



ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



Funded by
the European Union



Transformational Learning Network for Resilience

Enabling Ukrainian higher education to ensure a sustainable
and robust reconstruction of (post-war) Ukraine

Лекційне заняття

ЕНЕРГЕТИЧНІ ПАРАМЕТРИ РИЗИКІВ



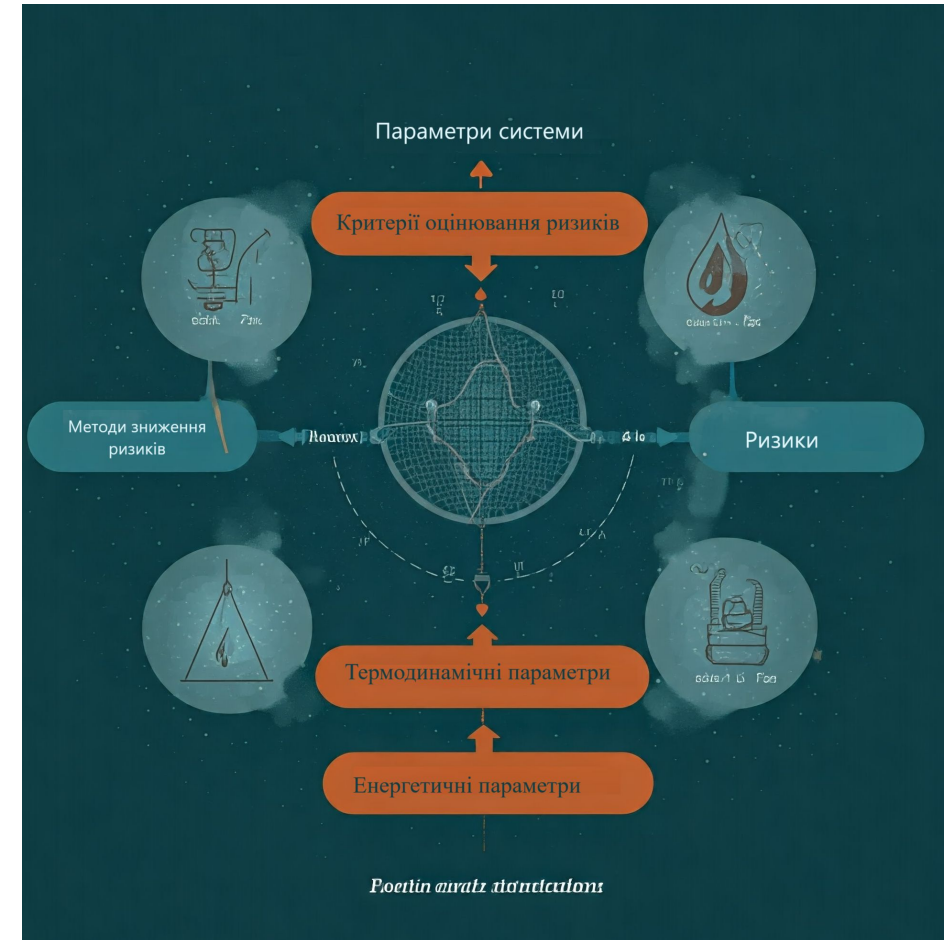
К.т.н., доцент
кафедри
промислових
теплоенергетичних
установок та
теплопостачання



К.т.н., доцент, зав.
кафедри
промислових
теплоенергетичних
установок та
теплопостачання

Мета лекції

Розглянути концепцію оцінки ризиків через призму енергетичних параметрів, застосувати поняття з термодинаміки та продемонструвати практичне застосування цього підходу

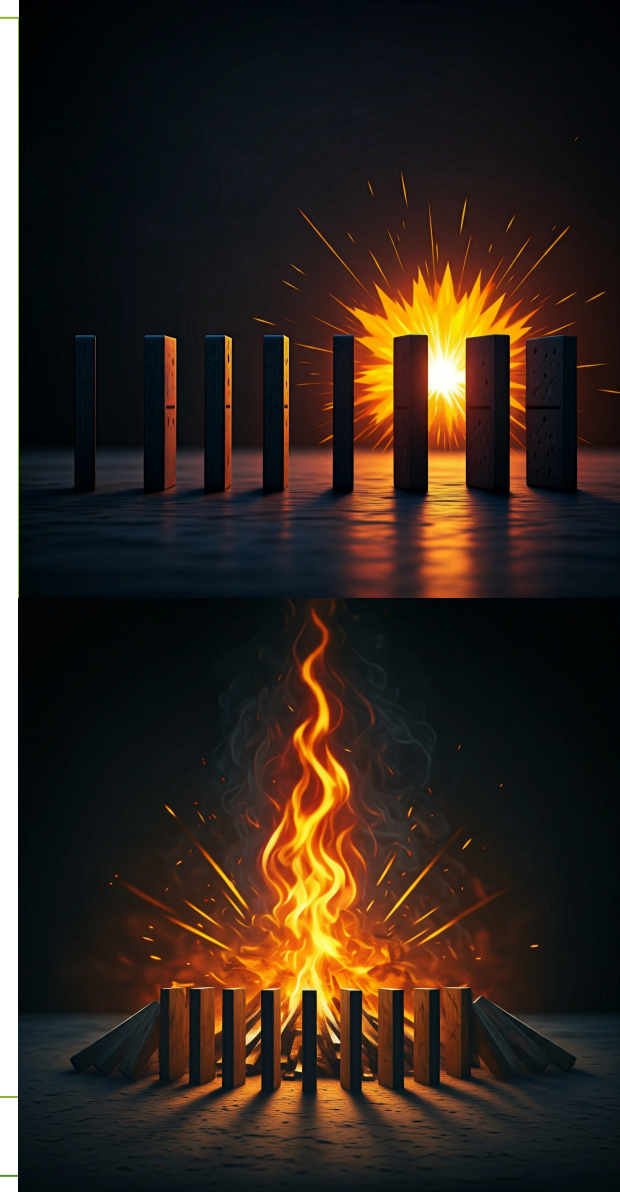


- 1. Розуміння енергетичної складової ризиків**
 - 1.1 Термодинамічний підхід до оцінки ризиків**
 - 1.2 Концепція ентропії як міри невизначеності та ризику**
 - 1.3 Застосування основних термодинамічних параметрів при оцінці ризиків**
- 2. Температура, як важливий енергетичний параметр, який необхідно враховувати при оцінці ризиків.**
 - 2.1 Вплив температури на зміни фізичних властивостей речовин**
 - 2.2 Вплив температури на зниження міцності матеріалів**
 - 2.3 Вплив температури на екологічні ризики.**
 - 2.4 Заходи щодо запобіганню ризиків від зміни температури**
- 3. Напрямки застосування енергетичного підходу до оцінки**

1.1. Термодинамічний підхід до оцінки ризиків

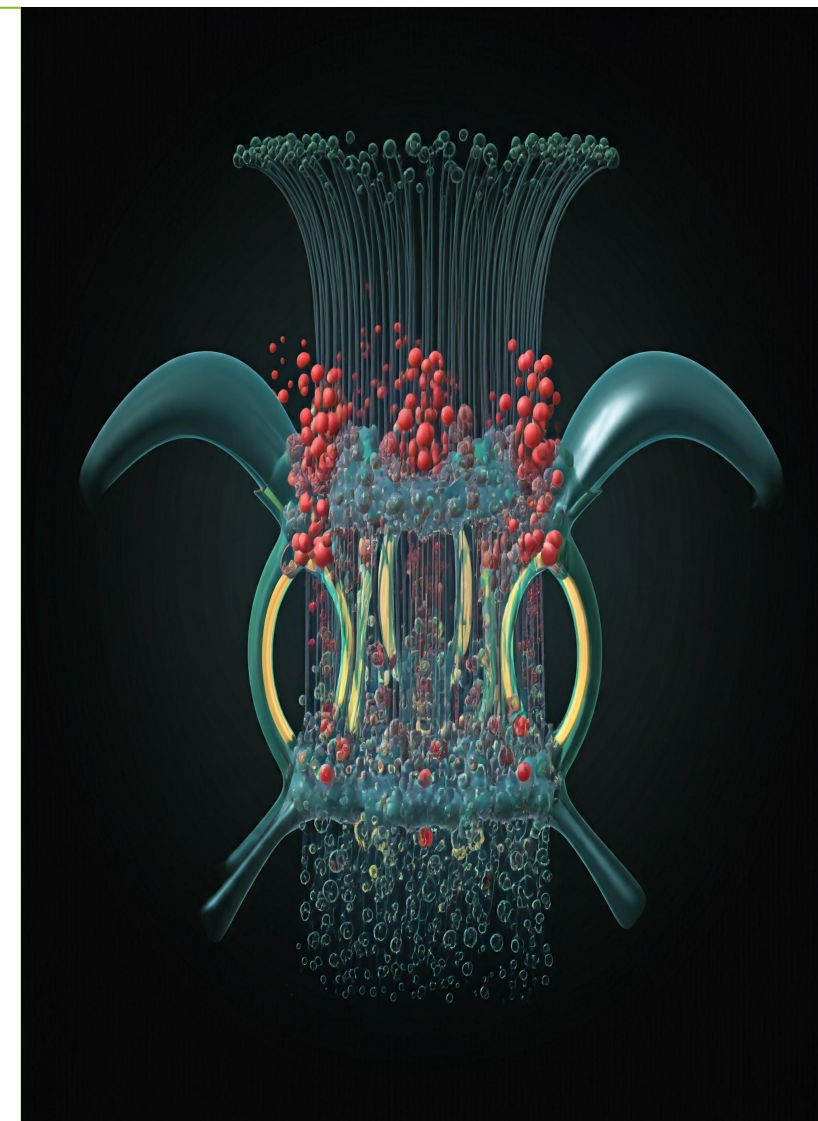
Енергія є рушійною силою ризиків. Різні види енергії (теплова, хімічна, ядерна, електрична тощо) можуть бути джерелами ризиків.

Чим вища концентрація енергії в системі, тим більший потенціал для виникнення небезпечних ситуацій. Наприклад, високий тиск газу в балоні створює потенційну загрозу вибуху.



1. Розуміння енергетичної складової

Термодинаміка, як наука про енергію та її перетворення, надає нам розуміння процесів утворення ризиків з позицій енергії, ентропії, термодинамічної рівноваги. Системи, що перебувають у термодинамічній рівновазі, зазвичай є більш стабільними і менш схильними до виникнення ризиків



1.2. Концепція ентропії як міри невизначеності та ризику

Зміни в енергетичному стані системи можуть призвести до непередбачуваних наслідків.

Мірою того, наскільки рівномірно розподілена енергія в системі є ентропія.

Технічні системи

- Збільшення ентропії технічних систем може свідчити про знос деталей, перегрів, витік речовин та інші проблеми, що можуть призвести до аварій.

Соціальні системи

- Висока ентропія в соціальних системах може проявлятися у формі соціальних конфліктів, економічної нестабільності та інших негативних явищ.

Екологічні системи

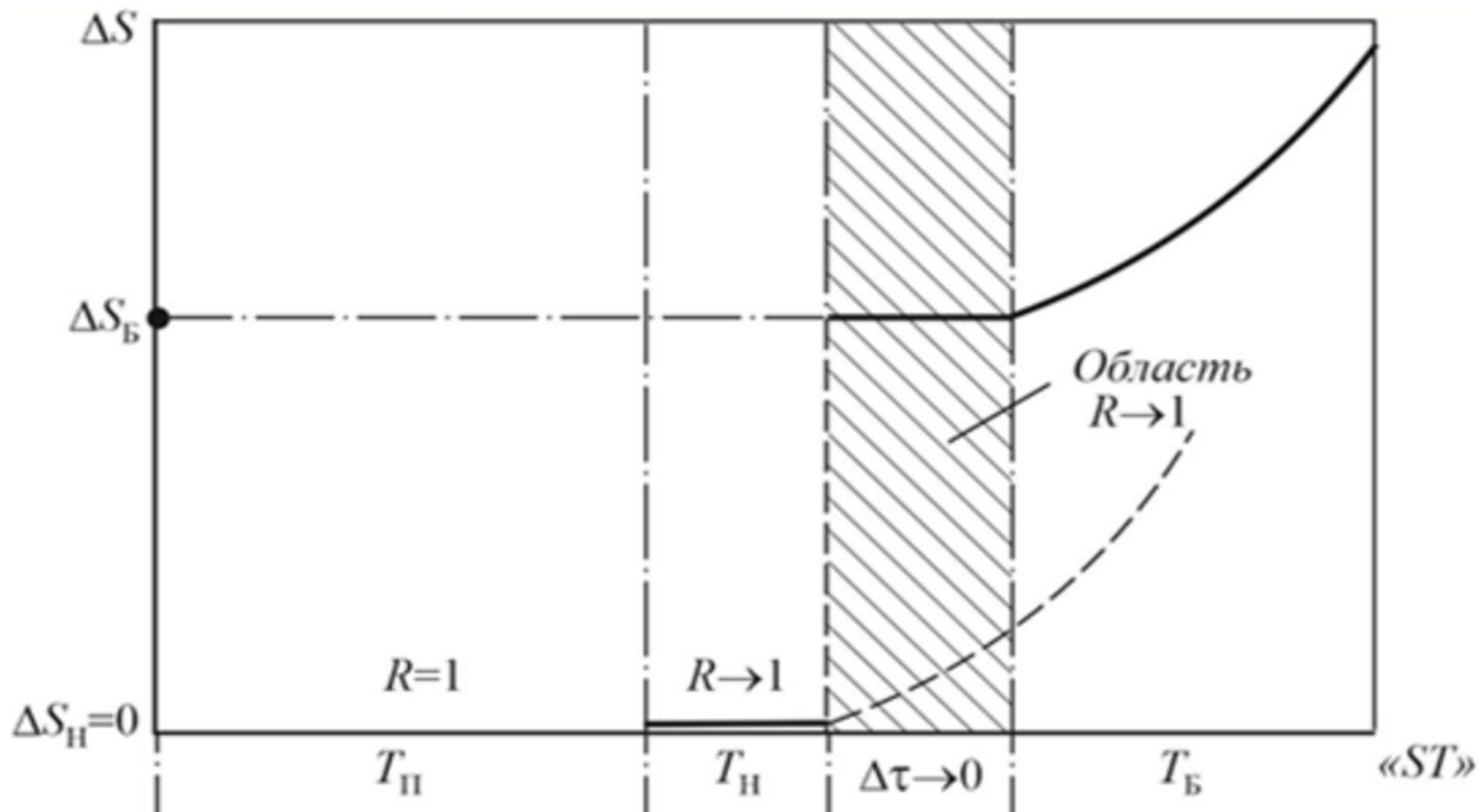
- Висока ентропія в соціальних системах може проявлятися у формі соціальних конфліктів, економічної нестабільності та інших негативних явищ.

Рисунок 1 - Вплив підвищення ентропії в різних системах

Чим вища ентропія системи, тим менш передбачуваною вона є.

Системи з високою ентропією більш схильні до непередбачуваних змін і, отже, несуть в собі більший ризик.

1. Розуміння енергетичної складової



Передбачувана ентропія ризику у відносинах часу "ST" та подійного "SS" вимірювань

Найчастіше для оцінки ентропії системи використовується формула Шеннона [3]:

$$S = -\sum p(x) * \log_2 p(x) , \quad (1)$$

де S - ентропія системи (Дж/К), яка вимірює кількість енергії, яка розподіляється в системі при зміні температури на один кельвін;

$p(x)$ – ймовірність того, що система перебуває в стані x .

Приклад: Уявіть собі склянку з гарячою водою. Молекули води рухаються хаотично, що відповідає високій ентропії системи. Якщо ми додаємо холодну воду, система намагатиметься досягти рівноваги, що може призвести до непередбачуваних коливань температури. Цей процес можна розглядати як аналог розвитку події, яка може призвести до небезпечної ситуації (наприклад, опіку).



Термодинамічні параметри – це фізичні величини, які описують стан системи.

Вони взаємопов'язані між собою і можуть бути використані для прогнозування поведінки системи в різних умовах.

Цей зв'язок є ключовим при оцінці ризиків, оскільки дозволяє передбачити потенційні небезпеки та розробити заходи безпеки

Таблиця 1. Основні термодинамічні параметрами, що можуть бути застосовані при оцінці ризиків

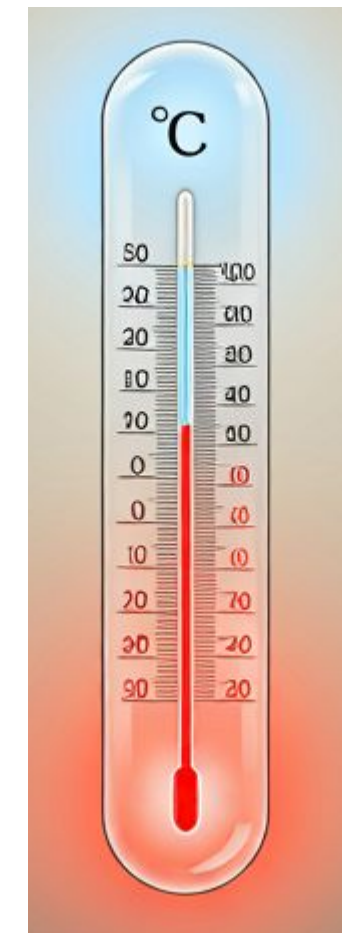
Параметр	Опис параметру	Вплив на ризик
Температура (Т)	Показує наскільки сильно рухаються частинки речовини. Чим вища температура, тим швидше рухаються частинки.	Підвищення температури може призвести до деформації матеріалів, вибухів, пожеж та інших небезпечних явищ.
Тиск (Р).	Сила, з якою речовина діє на одиницю площі.	Зміна тиску може призвести до руйнування конструкцій, вибухів, витоків шкідливих речовин.
Об'єм (V)	Простір, який займає речовина	В комплексі з іншими параметрами
Внутрішня енергія (U)	Загальна кінетична та потенціальна енергія частинок, що складають систему.	Зміна внутрішньої енергії системи може призвести до фазових переходів, хімічних реакцій та інших процесів, що несуть у собі ризики.
Ентропія (S)	Міра безладу в системі. Чим більша ентропія, тим менше ми знаємо про стан системи.	Висока ентропія системи свідчить про її нестабільність та підвищений ризик.

1. Розуміння енергетичної складової

Знаючи термодинамічні характеристики системи, ми можемо прогнозувати, як вона буде поводитися в різних умовах, навіть передбачати можливі аварії, катастрофи та інші негативні події. Наприклад, для запобігання вибухів в хімічних виробництвах необхідно контролювати температуру і тиск реакційної суміші.

2. Температура, як важливий енергетичний параметр

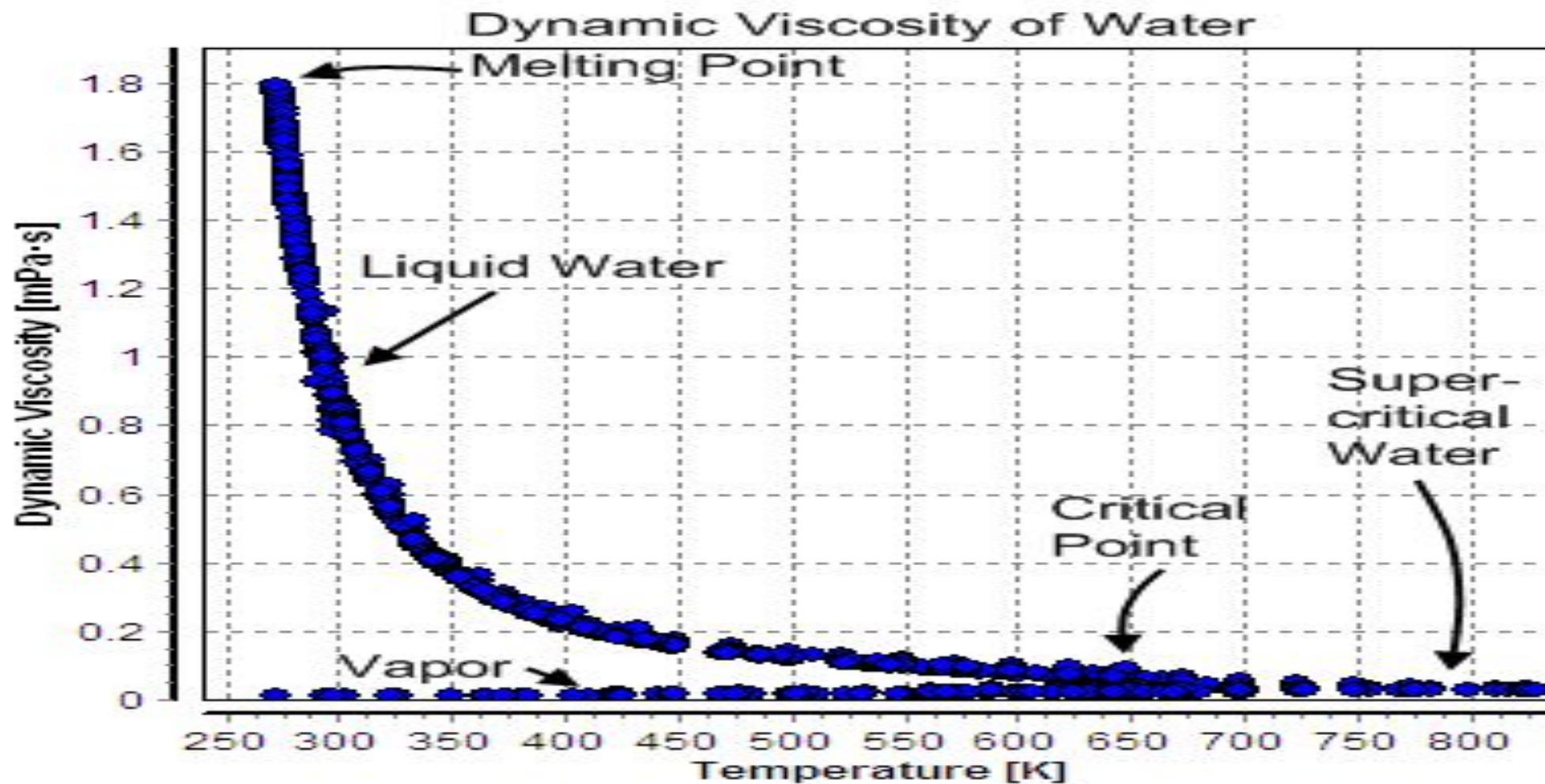
Температура – це один з найважливіших термодинамічних параметрів, який може суттєво впливати на виникнення різних ризиків. Її зміни можуть призводити до фазових переходів речовин, зміни швидкості хімічних реакцій, деформації матеріалів тощо.



2. Температура, як важливий енергетичний

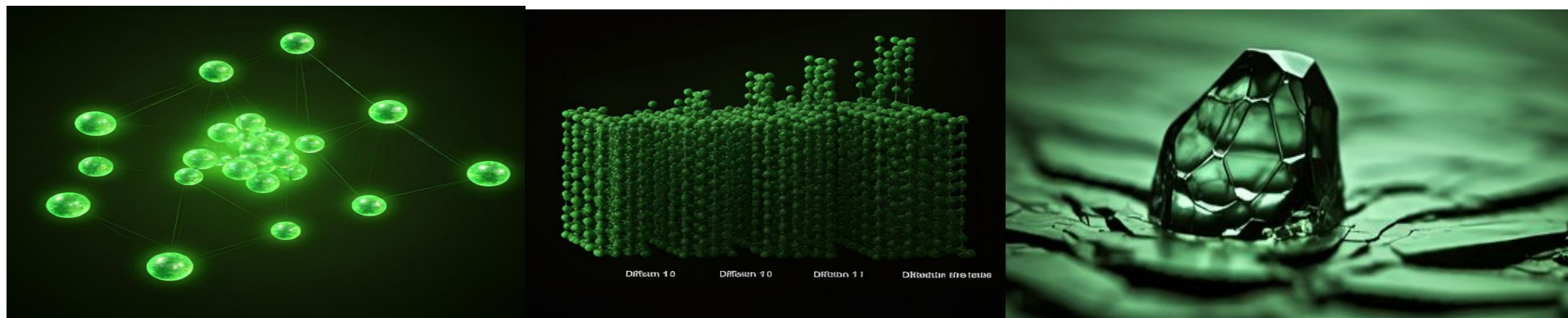
Існують різні механізми впливу температури на виникнення станів невизначеності, ризикових ситуацій. Так, при підвищенні температури можуть відбуватися фазові переходи, зміни агрегатного стану речовин (випаровування, плавлення), змінюватися фізичні властивості речовин, наприклад, в'язкості, що може вплинути на роботу насосів, трубопроводів та іншого обладнання.

Рисунок 3 - Температурна залежність динамічної в'язкості води у рідкому стані (Liquid Water) та у вигляді пари (Vapor)



2. Температура, як важливий енергетичний

Зміни та ризькі коливання температури впливають на міцність матеріалів, сприяючи їх руйнуванню. Це відбувається так, що при підвищенні температури атоми в кристалічній решітці починають інтенсивніше коливатися навколо своїх положень рівноваги, що послаблює міжатомні зв'язки. Крім того, з підвищенням температури зростає швидкість дифузії атомів, що може призвести до утворення і зростання дефектів у кристалічній решітці, таких як вакансії та дислокації.



Ризики виникнення аварій, катастроф залежно від температури

Розглянемо приклади, як ще температура може впливати на ризики.

- Пожежі: Підвищення температури може призвести до самозаймання горючих матеріалів, особливо в умовах недостатньої вентиляції.
- Вибухи: Багато речовин при нагріванні розкладаються з виділенням газів, що може призвести до підвищення тиску в закритому об'ємі і вибуху.
- Деформації матеріалів: Зміна температури може призводити до розширення або стискання матеріалів, що може спричинити деформації конструкцій і обладнання.
- Порушення технологічних процесів: Зміна температури може порушити технологічні процеси, призвести до зниження якості продукції або виходу обладнання з ладу.
- Природні катастрофи: Зміна температури може впливати на кліматичні умови, сприяючи виникненню екстремальних погодних явищ, таких як посухи, повені, урагани.



Вплив температури на екологічні ризики

Температура є одним з важливих енергетичних параметрів, що можуть бути застосовані при оцінці ризиків, й яка прямо або опосередковано впливає як на окремі технологічні процеси так й на довкілля в цілому.

Підвищення температури довкілля внаслідок антропогенної діяльності на природне середовище призводить до підвищення екологічних ризиків.

Температура, як енергетичний параметр ризику, є лімітуючим абіотичним фактором як для багатьох компонентів екосистем



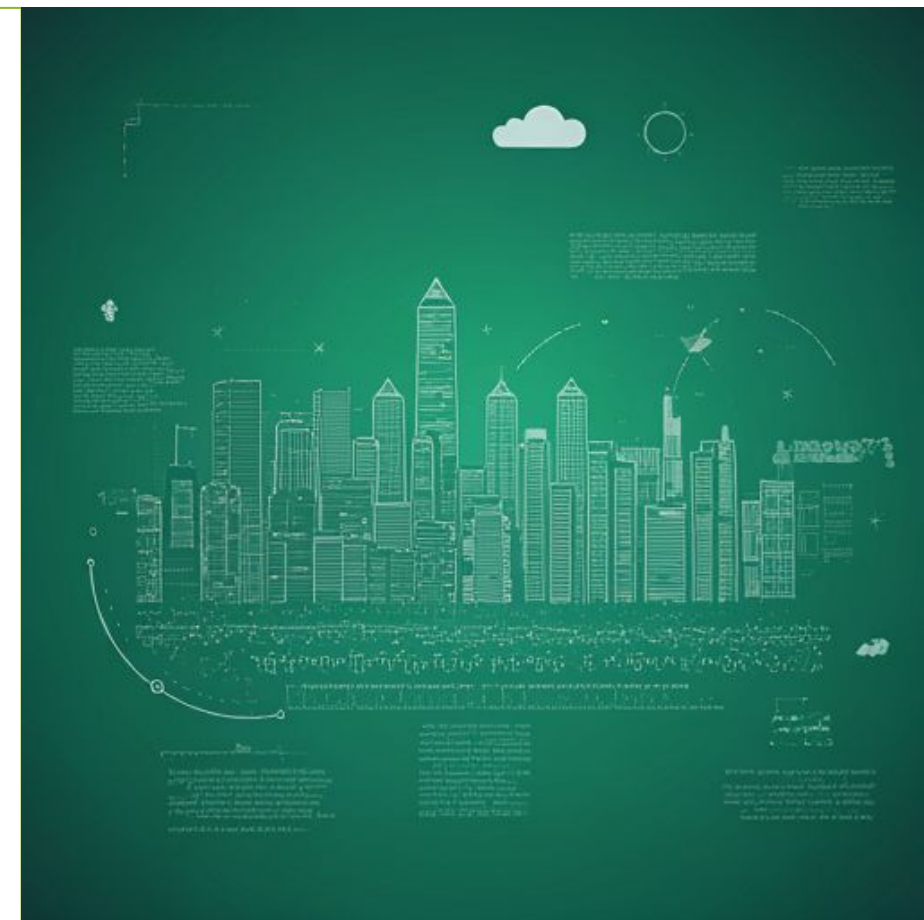
2. Температура, як важливий енергетичний



Запобігати ризикам, пов'язаним з температурою, можна виходячи з розуміння природи та спрямованості їх дії

- Необхідно контролювати температуру термодатчиками та системами автоматичного регулювання для підтримання оптимальної температури в технологічних процесах.
- Застосування теплоізоляційних матеріалів зменшує теплові втрати і запобігає перегріву обладнання.
- Забезпечення достатньої вентиляції для відведення теплової енергії і запобігає накопиченню горючих газів.
- Дотримання правил пожежної безпеки, використання вогнегасників та інших засобів пожежогасіння знижує можливі збитки від пожеж.

Визначити рівень ризику за використанням енергетичних параметрів доречно при застосуванні експертного підходу. Він полягає в застосуванні моделювання на багатокритеріальній основі імовірності виникнення ризику під впливом змін енергетичних параметрів процесів, враховуючи внутрішні зв'язки між різними об'єктами та процесами за участю експерта, тобто досвідченої особи, що приймає рішення



При використанні енергетичних параметрів для оцінки ризику необхідно, перш за все, створити математичну модель процесу, яка врахує всі релевантні термодинамічні параметри. Потім необхідно зробити аналіз чутливості показників процесу або технології, визначити, як зміна певного енергетичного параметру впливає на ймовірність виникнення аварійної ситуації. Далі визначаємо граничні умови, значення параметрів, у яких система стає нестабільною.



Вид ризику	Аналіз енергетичних параметрів, що впливають
Оцінка ризику вибуху	Аналіз змін температури, тиску та внутрішньої енергії в системі дозволяє оцінити ймовірність вибуху
Оцінка ризику пожежі	Аналіз теплових процесів, що відбуваються в матеріалах, дозволяє визначити умови, за яких може виникнути пожежа
Оцінка ризику хімічних реакцій	Аналіз змін ентальпії та вільної енергії Гіббса дозволяє передбачити можливість самодовільних хімічних реакцій
Оцінка ризику екологічних катастроф	Аналіз термодинамічних процесів, що відбуваються в природних системах, дозволяє оцінити ризик виникнення таких катастроф, як повені, землетруси, виверження вулканів

Аналіз впливу енергетичних параметрів на оцінку ризику

Об'єкт дослідження	Енергетичні параметри для оцінки ризику
Атомні електростанції	Оцінка ризику ядерної аварії ґрунтується на аналізі таких параметрів, як температура теплоносія, тиск у контурі, швидкість нейтронів.
Вибухи в шахтах	Аналіз температури, концентрації горючих газів та джерел запалювання дозволяє оцінити ризик вибуху
Пожежі	Оцінка пожежної небезпеки матеріалів ґрунтується на аналізі їх теплофізичних властивостей, температури самозаймання та швидкості поширення полум'я

Приклади застосування енергетичних параметрів для оцінки ризиків

Висновки

- 1. Розуміння енергетичних процесів є ключовим для оцінки ризиків. Термодинаміка надає нам потужний інструментарій для аналізу причин виникнення ризиків, їх розвитку і наслідків. Застосування термодинамічних принципів дозволяє розробляти більш ефективні стратегії управління ризиками в різних сферах діяльності людини. Використання енергетичних параметрів до оцінки ризиків є перспективним напрямком досліджень, що дозволяє отримати більш повну і об'єктивну картину ризиків.**
- 2. Термодинаміка може бути потужним інструментом для оцінки ризиків, особливо в галузях, де важливу роль відіграють енергетичні процеси. Однак, її застосування вимагає комплексного підходу і врахування інших факторів, таких як соціальні, економічні та політичні.**
- 3. Хоча ентропія не є прямим мірилом ризику, вона є корисним інструментом для його оцінки. Поєднуючи аналіз ентропії з іншими методами, можна отримати більш повну картину потенційних загроз і розробити ефективні заходи безпеки.**



Ресурси та література

1. Cover, T. M., & Thomas, J. A. (2006). Elements of information theory (2nd ed.). Wiley-Interscience. Print ISBN:9780471241959 |Online ISBN:9780471748823 |DOI:10.1002/047174882X
2. Voloshyn V.S. Models of event risks from the point of view of system's entropy" Вісник Приазовського державного технічного університету: зб. наук. праць. Вип. 43. – Маріуполь: ДВНЗ «Приазов. держ. техн. ун-т», 2021. – 153-159 с. – (Технічні науки). – Режим доступу: <https://doi.org/10.32782/2225-6733.43.2021>.
3. https://www.researchgate.net/publication/286050523_Boltzmann_entropy_of_thermodynamics_versus_Shannon_entropy_of_information_theory
4. Хлестова О.А. Визначення екологічного ризику транспортно-технологічної системи на багатокритеріальній основі з урахуванням температурного фактору/ О.А. Хлестова // Матеріали 1 міжнародної наукової конференції «Актуальні проблеми безпеки на транспорті, в енергетиці, інфраструктурі», 8-11 вересня 2021 р., м. Херсон.- с.398-401