

ЛЕКЦІЯ 3

МЕХАТРОННІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІННОВАЦІЇ

ПЛАН

1. Загальні відомості про мехатронні технології
2. Інноваційні рішення застосування мехатронних систем
3. Мехатронні комплекси в системах електропостачання

Контрольні запитання

- *Мехатронні технології* – це методи проектування і побудови модулів технічної системи, які засновані на синергетичному ефекті, що виникає при функціональному інтегруванні складових технічних систем (сенсорних, силових, інформаційних та енергетичних, див. рисунок 2.2).
- Технологічний підхід дозволяє розширити можливість застосування концепції для системного вирішення дослідницьких завдань і проблем практичних розробок, а також ввести функціональний критерій класифікації областей реалізації складових енергетично-технічної системи. Наявність позитивного синергетичного ефекту при інтеграції функціональних складових на відміну від простої їх кількісної суперпозиції є важливою ознакою використання мехатронних технологій.
- З огляду на класичний поділ підсистем функціональної робототехнічної машини на сенсорні, актуаторні (перетворюють один вид енергії в інший), інформаційні, енергетичні і конструктивні, мехатронні технології охоплюють процес проектування окремих підсистем, їх інтерфейсні взаємозв'язки, а також специфіку функціонального застосування машини в цілому.

- Одночасне застосування мехатронної технології, з одного боку, і модульного принципу побудови робототехнічних систем, з іншого, вимагає визначення мінімального (модульної ієрархії побудови) елемента. Створення мехатронного модуля передбачає єдиний системний підхід щодо його розробки і не може відбуватися без взаємоузгодження інтерфейсних компонентів.
- В цей час проектування мехатронних модулів (перш за все, сенсорних і актуаторних) розвивається інтенсивно. Такі модулі стали базою для створення технічних систем нового покоління. Однак цей напрямок розвитку мехатроніки, незважаючи на всю його ефективність, не є єдиним (або навіть основним), які реалізують принципи мехатроніки.

- Справа в тому, що системи, які створені з мехатронних модулів, часом не можуть називатися мехатронними, якщо в їх основі лежить не загальносистемна оптимізація, а декомпозиція з локальною оптимізацією окремих функціональних частин. Застосування також методів штучного інтелекту в окремих підсистемах, вирішальні локальні завдання, також не робить всю систему інтелектуальною.

Разом з тим і синтезована за загальним критерієм технічна система, далеко не завжди виходить мехатронною, причому якщо складається з мехатронних модулів. Це пояснюється тим, що побудова комплексу з модулів неминуче пов'язане з певним збільшенням вагогабаритних параметрів і надмірністю значень ряду інших загальносистемних параметрів, що притаманне всім способам уніфікації. Для того щоб синтезована за загальними критеріями технічна система могла бути віднесена до класу мехатронних, результатом її оптимізації повинно стати конструктивне злиття окремих функціональних компонентів різної фізичної природи – механічних, електронних, електротехнічних, тощо.

- В іншому випадку синтезована автоматична система все одно розпадається як мінімум на конструктивно самостійні об'єкти керування і керуючий пристрій. Прикладом таких комплексів є космічні маніпулятори.
- Синтезовані на мінімум маси вони виходять гнучкими і не працездатні без автоматичного керування.

- Класичними прикладами мехатронних систем є електричні приводні системи, включаючи одноступеневу з вбудованим в ротор двигуна механізмом перетворення обертання в лінійний рух, а також двоступеневі (площинні) і просторові (гексапод) системи. Ці системи змінили традиційні, що скомпоновані зі звичайних одноступеневих приводів з окремими механізмами перетворення руху. Вони забезпечили суттєве покращення вагогабаритних параметрів і надійності їх роботи (рис. 3.1).

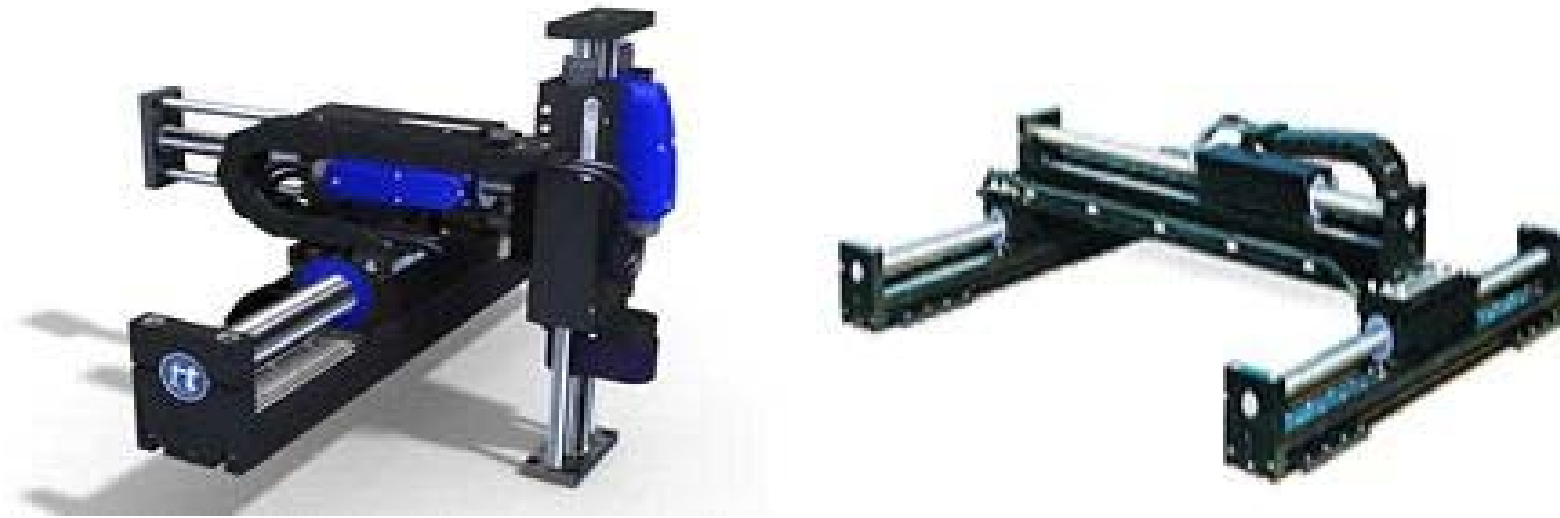


Рисунок 3.1 – Модулі лінійного руху

Сучасним класом мехатронних систем є мікросистемна техніка. Де в ході мініатюризації відбувається взаємне проникнення окремих функціональних компонентів до об'єднання їх в єдині структури. Такі системи пронизані загальними інформаційними та енергетичними потоками. Зауважимо, що мехатронна система, в свою чергу, може входити в якості підсистеми до складу більш складних комплексів. Але останні при цьому вже не відносяться до мехатронних.

Таким чином, можливі два варіанти проектування мехатронної техніки: створення окремих функціональних компонентів технічних систем або створення цих систем як єдиного цілого, що не розділяється на конструктивно окремі компоненти.

Кожен з цих підходів має свої області застосування. Проектування технічних систем з мехатронних модулів, тобто з функціонально і конструктивно уніфікованих компонентів (сенсорних, актуаторних, енергетичних та ін.) – це спосіб оптимізації цілого класу технічних систем близького призначення.

Мехатронний підхід до проектування технічних систем на основі загальносистемних критеріїв, що відповідають основним вимогам до системи, перспективний для спеціальних технічних систем, коли не передбачається розширення їх функціонального призначення та номенклатури. Системно-мехатронний підхід значно складніше модульно-мехатронного через складності об'єкта оптимізації. Складність такого підходу логічно пояснює той факт, що мехатроніка почалася саме зі створення однофункціональних компонентів. Таким чином, при проектуванні керованих систем, що поєднують механічні, електротехнічні та електронні елементи, перш за все, слід визначити, на якому ієрархічному рівні доцільно застосувати мехатронний підхід до проектування, а саме на рівні функціональних компонентів або на загальносистемному рівні. Це визначить як стратегію проектування, так і тип створюваної технічної системи.

Характерним прикладом виконання мехатронною системою нових службових функцій служить система групового керування в розподілених системах.

Проблеми групового керування групою об'єктів, об'єднаних однією метою, актуальні для багатьох сфер. В принципі будь-яка розподілена система, що складається з окремих елементів, стикається з проблемою групового керування.

2. Інноваційні рішення застосування мехатронних систем

Одним з інноваційних рішень групового керування є розробка системи керування на залізничному транспорті.

Наприклад, фірмою SIEMENS розроблена Європейська система керування рухом залізничного транспорту (ETCS). Система ETCS має блочну структуру і включає наступні підсистеми:

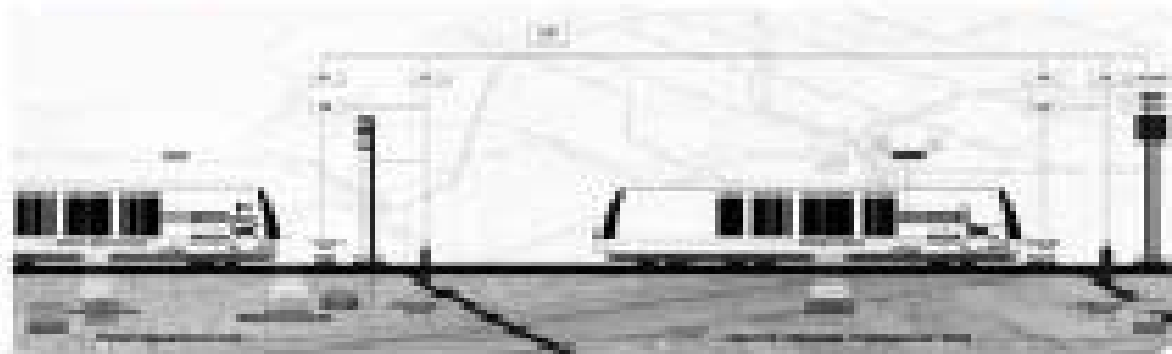
- диспетчерської централізації, яка дозволяє регулювати і контролювати електричну і релейну централізацію, а також має широкий набір автоматичних функцій (Vicos OC 100, Vicos OC 500, Vicos CBTC);
- електронної централізації (ЕЦ), які здійснюють контроль і керування пристроями забезпечення безпеки і визначають взаємозв'язок світлофорів, стрілок і поїздів (Sicas, Sicas S7);
- керування рухом поїздів. При автоматичній роботі система керування дозволяє замінити машиніста і забезпечує максимальну ефективність і адаптованість;
- залізничного зв'язку, які забезпечують інтерактивний зв'язок між станцією, потягом і центром керування (Railcom Manager, Airlink);
- радіосистеми керування рухом потягів (Trainguard MT, Trainguard CBTC);
- компоненти технічних засобів інфраструктури шляху: системи лічильників, стрілочні переводи, світлофори, транспондери, системи виявлення вільності колії, системи захисних пристроїв на переїзді;
- автоматичні системи безперервного (Sacem, LZB700M) і перервного (Zub200, Imu100) зв'язку між потягом і залізничною колією.



а



б



в

Рисунок 3.2 – Автоматизована система керування рухом залізничного транспорту: *а* – технічні засоби контролю руху поїздів; *б* – інформаційні системи; *в* – переривчастий і постійний зв'язок «ПОТЯГ-ШЛЯХ»

- Пульт керування складається з TFT-дисплея з високою роздільною здатністю, сенсорного екрану і звукового зворотнього зв'язку.
- Системи контролю руху потягів Vicos OC 100 і Vicos OC 500 пропонують широкий набір апробованих функцій диспетчерської централізації, включаючи локальний пульт керування і центр автоматизованого контролю та керування.
- Електронна система централізації Sicas застосовується в системах масових перевезень і на регіональних залізницях усього світу. Вона може включати вбудовані функції централізації.
- На цей час інтелектуальні системи широко експлуатуються в закордонних країнах і в Україні. Дані системи керування можуть застосовуватися для будь-якого виду транспорту: залізничного, міського електротранспорту, автомобільного, повітряного і водяного.

Прикладом іншого інноваційного рішення є застосування електромехатронних систем в атомній енергетиці.

До таких комплексів або систем відносяться роботи у радіаційній розвідки. Як показує досвід проведення радіаційних обстежень, є багато джерел випромінювання які в просторі можуть бути не зафіксовані радіометричними системами. Тому використання стандартних радіометрів є неефективним. У зв'язку з цим для проведення вимірювань можуть застосовуватися роботизовані системи (рис. 3.3) з технологіями колімірованої радіометрії.



Рисунок 3.3 – Роботизовані мехатронні системи для атомної енергетики

Таких роботів оснащують відкритими і колімірованими детекторами, відеокамерами і тощо. Відкриті детектори вимірюють потужність дози радіації в точці розміщення вимірювального блоку. Колімірований детектор проводить вимірювання потоків випромінювання. Відеокамери, як правило, мають оптичне збільшення, що дозволяє докладно розглянути досліджуваний об'єкт.

Роботизовані системи можуть функціонувати в дуже важких умовах: при високих і низьких температурах, обвалах, загазованості, запиленості, радіаційних і електромагнітних полях і тощо.

Роботи можуть виступати і носіями апаратури для обстеження радіаційно- небезпечних об'єктів. Таким чином, робототехніка дозволяє проводити максимально ефективну радіаційну розвідку, минаючи перебування людини на об'єкті.

Широко використовуються роботи-ліквідатори наслідків аварій шляхом збору радіаційних проб, очищення будівель від завалів і дезактивації атомних реакторів. Поштовх розвитку світового ринку робототехніки з метою ліквідації наслідків аварій на АЕС надала катастрофа, що сталася на «Фукусіма-1». Дистанційно керовані роботизовані системи використовувалися для виведення з експлуатації атомного реактора з метою зниження високого рівня радіації.

Сьогодні світовий ринок продовжує розвиватися у напрямку створення інтелектуальних мехатронних систем.

3. Мехатронні комплекси в системах електропостачання

Практичне використання в системах електропостачання мехатронних комплексів та систем будується на базі інтелектуальних мереж.

Термін «інтелектуальна мережа» (IntelliGrid) використовується для опису технологій автоматичної і швидкої локалізації ушкоджень, відновлення енергопостачання, моніторингу навантаження, підтримки і відновлення стійкості для більш надійного вироблення, передачі і розподілу електроенергії. Поставлена мета досягається за рахунок використання мікропроцесорних інтелектуальних електронних пристроїв (ІЕП), які обмінюються між собою даними для виконання завдань.

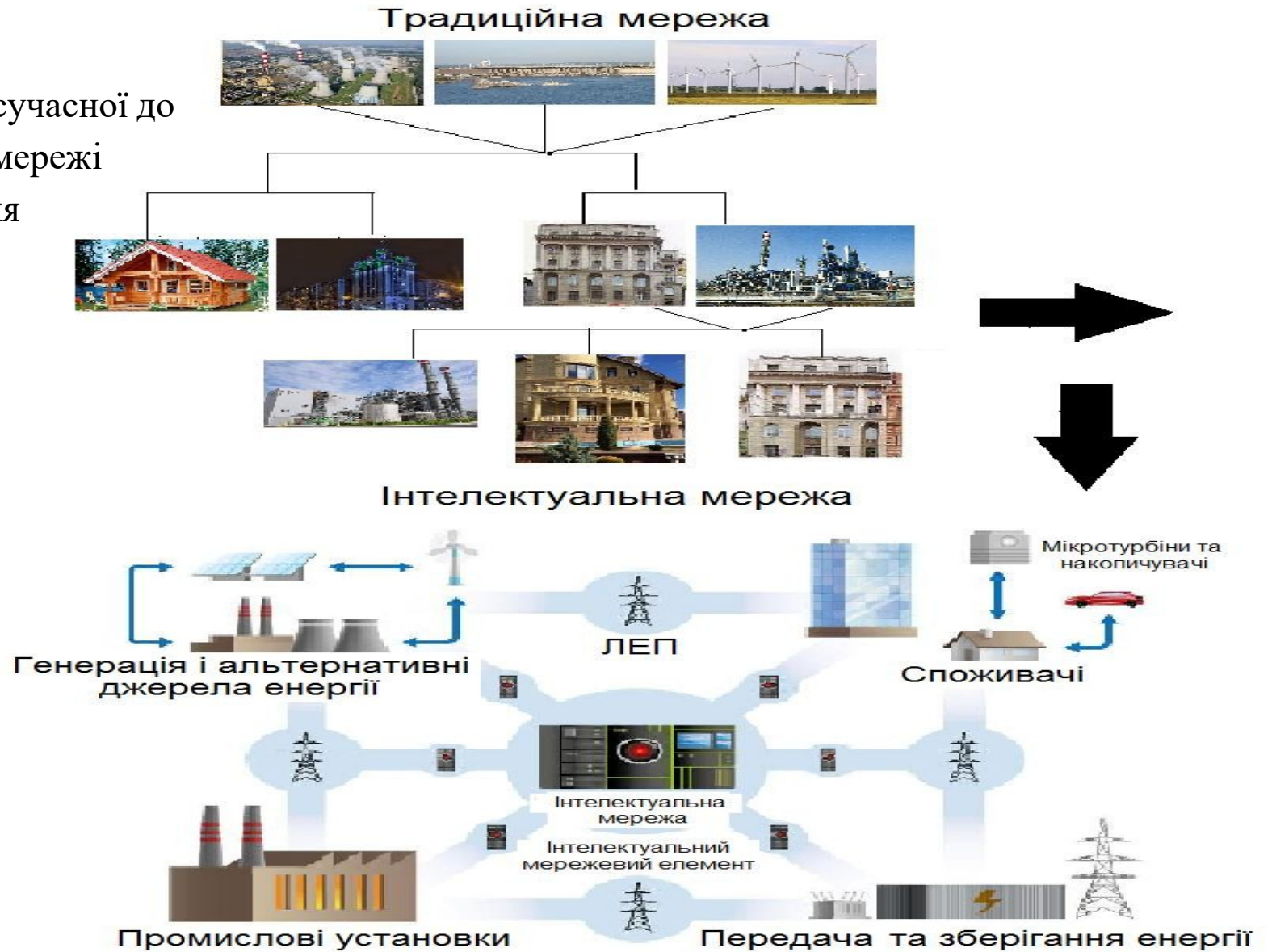
Інтелектуальна мережа – це набір інформаційних джерел і автоматизованої системи керування (АСК), яка керує енергопостачанням, розпізнає зміну навантаження і реагує відповідним чином. Перехід від існуючої в даний час мережі до інтелектуальної і ключові відмінності між ними проілюстровані на рисунку 3.3.

Очевидним є фундаментальні зміни в конструкції та експлуатаційної парадигмі інтелектуальної мережі: від централізованих ресурсів – до розподілених, від передбачуваних напрямів потоку енергії – до непередбачуваних напрямків, від пасивної мережі – до активної. Мережа стає більш динамічною за своєю конфігурацією і умов функціонування, що представляє безліч можливостей для оптимізації, але, разом з тим, і безліч нових технічних проблем.

Основні властивості інтелектуальних мереж:

- інтеграція різних джерел енергії для задоволення потреб споживачів. На додаток до енергії, що виробляється на основі атома, вугілля, гідроресурсів, рідкого палива і газу енергія буде надходити від сонця, вітру, біомаси, припливів-відливів і інших поновлюваних джерел. Інтелектуальна мережа буде підтримувати не тільки централізовані великі електростанції, але і розподілені джерела енергії у масштабах місця проживання людини. Ці поновлювані і екологічно чисті джерела плавно інтегруються в основну мережу;
- швидке накопичення енергії за рахунок великої кількості центрів накопичення енергії (стаціонарних і мобільних), які дозволяють згладити пікові навантаження і нестійкість вітряного і сонячного виробництва енергії. Наприклад, розробка систем накопичення енергії на базі акумуляторних батарей (BESS) з перетворювачами напружень (VSC) показала перспективу і можливі позитивні ефекти накопичення енергії;
- розвиток рухливих (мобільних) джерел і споживачів енергії. Прориви у технології виготовлення батарей робить штепсельний електротранспорт комерційно життєздатним. Десятки мільйонів електротранспорту підключається до мережі на автостоянках (електромобілі, електробуси, тощо).

Рисунок 3.4 – Перехід від сучасної до інтелектуальної мережі енергопостачання



Як приклад розглянемо програму розвитку енергосистеми «E-Energy», яка розроблена Федеральним Міністерством економіки та технологій Німеччини (BMW) і реалізується у співпраці з Федеральним Міністерством охорони навколишнього середовища (BMU).

Ця програма, зокрема, пропонує зміну парадигм в електроенергетиці зі схеми «генерація, що орієнтована на споживання» на схему «споживання, що орієнтоване на генерацію» за допомогою інтегрованих інформаційних і комунікаційних технологій - ІКТ.

Компоненти програми E-Energy показані на рисунку 3.5.

Завдяки рішенням ІКТ програма E-Energy забезпечує інтенсивне використання поновлюваних видів енергії та інтеграцію систем в об'єднану енергосистему майбутнього.

Для цього створюється ринок «E-Energy 2020» на базі електророзподільної мережі, що належить компанії RWE Rheinland Westfalen Netz AG.

Основна мета проекту – інтегрування у мережу вироблену енергію для споживачів шляхом установки ІКТ-шлюзів, які дозволять не тільки міняти режими навантаження, контролювати роботу побутових електроприладів і виконувати інтелектуальні вимірювання, але і керувати джерелами живлення (рис. 3.6).

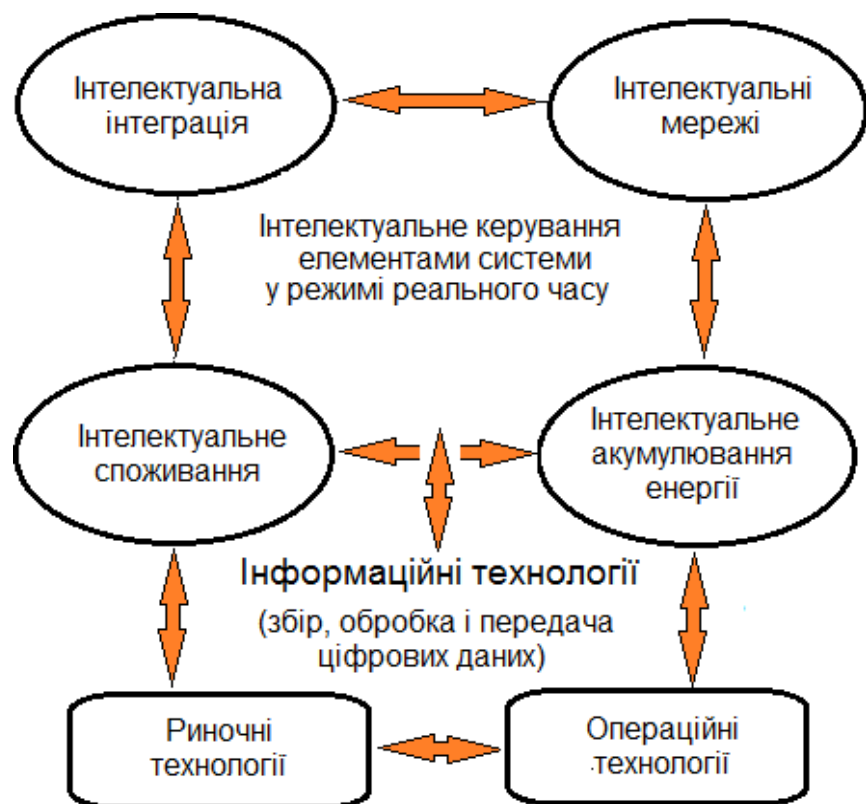


Рисунок 3.5 – Програма E-Energy і її компоненти

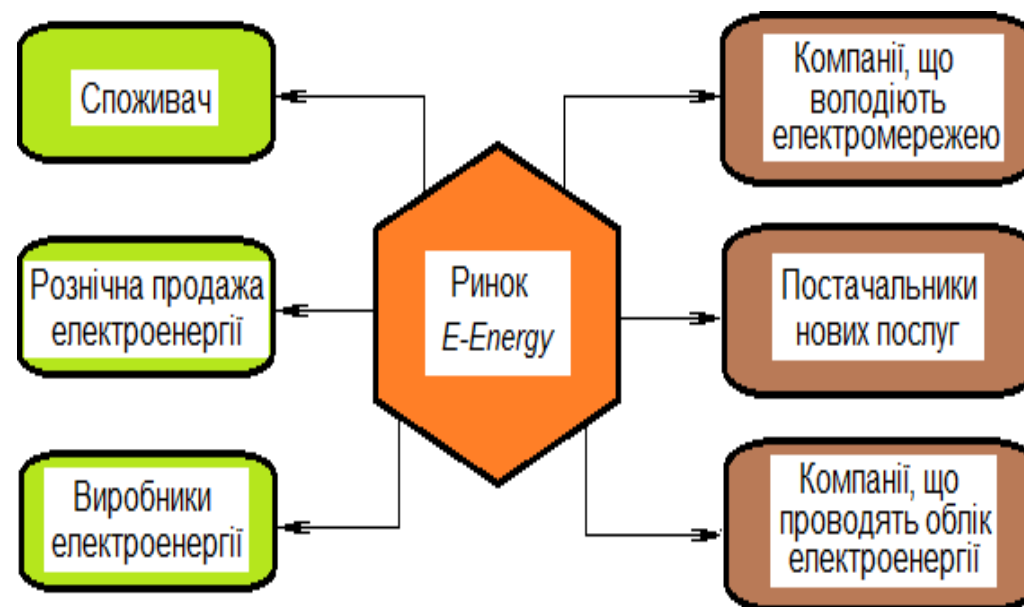


Рисунок 3.6 – Ринок програми E-Energy

«Інтелектуальне вимірювання» – це процес інтелектуальної записи даних про енергоспоживання. У показаному проекті інтегруються інтелектуальні лічильники в інтелектуальний шлюз. Шлюз такого типу являє собою функціональний пристрій, який є частиною встановленої у споживача системи розподілу електроенергії.

З одного боку, шлюз виконує функції зчитування даних і контролю інтелектуальних лічильників, а з іншого – обробляє сигнали про ціну, що надходить від енергопостачальної компанії. Споживачі отримують можливість контролювати наявні у них побутові електроприлади таким чином, щоб їх експлуатація виявилася найбільш економічною.

Побутові електроприлади в перспективі можуть підключатися до пристроїв, що відображають вартість електропостачання. Відповідно споживачі зможуть обрати найменший тариф і більш ефективно використовувати електроенергію. Інформація про ціну стане доступна абонентам завдяки стимулюючим програмам, які будуть сприяти підвищенню енергоефективності кожного будинку.

З огляду на появу у перспективі нових енергоустановок, оснащених двигунами Стерлінга, і паливних ресурсів, одночасно генеруючих тепло- і електроенергію, ІКТ-системи керування почнуть набувати все більшого значення (рис. 3.7). Це представляє систему інформаційних технологій з використанням необхідного енергетичного обладнання.



Рисунок 3.7 – Інформаційно-комунікаційні технології

Щоб переконатися, що вироблена електроенергія продається у мережу в найбільш вигідний час, споживач за допомогою інтелектуального шлюзу буде контролювати не тільки електроспоживання, а й електропостачання – на основі сигналів про ціну, що надходять з ринку.

Споживачі отримують можливість налаштовувати все відображення функцій на своїх персональних комп'ютерах, які показані на рис. 3.4. Завдяки шлюзу, який оснащений бездротовим інтерфейсом, користувачі можуть конфігурувати систему таким чином, щоб вона відповідала їх індивідуальним потребам. Безпосереднє керування пристроями повинно бути уніфіковано.

Енергетичний проект розділяється на групи (рис. 3.8), які виконують свої функції. Завдання робіт окремих груп є:



Рисунок 3.8 – Групи енергетичного проекту

- ГР 1 – формування загальної схеми і теоретичний опис ринку E-Energy з юридичної та економічної точок зору. У даній групі робіт задаються функціональні межі планованих досліджень щодо правил ринку і параметрів обладнання, які використовується. Результати впливають на всі інші групи робіт.
- ГР 2 – моделювання та оптимізація інфраструктури обміну даними між усіма учасниками ринку E-Energy.
- ГР 3 – розробка специфікації ІКТ-шлюзу і підготовка відповідного технічного завдання.
- ГР 4 – реалізація прототипу ІКТ-шлюзу на основі специфікації і технічного завдання.
- ГР 5 – створення правил ринку E-Energy з урахуванням обладнання, бізнес-процесів і інструментів стимулювання.
- ГР 6 – визначення ефективності стимулюючих програм і вдосконалення інформаційної структури електророзподільних мереж.
- ГР 7 – впровадження ринку E-Energy, підготовка, адаптація та інтеграція систем керування вимірювальними даними.
- ГР 8 – організація зв'язків з громадськістю.
- ГР 9 – забезпечення плавної реалізації проекту і обробки отриманих результатів (керування проектом).

- *Інтелектуальні транспортні системи (ІТС)* – це сукупність інформаційних, комунікаційних систем або засобів і систем автоматизації в сукупності з транспортною інфраструктурою, транспортними засобами і користувачами. Такі системи забезпечують ефективність перевізного процесу, підвищення його безпеки і якості. Іншими словами, ІТС – це інтеграція інформаційно-комунікаційних технологій стосовно ключових складових транспортних процесів: людина – транспортні засоби – транспортна інфраструктура.

Спираючись на визначення ІТС можна сказати, що основною метою таких систем є забезпечення інформативності та безпеки, а також нового рівня інформаційної взаємодії учасників транспортної системи.

Дана інтеграція заснована на моделюванні транспортних систем і регулюванні транспортних потоків.

ІТС можна віднести до автоматизованої системи керування, яка збирає інформацію про транспортні потоки, аналізує їх і надає на ці потоки прямий або непрямий керуючий вплив. Як джерела інформації про існуючі транспортні потоки виступають датчики і детектори на шляхах, суміжні інформаційні системи і ті дані, які вводить диспетчер-оператор.

Аналізуючи дані, що надходять в систему, ІТС формує певну модель дій, яка визначається тими завданнями, які необхідно вирішити.

Таким чином, інтелектуальні транспортні системи – це перш за все інтелектуальний продукт - алгоритми керування, заснований на моделюванні реальних транспортних ситуацій, і процеси їх розробки, тестування і впровадження.

Контрольні запитання

1. Дати поняття мехатронної технології.
2. Перелічити можливості технологічного підходу.
3. Що являють собою мехатронні приводні системи? Навести приклади.
4. Навести приклади інноваційних рішень застосування мехатронних систем на залізничному транспорті..
5. Навести приклади інноваційних рішень застосування мехатронних систем в атомній енергетиці.
6. На чому базується практичне використання мехатронних систем електропостачання?
7. Що являє собою інтелектуальна мережа?
8. Проаналізувати роботу інтелектуальних мереж на прикладах.
9. Які основні складові має енергосистема «E-Energy»?
10. Що входить до програми системи «E-Energy»?
11. Що являє собою «Інтелектуальне вимірювання»?
12. Перелічити основні складові інформаційно-комунікаційних технологій.
13. Що являють собою інтелектуальні транспортні системи?