 4	Практична робота 4	Письмове виконання завдань практичної роботи. Звіт з виконаною практичною роботою надсилається у СЕЗН ЗНУ Moodle. Завдання для виконання викладено в СЕЗН ЗНУ.	0-6 Звіт подається на наступному тижні після проведеного заняття	6
Практична робота 5	Практична робота 5	Письмове виконання завдань практичної роботи. Звіт з виконаною практичною роботою надсилається у СЕЗН ЗНУ Moodle. Завдання для виконання викладено в СЕЗН ЗНУ.	0-6 Звіт подається на наступному тижні після проведеного заняття	6
Практична робота 6	Практична робота 6	Письмове виконання завдань практичної роботи. Звіт з виконаною практичною роботою надсилається у СЕЗН ЗНУ Moodle. Завдання для виконання викладено в СЕЗН ЗНУ.	0-6 Звіт подається на наступному тижні після проведеного заняття	6
Практична робота 7	Практична робота 7	Письмове виконання завдань практичної роботи. Звіт з виконаною практичною роботою надсилається у СЕЗН ЗНУ Moodle. Завдання для виконання викладено в СЕЗН ЗНУ.	0-6 Звіт подається на наступному тижні після проведеного заняття	6
Самостійна робота №1	Самостійна робота №1	Письмове виконання завдань для самостійної роботи. Звіт з виконаною самостійною роботою надсилається у СЕЗН ЗНУ Moodle. Завдання для виконання викладено в СЕЗН ЗНУ.	0-6 Звіт подається на восьмомуому тижні	6
Самостійна робота №2	Самостійна робота №2	Письмове виконання завдань для самостійної роботи. Звіт з виконаною самостійною роботою надсилається у СЕЗН ЗНУ Moodle. Завдання для виконання викладено в СЕЗН ЗНУ.	0-6 Звіт подається на чотирнадцятому тижні	6
Усього поточний контроль				**60**

1	2	3	4	5
Підсумковий контроль				
Залік	Теоретичне завдання в СЕЗН ЗНУ Moodle	Тестові завдання з тем курсу. Питання для підготовки: всі питання, що містяться в стовпчику 3 цієї таблиці у секції поточного контролю.	Підсумкове теоретичне завдання у формі тестування проводиться на платформі Moodle. Підсумковий тест складається із 40 тестових запитань, правильна відповідь за кожне з яких оцінюється в 0,5 балів). Разом усі питання охоплюють увесь матеріал дисципліни. Максимальна кількість балів за підсумковий тест становить 20 балів.	**20**
	Практичне індивідуальне завдання в СЕЗН ЗНУ Moodle	Змістовна форма практичного індивідуального завдання відповідає завданням у практичних роботах, розв'язуваних протягом семестру.	Підсумкове практичне індивідуальне завдання у формі Завдання (розв'язання задач з наданням повної відповіді) проводиться на платформі Moodle. Максимальна кількість балів за підсумкове практичне завдання становить 20 балів .	**20**
Усього підсумковий контроль				**40**

Оцінювання кожного окремого завдання контрольної роботи здійснюється за формулою

$$s = m\frac{v}{100} \qquad (1)$$

де s – підсумковий бал за завдання, m – максимальний бал за завдання, v – відсоток виконання.

Критерії визначення ν (%):

- 90-100%: завдання повністю виконано без помилок; відповідає виявленню студентом всебічного системного і глибокого знання програмного матеріалу; засвоєнню ним основної і додаткової літератури; чіткому володінню понятійним апаратом, методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою дисципліни; вмінню використовувати їх для вирішення як типових, так і нетипових практичних ситуацій; виявленню творчих здібностей в розумінні, викладі та використанні навчально-програмного матеріалу;
- 60-89%: повністю виконано без суттєвих помилок; відповідає виявленню знань основного програмного матеріалу; засвоєнню інформації в межах лекційного курсу; володінню необхідними методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою; вмінню використовувати їх для вирішення типових ситуацій, припускаючи окремих незначних помилок;
- 0-59%: більше 30% завдання виконано невірно; відповідає виявленню значних прогалин у знаннях основного програмного матеріалу; не досить упевненому володінню окремими поняттями, методиками та інструментами, про що свідчать принципові помилки під час їх використання.

Загальний бал за роботу визначається підсумовуванням балів за всі виконані завдання.

Шкала оцінювання ЗНУ: національна та ECTS

За шкалою **ECTS**	***За шкалою університету***	**За національною шкалою**	
		Екзамен	**Залік**
A	90 – 100 (відмінно)	***5 (відмінно)***	***Зараховано***
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

6. Основні навчальні ресурси

1. Беляев Н. Н., Гунько Е. Ю., Махишина П. Б. Математичне моделювання в задачах екологічної безпеки та моніторингу надзвичайних ситуаціях : монографія. Днепропетровск : Акцент ПП, 2013. 159 с.
1. Скляренко О. В., Терещук Г. М., Колодінська Я. О. Моделювання економічних систем у прикладах і задачах : навч. посіб. Київ : Вид-во Європ. ун-ту, 2023. 205 с.
1. Вовк Л. В. Математичний інструментарій моделювання економічних процесів : навч. посіб. Київ : Вид-во Ліра-К, 2017. 252 с.
2. Дичка І. А., Онай М. В., Гадиняк Р. А. Математичне моделювання систем і процесів : комп'ютерний практикум : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 130 с.
3. Економіко-математичні методи та моделі : навч. посіб. / Н. Л. Воропай, Т. В. Герасименко, Л. О. Кирилова та ін. ; за заг. ред. В. М. Мацкул. Одеса : ОНЕУ, 2018. 404 с.
4. Жученко А. І., Ладієва Л. Р., Піргач М. С., Жураковський Я. Ю. Математичне моделювання процесів і систем : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 351 с.
5. Коваль А. В. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів : навч. посіб. Житомир : ЖДТУ, 2018. 133 с.
6. Максишко Н. К. Аналіз та моделювання соціально-економічних систем : конспект лекцій. Запоріжжя : ЗНУ, 2021. 102 с.

7. Максишко Н. К. Моделювання динамічних властивостей соціально-економічних систем : конспект лекцій. Запоріжжя : ЗНУ, 2020. 102 с.
8. Математичне та компютерне моделювання економічних процесів : монографія / за заг. ред. З. М. Соколовської. Одеса : Астропринт, 2016. 380 с.
9. Основи моделювання в ергономіці, екології і хімічній технології : монографія / С. М. Логвінков, Г. Д. Коваленко, О. Б. Скородумова та ін. ; за заг. ред. С. М. Логвінкова. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2017. 326 с.
10. Павленко П. М., Філоненко С. Ф., Чередніков О. М., Трейтяк В. В. Математичне моделювання систем і процесів : навч. посіб. Київ : НАУ, 2017. 392 с.
11. Прилуцький Ю. І., Костерін С. О. Комп'ютерне моделювання в біології : підручник. Київ : Наукова думка, 2024. 196 с.
12. Притула М. М. Моделювання та прогнозування економіко-екологічних процесів : навч.-метод. посіб. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2013. 252 с.
13. Шапуров О. О., Клопов І. О., Мержинський Є. К. Аналіз та моделювання соціально-економічних систем : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНУ, 2023. 92 с.
14. Швець Є. Я., Кісарін О. О., Червоний І. Ф. Моделювання медико-біологічних систем : навч.-метод. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2010. 110 с.
15. Шиян А. А. Основи моделювання біологічних та ергатичних систем : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2008. 131 с.
16. Леонтьєва В. В., Кондрат'єва Н. О. Математичне моделювання виробничих процесів : навчально-методичний посібник для студентів денного відділення математичного факультету напряму підготовки «Прикладна математика» освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр». Запоріжжя : ЗНУ, 2011. 120 с.
17. Topalov A., Makhnov A., Humeniuk T., Lukashova V., Leontieva V., Kondratieva N. Specialized Computer Control System for Hybrid Power Supply of Small Electric-Powered Vessel. in Proc. *15th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)* (Sibenik, Croatia). Vol.1, 2025, PP. 605–608.
18. Topalov A., Kondratenko Y., Leontieva V., Kondratieva N. Simulation Modeling of the Hall Electromagnetic Transducer for Measuring the Thickness of a Ferromagnetic Film. *Information Control Systems and Technologies* : 13th International Scientific and Practical Conference (ICST 2025). CEUR Workshop Proceedings, 2025. Vol. 4048, PP. 385–396.
19. Леонтьєва В. В., Кондрат'єва Н. О., Дьоміна Н. А. Аналіз програмних засобів й можливостей розширення їх функціоналу для здійснення аналізу, моделювання, прогнозування й візуалізації спостережуваних та експериментальних даних. *Global science: prospects and innovations*. Proceedings of the 5th International scientific and practical conference Liverpool: Cognum Publishing House, 2023. С. 289-298.
20. Леонтьєва В. В., Кондрат'єва Н. О., Мажай К. О., Лаур Д. Д. До питання автоматизації процесу дослідження й математичного моделювання слабо структурованих систем різної фізичної природи на основі системологічної методології. *Science and innovation of modern world*. Proceedings of the 8th International scientific and practical conference. London : Cognum Publishing House, 2023. С. 209-214.
21. Богобоящий В. В., Курбанов К. Р., Палій П. Б., Шмандій В. М. Принципи моделювання та прогнозування в екології : підручник. Київ : ЦНЛ, 2004. 216 с.
22. Гладкий А. В., Скопецький В. В. Методи числового моделювання екологічних процесів : навч. посіб. Київ : "Політехніка" НТУУ "КПІ" : Периодика, 2005. 152 с.

23. Камінський А. В., Мокін Б. І. Математичне та комп'ютерне моделювання процесів оптимізації центрування електричних мереж : монографія. Вінниця : Універсум, 2005. 122 с.
24. Лаврик В. І. Методи математичного моделювання в екології : навч. посіб. Київ : ВД "КМА", 2002. 203 с.

7. Регуляції і політики курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків.
Відвідування усіх занять є обов'язковим. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених даною дисципліною. Пропуски та запізнення на заняття є недопустимими.

Політика академічної доброчесності
Недопустимо списування та плагіат, а також несвоєчасне виконання поставленого завдання. При використанні інформації необхідно дотримуватися норм цитування. Неприпустиме складання роботи, виконаної іншою особою.

Використання комп'ютерів/телефонів на занятті
Використання мобільних телефонів, ноутбуків та інших гаджетів під час лекційних та лабораторних занять дозволяється виключно у навчальних цілях (з активованим режимом «без звуку»).
Під час виконання поточних тестів та підсумкового контролю використання гаджетів заборонено.

Комунікація
Комунікація викладача зі студентами здійснюється на заняттях, через Telegram і в СЕЗН Moodle (форум курсу, приватні повідомлення)

ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ

ГРАФІК ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ 2025-2026 н. р. доступний за адресою: https://sites.znu.edu.ua/navchalnyj_viddil/1635.ukr.html.

НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ. Перевірка набутих студентами знань, навичок та вмінь (атестації, заліки, іспити та інші форми контролю) є невід'ємною складовою системи забезпечення якості освіти і проводиться відповідно до Положення про організацію та методику проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів ЗНУ: https://tinyurl.com/y9tve4lk.

ПОВТОРНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН, ВІДРАХУВАННЯ. Наявність академічної заборгованості до 6 навчальних дисциплін (в тому числі проходження практики чи виконання курсової роботи) за результатами однієї екзаменаційної сесії є підставою для надання студенту права на повторне вивчення зазначених

навчальних дисциплін. Порядок повторного вивчення визначається Положенням про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ: https://tinyurl.com/y9pkmmp5. Підстави та процедури відрахування студентів, у тому числі за невиконання навчального плану, регламентуються Положенням про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів у ЗНУ: https://tinyurl.com/ycds57la.

ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, регламентуються Положенням про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ЗНУ: https://tinyurl.com/57wha734. Конфліктні ситуації, що виникають у сфері стипендіального забезпечення здобувачів вищої освіти, вирішуються стипендіальними комісіями факультетів, коледжів та університету в межах їх повноважень, відповідно до: Положення про порядок призначення і виплати академічних стипендій у ЗНУ: https://tinyurl.com/yd6bq6p9; Положення про призначення та виплату соціальних стипендій у ЗНУ: https://tinyurl.com/y9r5dpwh.

ПСИХОЛОГІЧНА ДОПОМОГА. Телефон довіри практичного психолога **Марті Ірини Вадимівни** (061) 228-15-84, (099) 253-78-73 (щоденно з 9 до 21).

УПОВНОВАЖЕНА ОСОБА З ПИТАНЬ ЗАПОБІГАННЯ ТА ВИЯВЛЕННЯ КОРУПЦІЇ Запорізького національного університету: **Банах Віктор Аркадійович**
Електронна адреса: v_banakh@znu.edu.ua
Гаряча лінія: тел. (061) 227-12-76, факс 227-12-88

РІВНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ІНКЛЮЗИВНЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ. Центральні входи усіх навчальних корпусів ЗНУ обладнані пандусами для забезпечення доступу осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Допомога для здійснення входу у разі потреби надається черговими охоронцями навчальних корпусів. Якщо вам потрібна спеціалізована допомога, будь ласка, зателефонуйте (061) 228-75-11 (начальник охорони). Порядок супроводу (надання допомоги) осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення у ЗНУ: https://tinyurl.com/ydhcsagx.

РЕСУРСИ ДЛЯ НАВЧАННЯ

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА: http://library.znu.edu.ua. Графік роботи абонементів: понеділок-п'ятниця з 08.00 до 16.00; вихідні дні: субота і неділя.

СИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ (MOODLE): https://moodle.znu.edu.ua
Якщо забули пароль/логін, направте листа з темою «Забув пароль/логін» за адресою: moodle.znu@znu.edu.ua.
У листі вкажіть: прізвище, ім'я, по-батькові українською мовою; шифр групи; електронну адресу.

Якщо ви вказували електронну адресу в профілі системи Moodle ЗНУ, то використовуйте посилання для відновлення паролю https://moodle.znu.edu.ua/mod/page/view.php?id=133015.

ЦЕНТР ІНТЕНСИВНОГО ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ: http://sites.znu.edu.ua/child-advance/