**Лекція 8**

**Приклади перспективних технологій**

**5-го і вищих технологічних устроїв**

# <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D0%B9> Список перспективних технологій

## Робототехніка та прикладна механіка. ЕНЕРГЕТИКА

| **Нова технологія** | **Стан** | **Потенційно витіснить** | **Потенційні застосування** | **Див. також** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| [Групова робототехніка](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D1%83%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0) | Теорія та експерименти | [Розподілені обчислення](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%96_%D0%BE%D0%B1%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F), складність поведінки через простоту архітектури | [Автономні системи](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D1%96_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8&action=edit&redlink=1), [космічні конструкції](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%97&action=edit&redlink=1) | [Автономний робот](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82), [наноробот](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82), [Багатоагентна система](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%B0%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0), [Поведінкова робототехніка](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D1%96%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0&action=edit&redlink=1) |
| **Групова́ робототе́хніка** — порівняно нова область [робототехніки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0), заснована на ідеї одночасного контролю дуже великої кількості роботів з метою виконання завдань, які індивідуальні машини не можуть виконати поодинці. Це досягається за допомогою комбінації мініатюризації комп'ютерів та опорно-рухових систем, ультра-легких матеріалів, компактних датчиків і бездротових технологій.  Передбачається, що бажана колективна поведінка виникає із взаємодії роботів між собоюб а також їх взаємодії з навколишнім середовищем. Такий підхід відноситься до наукового напрямку по штучному [колективному інтелекту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%96%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82), що виник при проведенні біологічних досліджень комах, зокрема, мурах, бджіл, а також при дослідженні в інших областях природи, де має місце [ройова поведінка](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%B7%D0%BC).  <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D1%83%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0>  **Розподі́лені обчислення, Грід обчи́слення** (розподілена обробка даних) — спосіб розв'язання трудомістких обчислювальних завдань з використанням двох і більше комп'ютерів, об'єднаних в [мережу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%27%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B0).  Розподілені обчислення є окремим випадком [паралельних обчислень](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96_%D0%BE%D0%B1%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8), тобто одночасного розв'язання різних частин одного обчислювального завдання декількома [процесорами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D0%BE%D1%80) одного або кількох комп'ютерів. Тому необхідно, щоб завдання, що розв'язується було сегментоване — розділене на підзадачі, що можуть обчислюватися паралельно. При цьому для розподілених обчислень доводиться також враховувати можливу відмінність в обчислювальних ресурсах, які будуть доступні для розрахунку різних підзадач. Проте, не кожне завдання можна «розпаралелити» і прискорити його розв'язання за допомогою розподілених обчислень. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%96_%D0%BE%D0%B1%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F> Інвестиції у технології Smart Grid <https://www.youtube.com/watch?v=PL-GyQV1Fuo> 3 хв  **Колекти́вний інтеле́кт** ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) *swarm intelligence*) — термін, що описує комплексну колективну поведінку децентралізованої системи із самоорганізацією. Розглядається в теорії [штучного інтелекту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D1%82%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%96%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82) як метод оптимізації. Термін запровадили Херардо Бені й Ван Цзин у [1989](https://uk.wikipedia.org/wiki/1989) році у контексті системи [клітинних роботів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82).[[1]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%96%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82#cite_note-1) Інколи колективний інтелект ще називають **ройовим інтелектом**.  Із точки зору інформатики колективний інтелект є предметом досліджень частини [комп'ютерних наук](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%27%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96_%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B8), в якій проектуються та вивчаються ефективні [числові методи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8) розв'язання задач у спосіб, схожий з поведінкою «колективу» живих організмів. Досягнення в цій галузі, а це власне розроблені алгоритми, застосовуються перш за все в [задачах комбінаторної оптимізації](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%B1%D1%96%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%BE%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BC%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F) та для розв'язування [задачі комівояжера](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%96%D0%B2%D0%BE%D1%8F%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B0).  Системи колективного інтелекту, як правило, складаються із множини агентів ([багатоагентна система](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%B0%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0)), що локально взаємодіють як між собою так із навколишнім середовищем. Самі агенти зазвичай досить прості, але всі разом, локально взаємодіючи, створюють так званий колективний інтелект. Прикладом у природі може служити [колонія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%8F_(%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F)) [мурах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%83%D1%80%D0%B0%D1%85%D0%B8), [рій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%97%D0%BD%D0%BD%D1%8F_(%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%BD%D1%96_%D0%B1%D0%B4%D0%B6%D0%BE%D0%BB%D0%B8)) [бджіл](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B4%D0%B6%D0%BE%D0%BB%D0%B0_%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%B0), зграя птахів, косяк риб. Колективний інтелект 2 хв <https://www.youtube.com/watch?v=3pr0zvRTNNc>  **Наноробототехніка** посилається на все ще значною мірою гіпотетичну [нанотехнологію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F) — технічну дисципліну проектування і будівництва нанороботів. Нанороботи (наноботи, наноїди, наніти або наноніти) можуть бути звичайними пристроями, розміром від 0.1-10 мікрометрів і сконструйованими з нанорозмірних або молекулярних компонентів. Так як ще не було створено штучно жодного наноробота, він залишається [гіпотетичним поняттям](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE-%D0%B4%D0%B5%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4). НАНОТЕХНОЛОГИИ УНИЧТОЖАТ ИЛИ СПАСУТ МИР. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО. 10 хв <https://www.youtube.com/watch?v=8OVsf6PtWv8> | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Летюча вітрова турбіна | Прототип та розповсюдження, дослідження і розробки | Традиційні вітрові турбіни | Енергетика |  |
| **Летюча вітряна турбіна** ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) *Airborne wind turbine*) — концепція [вітрової турбіни](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80) для генерації електроенергії з [ротором](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%80), що постійно перебуває в повітрі без вежі (опори. Її переваги: 1) більша кількість механічних та аеродинамічних можливостей; 2) вища швидкість та стійкість вітру на великій висоті; 3) відсутність витрат на будівництво вежі[[2]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D1%82%D1%8E%D1%87%D0%B0_%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B1%D1%96%D0%BD%D0%B0#cite_note-2); 4) відсутність потреби у [контактних кільцях](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BD%D1%96_%D0%BA%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%86%D1%8F) або в розворотному механізмові. Вперше таку ідею запропонував дослідник Мілс Лойд у своїй праці "Crosswind Kite Power" у 1980 році.  Електричний генератор може розташовуватися на землі або в повітрі. Серед викликів в експлуатації летючої вітрової турбіни такі:   * безпечне призупинення і підтримання турбін на висоті сотні метрів в умовах сильних вітрів та штормів; * передача зібраної та/або сформованої енергії на землю; * перетинання турбін з авіацією.   Починаючи з 2014 року, компанія Kitewinder, що розташована біля [Бордо](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%BE) ([Франція](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F)), працює над створенням першої комерційної летючної вітряної турбіни під назвою Kiwee One. Kiwee One — це летюча турбіна у вигляді ранця для пересувного використання з номінальною потужністю 100 Вт. Запуск турбіни Kiwee One здійснюється вручну, але виріб оснащений автоматичним механізмом виходу та фіксації турбіни в умовах як низьких так і високих вітрів.  Станом на 2015 рік у світі не було активної жодної комерційної летючої вітрової турбіни.  Перспективним є принцип повітряної вітрової турбіни-повітряного змія.  <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D1%82%D1%8E%D1%87%D0%B0_%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B1%D1%96%D0%BD%D0%B0#%D0%97%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F>  <https://www.youtube.com/watch?v=cJKw82vTILc> 2 хв Невероятные Изобретения для Получения Бесплатной Энергии <https://www.youtube.com/watch?v=OYmqj-EGcEw> 17 хв | | | | |
|  |  |  |  |  |
| [Мікроелектромеханічні системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8) | Активно використовується і розвивається. | [Гіроскопи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF), [системи інерціальної навігації](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B5%D1%80%D1%86%D1%96%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%96%D0%B3%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F), [робототехніка](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0). | [Маніпуляція мікрооб'єктами](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9C%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BF%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%BC%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%BE%D0%B1%27%D1%94%D0%BA%D1%82%D0%B0%D0%BC%D0%B8&action=edit&redlink=1), [лабораторія на чипі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%BD%D0%B0_%D1%87%D0%B8%D0%BF%D1%96) |  |
| **Мікроелектромеханічні системи**, МЕМС ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) *MEMS*) — технології і пристрої, що поєднують в собі мікроелектронні і мікромеханічні компоненти. МЕМС-пристрої зазвичай виготовляють на кремнієвій підкладці за допомогою технології мікрообробки, аналогічно технології виготовлення однокристальних інтегральних мікросхем. Типові розміри мікромеханічних елементів лежать в діапазоні від 1 мікрометра до 100 мікрометрів, тоді як розміри кристала МЕМС мікросхеми мають розміри від 20 мікрометрів до одного міліметра.  **Застосування**  На початку ХХІ ст. МЕМС технології вже застосовуються для виготовлення різних мікросхем. Так, МЕМС-осцилятори в деяких застосуваннях замінюють кварцові генератори. МЕМС технології застосовуються для створення різноманітних мініатюрних датчиків, таких як [акселерометри](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BA%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80), датчики кутових швидкостей, [гіроскопи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF), магнітометричні датчики, барометричні датчики, аналізатори середовища (наприклад для оперативного аналізу крові). Технологія виробництва інтегральних мікросхем. Відео з заводів Intel <https://www.youtube.com/watch?v=5di1Ec6n5CQ>Електроніка, мікроелектроніка, мікросхемотехніка (Підручники) <https://www.youtube.com/watch?v=Lm4j5QzJPV4>  КПІ: [**Кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу**](https://epa.kpi.ua/)  <https://epa.kpi.ua/video/> | | | | |
| **Молекулярна енергетика. [Молекулярні ротори](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D1%96_%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8" \o "Молекулярні ротори) ,**[**Молекулярні пропелери**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D1%96_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%B8) | | | | |
| [**Молекулярна енергетика**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%B3%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0)  **Молекуля́рна енерге́тика** ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) *molecular power* або *Molecular power engineering*)  — складова частина [електроенергетики](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0), яка вивчає і використовує енергетичні властивості  [молекул](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B0),  [атомів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC), [йонів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BE%D0%BD), інших малих частинок  [рідинного](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%96%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0) та  [газоподібного](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B7)  середовищ, взаємодію цих частинок між собою, з іншими тілами, а також з [електричними](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B5) та [магнітними](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BD%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B5) полями з метою вироблення, передачі, накопичення, розподілу та використання [електричної енергії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F).  [**Молекулярна гідроенергетика**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%B3%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) (англ. molecular hydropower) — наука і галузь, складова частина [молекулярної енергетики](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0), яка вивчає та використовує відновлювані енергетичні властивості [молекул](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B0), [атомів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC), [йонів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BE%D0%BD), інших малих частинок [рідинного](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%96%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0) середовища, взаємодію цих частинок між собою, з іншими тілами а також з [електричними](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B5) та [магнітними полями](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BD%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B5) з метою вироблення, накопичення, розподілу та використання [електричної енергії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F).  Молекулярна система виробництва електричного струму розгалуженого річища на основі об'ємних флюїдорушійних модулів.  Молекулярна гідроенергетика є також складовою частиною класичної гідроенергетики, в основі якої лежать закони [гідродинаміки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B0), що описують рух [нестисливої рідини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D1%80%D1%96%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0) та її взаємодію з [твердими тілами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B4%D0%B5_%D1%82%D1%96%D0%BB%D0%BE), а також закони [гідростатики](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0), що оцінюють [рівновагу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%96%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%B3%D0%B0_%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8) рідини та її дію на занурені в нею тіла. Тож, в розрахунках параметрів та характеристик систем молекулярної гідроенергетики поряд з енергетичними характеристиками малих частинок, всередині та на [кордоні фаз](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B6%D1%84%D0%B0%D0%B7%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D1%8F), як правило, застосовуються також [макроскопічні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D1%88%D1%82%D0%B0%D0%B1) параметри ([швидкість](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C), [тиск](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%81%D0%BA), [густина](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0)) [потоків рідини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%82%D1%96%D0%BA_%D1%80%D1%96%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8).  Ефективне перетворення та вивільнення енергії молекул, атомів, йонів та інших частинок рідини, скажімо, [води](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B0) або [водних розчинів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%87%D0%B8%D0%BD) ([електролітів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8)), може бути здійснено за допомогою фізичних та хімічних [поверхневих явищ](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D1%96_%D1%8F%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B0), які виникають на межі фаз, зокрема, [змочування](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BC%D0%BE%D1%87%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F), [адгезії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B4%D0%B3%D0%B5%D0%B7%D1%96%D1%8F), [когезії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%B7%D1%96%D1%8F), [капілярного ефекту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BF%D1%96%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82), [адсорбції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B4%D1%81%D0%BE%D1%80%D0%B1%D1%86%D1%96%D1%8F),  [абсорбції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B1%D1%81%D0%BE%D1%80%D0%B1%D1%86%D1%96%D1%8F) тощо. Поряд з вище названими явищами для створення молекулярних технологій та систем гідроенергетики застосовні також [фізичні явища](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%96%D0%B7%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D1%8F%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B5)  [електрокінетики](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%96%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96_%D1%8F%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B0),   [осмосу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%81),  [електродіалізу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%96%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7), [магнітогідродинаміки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BE%D0%B3%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B0) в [рідинах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%96%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0) та їх [розчинах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D1%87%D0%B8%D0%BD), а ще поєднання цих ефектів. Звідси витікає і поділ [молекулярної енергетики](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) складові:   * [гідроенергетика міжфазної поверхні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D1%96%D0%B6%D1%84%D0%B0%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D1%96); * [електрокінетична гідроенергетика](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%96%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B3%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0); * [гідроенергетика градієнта солоності](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%96%D1%94%D0%BD%D1%82%D0%B0_%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96); * [магнітогідродинамічна гідроенергетика](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BE%D0%B3%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) тощо.   Фізичні та хімічні явища лежать також в основі класифікації систем молекулярної гідроенергетики:   * гідроадгезійні електростанції [міжфазної поверхні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B6%D1%84%D0%B0%D0%B7%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D1%8F) на основі [позитивного термодинамічного p-потенціалу Гіббза](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F_%D0%93%D1%96%D0%B1%D0%B1%D0%B7%D0%B0); * гідроабсорбційні електростанції [міжфазної поверхні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B6%D1%84%D0%B0%D0%B7%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D1%8F) на основі [негативного термодинамічного n-потенціалу Гіббза](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F_%D0%93%D1%96%D0%B1%D0%B1%D0%B7%D0%B0); * електрокінетичні гідроелектростанції; * [осмотичні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%81) гідроелектростанції на основі [градієнта солоності](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%96%D1%94%D0%BD%D1%82_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97) (гідроелектростанції забарного [осмосу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%81)); * [електродіалізні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%96%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7) гідроелектростанції на основі [градієнта солоності](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%96%D1%94%D0%BD%D1%82_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97) ; * магнітогідродинамічні електростанції тощо.   Класифікація молекулярних систем гідроенергетики є умовною, бо на практиці вони нерідко інтегруються.  [**Молекулярна вітроенергетика**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) (англ. **molecular** wind power) — складова частина [молекулярної енергетики](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0), що вивчає та використовує відновлювані енергетичні властивості швидких [молекул](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B0), [атомів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC), [йонів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BE%D0%BD), інших малих частинок газового [повітряного](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D1%8F) середовища, взаємодію цих частинок між собою, з іншими тілами а також з електричними та магнітними полями з метою вироблення, накопичення, передачі та розподілу [електричної енергії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F).  Ключовим поняттям молекулярної вітроенергетики є молекулярна система[енергії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F) — певний об'єм газової повітряної суміші, що володіє точно визначеними фізико-хімічними параметрами та характеристиками, зокрема, [внутрішньою енергією](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BD%D1%83%D1%82%D1%80%D1%96%D1%88%D0%BD%D1%8F_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F) молекул газової повітряної суміші, [швидкістю](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C), [довжиною вільного пробігу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%B2%D0%B6%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D0%B2%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%B3%D1%83), частотою співударів молекул та їх енергією на [кордоні фаз](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B6%D1%84%D0%B0%D0%B7%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D1%8F). У рамках молекулярної вітроенергетики вивчаються молекулярні системи повітряної газової суміші, встановлюються їх енергетичні параметри та характеристики, створюються й досліджуються способи (технології) молекулярної вітроенергетики та технічні системи (засоби) молекулярної вітроенергетики, які дозволяють перетворити кінетичну енергію теплового руху швидких молекул повітря в електричну енергію безпосередньо або ж опосередковано.  Молекулярна вітроенергетика є складовою частиною класичної вітроенергетики, в основі якої лежать закони [газодинаміки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B0) ([аеродинаміки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B0)), що описують рух повітря та його взаємодію з [твердими тілами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B4%D0%B5_%D1%82%D1%96%D0%BB%D0%BE), а також закони [аеростатики](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0), що оцінюють [рівновагу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%96%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%B3%D0%B0_%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8) повітря та його дію на занурені в нього тіла. У розрахунках параметрів та характеристик систем молекулярної вітроенергетики поряд з енергетичними характеристиками швидких молекул повітря, [силами взаємодії цих молекул між собою](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B6%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D1%96_%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%B8) та з іншими тілами використовуються макроскопічні параметри ([швидкість](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C), [тиск](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%81%D0%BA), [густина](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0)) потоків [повітря](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D1%8F). Резерви [внутрішньої енергії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BD%D1%83%D1%82%D1%80%D1%96%D1%88%D0%BD%D1%8F_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F), що криються в газовому повітряному середовищі, суттєво перевищують рівні енергії, які сьогодні доступні для освоєння [макроскопічними](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D1%88%D1%82%D0%B0%D0%B1) вітроенергетичними [технологіями](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F).  Для ефективного перетворення енергії молекул газової повітряної суміші в[електричну енергію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F) можна використати відомі фізичні явища: іонізації атомів та молекул активної речовини під дією швидких молекул повітря, зокрема:   * явище ступінчато-ударної [йонізації](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F); * термоелектричний [ефект Зеебека](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82_%D0%97%D0%B5%D1%94%D0%B1%D0%B5%D0%BA%D0%B0) — виникнення термо-ЕРС у молекулярній структурі під тепловою дією швидких молекул повітря; * [сорбційний ефект](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D1%80%D0%B1%D1%86%D1%96%D1%8F) — виникнення термо-ЕРС у сорбційній молекулярній структурі при поглинанні швидких молекул повітря; * прямий [п'єзоелектричний ефект](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%27%D1%94%D0%B7%D0%BE%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82) — виникнення електричних зарядів на гранях певних кристалів при деформації; * зворотний магнітострикційний ефект ([магнетопружний ефект Вілларі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82_%D0%92%D1%96%D0%BB%D0%BB%D0%B0%D1%80%D1%96)) — зміна [намагніченості](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80_%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96) певних матеріалів під  впливом [механічних напружень](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F).   Ці фізичні явища окремо або в поєднанні з іншими застосовні для створення високоефективних молекулярних систем вітроенергетики. В основі роботи молекулярних систем вітроенергетики лежать закони  [молекулярної фізики](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D1%84%D1%96%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0), [кінетичної теорії газів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F), [квантової хімії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%8F),[фізики і хімії поверхні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%96%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D1%96_%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%8F_%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D1%96), [молекулярної гідродинаміки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%B3%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B0_%D0%BA%D0%B0%D0%BF%D1%96%D0%BB%D1%8F%D1%80%D1%96%D0%B2),  [термодинаміки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B0)  та [електродинаміки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D1%81%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B0),  [хімічного інжинірингу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B6%D0%B8%D0%BD%D1%96%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B3) та [матеріалознавства](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE).  **Нанороботи**  Наноробототехніка посилається на все ще значною мірою гіпотетичну [нанотехнологію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F) — технічну дисципліну проектування і будівництва нанороботів. **Нанороботи** (**наноботи**, **наноїди**, **наніти** або **наноніти**) можуть бути звичайними пристроями, розміром від 0.1-10 мікрометрів і сконструйованими з нанорозмірних або молекулярних компонентів. Так як ще не було створено штучно жодного наноробота, він залишається [гіпотетичним поняттям](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE-%D0%B4%D0%B5%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4).  Інше, іноді використовуване визначення — [робот](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0), який дозволяє здійснювати точні взаємодії з нанорозмірними об'єктами, або може маніпулювати з нанорозмірною [роздільною здатністю](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%B7%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_(%D0%BC%D0%B0%D1%81-%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D1%96%D1%8F)). Згідно з цим визначенням, навіть велика апаратура як, наприклад, [атомний силовий мікроскоп](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF), може вважатися наноробототехнічним інструментом, коли налаштований для виконання наноманіпуляцій. Також [макроскопічні роботи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D1%85%D1%96%D1%80%D1%83%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F) або мікророботи, які можуть рухатися з нанорозмірною точністю, могли б бути також названими нанороботами.  <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82>  **Наноелектромехані́чні систе́ми** або **НЕМС** — пристрої та технології, що поєднують в собі електронні і механічні компоненти розміром до 100 нм. Наноелектромеханічні системи є наступним кроком мінітюарізаціі для мікроелектромеханічних систем.  **НЕМС** використовуються як високочастотні осцилятори (до 10 ГГц), наномотори і модулятори.  Як матеріали для виготовлення **НЕМС** широко використовуються [графен](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%BD) і вуглецеві нанотрубки.  На початку ХХІ ст., наноелектромеханічні системи можуть виготовлятися як методами зверху-вниз, до яких відносяться традиційні методи мікроелектроніки (оптична та [електронно-променева літографія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0_%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F)), так і методами знизу-вгору, такими як молекулярне розпізнавання і самоскладання.  <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8#%D0%A1%D1%83%D1%87%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD>  **Нанодвигун** — молекулярний пристрій, здатний перетворювати енергію на рух. У типовому випадку він може створювати [силу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D0%B0) порядку одного [піконьютона (пН)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%BE%D0%BD).  Запропонований напрямок досліджень пов'язаний з інтеграцією [молекулярних моторних білків](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D1%96_%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8), виявлених у живих клітинах, у молекулярні двигуни, імплантовані в штучні пристрої. Такі [моторні білки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%96_%D0%B1%D1%96%D0%BB%D0%BA%D0%B8) здатні переміщувати «вантаж» у межах цього пристрою за допомогою білкової динаміки, подібно до того, як [кінезин](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BD%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D0%BD) пересуває різні молекули по каналах [мікротрубочок](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B1%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%B8) всередині клітини.  <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D1%83%D0%BD>  **Молекуля́рні ро́тори** — синтетичні нанорозмірні двигуни, здатні генерувати крутний момент при подачі достатньої кількості енергії. У типовому випадку він може створювати силу порядку одного піконьютона.  <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D1%96_%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8>  **Молекулярні мотори** — біологічні [молекулярні машини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D1%96_%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B8), діяльність яких забезпечує рух молекулярних об'єктів в живих організмах чи у спеціально створених середовищах. Загалом кажучи, [мотор](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D1%83%D0%BD) (двигун) визначається як пристрій, що споживає енергію в будь-якій формі і перетворює її на рух або [механічну роботу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0). <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%80> Суспільний університет. Молекулярні мотори і механізми <https://www.youtube.com/watch?v=S2mKgtAyAI8> 25 хв  **Молекуля́рний пропе́лер** — нанорозмірний пристрій у вигляді молекули, здатний робити обертові рухи завдяки своїй специфічній формі, аналогічній макроскопічним [гвинтам](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D1%82). Молекулярні пропелери мають кілька [лопаток](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%82%D0%BA%D0%B0_(%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%82%D1%8C)) молекулярного масштабу, приєднаних до центрального валу, навколо якого відбувається обертання, і віддалених один від одного на певний кут.  <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D1%96_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%B8> | | | | |
| [Самовідтворюючі машини](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D1%8E%D1%8E%D1%87%D1%96_%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B8&action=edit&redlink=1) | Теорія та експерименти |  |  |  |
| **Самовідтворювана машина** ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) *Self-replicating machine*) — особливий тип [автономних роботів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82), що здатні відтворювати себе самостійно, використовуючи сировину із довкілля, таким чином уподібнюючись до [природного процесу самовідтворення](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F).  <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B0> | | | |  |