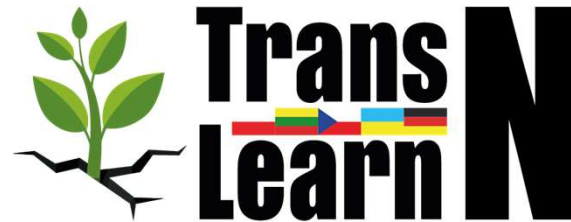




ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



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

Практичне заняття

### Оцінка ризику енергетичної системи електропостачання міста



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



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



## Мета заняття

Практична робота присвячена оцінці ризику виходу з ладу енергетичної системи міста. Стабільність енергетичної системи міста – це не просто комфорт, а основа нормального функціонування та розвитку міського життя. Відсутність перебоїв у подачі електроенергії має критичне значення для економіки, безпеки, здоров'я та благополуччя населення.

Ця практична робота має на меті навчити студентів оцінювати ризик виходу з ладу енергетичної системи міста та розробляти заходи по зниженню цього ризику



**Ризик визначається, як статистична частота ймовірності виникнення небезпек, тобто несприятливих обставин які можуть реалізуватися в небажану подію або кількісна характеристика небезпек. В даному випадку ризик - це оцінка ймовірності виходу зі строю системи електропостачання міста. Чому важливо, щоб система енергопостачання була стабільною?**



## Стабільна енергетична система це:

- 1. Медицина:** Працюючі лікарні, де від електроенергії залежить робота життєво важливого обладнання, наприклад, апаратів штучного дихання, хірургічних приладів, системи водопостачання та опалення. Відключення електроенергії може призвести до серйозних наслідків для пацієнтів і медичного персоналу.
- 2. Водопостачання:** Відключення електроенергії призводить до зупинки насосів і системи водопостачання в цілому. Це може створити серйозні незручності для населення та підприємств.
- 3. Каналізація:** Відключення електроенергії може призвести до перебоїв у роботі каналізаційних систем, що ставить під загрозу санітарно-епідеміологічну ситуацію в місті.



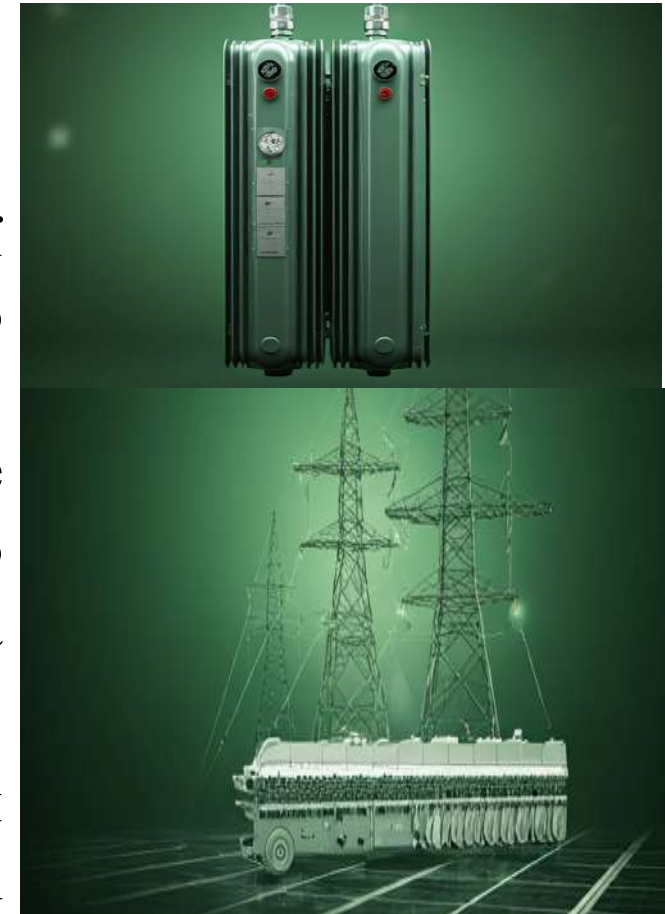


## Стабільна енергетична система це:

4. Опалення: В зимовий час відключення електроенергії може призвести до замерзання житлових приміщень, що ставить під загрозу здоров'я і життя населення.

5. Виробництво: Відключення електроенергії може зупинити виробничі процеси на підприємствах, що призводить до зменшення виробництва, збитків та звільнень.

6. Торгівля: Відключення електроенергії може призвести до зупинки роботи магазинів, ресторанів, банків і інших підприємств





## Стабільна енергетична система це:

7. Транспорт: Електроенергія необхідна для роботи громадського транспорту, сигналізації на дорогах, системи управління рухом. Відключення може призвести до значних пробок і збоїв у транспортному сполученні.



8. Освітлення: Відключення електроенергії може зробити місто небезпечним для пішоходів і водіїв, оскільки вулиці будуть понурені в темряву.



9. Зв'язок: Відключення електроенергії може перервати зв'язок між людьми і надзвичайними службами.



## Стабільна енергетична система це:

10. Системи безпеки: Відключення електроенергії може зупинити роботу систем безпеки (сигналізації, камери спостереження) і збільшити ризик злочинів.

11. Збільшення соціальної напруги: Відключення електроенергії може призвести до збільшення соціальної напруги та незадоволення населення.

12. Погіршення якості життя: Відключення електроенергії значно погіршує якість життя містян, оскільки обмежує їхні звичні дії і можливості.





## Стабільна енергетична система це:

13. Інвестиції: Інвестори не бажають інвестувати в міста, де є проблеми з енергетичним забезпеченням, оскільки це створює ризик для їхніх інвестицій.

14. Конкурентоспроможність: Міста з нестабільною системою енергопостачання менш конкурентоспроможні на міжнародній арені, що може призвести до втрати робочих місць і зменшення інвестицій.







Від стабільної та сталої роботи енергетичної системи міста залежать всі сфери життя містян, та робота критичних об'єктів життєдіяльності.

Але ця система має свою межу, та в певні моменти навантаження, може вийти зі строю, необхідно навчитись оцінювати ризик виходу зі строю енергетичної системи міста та наслідки цього.





## Завдання:

Для оцінки ризику нестабільної роботи енергетичної системи міста, розглянемо місто N, яке має 5 районів (Промисловий, Центральний, Спальний, Університетський та Приморський), кожен з яких має своє пікове навантаження споживання електроенергії у години пік, в залежності від об'єктів та споживачів, які знаходяться в цих районах. Енергетична система міста складається з 3 підстанцій (А,Б,В), кожна з яких забезпечує електропостачання певних районів (таблиця 1)





## Таблиця 1 Енергетична система міста

Назва підстанції	Потужність, кВт	Забезпечує район
Підстанція А	3000	Промисловий, Центральний
Підстанція Б	2500	Спальний, Університетський
Підстанція В	1500	Приморський



## Таблиця 2 Характеристика споживачів міста N по районах та наслідки не стабільної роботи системи.

Район	Опис споживачів	Характеристика споживачів	Години навантаження пікового	Наслідки електропостачання зупинки	Пікове навантаження, кВт
Промисловий	Великі заводи, що працюють у 3 зміни, промисловість	Працюють у 3 зміни, високе базове споживання з невеликим спадом споживання вночі	пік у ранкові години з 7:00-12:00	Зупинка виробництва, збитки, звільнення	2000
Центральний	Офіси, торгові центри, житлові будинки, лікарня	Низьке нічне споживання, базове споживання в робочі години з 8:00-17:00	Пік споживання ранковий час, 8:00-10:00	Відключення електроенергії може призвести до серйозних наслідків для пацієнтів і медичного персоналу. Зупинка роботи офісів, торгових центрів, збитки.	1500

## Таблиця 2 (продовження) Характеристика споживачів міста N по районах та наслідки не стабільної роботи системи.



Funded by  
the European Union



<b>Спальний</b>	Переважно житлові будинки, дитячі садочки	Спад споживання в робочі години, помірне нічне споживання	Два піки ранковий з 7:00-8:00 та вечірній з 18:00-19:00	Значно погіршує якість життя, відсутність опалення, водопостачання.	1800
<b>Університетський</b>	Навчальні корпуси, гуртожитки, наукові центри	Низьке нічне споживання, помірне з 8:00-17:00	Пік споживання з 8:30-12:00	Зупинка навчального та науково-дослідного процесу	1200
<b>Приморський</b>	Порт, складські приміщення	Помірне стабільне споживання електрики, плавне зростання вранці, спад увечері	Пік споживання ранковий час, 8:00-10:00		1000





## Методика рішення:

1. Оцінюємо вірогідність виходу з експлуатації кожної підстанції в часи пік, данні заносимо в таблицю 3. Вірогідність оцінюється в інтервалі від 0 до 1.

**Таблиця 3 Вірогідність виходу з експлуатації кожної підстанції в години пік для кожного району**

Район	Вірогідність виходу з експлуатації





## Методика рішення:

2. Визначаємо наслідки виходу з ладу підстанції в умовних одиницях, від 1 до 1000, де 1 не значні наслідки, 1000 надзвичайно значні наслідки. Заповнюємо таблицю 4.

### Таблиця 4 Наслідки виходу з ладу підстанції

Підстанція, що вийшла з ладу	Наслідки в умовних одиницях





## Методика рішення:

3. Розраховуємо ризик  $R$  за формулою 1:

$$R = P * C \quad (1)$$

де  $P$ - Ймовірність виходу з ладу підстанції (Таблиця 3),  $C$ - Наслідки виходу з ладу підстанції (Таблиця 4)

4. Після отримання показників ризику (1), ранжуємо кожен район за рівнем стабільності. Чим більшим є ризик, тим менше енергетична стабільність системи енергопостачання.

5. Після визначення стабільності системи, визначаємо заходи, щодо зниження ризику виходу з ладу енергетичної системи для району з найвищим рівнем ризику.







## Методика рішення:

**Додатково:** Умовні одиниці наслідків виходу з ладу підстанції можна інтерпретувати як ступінь незручності населення або економічні втрати внаслідок відключення електроенергії чи повний колапс системи життєзабезпечення. Для оцінки наслідків (С) можна використовувати додаткові дані про критичні об'єкти в районі (наприклад, лікарні, школи, заводи) та присвоїти їм більш високу вагу. Для зниження ризику можна розглянути збільшення потужності підстанцій, покращення системи резервного електропостачання тощо.





## Висновок

1. Стабільність системи енергопостачання є основою для здорового і процвітаючого міста. Відсутність перебоїв в електропостачанні гарантує безпеку, комфорт, економічний розвиток і високу якість життя для містян.
2. *Додайте висновок за зробленими розрахунками...*



## Запитання для самоперевірки:

1. Які три основні сфери життя міста залежать від стабільності системи енергопостачання?
2. Поясніть, як вимкнення електроенергії може вплинути на роботу лікарні?
3. Які ще життєво важливі системи у місті залежать від електрики, окрім медичних?
4. Як відключення електрики може вплинути працювати виробничого підприємства?
5. Які ще сфери бізнесу у місті залежать від електрики, крім виробництва?
6. Які наслідки може мати відключення електрики для транспортної системи міста?
7. Як відключення електрики може вплинути на безпеку у місті?
8. Чому відключення електрики може збільшити соціальну напруженість у місті?
9. Які два важливі аспекти розвитку міста можуть стосуватися нестабільності енергопостачання?
10. Поясніть, як відключення електрики може зашкодити екологічній ситуації у місті?
11. Які два позитивні наслідки може мати стабільна система енергопостачання для екології?
12. Яких заходів можна вжити для покращення стабільності енергопостачання міста?
13. Які інноваційні технології можуть бути використані для покращення стабільності енергопостачання міста?
14. Чому важливо розвивати альтернативні джерела енергії для покращення стабільності енергопостачання міста?



## 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](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

