

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ НАЗЕМНИХ СПОРУД І АЕРОДРОМІВ
КАФЕДРА АЕРОКОСМІЧНОЇ ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЛЕУСТРОЮ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускної кафедри
к.ф.-м. н., Юрій ВЕЛИКОДСЬКИЙ
« _____ » _____ 2023 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)
ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР
ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 193 «ГЕОДЕЗІЯ ЗЕМЛЕУСТРІЙ»

Тема: «Застосування геоінформаційних технологій в енергетичній галузі»

Виконавець: студент ГС-412Б групи ФНСА Климанський Тарас Михайлович

Керівник: к.т.н., доцент кафедри аерокосмічної геодезії та землеустрою
Ніколаєнко Олександр Євгенович

Нормоконтролер: Стецюк М. П.

КИЇВ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ НАЗЕМНИХ СПОРУД І АЕРОДРОМІВ
КАФЕДРА АЕРОКОСМІЧНОЇ ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЛЕУСТРОЮ
Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри
к.ф.-м. н., Юрій ВЕЛИКОДСЬКИЙ
«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Климанський Тарас Михайлович

1. Тема дипломної роботи: «Застосування геоінформаційних систем в енергетичній галузі» затверджена наказом ректора від 10.05.2023 р. №677/од.
2. Термін виконання роботи: з 29.05.2023 р. по 25.06.2023 р.
3. Вихідні дані до роботи: статистичні дані щодо вироблення та споживання електроенергії, картографічні матеріали, структуру геоінформаційних систем.
4. Зміст пояснювальної записки: дослідження та аналіз використання ГІС в енергетичній галузі з метою покращення процесів планування, управління та прийняття рішень в енергетичних системах.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу:
Дипломна робота включає 85 сторінок тексту, 13 рисунків, 7 таблиць та 17 використаних джерел.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Отримання завдання на дипломну роботу	29.05.2023 р.	
2.	Пошук та аналіз літературних джерел по темі дипломної роботи	02.06.2023 р. – 05.06.2023 р.	
3.	Написання вступу та 1 розділу дипломної роботи	06.06.2023 р. – 08.06.2023 р.	
4.	Написання 2 та 3 розділів дипломної роботи	09.06.2023 р. – 12.06.2023 р.	
5.	Створення та оформлення графічного матеріалу	13.06.2023 р. – 16.06.2023 р.	
6.	Підготовка роздаткового матеріалу та презентації на захист дипломної роботи	17.06.2023 р. – 19.06.2023 р.	
7.	Захист дипломної роботи	21.06.2023 р. – 25.06.2023 р.	

7. Дата видачі завдання: «05» березня 2023 р.

Керівник дипломної роботи _____ к.т.н., доцент кафедри аерокосмічної геодезії та землеустрою Ніколаєнко О.Є.

Завдання прийняв до виконання

Климанський Тарас Михайлович

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ I. ЕНЕРГЕТИЧНА ГАЛУЗЬ УКРАЇНИ	8
1.1 Структура та стан енергетичної галузі України	8
1.2 Види енергетики	13
1.3 Стан енергетики України на сьогодні	23
1.4 Система енергоменеджменту енергетичної галузі	30
РОЗДІЛ II. СУТНІСТЬ ГІС, ТА ЇХ ПЕРЕВАГИ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ ГАЛУЗІ	33
2.1 Поняття ГІС, їх структура та функції	33
2.2 Використання геоінформаційних технологій в різних аспектах енергетики.	47
2.3 Необхідність використання ГІС для підтримки прийняття рішень в електроенергетиці	53
2.4 Огляд існуючих ГІС-систем в енергетичній галузі.	54
РОЗДІЛ III. РОЗРОБКА ВЛАСНОЇ ГІС-СИСТЕМИ ДЛЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ	61
3.1 Визначення вимог до власної ГІС-системи.	61
3.2 Підсистема вироблення електроенергії	65
3.3 Підсистема прогнозування та оптимізації споживання	68
3.4 Розробка та реалізація власної ГІС-системи EnerGIS.	73
ВИСНОВОК	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	84

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

ГІС - геоінформаційні системи

ГІТ - геоінформаційні технології

ПЗ - програмне забезпечення

ОЕС-У - об'єднана енергосистема України

GPS – Global Position System – система глобального позиціонування

ГЕС – гідроелектростанція

АЕС – атомна електростанція

ЛЕП – лінія електропередач

ТЕС – теплоелектростанція

ГНСС – глобальна навігаційна супутникова система

EMS- Energy Menegment System – система енергоменеджменту

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний світ невпинно залучає все більше ресурсів для забезпечення своїх потреб у енергії. Зростаюча популяція, промисловий розвиток та технологічний прогрес ставлять перед енергетичною галуззю викликів, пов'язаних з ефективністю та сталістю енергетичних систем. Однак, забезпечення стійкого енергетичного розвитку потребує аналізу, планування та управління великим обсягом географічних даних, що створюються енергетичними об'єктами.

У цьому контексті, геоінформаційні системи (ГІС) виявляються потужним інструментом, що надає змогу збирати, аналізувати та візуалізувати географічні дані з різних джерел, зокрема супутникових знімків, аерофотознімків, топографічних карт тощо. Використання ГІС в енергетичній галузі може забезпечити комплексний аналіз енергетичної інфраструктури, оптимізацію розташування енергетичних об'єктів, а також підвищити ефективність та стійкість енергетичних систем.

Метою цієї дипломної роботи є дослідження та аналіз використання ГІС в енергетичній галузі з метою покращення процесів планування, управління та прийняття рішень в енергетичних системах. Робота спрямована на визначення можливостей, переваг та обмежень застосування ГІС у різних аспектах енергетичної галузі, таких як енергетична інфраструктура, взаємодія енергетичних об'єктів з довкіллям, оптимізація розташування енергетичних установок та інше.

Ця дипломна робота має на меті не лише дослідити теоретичні аспекти використання ГІС в енергетичній галузі, але й практично застосувати їх для вирішення конкретних задач. Через інтеграцію географічних та енергетичних даних, буде проведено аналіз енергетичної інфраструктури, розроблені алгоритми оптимізації розташування енергетичних об'єктів та досліджено їх взаємодію з довкіллям.

Висновки дослідження будуть використані для формулювання рекомендацій, що сприятимуть раціональному та стійкому розвитку енергетичних систем. Відповідна інформація може бути використана органами управління, енергетичними компаніями, дослідницькими установами та іншими зацікавленими сторонами для поліпшення планування та управління енергетичними ресурсами.

Ця робота відобразить потенціал ГІС для вирішення складних енергетичних завдань, а також покаже можливі напрямки подальших досліджень у цій сфері. Наступні розділи включатимуть огляд літератури, опис методології дослідження, результати аналізу та обговорення, а також

висновки, які допоможуть визначити внесок ГІС у покращення енергетичних систем.

Мета дипломної роботи - дослідити та проаналізувати використання геоінформаційних систем (ГІС) в енергетичній галузі з метою покращення процесів планування, управління та прийняття рішень.

Відповідно до мети були сформульовані наступні завдання:

- **Аналіз енергетичної інфраструктури:** Використання ГІС для детального аналізу та візуалізації енергетичної інфраструктури, включаючи електромережі, газопроводи, сонячні і вітрові ферми та інші енергетичні об'єкти.

- **Оптимізація розташування енергетичних об'єктів:** Розроблення алгоритмів та методів для визначення оптимального розташування нових енергетичних установок з використанням ГІС та аналізу різних факторів, таких як доступність палива, довкілля, економічні витрати тощо.

- **Взаємодія енергетичних об'єктів та довкілля:** Вивчення та моделювання взаємодії енергетичних об'єктів з довкіллям, зокрема впливу енергетичних процесів на природні ресурси, забруднення навколишнього середовища та інші аспекти сталого розвитку.

- **Розробка інструментів та методик:** Розроблення практичних інструментів та методик на основі ГІС для підтримки прийняття рішень в енергетичній галузі, включаючи планування розташування енергетичних об'єктів, оцінку ризиків та взаємодії з довкіллям, аналіз стійкості систем тощо.

- **Визначення переваг та обмежень:** Встановлення переваг та обмежень використання ГІС у енергетичній галузі, а також виявлення можливостей для подальшого розвитку та вдосконалення застосування ГІС в енергетиці.

Об'єкт дослідження – взаємозв'язок між геоінформаційними системами та енергетичною галуззю України.

Предмет дослідження - використання геоінформаційних систем (ГІС) в енергетичній галузі.

Методи дослідження – літературний огляд, системний аналіз, моделювання та прогнозування, ГІС-аналіз та візуалізація.

Практичне значення отриманих результатів. Результати бакалаврської роботи рекомендується використовувати задля покращення процесів планування розташування енергетичних об'єктів, підвищення ефективності енергетичних систем, стимулювання сталого розвитку та загалом в практичній діяльності спеціалістів енергетичної галузі.

Розділ I. ЕНЕРГЕТИЧНА ГАЛУЗЬ УКРАЇНИ

1.1 Поняття енергетики та її історія розвитку в Україні

Енергетична галузь - це галузь господарства, яка займається виробництвом, передачею та розподілом енергії. Це може включати в себе видобуток і переробку нафти та газу, виробництво вугілля, електроенергії, альтернативних джерел енергії (наприклад, вітрової та сонячної енергії), а також транспортування та розподіл енергії до споживачів. Енергетична галузь є важливою складовою економіки країни, оскільки забезпечує енергетичну безпеку та підтримує функціонування інших галузей промисловості та побутового сектора.

Енергетична галузь включає в себе різноманітні підгалузі, такі як виробництво та постачання електроенергії, газопостачання, транспортування нафти та газу, альтернативні джерела енергії, виробництво палива для транспорту, теплоенергетика, енергетична ефективність, а також дослідження та розробки у галузі енергетики.

Енергетична галузь є критично важливою для функціонування сучасного світу, оскільки вона забезпечує енергію для промисловості, транспорту, побуту та інших сфер життя. У більшості країн це велика галузь промисловості, яка забезпечує значну частину доходів та працевлаштування.

Проте енергетична галузь також є однією з найбільш забруднюючих галузей, оскільки виробництво енергії може викликати екологічні проблеми, такі як забруднення повітря та води, викиди парникових газів та інші негативні впливи на довкілля. Тому в останні роки все більше уваги приділяється розвитку альтернативних джерел енергії та зменшенню впливу енергетичної галузі на довкілля.

Одним з головних викликів енергетичної галузі є забезпечення енергетичної безпеки країни. Це означає, що потрібно забезпечити стабільне та безперебійне постачання енергії для різних секторів економіки та побуту. Для цього необхідно розробляти стратегії енергетичної безпеки, вдосконалювати існуючі та впроваджувати нові технології, забезпечувати різноманітність джерел енергії, а також стимулювати енергозбереження.

У сучасний час все більшою популярністю користується розвиток альтернативних джерел енергії, таких як вітроенергетика, сонячна енергія, геотермальна енергія та інші. Це дозволяє зменшити залежність від традиційних джерел енергії та зменшити негативний вплив на довкілля. Однак, розвиток альтернативних джерел енергії потребує великих

інвестицій та технологічних вдосконалень, що робить його складним завданням для країн з обмеженими фінансовими ресурсами.

Окрім цього, енергетична галузь потребує великої кількості кваліфікованої робочої сили, в тому числі інженерів, техніків, економістів та інших фахівців. Тому виробники енергії та державні органи повинні працювати над забезпеченням достатньої кількості висококваліфікованих працівників, що є важливим завданням для розвитку енергетичної галузі.

Загалом, енергетична галузь є важливою складовою частиною сучасної економіки, яка забезпечує рух економіки та забезпечує її розвиток. Загальний рівень розвитку енергетичної галузі впливає на економіку країни, на рівень життя населення та на стійкість економіки до зовнішніх викликів.

Одним з важливих аспектів енергетичної галузі є її вплив на довкілля. Використання традиційних джерел енергії, таких як вугілля, нафта та газ, супроводжується викидами шкідливих речовин в атмосферу, що призводить до забруднення повітря та зміни клімату. Тому, одним з викликів енергетичної галузі є зменшення негативного впливу на довкілля та перехід до більш екологічно чистих джерел енергії.

Узагальнюючи, енергетична галузь є важливим галуззю економіки, яка забезпечує рух економіки та розвиток країни в цілому. Однак, вона стикається з викликами, такими як забезпечення енергетичної безпеки, розвиток альтернативних джерел енергії, зменшення впливу на довкілля та забезпечення кваліфікованої робочої сили.

Історія розвитку енергетики України досить багатогранна і пов'язана зі складною історією країни, зміною влади та економічними трансформаціями.

До 1991 року. Енергетика України переважно базувалася на використанні вугілля, нафти та природного газу, які були видобуто на території країни. Основними енергетичними компаніями були "Укргазвидобування", "Укрнафта", "Укренерго" та інші державні підприємства. На початку двадцятих років ХХ століття було розроблено план ГОЕЛРО, за яким майже третину нових енергетичних потужностей планувалось ввести в Україні. У квітні 1928 року скликано I Всеукраїнський енергетичний з'їзд, на якому обговорено план електрифікації України за проектом ГОЕЛРО. Зокрема підтверджено доцільність спорудження потужної гідроелектростанції на Дніпрі та промислових електростанцій на Донбасі.

За цим планом передбачалося ввести в Україні в стислі терміни Штерівську, Зуївську, КРЕС, ЕСХАР, Старобешівську, Лисичанську та інші районні і промислові електростанції.

На кінець 1940 р. потужність електростанцій України становила 2630 МВт, а виробництво електроенергії досягло 12,41 млрд кВт/год. Основою енергетики в Україні стали державні районні електростанції, які виробляли понад 85% електроенергії.

Централізація виробництва електроенергії і тепла стала найважливішою і найхарактернішою особливістю розвитку енергетики України.

Розвиток електроенергетики і прогрес науки визначили потребу в об'єднанні зусиль науковців і фахівців-практиків. Створювалися проектні і наукові інститути, дослідницькі лабораторії, збільшено випуск фахівців-енергетиків у вищих навчальних закладах, розвивалася вітчизняна енергомашинобудівна промисловість. [1]

В часи Другої світової війни енергетика України переживала складний період. Велика кількість електростанцій була знищена або пошкоджена під час війни, а також було позбавлено доступу до нафти та вугілля, що були основними енергетичними ресурсами того часу.

Уряд Української РСР докладав зусиль для відновлення енергетичного потенціалу країни. У 1942 році було побудовано першу післявоєнну гідроелектростанцію - ДніпроГЕС. Вона стала однією з найбільших гідроелектростанцій у світі, що забезпечувала виробництво електроенергії для промисловості та побуту.

Також в цей період було започатковано розвиток вугільної промисловості України, що забезпечувала значну частину енергетичних потреб країни. У цей період були створені нові вугільні шахти та розширювалися вже існуючі.

Уряд Української РСР також спрямовував зусилля на розвиток нафтової галузі країни. В цей період були створені нові нафтові поля та розширювалось видобуток нафти.

Загалом, енергетика України в часи Другої світової війни переживала складний період, але докладні зусилля уряду дозволили відновити та розширити енергетичний потенціал країни після війни.

Енергетика України в період після Другої Світової Війни.

Після закінчення війни Україна стала однією з провідних енергетичних держав СРСР. В 1950-х роках було запущено в експлуатацію кілька великих електростанцій, зокрема Запорізьку та Хмельницьку АЕС. Також розвивалась вугільна та нафтова галузі, що забезпечували значну частину енергетичних потреб країни.

У 1970-х роках розпочалося будівництво другого енергоблоку Чорнобильської АЕС, який був запущений в експлуатацію в 1978 році. Це стало великим кроком в розвитку ядерної енергетики в Україні.

У 1986 році стався трагічний аварійний вибух на четвертому енергоблоці Чорнобильської АЕС, що стало однією з найбільших катастроф в історії людства. Аварія відобразилася на розвитку енергетики України, що змушувало звернути увагу на безпеку ядерних електростанцій та розвиток альтернативних джерел енергії.

В 1991 році Україна стала незалежною державою, що привело до реформування енергетичної галузі країни. Було створено Національну енергетичну компанію України, яка стала головним оператором енергетичного ринку країни. Також було здійснено реформування газової та електроенергетичної галузей.

З 2000-х років розвиток відновлюваних джерел енергії став актуальним напрямком в енергетиці України. Були запущені нові вітро- та сонячні електростанції, а також було підписано декілька угод з іноземними компаніями щодо будівництва енергетичних об'єктів на території України.

У складі енергетичної системи України працює різноманітний парк електростанцій, що забезпечують виробництво електроенергії. Основні типи електростанцій в Україні включають теплові, гідроелектростанції, ядерні та вітрові електростанції. Розглянемо кожен тип детальніше:

➤ Теплові електростанції: В Україні працюють когенераційні та теплові електростанції, які використовують різні види палива для виробництва електроенергії. Найпоширенішими видами палива є природний газ, вугілля та нафта. Такі електростанції можуть мати різні потужності та використовуватись як для централізованого постачання електроенергії, так і для місцевого використання.

- Теплові електростанції на вугільному паливі: близько 20 електростанцій.

- Теплові електростанції на природному газі: близько 15 електростанцій.

- Теплові електростанції на нафті: дуже обмежена кількість або відсутність.

- Когенераційні електростанції: кількість залежить від промислових підприємств та їх потреб у теплі та електроенергії.

Тип ТЕС	Кількість	Відсоткове відношення(%)
ТЕС на вугіллі	20	40.00
ТЕС на газу	15	30.00
ТЕС на нафті	5	10.00
Когенераційні ТЕС	10	20.00
Загалом	50	100.00

Табл. 1.1 Типи ТЕС

➤ Гідроелектростанції: Україна має значний потенціал гідроенергетики, і тому в складі енергетичної системи країни діють гідроелектростанції. Вони використовують потужність річок та водосховищ для виробництва електроенергії. Гідроелектростанції можуть бути наземними або підземними, залежно від конкретної локації та геологічних умов.

- Великі гідроелектростанції: близько 6-8 електростанцій, включаючи Дніпровську ГЕС, Київську ГЕС та інші.

- Малими гідроелектростанціями: понад 100 електростанцій розташовані на різних річках та водосховищах.

➤ Ядерні електростанції: В Україні працюють декілька ядерних електростанцій, які використовують ядерне паливо (найчастіше уран) для виробництва електроенергії. Ядерні електростанції відомі своєю високою ефективністю та низьким рівнем викидів парникових газів. В Україні найбільш відома ядерна електростанція - Чорнобильська АЕС, а також Запорізька та Рівненська АЕС.

- Україна має 4 діючі ядерні електростанції: Запорізька АЕС, Хмельницька АЕС, Рівненська АЕС та Южно-Українська АЕС. Кожна з них складається з декількох енергоблоків.



Рис.1.1. Атомні електростанції України

➤ Вітрові електростанції: В останні роки в Україні зростає кількість вітрових електростанцій, які використовують вітряні турбіни для перетворення енергії вітру на електроенергію. Вітрові електростанції розташовуються на прибережних ділянках та відкритих просторах з високою вітровою активністю.

- Кількість вітрових електростанцій постійно зростає. За останні роки було встановлено десятки вітрових турбін на різних локаціях української території. Точна кількість варіюється і може змінюватись.

Сонячні електростанції:

- Україна має значну кількість сонячних електростанцій, які встановлені на плоских дахах будівель, на земельних ділянках та на спеціально відведених сонячних фермах. Кількість сонячних електростанцій постійно зростає, але точні цифри змінюються.

1.2 Види енергетики

В Україні, як і в інших країнах, постійно досліджують та уточнюють кількісні параметри енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії. Результати подають у вигляді картографічної інформації та атрибутивної бази даних.[2]

Україна має великий потенціал для розвитку відновлювальної енергетики, зокрема вітрової, сонячної, гідроенергетики та біомаси.

- Вітрова енергетика в Україні має значний потенціал і може стати одним із важливих джерел виробництва електроенергії. За оцінками

експертів, потужність вітрових електростанцій в Україні може досягати 20 ГВт, що забезпечило б виробництво близько 40 млрд кВт-год електроенергії на рік.

На сьогодні в Україні діють кілька вітрових електростанцій, зокрема у Запорізькій та Херсонській областях, а також є плани на будівництво нових вітрових електростанцій в інших регіонах країни. Загалом, за даними Міністерства енергетики та вугільної промисловості України, станом на кінець 2021 року в Україні працювало 841 МВт вітрової енергетики.

Україна має великий потенціал для використання відновлюваних джерел енергії. Сонячна, вітрова та гідроенергетика є основними секторами розвитку відновлюваної енергетики. Активно розвивається вітрова та сонячна енергетика, встановлюючи нові вітряні та сонячні електростанції. Законодавчі та фінансові заходи спрямовані на стимулювання розвитку відновлюваної енергетики в країні.

Уряд України підтримує розвиток вітрової енергетики в країні та забезпечує пільговий режим оподаткування та підтримки для виробників вітрової енергії, в тому числі запровадив механізм зелених тарифів для вітрової енергетики. Проте, не дивлячись на підтримку з боку держави, розвиток вітрової енергетики в Україні ускладнюється відсутністю інвестицій та проблемами з підключенням до енергосистеми країни. Також, у деяких регіонах вітрова енергетика є протистоянням з місцевими жителями через можливі негативні впливи на навколишнє середовище та здоров'я людей.

Однією з переваг вітрової енергетики є її екологічність, оскільки вона не використовує природні ресурси та не викидає в атмосферу відходи, що забруднюють навколишнє середовище. Крім того, вітрова енергетика дозволяє знизити залежність від імпорту вугілля та газу та забезпечити більш економічну та стабільну роботу енергосистеми.

Загалом, вітрова енергетика має значний потенціал для розвитку в Україні та може стати одним із важливих джерел виробництва електроенергії. Проте, для успішного розвитку вітрової енергетики необхідно вирішувати проблеми з інвестиціями, підключенням до енергосистеми та взаємодією з місцевими жителями, а також забезпечити необхідну підтримку з боку держави.

Комплексний підхід до розв'язку задачі обґрунтування місця спорудження ВЕУ потребує підвищення уваги до якості оцінки локальних особливостей території (рельєфу, та топографії в першу чергу), які можуть сприяти великій швидкості та сталості напрямку вітру, а отже і збільшенню

його потенційної енергії. Робочим інструментом для прийняття рішень може і повинна бути ГІС, а основним інформаційним ресурсом – цифрова топографічна карта крупного чи середнього масштабу.[3]

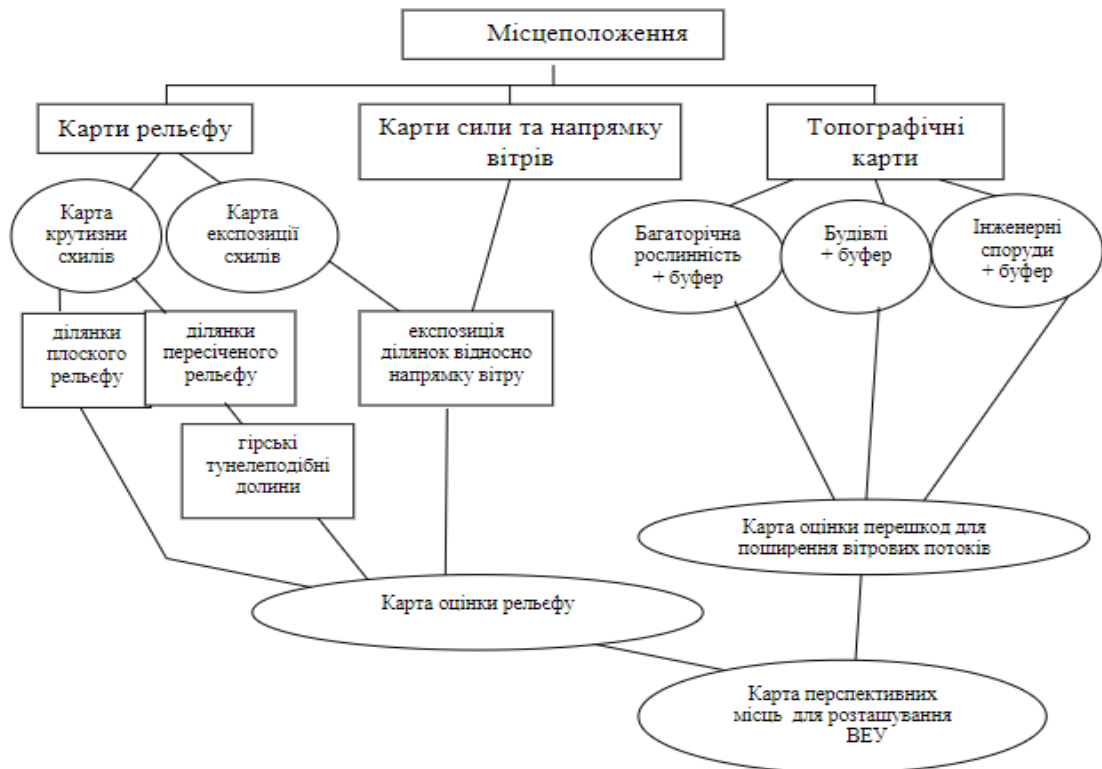


Рис. 1.2 Визначення оптимального місцеположення ВЕС

- Сонячна енергетика також є важливим напрямком розвитку відновлювальної енергетики в Україні. На сьогоднішній день, національна сонячна енергетична потужність складає більше 4 ГВт, що дозволяє забезпечувати близько 3% виробництва електроенергії в країні.

Переваги сонячної енергетики полягають в тому, що вона є надійним джерелом електроенергії, оскільки виробництво відбувається без шуму та викидів шкідливих речовин в атмосферу. Крім того, використання сонячної енергії дозволяє знизити залежність від імпорту енергоносіїв та знизити вартість електроенергії для споживачів.

На сьогоднішній день, в Україні розвиваються як комерційні, так і господарські сонячні електростанції, які встановлюються на покрівлях житлових та промислових будівель. Держава також надає підтримку розвитку сонячної енергетики, зокрема, через впровадження спеціальних тарифів на виробництво електроенергії з використанням сонячних електростанцій.

Проте, для успішного розвитку сонячної енергетики в Україні необхідно вирішувати проблеми з підключенням до енергосистеми та

взаємодією з місцевими жителями, а також забезпечити необхідну підтримку з боку держави.

Уряд України активно підтримує розвиток відновлювальної енергетики та встановив ряд інструментів, що сприяють розвитку відновлювальної енергетики в країні. Наприклад, запроваджено механізм зелених тарифів, який передбачає сплату певного тарифу за кожен кіловат-година, вироблений з використанням відновлювальних джерел енергії. Крім того, в Україні діє програма "Відкрита енергія", яка передбачає надання підтримки виробникам енергії з використанням відновлювальних джерел енергії та їхньому включенню до енергосистеми країни.

Однак, не зважаючи на потенціал відновлювальної енергетики в Україні, наразі більшість енергетичних потреб країни задовольняється за рахунок традиційних джерел енергії, зокрема вугілля та природного газу. Тому важливо подальше розвиток відновлювальної енергетики в Україні та перехід до більш сталого та екологічно чистого способу виробництва енергії.

- Гідроенергетика є одним з найстаріших та найбільш розвинутих видів відновлювальної енергетики в Україні. За даними Держенергоефективності, загальна потужність гідроелектростанцій в країні складає більше 5 ГВт, що дозволяє їм забезпечувати близько 7% виробництва електроенергії в Україні.

Наразі використовуються як великі гідроелектростанції, так і малий гідропотенціал. Продовжується модернізація наявних гідроелектростанцій та досліджуються можливості використання нових гідроенергетичних проектів.

Переваги гідроенергетики полягають в тому, що це надійне та стабільне джерело електроенергії, яке не залежить від коливань вітру або сонячної активності. Крім того, гідроелектростанції можуть бути використані як резервне джерело енергії, що дозволяє знизити вартість електроенергії та забезпечити енергетичну безпеку країни.

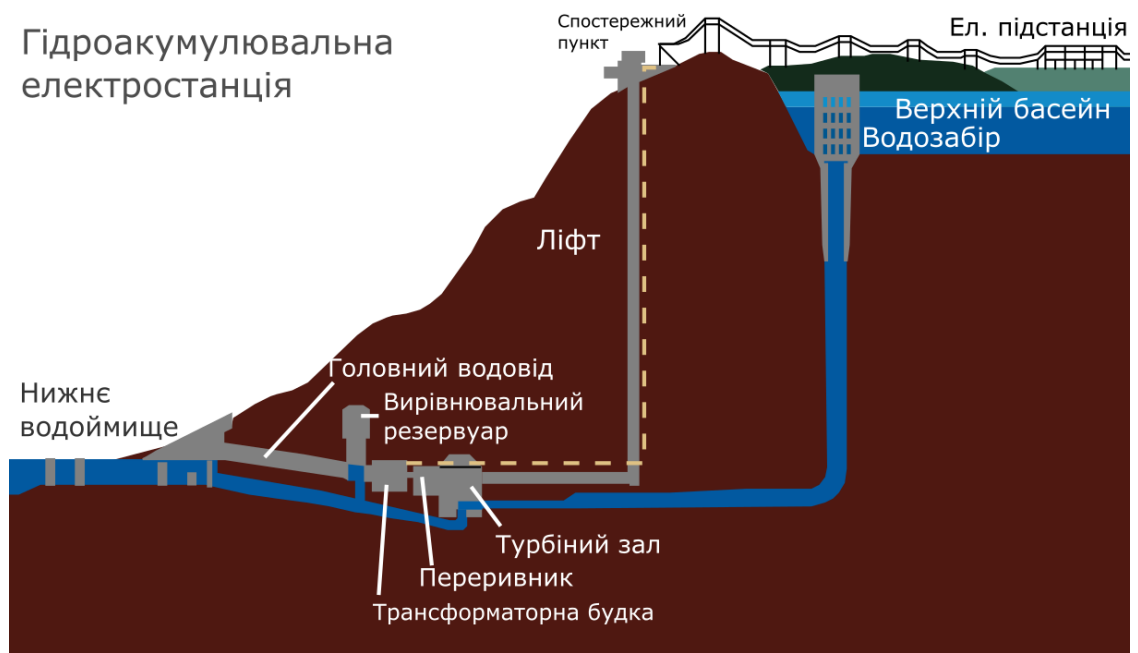


Рис. 1.3. Схема роботи ГЕС

Україна має потенціал для розвитку гідроенергетики, адже в країні є багато річок та водосховищ. Однак, розвиток цього напрямку обмежується низькою ефективністю старих гідроелектростанцій та високими витратами на їх модернізацію та реконструкцію. Крім того, розвиток гідроенергетики в Україні також стикається з екологічними проблемами та опозицією місцевого населення.

На сьогоднішній день, уряд України зосереджений на розвитку відновлювальних джерел енергії, в тому числі гідроенергетики. Зокрема, планується модернізація та реконструкція існуючих гідроелектростанцій, а також будівництво нових малих та середніх гідроелектростанцій. При цьому, уряд зобов'язаний забезпечувати дотримання екологічних та соціальних стандартів та враховувати думку місцевого населення.

Найбільш значущі проекти в галузі гідроенергетики в Україні на сьогоднішній день включають:

1. Реконструкцію та модернізацію ДніпроГЕС - найбільшої гідроелектростанції в Україні з потужністю понад 3,2 ГВт. Проект включає у себе заміну турбін та генераторів на більш потужні, а також будівництво додаткових гідроагрегатів.

2. Будівництво гідроелектростанції на річці Стрий - проект передбачає використання потенціалу гідроенергії річки Стрий та встановлення гідроагрегатів з загальною потужністю понад 4 МВт.

3. Реконструкцію та модернізацію малих гідроелектростанцій на річках Прут та Тиса - проект передбачає підвищення ефективності та

надійності роботи існуючих гідроелектростанцій, а також будівництво нових гідроагрегатів.

4. Будівництво гідроелектростанції на річці Дністер - проект передбачає будівництво гідроелектростанції з потужністю 50 МВт на річці Дністер, що забезпечить виробництво більше 100 млн кВт-год електроенергії на рік.

В цілому, розвиток гідроенергетики в Україні є перспективним напрямком для забезпечення енергетичної безпеки країни та зменшення залежності від імпорту енергоресурсів. Однак, варто пам'ятати про важливість дотримання екологічних та соціальних стандартів та врахування думки місцевого населення при реалізації проектів в галузі гідроенергетики. Також важливим аспектом є використання сучасних технологій та інноваційних рішень для забезпечення максимальної ефективності та надійності роботи гідроелектростанцій.

Напрямки розвитку гідроенергетики в Україні також пов'язані зі сприянням збереженню довкілля та зменшенню викидів вуглецю в атмосферу. Використання гідроенергетики дозволяє замінити використання вугілля та інших викопних палив на більш екологічно чисті джерела енергії.

Крім того, важливим аспектом розвитку гідроенергетики є забезпечення енергетичної безпеки країни та зменшення залежності від імпорту енергоресурсів. Розвиток гідроенергетики дозволить збільшити виробництво електроенергії в Україні та зменшити ризики виникнення енергетичних криз.

- Біомаса є одним із найбільш перспективних відновлювальних джерел енергії в Україні. Вона включає в себе будь-які органічні матеріали, такі як деревина, стебла рослин, сільськогосподарські відходи, а також тверді та рідкі біопалива.

В Україні використовуються різні види біомаси для виробництва енергії, зокрема:

1. Деревина - використовується для виробництва тепла та електроенергії в котельнях та електростанціях.

2. Біопалива - до складу біопалив можуть входити різноманітні матеріали, включаючи біодизель, біоетанол та біогаз. В Україні найбільш поширеним видом біопалива є біодизель, який виробляється з ріпаку та інших рослин.

3. Сільськогосподарські відходи - сільськогосподарські відходи можуть бути перероблені на біогаз, який використовується для виробництва електроенергії та тепла.

4. Відходи лісу та деревини - використовуються для виробництва тепла в котельнях та електростанціях.

Уряд України планує розвивати використання біомаси як енергетичного джерела, зокрема шляхом створення сприятливих умов для інвестицій в цей сектор. Також розвиток виробництва біопалива та біогазу планується в рамках виконання зобов'язань України з підписання Паризької угоди про зменшення викидів парникових газів.

Україна є досить багатою на різні типи невідновлювальної енергії, такі як вугілля, нафта, газ та ядерна енергія. Невідновлювальні джерела енергії є важливими для енергетичної безпеки країни і забезпечення стабільності енергетичної системи, але їх використання також пов'язане з ризиком для довкілля.

- Вугільна енергетика в Україні базується на використанні кам'яного вугілля та бурого вугілля. Вугільні електростанції виробляють значну частку електроенергії в країні.

Протягом останніх років спостерігається зменшення виробництва електроенергії з вугілля, зокрема з кам'яного вугілля, внаслідок реформування енергетичного сектора, підвищення вартості виробництва та збільшення ролі відновлюваної енергії.

Україна є однією з країн, які мають значні запаси вугілля, і вугільна енергетика є важливим сектором енергетичної промисловості країни. Однак, згідно зі звітом Міністерства енергетики та захисту довкілля України, за 2020 рік вугільна енергетика складала менше 20% усієї виробничої потужності в країні.

Основними виробниками вугілля в Україні є ДТЕК та "Кримськтеплоенерго", що входить до складу НАК "Нафтогаз України". За даними Міністерства енергетики та захисту довкілля України, у 2020 році українські електростанції використовували більше 22 мільйонів тонн вугілля, зокрема бурого вугілля та кам'яного вугілля.

Однак, вугільна енергетика має значні негативні впливи на навколишнє середовище та здоров'я людей. Вугільні електростанції викидають в атмосферу шкідливі речовини, такі як вуглекислий газ, діоксид сірки, діоксид азоту, тверді частки та інші забруднюючі речовини. Це призводить до забруднення повітря та здоров'я населення, а також до зміни клімату.

Наразі, Україна працює над планом поступового заміщення вугільної енергетики іншими, менш забруднюючими видами енергії, такими як відновлювальна енергетика.

Україна має значні запаси вугілля, особливо кам'яного, та забруднюючі вуглеводні, які були основним джерелом енергії для країни протягом довгого часу. За останні роки Україна здійснила зусилля з покращення ефективності вугільної енергетики та зменшення шкідливих викидів.

У 2019 році вугільна енергетика складала близько 35% виробництва електроенергії в Україні. За останні роки кількість вуглеводневої енергії у загальному обсязі виробництва електроенергії зменшилася, але вона все ще залишається значною.

Згідно з даними Державної служби геології та надр України, станом на 1 січня 2022 року, запаси вугілля становлять близько 28 млрд тонн. У 2021 році видобуто 25,4 млн тонн вугілля.

- Нафтогазова енергетика є важливою складовою енергетичного сектору України. За даними Державної служби геології та надр України, в країні є достатньо запасів нафти та газу, щоб задовольнити потреби країни щонайменше на кілька десятиліть. Основні газові родовища України знаходяться в Карпатському та Прикарпатському регіонах, на Поліссі та в Криму, а також є окремі родовища нафти, основними з яких є Прикарпатське, Закарпатське та Причорноморське родовища.

Останнім часом Україна спрямовує зусилля на диверсифікацію джерел газу та зменшення залежності від імпорту шляхом розвитку власного газового видобутку, використання скрапленого природного газу (СПГ) та розвитку альтернативних джерел енергії.

Нафтогазова промисловість України є однією з найбільш важливих галузей національної економіки і забезпечує значну частину виробництва електроенергії в країні. Державна компанія "Нафтогаз України" є ключовим гравцем на ринку газу в країні, а також займається видобутком нафти. Крім того, українські нафтогазові компанії активно працюють на зовнішньому ринку, зокрема, збільшують обсяги експорту природного газу та нафти.

Однак, в останні роки українська нафтогазова промисловість зіткнулася з рядом проблем. Зокрема, зменшення видобутку природного газу та нафти, старіюча інфраструктура, високі технічні втрати, відсутність інвестицій у розвиток нових родовищ та технологій.

Нафтова та газова промисловість України належать до найбільших у світі, але за останні роки сектори стали стикається зі значними проблемами.

Одна з головних проблем - це залежність України від імпорту газу з Росії. Це створює значні економічні та політичні ризики, які негативно впливають на розвиток країни. Україна проводить реформу газового

сектору з метою зниження залежності від імпорту газу та підвищення енергетичної ефективності.

Також в Україні є значні проблеми зі старіючою інфраструктурою та недостатньою інвестиційною привабливістю для іноземних інвесторів. Уряд України проводить програми підтримки інвестицій та модернізації інфраструктури з метою поліпшення ситуації.

Україна також активно працює над покращенням енергоефективності в будівництві та промисловості, що дозволить знизити споживання енергії та знизити витрати на неї.

Нафтогазова діяльність часто пов'язана зі забрудненням довкілля та конфліктами з місцевими жителями, які мають обурення щодо діяльності нафтогазових компаній.

Україна активно співпрацює з міжнародними партнерами, щоб вирішити ці виклики та забезпечити сталість нафтогазового сектору. Уряд України здійснює реформування нафтогазового сектору з метою збільшення конкуренції та прозорості, зниження залежності від імпорту газу, та забезпечення сталого розвитку.

Одним з ключових кроків реформування є розділення діяльності газових компаній на видобувну, транспортну та постачальницьку. Це дозволить збільшити конкуренцію та підвищити ефективність управління сектором.

Загалом, нафтогазова енергетика України має значний потенціал для розвитку та внесення вагомого внеску у економіку країни, але для цього необхідно вирішити багато викликів, пов'язаних з екологією, соціальними та економічними аспектами.

- Ядерна енергетика є однією з ключових галузей енергетики України. На сьогоднішній день в Україні діє чотири атомні електростанції, які забезпечують близько 55% виробництва електроенергії в країні.

Україна має чотири діючі ядерні електростанції: Запорізьку, Хмельницьку, Рівненську та Південно-Українську. Ядерна енергетика в Україні виробляє значну кількість електроенергії та є важливим елементом енергетичної системи. Планується модернізувати і розширити існуючі ядерні електростанції, а також розглядає можливість будівництва нових ядерних блоків.

Вплив ядерної галузі на економічну та енергетичну безпеку важко переоцінити. Роль, яку ядерна енергетика відіграє у створенні економічного зростання та створенні робочих місць, є важливою. За останні 3 роки пряма зайнятість у ядерній промисловості становила в середньому 45 000 робочих місць із сплатою податків до 11,5 млрд. грн.,

що становить приблизно 1,5% від загальних доходів державного бюджету України. Отже, чиста та доступна атомна енергетика є одним із ключових елементів енергетичної безпеки країни та потужним фактором підвищення конкурентоспроможності української економіки.[4]

Переваги ядерної енергетики полягають у тому, що вона є досить дешевою та економічно вигідною, а також дозволяє зменшити залежність від імпорту енергії. Крім того, ядерна енергетика є менш вуглецевою та забруднюючою навколишнє середовище, ніж традиційні джерела енергії, такі як вугілля та нафта.

Проте, ядерна енергетика також має свої недоліки та ризики, зокрема пов'язані з можливістю аварій та зберіганням радіоактивних відходів, які можуть бути небезпечними для людського здоров'я та довкілля.

Україна має на меті розвиток ядерної енергетики з дотриманням найвищих стандартів безпеки та екології. Уряд України планує збільшувати обсяг виробництва електроенергії на атомних електростанціях, а також розширювати експорт ядерної енергії до інших країн.

Для забезпечення безпеки ядерної енергетики в Україні, діє законодавство, яке вимагає відповідної сертифікації та інспекцій з боку відповідних органів. Уряд України також планує реалізувати проекти з розширенням та модернізацією існуючих атомних електростанцій, а також будівництвом нових атомних електростанцій з використанням сучасних технологій та устаткування.

Україна також активно співпрацює з міжнародними організаціями та країнами у галузі ядерної енергетики, зокрема з Міжнародним агентством з атомної енергії (МАГАТЕ) та Європейським Союзом.

Однак, як і у випадку з будь-яким іншим джерелом енергії, ядерна енергетика має свої ризики та недоліки, включаючи можливість аварій, нестачу матеріалів для виробництва ядерного палива, складність зберігання та утилізації радіоактивних відходів та інші.

Одним з найбільших ризиків є можливість аварії на атомній електростанції, як у випадку Чорнобильської катастрофи. Уряд України забезпечує проведення необхідних заходів щодо підвищення безпеки на атомних електростанціях та забезпечення належної підготовки персоналу.

Нижче можна побачити кількість електростанцій кожного виду по всій території країни.

Види електростанцій	Кількість	Відсоткове відношення (%)
Теплові	50	41,67
Вітрові	20	16,67
Сонячні	15	12,50
Гідроелектростанції	10	8,33
Ядерні	5	4,17
Біопаливні	10	8,33
Геотермальні	5	4,17
Загалом	120	100,00

Табл. 1.2. Види електростанцій

Загальною метою України є забезпечення стабільної та безпечної енергетичної системи країни, яка б враховувала потреби суспільства та природні ресурси. Для цього необхідно розвивати різноманітні джерела енергії, включаючи відновлювані джерела, та забезпечувати ефективне використання енергоресурсів.

1.3 Стан енергетики України на сьогодні

У 2014 році в Україні стався Майдан, який привів до зміни влади та загострення відносин з Росією. Це відобразилось на енергетичній галузі країни, оскільки Росія була головним постачальником газу для України. У 2014 році було підписано угоду про постачання газу з Європи, що зменшило залежність від Росії.

Однак, у 2014-2015 роках відбулися великі перебої з постачанням електроенергії через збій в роботі трансформаторів на електростанції в Криму, який належав Росії, але забезпечував електропостачання частини України. Це змусило шукати нові джерела енергії та підвищувати ефективність енергосистеми країни.

У 2017 році було прийнято закон про реформування енергетичного ринку України, який передбачає розділення виробництва, передачі та постачання електроенергії на окремі компанії, що сприятиме підвищенню ефективності та конкурентоспроможності енергетичного ринку.

В нижченаведеній таблиці можна побачити, як війна України та росії вплинула на енергетичний сектор України.

Аспекти впливу	Вплив на енергетичний сектор в Україні
Постачання газу	Зменшення постачання газу з Росії, шукання альтернативних постачальників, посилення розвитку власної газової інфраструктури
Транзит газу	Зниження транзиту газу через Україну з Росії, пошук альтернативних маршрутів транспортування газу
Постачання електроенергії	Ризик перебоїв у постачанні електроенергії з Росії, розширення власного виробництва та розвиток альтернативних джерел енергії
Вугільний сектор	Зміна постачання вугілля з Росії, диверсифікація джерел постачання, розвиток власного вугільного сектору
Ядерний сектор	Незалежність від російських постачань ядерного палива, розвиток власної ядерної інфраструктури та співпраця з іншими країнами
Регулятивна сфера	Зміни в регуляторному середовищі, перегляд енергетичних політик та стратегій, посилення енергетичної безпеки

Табл. 1.3. Вплив на енергетичний сектор України

На сьогоднішній день Україна активно розвиває відновлювані джерела енергії, зокрема сонячну та вітрову енергетику, а також робить кроки в напрямку енергоефективності та зменшення використання вугілля та інших некорисних джерел енергії. Також продовжуються роботи над модернізацією та розширенням існуючих енергоблоків та будівництвом нових енергетичних об'єктів.

Одним з основних викликів, з якими зіткнулася енергетика України, є нестача інвестицій в розвиток та модернізацію енергетичної галузі. Україна шукає шляхи для приваблення інвестицій, зокрема за допомогою проведення реформ, створення сприятливих умов для бізнесу та залучення іноземних інвесторів.

На сьогоднішній день, енергетична галузь України стикається з кількома проблемами, які впливають на її сталість, ефективність та розвиток. Основні проблеми, які можна виділити, включають наступне:

- Застаріла інфраструктура: Багато електростанцій та передавальних ліній в Україні є застарілими і потребують значних інвестицій для модернізації та підтримки. Це може впливати на надійність та ефективність енергетичної системи.

- Залежність від імпорту енергоресурсів: Україна має значну залежність від імпорту газу та інших енергетичних ресурсів, що створює ризики для енергетичної безпеки країни. Зменшення цієї залежності та розвиток власних відновлюваних джерел енергії стають важливими завданнями.

- Недостатня енергоефективність: В Україні існують значні можливості для покращення енергоефективності в будівництві, промисловості та громадському секторі. Недостатня увага до цього питання призводить до зайвих витрат енергії та забруднення навколишнього середовища.

- Висока забрудненість: Виробництво електроенергії з використанням вугілля та інших конвенційних джерел сприяє забрудненню довкілля. Необхідно активно працювати над переходом до екологічно чистих джерел енергії та розвитку відновлюваних джерел.

- Втрати енергії: Україна стикається зі значними втратами електроенергії під час транспортування та розподілу через застарілу інфраструктуру та технічні проблеми. Це призводить до економічних втрат та зайвого споживання енергоресурсів.

- Нестабільність енергетичного сектору: Політична та економічна нестабільність впливає на розвиток енергетичного сектору. Відсутність стабільної та прозорої енергетичної політики може створювати невизначеність для інвесторів та гальмувати розвиток галузі.

Усі зусилля в напрямку розвитку енергетики в Україні повинні бути спрямовані на забезпечення стабільного та ефективного функціонування енергетичної системи країни, а також на зниження негативного впливу на навколишнє середовище та підвищення енергоефективності.

Під час російсько-української війни в 2014 році та пізніше, енергетична система України зазнала серйозних труднощів. Окупація Криму та часткова блокада Донбасу призвели до втрати значної частини вугільних шахт та енергоблоків, які забезпечували роботу електростанцій на півдні країни. Крім того, Україна втратила контроль над деякими енергетичними об'єктами, зокрема гідроакумуючими електростанціями в Криму.

У цей час, Україна змушена була залежати від імпорту енергоресурсів, зокрема від Росії, що ставило питання безпеки енергозабезпечення країни. Уряд України прийняв низку заходів для забезпечення енергетичної безпеки країни, зокрема реформування енергетичного сектору, підвищення енергоефективності, залучення

інвестицій у розвиток відновлюваної енергетики та розширення енергетичної співпраці з країнами-партнерами.

Сучасна енергосистема України.

На сьогодні Об'єднана енергосистема України є одним з найбільших енергооб'єднань Європи, яке охоплює сім регіональних електроенергетичних систем (РЕЕС): Дніпровську, Західну, Кримську, Південну, Південно-Західну, Північну та Центральну, що взаємопов'язані системоутворюючими та магістральними лініями електропередачі (ЛЕП) 750 кВ і 330-500 кВ.



Рис. 1.4. принцип роботи ОЕС-У

До структури національної енергосистеми належать різні за типом електростанції, магістральні та розподільні мережі, розташовані на значній території та об'єднані загальним режимом виробництва, передачі та розподілу електричної та теплової енергії.

Режим роботи ОЕС України визначається на основі балансу виробництва та споживання електроенергії, ремонту електричних мереж та енергогенеруючого обладнання, а також можливості ліквідації надзвичайних ситуацій у випадку зупинки електроенергетичного обладнання на електростанціях та пошкодження магістральних ЛЕП. У вітчизняній енергосистемі працюють 413 виробників електричної енергії, з

яких сім – потужних енергогенеруючих компаній забезпечують близько 90% всього виробництва, 40 підприємств з передачі електроенергії місцевими (локальними) електричними мережами та 147 компаній з постачання електричної енергії.

16 березня 2022 року відбулась історична подія: українська енергосистема була остаточно від'єднана від свого радянського минулого – енергомережі росії та білорусі. На тлі російського військового вторгнення, більш ніж на рік раніше запланованого терміну, енергосистема України була повністю синхронізована з енергомережею континентальної Європи ENTSO-E. Відповідне рішення було ухвалено об'єднанням системних операторів ENTSO-E 11 березня 2022 року. Після синхронізації Об'єднана енергосистема України працює стабільно, частота підтримується на рівні 50 Гц.

Нижче на карті можна побачити, як Об'єднана енергосистема України розташована по території нашої держави.

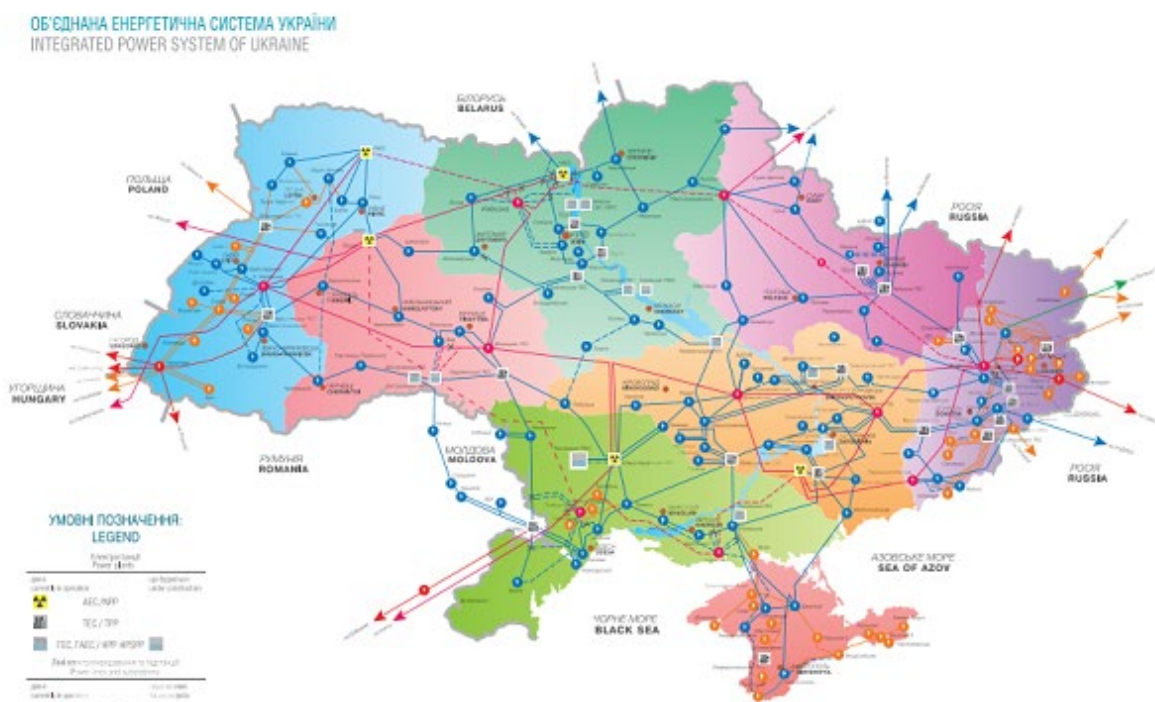


Рис. 1.5. ОЕС-У на карті

На 2022-2023 роки, енергетика України продовжує розвиватися та модернізуватися згідно зі стратегією енергетичного сектору до 2035 року. Зокрема, Україна працює над зменшенням використання вугільного палива та збільшенням використання відновлюваних джерел енергії.

Одним з ключових проєктів є будівництво енергетичного мосту між Україною та Європейським Союзом, що дозволить забезпечити інтеграцію

української енергетики з європейською системою та підвищити енергетичну безпеку країни. Україна також продовжує розвивати вітрову та сонячну енергетику, зокрема шляхом запуску нових електростанцій та підвищення їхньої потужності.

Крім того, Україна працює над забезпеченням енергоефективності та зменшенням споживання енергії у різних галузях економіки. Національна стратегія з енергоефективності передбачає зменшення використання енергії на 9% до 2025 року та на 25% до 2035 року порівняно з 2015 роком.

Зокрема, було зроблено значні кроки у напрямку розвитку сонячної та вітрової енергетики. Україна також стала більш активною у співпраці з Європейським союзом щодо підключення до європейських енергетичних мереж та диверсифікації джерел постачання газу.

Воєнний конфлікт на сході України також мав серйозний вплив на енергетичну інфраструктуру країни. Зокрема, були знищені електропередачі лінії та інші енергетичні об'єкти, що призвело до відключення електропостачання в багатьох населених пунктах. Уряд України вживав заходів для відновлення енергетичної інфраструктури на тимчасово окупованих територіях, а також для забезпечення електропостачання в зоні конфлікту.

Загалом, енергетична ситуація в Україні під час війни з Росією залишається складною, проте країна продовжує здійснювати реформи та забезпечувати енергетичну безпеку. Незважаючи на труднощі, Україна змогла збільшити виробництво електроенергії за рахунок розвитку вітрової та сонячної енергетики, а також за рахунок запуску нових енергоблоків на теплових та ядерних електростанціях.

Уряд України також активно співпрацює з міжнародними організаціями та державами-партнерами, щоб забезпечити допомогу у покращенні енергетичної інфраструктури та забезпеченні енергетичної безпеки країни.

Крім того, нестабільність на сході України продовжує створювати загрозу для енергетичної безпеки країни, зокрема через можливі атаки на енергетичну інфраструктуру та відключення електропостачання в зоні конфлікту.

Під час російсько-української війни постраждала енергетична інфраструктура, саме найбільших збитків енергетика зазнала під час обстрілів 11 вересня, 10-19 жовтня, 22 жовтня, 31 жовтня, 16 листопада, 13 листопада, 23 листопада, 5 грудня, 29 грудня 2022 року та 26 січня 2023 року. Після цих завданих масованих обстрілів на енергетичні об'єкти України, наша держава зіткнулася із значними проблемами із

електропостачання та вироблення електроенергії. Тому були задіяні адаптивні віялові графіки із відключення електропостачання в усіх областях України. особливо були жорсткими графіки в областях, в яких інфраструктура найбільше постраждала. Наразі стан енергетики в країні є складним і спостерігається дефіцит електроенергії, який частково покривається імпортом електроенергії із європейської енергосистеми, до якої ми підключилися.

Енергетична галузь в Україні має значний вплив на економічний розвиток країни в сучасних умовах. Ось кілька ключових аспектів, які слід враховувати:

Енергетична безпека: Надійність постачання енергії є важливою передумовою для сталого економічного розвитку. Україна, як країна з великим споживанням енергії, залежить від своїх внутрішніх енергетичних ресурсів та зовнішніх джерел енергії. Розвиток енергетичної галузі сприяє забезпеченню стійкого постачання енергії, зменшенню ризиків зупинки виробництва та зниженню залежності від імпорту енергоресурсів.

- Інфраструктура та промисловість: Розвиток енергетичної галузі вимагає великих інвестицій у будівництво та модернізацію енергетичної інфраструктури. Це стимулює розвиток будівельної та промислової галузей, сприяє створенню нових робочих місць та залученню інвестицій. Збільшення потужностей електростанцій, будівництво мереж передачі та розподілу енергії, розвиток виробництва обладнання та технологій — це всі приводи для росту промисловості та економіки.

- Розвиток відновлюваної енергетики: Відновлювана енергетика стає все більш важливою у сучасному світі, де зростає свідомість про екологічні проблеми та потребу в зменшенні залежності від вуглеводневих палив. Україна, яка має значний потенціал відновлюваної енергетики, зосереджує зусилля на розвитку сонячної, вітрової, гідроенергетики та інших джерел. Це сприяє створенню нових робочих місць, залученню інвестицій та зменшенню викидів шкідливих речовин у атмосферу.

- Енергоефективність: Покращення енергоефективності є одним з пріоритетних напрямків в енергетичній галузі. Застосування сучасних технологій та методів енергозбереження допомагає знижувати споживання енергії в промисловості, будівництві та громадських будівлях. Це призводить до зменшення енергетичних витрат підприємств, підвищення їх конкурентоспроможності та зниження витрат для населення.

- Інновації та дослідження: Енергетична галузь вимагає постійного розвитку та впровадження нових технологій. Інвестиції в наукові дослідження, розробку нових матеріалів, енергоефективних технологій та

систем управління є важливим чинником розвитку енергетичної галузі та стимулює інновації в інших галузях економіки.

Усі ці аспекти в сукупності сприяють створенню стійкої та ефективної енергетичної системи в Україні, яка підтримує економічний розвиток країни. Важливо зазначити, що енергетичний сектор потребує комплексного підходу, включаючи законодавчу підтримку, інвестиції, регулювання та співпрацю з іноземними партнерами для досягнення успіху в цій сфері.

1.4 Система енергоменеджменту енергетичної галузі

Система енергоменеджменту (Energy Management System, EMS) - це комплексна система, яка використовується для ефективного управління енергетичними ресурсами в організації або підприємстві. Її основна мета - забезпечити оптимальне використання енергії, знизити споживання енергії, зберегти ресурси і зменшити вплив на довкілля.

Система енергоменеджменту включає в себе наступні складові:



Табл. 1.4. Структура енергоменеджменту

1. Моніторинг: EMS забезпечує постійний збір даних про споживання енергії на різних рівнях, включаючи виробничі лінії, будівлі, підсистеми та обладнання. Це може включати вимірювання енергопотужності, витрат енергії, температури, вологості та інших

параметрів. Інформація, отримана з моніторингу, використовується для аналізу, контролю та оптимізації споживання енергії.

2. Аналіз та звітність: EMS обробляє накопичені дані та надає звіти щодо енергоспоживання, тенденцій, витрат та інших параметрів. Аналітичні інструменти дозволяють виявляти проблемні області, встановлювати показники ефективності та ідентифікувати можливості для зменшення споживання енергії.

3. Управління споживанням: EMS дозволяє встановлювати цілі та стандарти енергоефективності, контролювати виконання цих цілей та вживати заходів для їх досягнення. Вона може автоматично регулювати роботу обладнання, освітлення, систем опалення та кондиціонування повітря для забезпечення оптимального рівня споживання енергії.

4. Енергетичне планування: EMS допомагає визначити оптимальні стратегії споживання енергії, враховуючи фактори, такі як пікові навантаження, тарифи на енергію, екологічні обмеження та інші. Вона дозволяє встановлювати графіки роботи обладнання, розподілити навантаження та здійснювати прогнозування споживання енергії на основі історичних даних та аналітичних моделей.

5. Інтеграція та автоматизація: EMS може бути інтегрована з іншими системами управління, такими як системи автоматизації будівель, системи контролю доступу, системи моніторингу безпеки тощо. Це дозволяє забезпечити єдиноцільове управління енергетикою та забезпечити взаємодію між різними системами.

Для ефективного використання системи енергоменеджменту (EMS) і отримання максимальних переваг, слід враховувати наступні рекомендації:

- Планування та впровадження: Почніть з ретельного планування впровадження EMS. Визначте конкретні цілі і завдання, які ви хочете досягти за допомогою системи. Приділіть увагу аналізу потреб, визначенню вимог, вибору відповідних компонентів та інфраструктури.

- Відповідність потребам: При розробці EMS важливо врахувати специфіку вашої організації або підприємства. Переконайтеся, що система відповідає вашим конкретним потребам і завданням. Для цього може бути потрібно налаштування та модифікація системи з урахуванням особливостей вашого сектору.

- Комплексний підхід: EMS повинна охоплювати всі аспекти енергетичного управління в вашій організації. Вона повинна включати моніторинг, аналіз, планування, управління та звітність. Такий комплексний підхід дозволить вам здійснювати ефективне управління енергетичними ресурсами та досягати значних економічних переваг.

- Використання реального часу: Однією з ключових переваг EMS є можливість моніторити та управляти енергетичними процесами в режимі реального часу. Використовуйте цю можливість для швидкого виявлення проблем, реагування на них та вживання необхідних заходів. Вчасне реагування допоможе запобігти витратам та забезпечити оптимальне використання ресурсів.

- Залучення персоналу: Посиліть свою команду знаннями та навичками щодо використання EMS. Навчання персоналу допоможе їм ефективно користуватись системою, а також залучити їх до активного участі в енергоефективних процесах та виконанні поставлених цілей.

- Аналіз та оптимізація: Використовуйте дані, що надаються EMS, для проведення аналізу та оптимізації енергетичних процесів. Виявляйте можливості для зменшення споживання енергії, підвищення ефективності та зниження витрат. Постійно оновлюйте свої стратегії та процедури на основі результатів аналізу.

- Постійне вдосконалення: EMS - це не статична система, вона повинна розвиватись і вдосконалюватись з часом. Враховуйте нові технології, тенденції та інновації у сфері енергетики і впроваджуйте їх в систему. Постійне вдосконалення EMS допоможе забезпечити її актуальність і ефективність у довгостроковій перспективі.

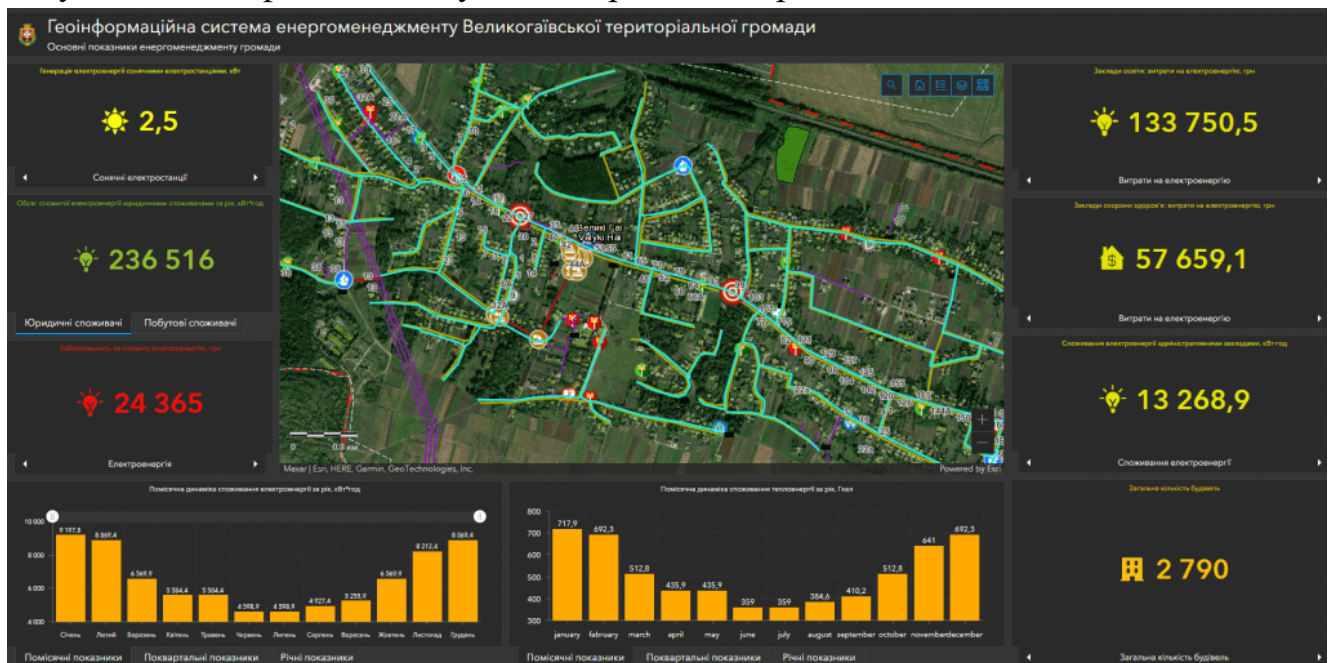


Рис. 1.6. Результат роботи системи енергоменеджменту Великогаївської територіальної громади

Розділ II. СУТНІСТЬ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ ГАЛУЗІ

2.1 Поняття ГІС, їх структура та функції

Геоінформаційні технології - це сукупність інструментів і методів збору, аналізу, інтерпретації, збереження, подання та використання географічних даних. Вони використовуються для збору, обробки, аналізу та подання геопросторової інформації на мапах, планах, 3д-моделях та інших географічних візуалізаціях. Геоінформаційні технології дозволяють аналізувати та розуміти взаємодію між людьми та природними ресурсами, просторові зміни в середовищі та розвиток інфраструктури. Застосування геоінформаційних технологій може бути корисним в багатьох сферах, таких як географія, геологія, екологія, архітектура, містобудування, землевпорядкування, транспорт, лісове господарство, сільське господарство, енергетика та інші.

Геоінформаційні технології включають в себе різні інструменти та методи, такі як:

- Географічні інформаційні системи (ГІС) - це програмні засоби для збору, обробки, аналізу та подання геопросторової інформації. ГІС зазвичай складається з бази даних, яка містить геопросторову інформацію, та інструментів для роботи з цією інформацією, таких як карти, таблиці, звіти, аналітичні інструменти.

Існує декілька думок відносно питання «Що таке ГІС?»

Перша версія така, що ГІС – це реальне застосування, що містить в собі апаратне забезпечення, дані, програмне забезпечення і людей, які необхідні для вирішення проблем.

Інша версія така, що ГІС – це тип програмного забезпечення, що продається розробниками (простіше кажучи, комп'ютерна програма).

«ГІС – це система апаратних засобів, програмного забезпечення і процедур, сприяюча управлінню, маніпулюванню, аналізу, моделюванню, представленню і відображенню геореференсних даних для вирішення комплексних проблем планування і управління ресурсами» [5].

ГІС – це універсальний інструмент дослідника. Функції просторового аналізу застосовується у більш, ніж 100 дисциплінах, що охоплюють більшість напрямків наукових і прикладних досліджень. ГІС також є чудовим засобом презентації результатів проведених досліджень.

ГІС – це не просто одна з сучасних інформаційних технологій. ГІС допомагає сформувати у людей новий погляд на світ, що забезпечує його

комплексне сприйняття і краще розуміння взаємозв'язків між його складовими. Це прогресивний образ мислення, спосіб пізнання навколишнього нас світу, інструмент, що допомагає перебудові нашого світогляду.

Сучасна ГІС – це інтегрована система комп'ютерного програмного забезпечення, даних та інформації про географічне (просторове) положення об'єктів, подій і взаємозв'язків між ними. ГІС використовується для взаємодії, управління і відображення географічної інформації.

Одним з наріжних каменів ГІС є здатність організувати і представити інформацію про територіальні об'єкти в інтуїтивно зрозумілому вигляді, що забезпечує користувачам ефективний доступ до важливих для них даних та можливість швидко отримати уявлення про реальний стан ситуації на цьому об'єкті.

За своїм призначенням ГІС поділяються на універсальні та спеціалізовані.

Універсальні ГІС можуть використовуватись практично в будь-якій сфері, надаючи користувачам певний базовий набір операцій по зберіганню та обробці растрових, векторних та матричних картографічних даних, доступ до інформації в базах даних та засоби по створенню власних спеціалізованих додатків. Універсальні ГІС здебільшого мають модульну структуру. Використання тих чи інших модулів дозволяє створювати на їх основі спеціалізовані системи.

Спеціалізовані ГІС вирішують завдання лише певної галузі. Вони мають спеціалізований набір інструментів, що краще задовольняє користувачів, яким потрібно вирішувати певне обмежене коло завдань. Такі ГІС створюються на платформі універсальних ГІС або як самостійні системи.

Структура ГІС:

- Апаратне забезпечення ГІС

Геоінформаційні системи базуються на певному наборі технічного обладнання, основними функціями якого є забезпечення роботи програмних ГІС-продуктів і допоміжних програм, збереження масивів цифрових даних, забезпечення збору і введення даних, представлення готової інформації. Комплекс електронних і електронно-механічних пристроїв, призначений для технічної підтримки працездатності ГІС, називається апаратним забезпеченням ГІС. Апаратне забезпечення (синоніми — апаратні засоби, апаратура, технічні засоби, hardware) — технічне устаткування геоінформаційної системи, що містить власне

комп'ютер і інші механічні, магнітні, електричні, електронні й оптичні периферійні пристрої чи аналогічні прилади, що працюють у складі апаратного комплексу або автономно, а також будь-які пристрої, необхідні для функціонування геоінформаційної системи (наприклад, GPS-апаратура, електронні картографічні прилади і геодезичні прилади). Загальна організація взаємозв'язку елементів апаратного забезпечення геоінформаційної системи називається архітектурою, сукупність функціональних частин — конфігурацією системи.

У наш час різними фірмами виробляються тисячі моделей різних комп'ютерів і периферійних пристроїв, кількість комплектуючих вузлів і деталей обчислюється десятками і сотнями тисяч. При плануванні архітектури ГІС і виборі конфігурації апаратного забезпечення слід орієнтуватися на характер розв'язуваних завдань, вимоги програмного забезпечення, методи обробки й обсяги даних, що циркулюють у системі даних.

Залежно від призначення і масштабу ГІС апаратне забезпечення може мати різні функціональні групи пристроїв. Для простих настільних ГІС кінцевого користувача досить звичайного офісного комп'ютера з принтером, багатофункціональні корпоративні ГІС можуть налічувати десятки робочих місць з різними периферійними пристроями, об'єднаних у єдину обчислювальну мережу з керованим доступом. Для виконання деяких технологічних операцій введення чи представлення даних у середовищі ГІС розробляються унікальні апаратні пристрої вартістю в десятки і сотні тисяч доларів США.

У той самий час основна частина бюджетних ГІС-проектів орієнтована на використання стандартних комп'ютерів і периферійних пристроїв. У зв'язку з особливостями організаційної структури ГІС апаратне забезпечення прийнято поділяти на три основні групи:

- 1) пристрої обробки і збереження даних (власне комп'ютери)
- 2) пристрої збору і введення даних
- 3) пристрої візуалізації і представлення даних.[6]

Від організації взаємодії і технічних характеристик різних пристроїв залежить ефективність роботи геоінформаційної системи в цілому. Узагалі ГІС характеризуються підвищеними вимогами до технічних характеристик комплектуючих вузлів комп'ютерів і периферійних пристроїв. Зокрема, спеціальні вимоги висувають до апаратної підсистеми збору і введення просторових даних, у якій використовуються спеціалізовані прилади. Особливі вимоги також висуваються до підсистеми виведення даних — необхідність друку великоформатних повнокольорових карт зумовила

необхідність створення спеціального класу друкувальних периферійних пристроїв.

- Програмне забезпечення ГІС

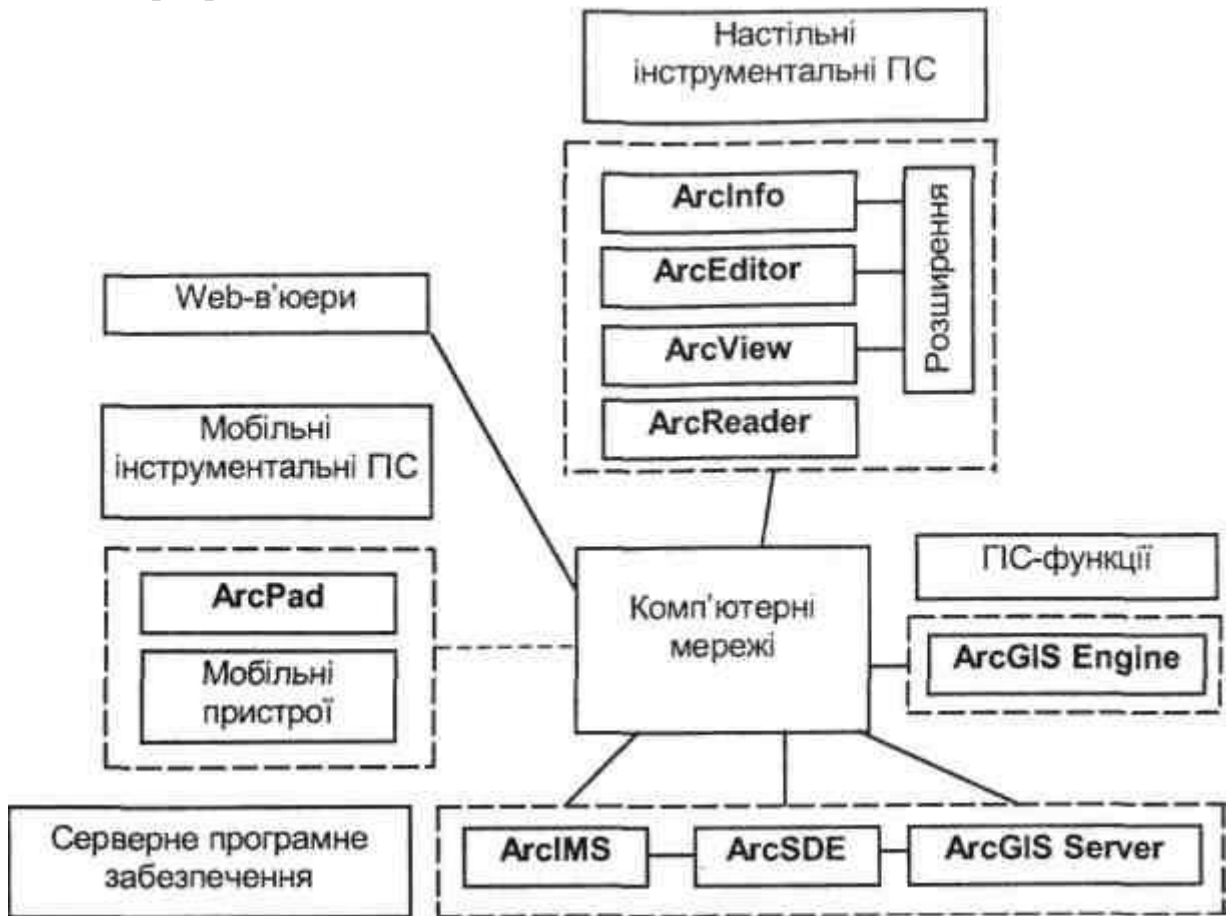


Рис. 2.1 ПЗ ГІС

Програмні засоби, призначені для роботи з просторовими даними, представляють в наш час достатньо різноманітний і такий що постійно розширяється сегмент комп'ютерного ринка програмного забезпечення, в якому можна виділити:

- векторизатори растрових зображень;
- пакети обробки даних інженерно-геодезичних вишукувань та інженерного проектування;
- програмні засоби обробки даних дистанційного зондування;
- пакети просторового аналізу і моделювання;
- довідково-картографічні системи;
- ГІС-в'юери;
- інструментальні ГІС (ГІС-пакети),

Векторизатори растрових зображень – ПЗ для виконання растрово-векторного перетворення (векторизації) просторових даних Цей клас

продуктів пов'язаний зі створенням цифрових карт, в тому числі і для геоінформаційних систем, на основі відсканованих растрових зображень. З відносно недорогих і достатньо ефективних векторизаторів відзначимо пакети Easy Trace (Easy Trace Group, Росія) і MapEdit (АТ "Резидент", Росія), а також пакет Digitals, розроблений в державному науково-виробничому підприємстві «Геосистема» (м. Вінниця, Україна).

Пакети обробки даних інженерно-геодезичних вишукувань та інженерного проектування призначені для автоматизації обробки даних інструментальної геодезичної зйомки місцевості і інженерного проектування в житловому, промисловому і транспортному будівництві і представляють специфічний напрям в геоінформатиці, який називають "геоінженерною інформатикою". Серед програмних пакетів цієї групи назвемо продукти фірми Autodesk, світового лідера в розробці систем автоматизованого проектування (САПР/CAD), програмні пакети Autodesk Survey, Autodesk Land Desktop, Autodesk Civil Design, створені на платформі пакету AutoCAD; також основані на програмній платформі AutoCAD програмні комплекси GEO+CAD і Geoni CS, розроблені в Україні (компанія "ГЕОКАД", АТ "Аркада" і НПП "Геоніка", м. Київ), програмні пакети CREDO(фірми "Кредо Діалог", Республіка Білорусь) і ін.[7]

ПЗ обробки даних дистанційного зондування – це пакети обробки зображень, забезпечені залежно від ціни різним математичним апаратом, що дозволяє проводити операції зі сканованими або записаними в цифровій формі знімками поверхні Землі. Це досить широкий набір операцій, починаючи зі всіх видів корекції (оптичної, геометричної), через географічну прив'язку знімків аж до обробки стереопар з видачею результату у вигляді актуалізованого топоплану. Найвідоміші представники: ERDAS Imagine (США), ER Mapper (Австралія), серія продуктів Intergraph (США) і TNT Mips (США).

До групи пакетів просторового аналізу і моделювання можна віднести програмні пакети, призначені для реалізації визначеного, зазвичай тематичного, набору процедур аналізу просторових даних. Це, перш за все, пакети геостатистичного аналізу і моделювання такі, як Surfer (США), Gstat (Нідерланди), GST (Росія) та ін., і пакети картографічної алгебри, такі, як Map Analysis Package, MAP і його модифікації (США). Віднесення до цієї групи пакетів прикладних програм, що просторово реалізують гідрологічні, гідрогеологічні, екологічні та інші конкретні задачі, як це іноді робиться, є некоректним.

Довідково-картографічні системи – це закриті відносно формату і адаптації оболонки і бази даних програмно-інформаційні комплекси, що містять механізми запитів до картографічної і атрибутивної інформації і засоби її відображення. Користувач, як правило, позбавлений можливості зміни також і даних. До цього класу відносять так звані електронні або цифрові карти великих міст, наприклад, Києва, Одеси, Харкова, Москви, окремих країн, а також цифрові атласи окремих країн або миру (Цифровий атлас України, Digital Chart of the World, New Millennium та ін.).

ГІС-в'юери (від англійського viewer – переглядач; пишеться також “в'ювер”) – це порівняльно недорогі пакети з обмеженою можливістю редагування даних, призначені в основному для візуалізації і виконання запитів до баз даних, у тому числі і графічних, підготовлених у середовищі інструментальних ГІС. Як правило, всі розробники повнофункціональних інструментальних ГІС пропонують і ГІС-в'юери: ArcReader, ArcExplorer (ESRI, США), WinCAT (Simens Nixdorf, Німеччина) та ін.

Програмні засоби ГІС є сукупністю більшою чи меншою мірою інтегрованих програмних модулів, що забезпечують реалізацію *всіх основних функцій* ГІС. У загальному випадку виділяють шість базових модулів, що реалізують функції:

- 1) введення і верифікації даних;
- 2) зберігання і маніпулювання даними;
- 3) перетворення систем координат і трансформації картографічних проєкцій;
- 4) аналізу і моделювання;
- 5) виведення і представлення даних;
- 6) взаємодії з користувачем.

Якщо врахувати ту обставину, що основним видом «даних» в геоінформаційних системах є просторово-розподілена інформація, з аналізу перелічених базових модулів ГІС стає зрозумілим, що програмне забезпечення ГІС є дуже специфічним і не дублюється (за винятком, мабуть, останнього модуля) традиційним програмним забезпеченням (ПЗ) комп'ютерів. Реалізація перелічених вище функцій зажадала розробки спеціалізованого програмного забезпечення. З 80-х років минулого століття спеціалізоване програмне забезпечення, що дозволяє виконувати розробку географічних інформаційних систем для конкретних територій і експлуатувати їх, відоме під назвою комерційних ГІС-пакетів, або інструментальних ГІС.

Сьогодні комерційне програмне ГІС-забезпечення складає помітну і дуже динамічну частину світового ринку програмного забезпечення. За

даними американської компанії Daratech, загальні продажі програмного ГІС-забезпечення в 2001 році перевищили 1 млрд американських доларів. При цьому зростання продажів за рік склало 14,3%. Виробниками програмних засобів ГІС, що лідирують в світі, є комерційні фірми США – комерційний Інститут досліджень систем навколишнього середовища (Environmental System Research Institute або ESRI Ltd.) (розробник пакетів ARC/INFO, ArcViewGIS, сімейства пакетів ArcGIS) – в 2001 р. поставив свої ГІС-продукти на суму \$371,5 млн, що склало 34,6% загальносвітових; компанія Intergraph (розробник пакетів MGE, GeoMedia/GeoMediaPro і ін.) – \$134,1 млн, або 12,5%; фірма Autodesk (розробник пакетів AutoCAD, AutodeskMap та ін.) – \$70,7 млн, або 6,6%; компанія GE Network Solutions (підрозділ американської General Electric Company, яка з 2000 р. є власником відомої англійської ГІС-компанії Smallworld – одного з піонерів геотехнологій в Європі, розробника повнофункціональної інструментальної ГІС – Smallworld GIS) – \$72,3 млн, або 6,7%; компанія Mapping Information Systems Corporation (розробник пакета Map Info Professional та ін.) – \$61,7 млн, або 5,7%; компанія Leica Geosystems – \$68,2 млн або 6,4% (з урахуванням пакетів ERDAS і LHSystems). Відомими в світі також є програмні продукти фірм Siemens-Nixdorf, Німеччина (пакет SICAD), PROGIS, Австрія (пакет WINGIS), PC Raster Environmental Software, Нідерланди (пакет PC Raster) і ряду інших.

У наш час загальна кількість комерційних ГІС-пакетів в світі вимірюється багатьма десятками. Проте якщо говорити про найвідоміші і широко застосовувані комерційні ГІС-пакети, то їх кількість може бути обмежена десятьма-п'ятнадцятьма. Світовими лідерами програмного ГІС-забезпечення є пакети фірми ESRI (ARC/INFO, ArcView GIS і сімейство пакетів ArcGIS), пакет Map Info Professional і пакет Idrisi (розроблений в університеті Кларка, США). Безумовними лідерами ринку програмного ГІС-забезпечення в Україні є комерційні ГІС-пакети фірм ESRI і Mapping Information Systems Corporation (США).

Довгий час комерційні ГІС-пакети було прийнято поділяти на дві категорії, орієнтуючись, головним чином, на апаратну платформу, для запуску на якій вони були розраховані, – на професійні ГІС-інструментальні та ГІС настільного (desktop) типу. Перші запускалися на робочих станціях чи великих комп'ютерах (мейнфреймах) і характеризувалися, як правило, розвинутими аналітичними можливостями (наприклад, ARC/INFO, MGE, GRASS), другі – на персональних комп'ютерах і мали дуже обмежені можливості щодо аналізу даних. Основне призначення останніх (наприклад, пакетів PC ARC/INFO, MGE

PC-1, ArcView, GeoDraw/GeoGraph). – забезпечення робочого місця для цифрування карт, їх редагування, перегляду і виконання різного роду маніпуляцій з картографічними шарами, не потребуючих значних ресурсів.

Ця класифікація використовується і сьогодні, однак останніми роками – у зв'язку із колосальним прогресом можливостей персональних комп'ютерів - розходження між ними і робочими станціями суттєво зменшилось. Якщо також узяти до уваги істотне зниження цін на персональні комп'ютери, стає зрозумілим повсюдне використання їх останніми роками як серверів і у зв'язку з цим перехід професійних ГІС-пакетів на Windows-платформу (як правило, Windows NT, 2000, XP). Таким чином, розходження і в апаратних, і в програмних платформах інструментальних ГІС практично зникло.

Однак розходження між пакетами, обумовлене їх можливостями, у першу чергу до аналізу і моделювання просторових даних, зберігається, незважаючи на зростаючі аналітичні можливості настільних інструментальних ГІС. Тому, як і раніше, можна говорити про повнофункціональні професійні ГІС-інструментальні та ГІС настільного типу. Але окремі спеціалізовані можливості останніх не поступаються, а в деяких випадках перевищують відповідні можливості повнофункціональних ГІС.

До категорії настільних інструментальних ГІС з деякою умовністю можна віднести програмні пакети, призначені для аналізу просторових даних і просторово-часового моделювання, у тому випадку, якщо такі пакети в додаток до універсальних аналітичних мають достатньо розвинені можливості щодо маніпулювання просторовими даними і їх представлення, тим більше, що в процесі свого розвитку вони і за формальними ознаками переходять в цю категорію. Це такі пакети, як IDRISI(США), який до останньої версії називався розробниками «растрова система аналізу просторової інформації і обробки зображень», PC Raster (Нідерланди) – система моделювання навколишнього середовища, Relief Processor (Україна) – пакет моделювання і аналізу рельєфу. Остання версія пакета IDRISI(2004р.) –IDRISI Kilimanjaro вже має офіційну назву “пакет ГІС і обробки зображень”.

Відзначимо також, що можлива також класифікація інструментальних ГІС і за іншими ознаками, наприклад, за програмною платформою – на працюючі під операційними системами MS DOS, Windows, UNIX або Linux, за моделлю бази даних – на растрові і векторні, за вартістю – наприклад, понад 30 тис. доларів США, від 30 до 4 тис.

доларів, від 4.0 до 2.5 тис. доларів і менше 2.5 тис. Доларів і іншим показникам.[8]

- Вихідні дані для ГІС

Введення даних є обов'язковою операцією, необхідною для функціонування ГІС. Для різних типів даних розроблені спеціальні технології введення, що відповідають функціональним можливостям, включеним до складу програмного ГІС-забезпечення, розроблені спеціалізовані периферійні пристрої.

Як вихідні матеріали, з яких виконується введення даних у ГІС, у наш час використовуються:

- топографічні карти;
- загальногеографічні карти різного тематичного змісту;
- архітектурні плани і плани землевпорядкування;
- дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ);
- матеріали польової інструментальної зйомки;
- стандартні статистичні звітні форми в паперовому й електронному поданні;
- текстові джерела, фотографії й ілюстрації;
- рукописні карти і тексти.

Залежно від типу джерел вхідних даних застосовуються різні технології введення даних. У першу чергу розділяються методи введення просторових і атрибутивних даних, для чого розроблені різні види графічних і табличних редакторів. Залежно від виду і якості вхідних матеріалів можуть використовуватися методи ручного або автоматизованого введення.

Основний вплив на вибір джерел даних і технологію їхнього введення чинить сфера застосування оброблюваної в ГІС інформації. Залежно від цілей роботи розрізняються вимоги до просторової і семантичної точності вхідних даних, часу їх збирання (створення), методів попередньої підготовки і формалізації даних. Наприклад, вхідні дані, придатні для створення електронного або паперового атласу адміністративної області, не можуть без додаткової підготовки використовуватися для створення системи земельного кадастру, де вимоги до точності вимірювання довжин і площ об'єктів у кілька разів вищі. Для систем, що моделюють природні або суспільні процеси, також необхідні особливо підготовлені й описані блоки даних, отриманих як зі стародавніх рукописних текстів, так і за допомогою найсучасніших систем збору інформації з космосу. На технологію збору і введення даних також впливають методи подальшого аналізу і подання підсумкової інформації.

Введення даних, незважаючи на впровадження автоматизованих технологій, як і раніше, залишається найбільш складною і трудомісткою операцією при створенні і функціонуванні ГІС. Найбільш часто використовуються технології сканування паперових картографічних матеріалів, геометрична корекція сканованого зображення для усунення просторових похибок, цифрування паперових або сканованих карт із використанням ручної або напівавтоматизованої технології розпізнавання картографічних об'єктів.

За оцінками різних експертів, вартість введення даних може досягати 80% вартості всього ГІС-проекту, включаючи вартість апаратних засобів і зарплати висококваліфікованого персоналу. Помилки і пропуски, допущені при введенні даних, можуть призвести до перекручування інформації на наступних етапах її обробки і цілком знецінити кінцевий результат. Тому перед введенням даних виконується оцінка інформаційних потреб системи на всіх етапах її функціонування, підбираються джерела даних, улаштовується перелік інформаційних об'єктів, створюються їх докладні формалізовані описи, розробляється план послідовного цифрування. Обов'язковим елементом введення даних є вибіркового або повний контроль точності і повноти введення. [9]

Основні принципи та функції геоінформаційних даних включають:

- Управління даними ГІС. Включає в себе процеси збирання, зберігання, оновлення та обробки геоінформаційних даних. Ці процеси забезпечують правильне та ефективно використання даних у ГІС та можуть в себе включати наступні етапи:

- Збирання даних — це процес отримання геоінформаційних даних від різних джерел, таких як картографічні матеріали, аерознімки, супутникові знімки, GPS-спостереження тощо.

- Організація даних — це процес, що передбачає створення структури даних у ГІС, наприклад, створення баз даних для зберігання векторних та растрових даних, опис даних у метаданих тощо.

- Перевірка та очистка даних — це процес перевірки та виправлення помилок у даних, таких як неправильні географічні координати, невідповідність даних тощо.

- Оновлення даних — це процес, що передбачає додавання нових даних до існуючої бази даних ГІС та виправлення існуючих даних.

- Аналіз даних — це процес, що передбачає використання існуючих даних для розв'язання різних геоінформаційних задач, наприклад, аналізу маршрутів, планування використання земель тощо.

- Захист даних — це процес, що передбачає захист геоінформаційних даних від несанкціонованого доступу та пошкодження.

- Розвиток моделей у ГІС

У ГІС моделювання використовується для прогнозування різних подій та процесів на підставі географічних даних. Розвиток моделей у ГІС можна розділити на кілька етапів:

- Створення теоретичної бази — це етап, на якому формується теоретична база моделювання, яка відображає фізичні та географічні закономірності, що визначають процес, який моделюється.

- Вибір методів моделювання — це етап, на якому визначаються методи та алгоритми, які будуть використовуватися для моделювання. Наприклад, для моделювання розповсюдження забруднюючих речовин можуть використовуватися методи математичної моделі, гідродинамічні моделі тощо.

- Збір та аналіз даних — це етап, на якому збираються географічні дані та аналізуються їхні параметри.

- Розробка моделей — це етап, на якому розробляються самі моделі. Розробка моделей може здійснюватися відповідно до теоретичної бази, використовуючи методи та алгоритми, визначені на попередньому етапі.

- Тестування та апробація моделей — це етап, на якому перевіряється ефективність та точність моделей. Моделі тестуються на різних наборах даних та порівнюються з реальними спостереженнями.

- Використання моделей — це етап, на якому моделі використовуються для прогнозування та аналізу різних подій та процесів. Моделі можуть бути використані для вирішення різних задач, наприклад: прогнозування навколишнього середовища та змін клімату, аналіз ризиків природних катастроф, планування міського благоустрою та розвитку транспортної інфраструктури, управління природними ресурсами, прогнозування розвитку ринків та економіки на різних територіях.

- Дистанційне зондування - це процес збору та аналізу інформації про об'єкти на Землі, що триває без прямого контакту з ними. Для збору даних про об'єкти на Землі використовують різноманітні супутники, літаки та інші аерокосмічні платформи.

Основним засобом збору даних у дистанційному зондуванні є візуалізація різних електромагнітних хвиль, що випромінюють об'єкти на Землі. Ці хвилі можуть бути видимими світлом, інфрачервоним випромінюванням, радіохвилями та іншими.

Дистанційне зондування дозволяє зібрати більший обсяг інформації про землю та її околиці, включаючи детальну інформацію про клімат, ліси, агрокультуру, водні ресурси, геологічні формації та інші природні та антропогенні об'єкти. Ця інформація може бути використана для вивчення кліматичних змін, моніторингу забруднення довкілля, планування міського розвитку, контролю за діяльністю сільського господарства та інших цілей.

Системи дистанційного зондування Землі тісно пов'язані із системами супутникового зв'язку, оскільки використовують однакову технологію передачі інформації на Землю, мають схожу структуру носіїв. Системи ДЗЗ у деяких випадках використовують супутники систем зв'язку для передачі інформації на наземні комплекси.[10]

Дистанційне зондування також є інструментом для наукових досліджень і в дослідженнях галузей географії, геології, біології, екології та інших галузях наук. Крім того, ця технологія дозволяє виявляти та передбачати небезпеки, пов'язані з природними катастрофами, такими як урагани, повені та землетруси.

В цілому, дистанційне зондування є дуже важливим інструментом для дослідження та моніторингу Землі та її околиць, що дозволяє отримати цінні відомості для прийняття рішень у різних галузях.

- Глобальні позиційні системи (GPS) - це система супутникової навігації, яка дозволяє визначати точне місцезнаходження об'єктів на поверхні Землі.

GPS складається з мережі супутників, що обертаються навколо Землі, земної станції керування та приймачів GPS, які встановлюють на транспортні засоби, смартфони та інші прилади. Кожен супутник GPS передає сигнали, які містять інформацію про час і місцезнаходження супутника. Приймач GPS отримує ці сигнали і використовує їх для визначення свого місцезнаходження, використовуючи математичні алгоритми, що враховують різницю у часі, потрібну для того, щоб сигнал досяг приймача з різних супутників. GPS використовується в різних галузях, включаючи транспорт, авіацію, сільське господарство, геологію та інші науки. Він також використовується в особистих приладах, таких як смартфони та навігатори, для визначення місцезнаходження та навігації.

- Веб-карти - це інтерактивні карти, доступні через Інтернет. Вони можуть містити різні шари інформації, які можна відобразити чи приховати за потребою.

Вони можуть бути використані для візуалізації географічних даних, включаючи місцезнаходження різних об'єктів, таких як будівлі, дороги, ріки, гори, ліси, рослини та тварини. Веб-карти можуть бути статичними

або інтерактивними. Статичні веб-карти - це зображення карти, які не містять можливості взаємодії з користувачем. Інтерактивні веб-карти, натомість, дозволяють користувачам змінювати масштаб, відображувати різні типи даних на карті, збільшувати або зменшувати регіони і виконувати різні інші дії. Веб-карти використовуються в різних галузях, включаючи туризм, нерухомість, науку про клімат, науку про землю, географію та інші галузі. Вони допомагають користувачам зорієнтуватися на незнайомих територіях, знаходити місця для відпочинку та розваг, визначати місцезнаходження певних об'єктів та вирішувати інші проблеми, пов'язані з географічними даними.

- 3D-моделювання - це метод створення тривимірних моделей об'єктів, місцевості чи будівель. Він використовується для аналізу та візуалізації реальних об'єктів віртуальними засобами.

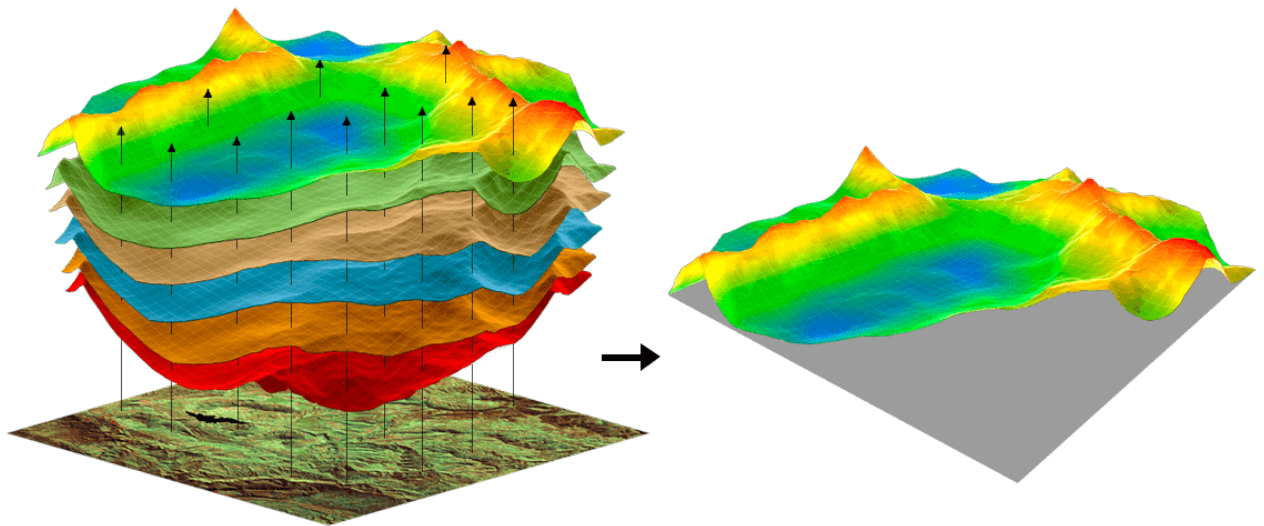


Рис. 2.2 3-D моделювання в ГІС

Це дає можливість візуалізувати різні географічні дані в тривимірному просторі, що дозволяє більш точно оцінювати та аналізувати географічну інформацію. 3D-моделі можуть бути створені з використанням різних джерел даних, таких як лідарні дані, супутникові зображення, фотографії та інші геодані. 3D-моделі можуть бути використані для аналізу топографії, прогнозування повеней, проектування міст та інших інженерних споруд, оцінки впливу будівництва на навколишнє середовище та інших завдань. 3D-моделі можуть бути інтерактивними, що дозволяє користувачам взаємодіяти з моделлю та

виконувати різні операції, такі як збільшення або зменшення масштабу, додавання або видалення об'єктів та інші. Окрім того, 3D-моделі можуть бути використані для створення візуально привабливих та динамічних презентацій та відео, що демонструють географічну інформацію в тривимірному вигляді. 3D-моделювання може відбуватися на різних рівнях деталізації, в залежності від потреб користувачів та доступності вхідних даних. Наприклад, при використанні лідарних даних можна створити високо деталізовану 3D-модель з точністю до кілох сантиметрів. Однак, якщо використовуються менш точні джерела даних, такі як супутникові знімки, модель може бути менш деталізованою. Для створення 3D-моделей в ГІС використовуються різні програмні засоби, наприклад, ArcGIS, QGIS, Blender та інші. Вони мають різні можливості та функціональність, які дозволяють створювати, редагувати та візуалізувати 3D-моделі на основі геоданих. 3D-моделювання в ГІС є потужним інструментом для розуміння географічної інформації та вирішення різноманітних геопроблем. Візуалізація геоданих в тривимірному просторі дозволяє краще розуміти залежності та взаємодії між різними елементами середовища та їх вплив на навколишнє середовище.

- Геодезичні вимірювання - це процес визначення географічних координат точок на Землі, використовуючи геодезичні інструменти та методи. Геодезичні вимірювання використовуються в різних галузях, таких як будівництво, транспорт, картографія, екологія та інші. Вони допомагають вирішувати різноманітні завдання, такі як визначення меж земельних ділянок, проектування доріг, залізниць та інших інженерних споруд, створення кадастру території, вивчення змін клімату та природних катастроф та багато іншого. Для проведення геодезичних вимірювань використовуються різні інструменти, такі як теодоліти, нівеліри, геодезичні призми, GPS-приймачі та інші. Вимірювання можуть бути проведені на поверхні землі, в повітрі та воді. Отримані результати геодезичних вимірювань зазвичай оброблюються в ГІС, що дозволяє їх використання для подальшого аналізу та планування.

- Геоматика - це сфера знань, що поєднує в собі геодезію, картографію, географію, геоінформатику та супутникову телекомунікацію для збору, аналізу та використання геопросторової інформації. Геоматика охоплює різноманітні галузі, такі як картографія, навігація, транспорт, будівництво, енергетика, лісове господарство, сільське господарство, екологія, геологія та інші. Вона дозволяє збирати, обробляти та аналізувати геопросторові дані, що дає можливість вирішувати складні задачі та приймати обґрунтовані рішення. До головних інструментів

геоматики входять геоінформаційні системи (ГІС), глобальні навігаційні системи (GPS), аерофотозйомка, лазерне сканування, супутникове зображення та інші. За допомогою цих інструментів можна створювати цифрові карти, моделі рельєфу, мапи зонування, планувати інфраструктуру та транспортні мережі, моніторити стан довкілля та природних ресурсів, прогнозувати наслідки природних катастроф та інших небезпек. Геоматика є важливим інструментом у багатьох сферах нашого життя і відіграє значну роль у забезпеченні сталого розвитку суспільства.

- Геоінформаційний аналіз - це процес використання геопросторової інформації з метою отримання нових знань та розуміння географічних явищ та процесів. Геоінформаційний аналіз може включати в себе різні методи та техніки, такі як статистичний аналіз, просторовий аналіз, моделювання та візуалізацію даних. Він дозволяє виявляти залежності між географічними об'єктами, розробляти прогнози та моделі, а також приймати обґрунтовані рішення на основі геопросторової інформації. Наприклад, геоінформаційний аналіз може бути використаний для дослідження змін клімату та їх впливу на розподіл рослинності та тваринного світу, оцінки ризику наводнень або лісових пожеж, розробки планів містобудування та іншого. Застосування геоінформаційного аналізу дозволяє ефективніше вирішувати складні географічні проблеми та забезпечувати стале розвиток територій.

2.2 Використання геоінформаційних технологій в різних аспектах енергетики

На сьогодні географічні інформаційні системи (ГІС), які зародились декілька десятків років тому, не просто оцифровані карти. Сьогодні ГІС – це засіб управління, комунікації, аналізу, інтеграції даних та підтримки рішень [11]. Геоінформаційні системи в електроенергетиці давно набули поширення і отримали статус інфраструктурної технології. Це пов'язано з тим, що майже вся інформація, яка використовується на електроенергетичних підприємствах, має просторову прив'язку у зв'язку з географічно розподіленою природою електричних мереж та інфраструктури [12, 13]

Для управління підприємствами енергетичної галузі необхідна детальна інформація щодо локалізації та стану їх об'єктів. Для досягнення цієї мети необхідно регулярно здійснювати інспекцію та збирати точні просторові дані про об'єкти. Тому необхідна інформаційна система, що буде спроможна допомогти менеджерам компанії у прийнятті рішень на

всіх етапах управління підприємством. Сьогодні досягнення в області дистанційного зондування та ГІС надають різноманітні інструменти для підтримки прийняття рішень у сфері управління електроенергетикою. Розкриття потенціалу використання ГІС-технологій в електроенергетиці, в тому числі, з огляду на зміни, що відбуваються в світовій енергетиці з впровадженням ініціативи Smart Grid, є важливим практичним завданням в контексті модернізації національної енергосистеми.

Методики використання ГІС в електроенергетиці найповніше описані в праці «Empowering Electric and Gas Utilities with GIS» Білла Міхана [14], директора напрямку електроенергетики та житлово-комунального господарства (ЖКГ) компанії ESRI. Дана праця детально висвітлює, як здійснювати моделювання об'єктів енергетики та газової промисловості за допомогою технологій бази даних ESRI, реалізованих в сімействі продуктів ArcGIS. Ця тематика зустрічається також в роботах А. А. Секніна, Д. Сергієнко [15, 16]. Автори акцентують увагу на таких напрямках використання ГІС в енергетиці: управління активами енергетичної компанії; проектування нових мереж та реконструкції старих; аналіз якісних та кількісних характеристик мережі; управління земельними активами, що відведені під об'єкти електроенергетики, в тому числі смугами відчуження траси ЛЕП; вибір майданчику для будівництва нових об'єктів; логістика; оцінка енергетичного ринку; моніторинг несприятливих погодних явищ та їх вплив на об'єкти електроенергетики. Енергетика є найважливішою складовою економіки, ключовим фактором забезпечення життєдіяльності держави. Управління в сфері електроенергетики потребує використання інноваційних інформаційних технологій, що повинні забезпечити його високу ефективність. В світовій практиці ГІС зарекомендували себе як потужний інструмент для інтелектуального аналізу енергосистем та бізнес аналітики. Компанія ESRI, лідер на ринку ГІС-технологій, має багатий досвід впровадження геоінформаційних систем в ІТ-архітектуру енергетичних компаній, і вже розробила спеціальний програмний модуль для енергетики на основі ГІС — ArcGIS for Electric. Такі іноземні енергетичні компанії як KEPSCO, GTC, Dong Energy успішно користуються цими програмними модулями. Проаналізувавши їх досвід, розглянемо напрями інтеграції ГІС-технологій у систему менеджменту енергетичної компанії. ГІС можуть використовуватися майже в усіх службах, відділах та департаментах енергетичної компанії. Більшість компаній функціонують за єдиним алгоритмом (життєвим циклом), який включає наступні процеси:

планування, управління активами, проектування нових об'єктів та реконструкція старих, будівництво ЛЕП. [16]

- Розрахунок потенціалу відновлювальних джерел енергії за допомогою ГІС передбачає використання геоданих та спеціального програмного забезпечення, що дозволяє оцінити можливість використання відновлювальної енергії в конкретній місцевості. Для цього використовуються такі дані:

- Картографічні дані: цифрові карти, аерофотознімки, супутникові знімки та інші геодані, що дозволяють визначити геоморфологічні, гідрологічні та інші особливості місцевості.

- Дані про клімат: середня температура повітря, кількість сонячної радіації, рівень опадів та інші дані, які впливають на використання відновлювальних джерел енергії.

- Дані про інфраструктуру: інформація про наявність доріг, електромереж, транспортних вузлів та іншої інфраструктури, яка може використовуватись для розвитку відновлюваної енергетики.

- Дані про потреби в енергії: інформація про енергоспоживання, попит на електроенергію та інші дані, які дозволяють визначити потенційний попит на енергію в конкретному регіоні.

На основі цих даних, за допомогою ГІС, можуть бути розраховані такі параметри:

- Потужність вітрових електростанцій: за допомогою спеціальних алгоритмів визначається швидкість вітру, його частота та інші параметри, що дозволяють оцінити потужність вітрових електростанцій в конкретній місцевості.

- Потужність сонячних електростанцій: на основі даних про сонячну радіацію, кути нахилу та орієнтацію поверхні, а також характеристики сонячних панелей, можна розрахувати потужність сонячних електростанцій.

- Потужність гідроелектростанцій: на основі геоданих про рельєф місцевості та гідрологічні дані, такі як потік води, можна розрахувати потужність гідроелектростанцій.

- Потужність теплових електростанцій на біомасі: за допомогою геоданих про типи ґрунту та рослинність, а також інформації про кількість біомаси в конкретному регіоні, можна визначити потенціал виробництва енергії на біомасі.

- Потужність геотермальних електростанцій: на основі геоданих про геотермальні ресурси, такі як температура та глибина ґрунту, можна

визначити потенціал виробництва енергії на геотермальних електростанціях.

- Проектування мереж електропередач в ГІС полягає в розробці оптимальних маршрутів та розміщенні ліній електропередач з урахуванням географічних обмежень та технічних параметрів.

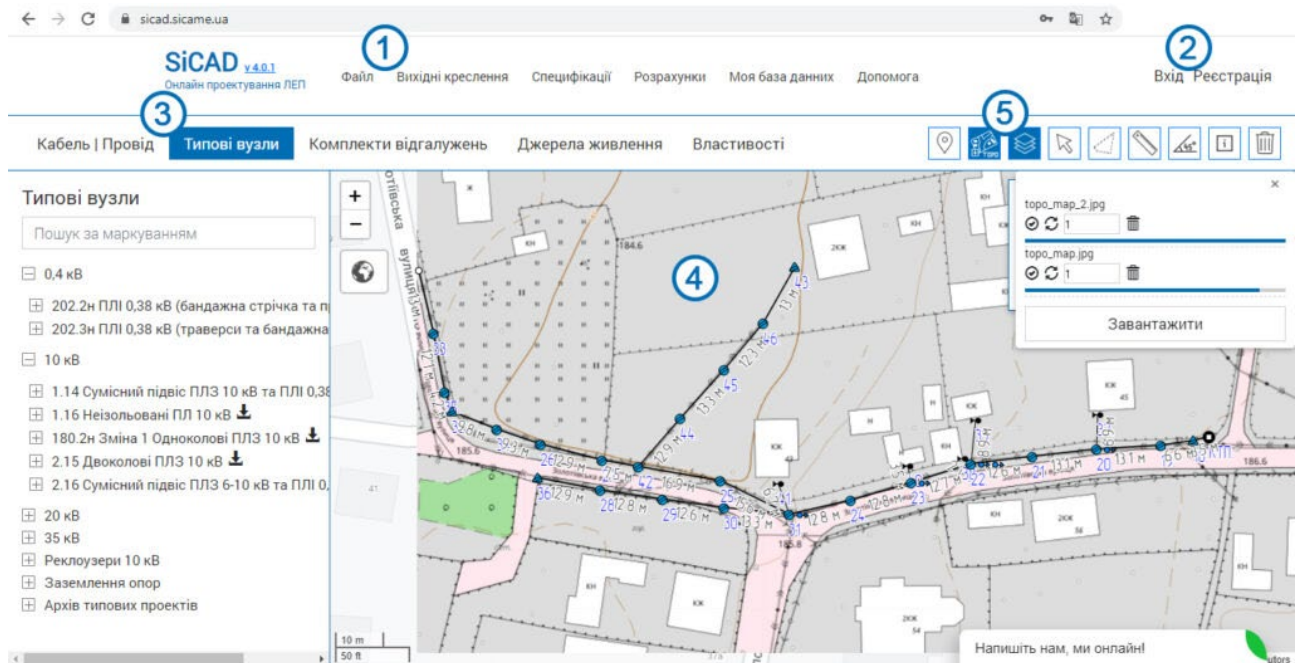


Рис. 2.3 Інтерфейс SICAD для проектування електричних мереж

Для проектування мереж електропередач в ГІС використовуються наступні кроки:

- Збір даних: збір геоданих про рельєф місцевості, геологічні та гідрологічні дані, місцеві умови, населені пункти та інші фактори, які можуть впливати на проектування мережі електропередач.
- Аналіз даних: на основі зібраних геоданих та вимог замовника проводиться аналіз можливих маршрутів мережі електропередач та оцінка можливості їх реалізації.
- Розробка проекту: на основі аналізу даних та врахування вимог замовника розробляється проект мережі електропередач, включаючи розміщення трансформаторних підстанцій, вибір типу проводів, розміщення опор, визначення технічних параметрів тощо.
- Визначення оптимального маршруту: на основі розробленого проекту визначається оптимальний маршрут мережі електропередач, що дозволяє мінімізувати витрати на будівництво та забезпечити найбільш ефективне використання земельних ресурсів.

- Візуалізація проекту: результати проектування можуть бути візуалізовані в ГІС для більш зрозумілого подання інформації замовникам та іншим учасникам проекту.

- Моделювання навантажень: на основі розробленого проекту та інформації про навантаження в певних районах проводиться моделювання навантажень на мережу електропередач з метою визначення її надійності та ефективності.

- Оцінка впливу на навколишнє середовище: розробка проекту мережі електропередач повинна враховувати вплив на навколишнє середовище та дотримуватися відповідних норм та правил. В ГІС можна провести аналіз впливу на навколишнє середовище та розробити заходи для його зменшення.

- Моніторинг та керування: після будівництва мережі електропередач необхідно забезпечити її надійну роботу та виконання функцій, для чого використовуються системи моніторингу та керування. У ГІС можна відслідковувати роботу мережі та проводити аналіз її ефективності.

- Застосування ГІС у проектуванні мереж електропередач дозволяє зменшити витрати на будівництво та експлуатацію мережі, покращити надійність та ефективність її роботи, зменшити вплив на навколишнє середовище, а також забезпечити зручний та швидкий доступ до необхідної інформації для учасників проекту.

- Моніторинг та управління енергоефективністю є важливим аспектом у сфері енергетики. Використання ГІС дозволяє збирати та аналізувати дані про енергоспоживання та витрати енергоресурсів, що дає змогу здійснювати ефективне управління енергоефективністю.

Основні напрямки застосування ГІС у моніторингу та управлінні енергоефективністю:

- Збір та аналіз даних: ГІС дозволяє збирати та аналізувати дані про споживання енергії на різних об'єктах, таких як будинки, підприємства, міста тощо. Дані можуть бути представлені у вигляді карт, графіків, таблиць, що дозволяє швидко та зручно аналізувати та порівнювати інформацію.

- Визначення потенціалу енергозбереження: ГІС дозволяє визначити потенціал енергозбереження на об'єктах шляхом аналізу енергоспоживання та витрат енергоресурсів. Наприклад, можна визначити місця, де можна зменшити витрати енергії, встановити енергоефективні обладнання та системи.

- Моніторинг виконання енергоефективних заходів: ГІС дозволяє відслідковувати виконання енергоефективних заходів та оцінювати їх ефективність. Наприклад, можна відслідковувати рівень енергоспоживання до та після встановлення енергоефективного обладнання, щоб оцінити ефективність заходів.

- Планування енергетичної інфраструктури: ГІС дозволяє планувати розвиток енергетичної інфраструктури.

- Аналіз енергетичної безпеки є ще однією важливою областю використання ГІС в енергетиці. ГІС дозволяють аналізувати енергетичну інфраструктуру та визначати потенційні загрози її безпеці.

За допомогою ГІС можна створювати карти ризиків, які вказують на зони, де можуть виникнути проблеми з енергетичною безпекою, такі як нестача енергії, аварії на енергетичних мережах, терористичні акти, природні катастрофи та інші події.

Крім того, ГІС можуть допомогти у плануванні енергетичної інфраструктури з урахуванням потенційних загроз та ризиків. Наприклад, планування мереж електропередач може бути здійснене з урахуванням ризиків нестачі енергії, технічних несправностей та інших загроз.

За допомогою ГІС можна також відстежувати рух енергії та ідентифікувати потенційні місця втрат енергії. Це дозволяє забезпечити енергетичну безпеку та зменшити витрати на втрачену енергію.

Отже, використання ГІС в аналізі енергетичної безпеки дозволяє визначити потенційні загрози та ризики для енергетичної інфраструктури та вжити заходів для забезпечення енергетичної безпеки.

- Планування енергетичної ефективності є ще однією важливою областю використання ГІС в енергетиці. ГІС можуть допомогти у визначенні потенціалу для заощадження енергії, встановленні місць з найбільшою потребою у підвищенні енергоефективності, плануванні проектів зі зменшення витрат на енергію та багато іншого.

За допомогою ГІС можна проводити аналіз енергоспоживання в будівлях, містах, регіонах та країнах, визначати енергетичні потреби та планувати оптимальне використання ресурсів.

Крім того, ГІС можуть допомогти у визначенні потенціалу відновлювальних джерел енергії та встановленні найбільш підходящих місць для їх розміщення. Це дозволяє забезпечити збільшення виробництва електроенергії з використанням відновлювальних джерел та зниження споживання традиційних джерел енергії.

За допомогою ГІС можна також планувати інфраструктуру для зарядки електромобілів, встановлювати місця для встановлення

енергоефективних систем у будівлях та інші заходи для забезпечення енергоефективності.

Отже, використання ГІС в плануванні енергетичної ефективності дозволяє забезпечити ефективне використання енергоресурсів, зменшення витрат на енергію та зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу.

2.3 Необхідність використання ГІС для підтримки прийняття рішень в електроенергетиці

Використання географічних інформаційних систем (ГІС) в електроенергетиці має ряд вагомих переваг і необхідних вимог для підтримки прийняття рішень. ГІС дозволяють візуалізувати географічні дані, такі як розташування електроенергетичних об'єктів, енергетичні мережі, кліматичні умови та інші важливі параметри. Це дозволяє аналізувати географічні залежності, виявляти тенденції та взаємозв'язки між різними факторами, що сприяє кращому розумінню системи електроенергетики. ГІС допомагають управляти розташуванням ресурсів, таких як електростанції, трансформаторні підстанції та електричні мережі. Вони дозволяють моделювати різні сценарії розвитку, оцінювати вплив нових об'єктів та розраховувати оптимальні розташування з урахуванням географічних обмежень та інших факторів. ГІС дозволяють аналізувати навантаження електричних мереж та прогнозувати попит на електроенергію. Вони дозволяють враховувати географічні відмінності в споживанні, розподіляти навантаження на мережі та оптимізувати розподіл ресурсів для забезпечення надійного та ефективного електропостачання. ГІС допомагають планувати ремонтні та обслуговувальні роботи на електроенергетичних об'єктах. Вони дозволяють відстежувати стан обладнання, прогнозувати потреби в обслуговуванні, планувати маршрути та ресурси для ефективного проведення робіт. ГІС допомагають виявляти потенційні ризики та проблеми в електроенергетичних системах, такі як навантаження, витоки, перебої тощо. Вони дозволяють вжити запобіжних заходів, забезпечити резервні шляхи постачання, планувати екстрені відновлювальні дії та забезпечувати надійну роботу системи.

Використання ГІС у електроенергетиці допомагає покращити прийняття рішень, забезпечити ефективність та надійність енергетичних систем, а також зменшити витрати та негативний вплив на довкілля.

Додатково, використання ГІС у електроенергетиці має наступні переваги:

- Аналіз впливу на довкілля: ГІС дозволяють оцінювати вплив енергетичних проєктів на довкілля, включаючи аналіз зон впливу, викидів забруднюючих речовин та зміни ландшафту. Це допомагає приймати екологічно обґрунтовані рішення та зменшувати негативний вплив енергетики на природу.

- Планування енергетичних мереж: ГІС дозволяють планувати розширення електромереж, визначати оптимальні шляхи прокладання ліній електропередачі та розміщення підстанцій. Це дозволяє ефективно використовувати ресурси, зменшувати втрати енергії та забезпечувати стійку роботу мереж.

- Управління енергетичними ресурсами: ГІС дозволяють відстежувати та аналізувати дані щодо енергопотреби, виробництва енергії та розподілу ресурсів. Це допомагає ефективно управляти енергетичними ресурсами, прогнозувати попит, планувати обслуговування та забезпечувати стабільне енергопостачання.

- Підвищення ефективності: ГІС дозволяють виявляти неефективність та резерви у роботі енергетичних систем, такі як втрати енергії, недостатня навантаженість мереж, нерівномірний розподіл ресурсів. Це допомагає приймати заходи для покращення ефективності, зменшення витрат та збільшення продуктивності.

Всі ці фактори сприяють покращенню економічної ефективності енергетичних систем, зменшенню витрат, забезпеченню надійності та стабільності роботи, а також покращенню екологічної стійкості. Використання ГІС допомагає зробити енергетичну галузь більш прозорою, керованою та ефективною, сприяючи загальному розвитку та стійкому економічному зростанню України.

2.4 Огляд існуючих ГІС-систем в енергетичній галузі

Наразі існує багато ГІС-систем, що використовуються в енергетичній галузі. Ось кілька найпопулярніших із них:

- ArcGIS: ArcGIS є однією з найпопулярніших ГІС-систем, яка використовується в енергетичній галузі. Вона надає широкий спектр інструментів і можливостей для збору, аналізу та візуалізації географічних даних. ArcGIS дозволяє енергетичним компаніям виконувати завдання, такі як планування розташування електростанцій, аналіз розподілу енергії та моніторинг інфраструктури.

- QGIS: QGIS є безкоштовною і відкритою системою ГІС, яка також знайшла своє застосування в енергетичній галузі. Вона надає

широкий набір інструментів для аналізу та візуалізації географічних даних. QGIS підтримує інтеграцію з іншими програмними засобами та базами даних, що дозволяє ефективно використовувати її в енергетичних проектах.

- **Intergraph G/Technology:** Intergraph G/Technology є ГІС-системою, спеціально розробленою для енергетичної галузі. Вона надає інструменти для проектування, будівництва та управління електричними, газовими та телекомунікаційними мережами. Intergraph G/Technology дозволяє ефективно планувати розташування мереж, керувати їхнім обслуговуванням та виконувати аналіз ефективності.

- **Smallworld:** Smallworld є інтегрованою ГІС-системою, розробленою спеціально для електричних та газових компаній. Вона надає можливості для керування і планування розташування електричних мереж, а також дозволяє виконувати аналіз впливу нових проектів на існуючі мережі.

- **GE Smallworld GIS:** GE Smallworld GIS є ще однією популярною ГІС-системою, яка використовується в енергетичній галузі. Вона надає комплексні рішення для управління газовими, електричними та водними мережами. GE Smallworld GIS дозволяє ефективно планувати та управляти інфраструктурою енергетичних систем.

Ці ГІС-системи представляють лише деякі з великої кількості інструментів, що використовуються в енергетичній галузі. Вибір конкретної системи залежить від потреб вашої компанії, обсягу робіт та бюджету, який ви готові виділити на придбання та підтримку системи.

Проведемо огляд, функціональні можливості та недоліки кожної із вищезазначених ГІС-систем.

1. **ArcGIS** є однією з найпопулярніших і потужних ГІС-систем, яка надає широкий спектр функціональних можливостей для збору, аналізу, візуалізації та управління географічними даними. Ось огляд функціональних можливостей та недоліків ArcGIS:

Функціональні можливості ArcGIS:

- **Збір та інтеграція даних:** ArcGIS дозволяє збирати географічні дані з різних джерел, таких як супутникові знімки, аерофотознімки, GPS-дані, датчики та бази даних. Вона також підтримує інтеграцію з іншими системами та форматами даних, що дозволяє комбінувати дані з різних джерел для комплексного аналізу.

- **Аналіз та моделювання:** ArcGIS має потужні інструменти для виконання різних аналітичних завдань. Вона дозволяє виконувати просторовий аналіз, розраховувати та прогнозувати різні параметри, такі

як розподіл населення, попит на енергію, оптимальне розташування об'єктів, моделювання впливу тощо.

- Візуалізація та картографія: ArcGIS надає широкий набір інструментів для створення професійних карт та візуалізації географічних даних. Вона дозволяє створювати динамічні карти, графіки, діаграми та інші візуальні елементи, що допомагають зрозуміти інформацію та зробити обґрунтовані рішення.

- Управління та спільна робота: ArcGIS має інструменти для управління та організації географічних даних, ресурсів та проектів. Вона дозволяє спільно працювати над проектами, обмінюватись даними та створювати веб-додатки для доступу до географічних даних в реальному часі.

Недоліки ArcGIS:

- Вартість: ArcGIS є комерційною системою, що означає, що вона потребує придбання ліцензій та платних планів підтримки. Це може становити фінансове виклик для менших компаній або організацій з обмеженим бюджетом.

- Висока складність: Використання ArcGIS вимагає деякого рівня навичок та знань з ГІС. Інструменти та функції ArcGIS можуть бути складними для освоєння для новачків, що потребує додаткового часу та навчання.

- Потужний обсяг даних: За великими обсягами даних ArcGIS може стати вимогливою для обладнання та обробки. Великі набори даних можуть вимагати потужних комп'ютерів та інфраструктури для ефективної роботи.

- Враховуючи ці функціональні можливості та недоліки, ArcGIS є потужною інструментальною системою для використання в енергетичній галузі, проте важливо враховувати бюджет, рівень експертизи та потреби вашої організації перед вибором системи ГІС.

2. QGIS (Quantum GIS) є безкоштовною і відкритою системою ГІС, яка надає розширений набір функціональних можливостей для роботи з географічними даними. Ось огляд функціональних можливостей та недоліків QGIS:

- Функціональні можливості QGIS:

- Збір та інтеграція даних: QGIS дозволяє збирати географічні дані з різних джерел, включаючи супутникові знімки, аерофотознімки, GPS-дані та бази даних. Вона підтримує широкий спектр форматів даних, що дозволяє імпортувати, експортувати та інтегрувати дані з різних джерел.

- Аналіз та моделювання: QGIS має багатий набір інструментів для проведення аналізу географічних даних. Вона підтримує просторовий аналіз, геопроектинг, статистичний аналіз, моделювання та виконання геопросторових операцій. QGIS також має розширені можливості скриптування та плагінів, що дозволяє розробляти власні інструменти та функціональність.

- Візуалізація та картографія: QGIS надає різноманітні інструменти для створення карт, візуалізації та стилізації географічних даних. Вона дозволяє створювати професійні картографічні продукти, включаючи зміну символів, створення легенд, масштабування та експорт до різних форматів.

- Управління та спільна робота: QGIS має можливості для управління географічними даними, проектами та ресурсами. Вона дозволяє спільно працювати над проектами, обмінюватись даними та робити спільний доступ до географічних даних.

Недоліки QGIS:

- Навчання: Незважаючи на те, що QGIS має дружній інтерфейс, використання системи може вимагати деякого часу та навчання, особливо для користувачів без досвіду з ГІС.

- Підтримка: Оскільки QGIS є відкритою системою, рівень підтримки може варіюватися. Вона залежить від активності спільноти та доступності ресурсів підтримки.

- Ресурси обробки: За великими обсягами даних QGIS може стати менш продуктивною та потребувати потужнішого обладнання для ефективної роботи.

Враховуючи ці функціональні можливості та недоліки, QGIS є потужним інструментом для роботи з географічними даними, особливо для користувачів з обмеженим бюджетом. Вона надає широкий спектр функцій, які задовольняють потреби багатьох організацій у сфері енергетики.

3. Intergraph G/Technology є потужною ГІС-системою, спеціалізованою на застосуванні в енергетичній галузі. Ось огляд функціональних можливостей та недоліків Intergraph G/Technology:

Функціональні можливості Intergraph G/Technology:

- Управління мережами: Intergraph G/Technology надає розширений набір інструментів для управління та планування розташування електричних мереж, газопроводів та інших інфраструктурних систем. Вона дозволяє моделювати, розраховувати та оптимізувати розміщення обладнання та маршрутизацію мереж для ефективного управління.

- Збір та інтеграція даних: Intergraph G/Technology дозволяє збирати, інтегрувати та аналізувати географічні дані з різних джерел. Вона підтримує імпорт та експорт даних у різних форматах, що дозволяє об'єднувати дані з різних систем та джерел для комплексного аналізу.

- Аналіз та планування: Intergraph G/Technology надає інструменти для виконання різноманітних аналітичних завдань, включаючи прогнозування споживання енергії, оцінку навантаження мереж, виявлення несправностей та відновлення після аварій, аналіз надійності тощо. Вона також допомагає виконувати планування мереж, оптимізувати маршрути та розташування об'єктів.

- Візуалізація та звітність: Intergraph G/Technology має потужні засоби візуалізації географічних даних та створення професійних карт. Вона дозволяє створювати наочні візуалізації, звіти та графіки для легкого розуміння та спільної комунікації результатів аналізу.

Недоліки Intergraph G/Technology:

- Вартість: Intergraph G/Technology є комерційною системою, що означає, що вона потребує великих витрат на ліцензії та підтримку. Це може бути фінансовим викликом для менших компаній або організацій з обмеженим бюджетом.

- Складність: Використання Intergraph G/Technology може вимагати певного рівня навичок та навчання з ГІС. Інструменти та функції системи можуть бути складними для освоєння, особливо для новачків.

- Залежність від виробника: Intergraph G/Technology є пропрієтарною системою, що означає, що ви залежите від виробника для підтримки, оновлень та розширень функціональності.

Загалом, Intergraph G/Technology є потужною системою для застосування в енергетичній галузі, проте важливо враховувати бюджет, рівень експертизи та потреби вашої організації перед вибором системи ГІС.

4. Smallworld є однією з провідних ГІС-систем, спеціалізованою на застосуванні в галузях енергетики, газопостачання, водопостачання та інших інфраструктурних секторах. Ось огляд функціональних можливостей та недоліків ГІС-системи Smallworld:

Функціональні можливості Smallworld:

- Управління мережами: Smallworld надає розширений набір інструментів для моделювання, проектування та управління енергетичними мережами, включаючи електричні, газові, водопровідні та інші типи мереж. Вона дозволяє аналізувати та оптимізувати розміщення обладнання, управляти плануванням ремонтів та підтримувати актуальність даних мереж.

- Збір та інтеграція даних: Smallworld дозволяє збирати географічні дані з різних джерел та інтегрувати їх в одну централізовану базу даних. Вона підтримує імпорт та експорт даних у різних форматах, що дозволяє обмінюватись даними з іншими системами та джерелами.

- Аналіз та оптимізація: Smallworld надає інструменти для проведення аналізу мереж, включаючи потужність, навантаження, надійність та ефективність. Вона дозволяє виконувати розрахунки, симуляції та оптимізацію мереж для покращення їх функціонування та зменшення витрат.

- Візуалізація та звітність: Smallworld має потужні інструменти для створення професійних карт та візуалізації географічних даних. Вона дозволяє створювати наочні візуалізації, звіти, графіки та дашборди для спільного представлення та аналізу даних.

Недоліки Smallworld:

- Вартість: Smallworld є комерційною системою, що може вимагати великих витрат на ліцензії та підтримку. Це може бути фінансовим викликом для менших компаній або організацій з обмеженим бюджетом.

- Складність: Використання Smallworld може вимагати певного рівня навичок та навчання з ГІС. Інструменти та функції системи можуть бути складними для освоєння, особливо для новачків.

- Залежність від виробника: Smallworld є пропрієтарною системою, що означає, що ви залежите від виробника для підтримки, оновлень та розширень функціональності.

Загалом, Smallworld є потужною системою ГІС для секторів енергетики та інфраструктури, проте важливо враховувати бюджет, рівень експертизи та потреби вашої організації перед вибором системи ГІС.

5. GE Smallworld GIS є потужною ГІС-системою, розробленою спеціально для секторів енергетики, газопостачання, водопостачання та інших інфраструктурних галузей. Ось огляд функціональних можливостей та недоліків GE Smallworld GIS:

Функціональні можливості GE Smallworld GIS:

- Управління мережами: GE Smallworld GIS надає розширений набір інструментів для моделювання, проектування та управління енергетичними мережами. Вона дозволяє аналізувати та оптимізувати розміщення обладнання, виконувати розрахунки навантаження, планувати та керувати ремонтами, а також вести актуальний облік даних мереж.

- Збір та інтеграція даних: GE Smallworld GIS дозволяє збирати та інтегрувати географічні дані з різних джерел. Вона підтримує імпорт та

експорт даних у різних форматах, що дозволяє обмінюватись даними з іншими системами та джерелами.

- Аналіз та оптимізація: GE Smallworld GIS надає інструменти для проведення різноманітних аналітичних завдань, включаючи прогнозування споживання енергії, оцінку потужності та навантаження, аналіз надійності та оптимізацію мереж. Вона допомагає виявляти проблемні ділянки мереж, аналізувати їх ефективність та вдосконалювати планування розширень.

- Візуалізація та звітність: GE Smallworld GIS має потужні інструменти для створення візуальних представлень географічних даних, включаючи картографічні візуалізації та графіки. Вона дозволяє створювати звіти, дашборди та інші інформаційні матеріали для легкого розуміння та комунікації результатів аналізу.

Недоліки GE Smallworld GIS:

- Вартість: GE Smallworld GIS є комерційною системою, що може бути дорогою для менших компаній або організацій з обмеженим бюджетом. Ліцензії та підтримка можуть потребувати значних витрат.

- Складність: Використання GE Smallworld GIS може вимагати певного рівня навичок та навчання з ГІС. Інструменти та функції системи можуть бути складними для освоєння, особливо для новачків.

- Залежність від виробника: GE Smallworld GIS є пропрієтарною системою, що означає, що ви залежите від виробника для підтримки, оновлень та розширень функціональності.

Загалом, GE Smallworld GIS є потужною системою ГІС, спеціалізованою для секторів енергетики та інфраструктури. Однак, важливо враховувати бюджет, рівень експертизи та потреби вашої організації перед вибором системи ГІС.

Розділ III. РОЗРОБКА ВЛАСНОЇ ГІС-СИСТЕМИ ДЛЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ

3.1 Визначення вимог до власної ГІС-системи

Вимоги створюються з метою визначення основних функціональних та технічних вимог до ГІС-системи для енергетичної галузі. Вони виконують кілька важливих цілей:

- **Орієнтація на потреби галузі:** Вимоги відображають основні функціональність та можливості, які вимагаються в енергетичній галузі. Це дозволяє системі відповідати конкретним потребам та викликам цієї галузі, допомагаючи енергетичним компаніям ефективніше управляти ресурсами, аналізувати дані та приймати обґрунтовані рішення.

- **Забезпечення функціональності:** Функціональні вимоги визначають основні можливості, які повинна мати система. Це включає завантаження та інтеграцію даних, візуалізацію та аналіз геоданих, моніторинг та управління енергетичними ресурсами, прогнозування та оптимізацію. Ці функції дозволяють користувачам ефективно використовувати геодані для прийняття рішень та вирішення завдань, пов'язаних з енергетикою.

- **Забезпечення технічних можливостей:** Технічні вимоги визначають необхідні технічні аспекти, що допоможуть реалізувати функціонал системи EnerGIS. Це включає геопроектинг, аналітику, базу даних, інтеграцію з існуючими системами, веб-інтерфейс та доступ до даних. Забезпечення таких технічних можливостей дозволяє ефективно обробляти та аналізувати геодані, забезпечувати швидкий доступ до даних та інтеграцію з іншими системами.

Всі ці вимоги спрямовані на створення потужної, ефективної та функціональної ГІС-системи, яка відповідає потребам енергетичної галузі. Це допомагає підвищити продуктивність, ефективність та прийняття обґрунтованих рішень в галузі енергетики, що має велике значення для стабільного та екологічного розвитку цієї галузі.

Основні вимоги для ГІС-системи поділяються на два види: функціональні та технічні, розберемо кожні з них.

Функціональні вимоги:

- **Завантаження та інтеграція даних:** Система повинна мати можливість завантажувати дані з різних джерел, таких як геодані, супутникові знімки, датчики вимірювання тощо. Вона повинна підтримувати різні формати даних, такі як Shapefile, GeoJSON, TIFF тощо.

Також, система повинна мати здатність інтегруватися з існуючими базами даних та системами управління енергетичними ресурсами.

- Візуалізація та аналіз геоданих: система має надавати можливості зручної візуалізації геоданих. Це включає в себе створення карт, графіків, діаграм та таблиць для представлення різноманітної інформації. Користувачі повинні мати доступ до різних інструментів для аналізу геоданих, таких як класифікація, буферизація, вибірка даних, знаходження шляхів тощо.

- Моніторинг та управління енергетичними ресурсами: Однією з головних функціональних вимог для системи є можливість моніторингу та управління енергетичними ресурсами. Це включає в себе збір та аналіз даних про електричні мережі, відновлювальні джерела енергії, споживання енергії та інші параметри. Система повинна надавати інструменти для моніторингу навантаження, виявлення несправностей, оптимізації розподілу ресурсів та планування ремонтних робіт.

- Прогнозування та оптимізація: система повинна мати здатність до прогнозування та оптимізації енергетичних процесів. Система може використовувати статистичні методи, машинне навчання та інші алгоритми для прогнозування споживання енергії, виробництва, розподілу та ціноутворення. Це дозволяє забезпечити ефективне планування та управління ресурсами, що в свою чергу сприяє зниженню витрат та підвищенню енергоефективності.

Технічні вимоги:

- Геопроцесінг та аналітика: ГІС повинна мати потужність для виконання геопроцесінгу та аналітики на великому обсязі геоданих. Це означає використання оптимізованих алгоритмів, які забезпечують швидкість та ефективність обробки. Паралельна обробка, використання графічних процесорів та інші техніки можуть бути використані для прискорення обчислень.

- База даних та збереження даних: Система повинна мати ефективну та масштабовану базу даних для збереження геоданих та відповідних атрибутів. База даних повинна забезпечувати швидкий доступ до даних та надійність їх збереження. Використання спеціалізованих баз даних, таких як PostgreSQL з розширенням PostGIS, може бути корисним для забезпечення геопросторових можливостей та оптимального збереження даних.

- Інтеграція з існуючими системами: ГІС повинна мати можливість інтегруватись з існуючими системами управління енергетичними ресурсами, такими як SCADA-системи, системи моніторингу тощо. Це

дозволяє обмінюватися даними між системами та спільно використовувати результати аналізу. Для цього можуть бути використані стандартизовані протоколи обміну даними, такі як OPC-UA, REST API тощо.

- Веб-інтерфейс та доступ до даних: ГІС має надавати зручний веб-інтерфейс, який дозволяє користувачам взаємодіяти з геоданими та виконувати аналіз. Інтерфейс повинен бути інтуїтивно зрозумілим, з можливістю взаємодії з картами, вибору шарів, фільтрації та візуалізації даних. Крім того, повинна бути можливість доступу до даних через API, що дозволяє розробникам створювати власні додатки та інтегрувати систему з іншими програмними рішеннями.

Якщо дотримуватись всіх вимог, визначених для ГІС-системи для енергетичної галузі, можна очікувати наступні результати та переваги:

1) Покращена ефективність та продуктивність: Виконання функціональних та технічних вимог дозволить системі працювати з великим обсягом геоданих та проводити швидкий геопроектинг та аналітику. Це сприятиме покращенню продуктивності та забезпеченню швидкого доступу до інформації, що дозволить енергетичним компаніям швидше та ефективніше приймати рішення.

2) Збільшення точності та якості аналізу: Ефективне зберігання та обробка геоданих, використання різноманітних аналітичних методів та алгоритмів допоможуть збільшити точність та якість аналізу в енергетичній галузі. Це дозволить здійснювати більш точне прогнозування споживання енергії, оптимізацію виробництва та розподілу ресурсів, а також виявляти потенційні проблеми та ризики заздалегідь.

3) Покращене управління енергетичними ресурсами: Застосування системи, яка відповідає вимогам, дозволить енергетичним компаніям більш ефективно управляти своїми ресурсами. Збір та аналіз геоданих допоможуть виявляти потенційні проблеми та витрати енергії, визначати оптимальні шляхи постачання та розподілу, а також забезпечувати автоматичні попередження та реагування на події.

4) Інтеграція та спільне використання даних: Вимоги щодо інтеграції з існуючими системами та стандартизованих протоколів дозволять підключати різні джерела даних та обмінюватись інформацією з іншими системами енергетичної галузі. Це сприятиме спільному використанню даних, покращенню спілкування та співпраці між різними підрозділами та компаніями в галузі енергетики.

5) Забезпечення зручного доступу до даних: Розробка зручного веб-інтерфейсу та доступу до даних через API дозволить користувачам легко взаємодіяти з системою. Це забезпечить швидкий та зручний доступ

до геоданих, можливість вибору шарів, фільтрації та візуалізації даних, а також інтеграцію з власними додатками та іншими програмними рішеннями.

В цілому, дотримання всіх вимог для ГІС-системи допоможе підвищити ефективність, точність та якість аналізу, покращити управління ресурсами та забезпечити легкий доступ до геоданих в енергетичній галузі. Це дозволить зробити більш обґрунтовані рішення, зменшити витрати та ризики, а також сприяти сталому розвитку енергетики.

Зважаючи на специфіку енергетичних процесів та потреби галузі в аналізі та управлінні геоданими, вимоги до ГІС-системи можуть бути розширені наступними аспектами:

➤ Інтеграція з сенсорними мережами: Для ефективного моніторингу енергетичних процесів важливо мати можливість інтегрувати дані з різних сенсорних мереж. Це дозволить отримувати реально-часну інформацію про стан енергетичних об'єктів, вимірювати показники якості енергії та ефективність енергетичних систем.

➤ Моделювання та прогнозування споживання: Враховуючи змінність попиту на енергію, важливо мати можливість моделювати та прогнозувати споживання енергетичних ресурсів. Система повинна підтримувати аналітичні інструменти для створення моделей споживання, урахування фактори, такі як погода, день тижня, свята тощо.

➤ Аналіз енергоефективності: Важливим аспектом в управлінні енергетичними ресурсами є аналіз енергоефективності систем та пристроїв. Система повинна мати можливість проводити аналіз енерговитрат та ефективності енергозберігаючих заходів, що допоможе виявляти можливості для оптимізації та зниження споживання енергії.

➤ Управління дистрибуцією енергії: Управління дистрибуцією енергії вимагає точності та реал-тайм контролю. Система повинна мати можливість відслідковувати стан енергетичних мереж, виявляти несправності, передавати дані до системи керування, допомагати в плануванні ремонтів та оптимізації роботи мережі.

➤ Підтримка прийняття рішень: Враховуючи великий обсяг даних та складність аналізу, система повинна надавати інструменти для візуалізації та аналізу даних. Це допоможе енергетичним компаніям приймати обґрунтовані рішення з питань планування, управління та розвитку енергетичних систем.

Враховання специфіки енергетичних процесів та потреб галузі в аналізі та управлінні геоданими допоможе створити ГІС-систему, яка буде націлена на вирішення конкретних завдань і вимог енергетичної галузі,

забезпечуючи ефективне управління ресурсами, точний аналіз та прийняття обґрунтованих рішень.

ГІС-система для енергетичної галузі повинна складатись із підсистем:



Рис. 3.1 Підсистеми ГІС-аналізу ефективності енергоспоживання

3.2 Підсистема вироблення електроенергії

Підсистема вироблення енергії працює на основі збору, аналізу та оптимізації даних, пов'язаних із виробництвом електроенергії різними джерелами, такими як теплові електростанції, вітрові ферми, сонячні панелі, гідроелектростанції та інші. Робота підсистеми передбачає наступні етапи:

- **Збір даних:** Підсистема збирає дані про вироблення електроенергії з різних джерел, включаючи інформацію про потужність, продуктивність, режим роботи та інші параметри кожного джерела енергії. Ці дані можуть бути отримані з моніторингових систем, сенсорів, датчиків та інших джерел.
- **Аналіз даних:** Зібрані дані аналізуються для визначення ефективності роботи різних джерел енергії, виявлення проблемних ситуацій, ідентифікації потенційних вузьких місць у виробництві та інших аспектів. Аналіз даних допомагає зрозуміти, які джерела енергії працюють ефективно, а які потребують покращень.

Виробництво електроенергії в Україні можна розподілити за різними видами та аналізувати його по регіонах країни. Основні види виробництва електроенергії в Україні включають:

- Теплова енергія: Теплова енергія виробляється на теплових електростанціях, які використовують природні газ, вугілля, нафту або біомасу як паливо. Цей вид виробництва є традиційним для України. Регіони з високим обсягом виробництва теплової енергії включають Донбас, Західну Україну та Центральний регіон.

- Гідроенергія: Гідроенергія виробляється на гідроелектростанціях, які використовують рух води для виробництва електроенергії. Україна має потужний гідропотенціал, особливо на річках Дніпро, Дністер та Прикарпаття. Регіони з високим обсягом гідроенергії включають Західну Україну та Центральний регіон.

- Вітрова енергія: Вітрові електростанції використовують силу вітру для виробництва електроенергії. Останнім часом Україна активно розвиває вітрову енергетику, особливо в західних регіонах, таких як Закарпаття, Львівська та Хмельницька області.

- Сонячна енергія: Сонячні електростанції використовують сонячні панелі для збору сонячної енергії та перетворення її на електроенергію. Україна також розвиває сонячну енергетику, і регіони з високим потенціалом включають Крим, Західну Україну та Південний регіон.

- Біоенергетика: Біоенергетика використовує біомасу, таку як деревина, сільськогосподарські залишки або біогаз, для виробництва електроенергії. В Україні біоенергетика поступово розвивається, і регіони з активним використанням біоенергетики включають Полтавську, Харківську та Волинську області.

Область	Термічна, МВт-год	Гідро, МВт-год	Вітро, МВт-год	Сонце, МВт-год
Вінницька	5000	2000	1000	500
Волинська	4000	1500	500	200
Дніпропетровська	8000	3000	2000	1000
Донецька	6000	2500	1000	400
Житомирська	3500	1000	500	100
Закарпатська	2500	800	300	100
Запорізька	5500	1800	1500	800
Івано-Франківська	3000	1200	600	300
Київська	4500	1500	1000	400
Кіровоградська	2000	800	300	100

Луганська	4000	1500	500	200
Львівська	5500	1800	1500	800
Миколаївська	3000	1200	600	300
Одеська	4500	1500	1000	400
Полтавська	4000	1500	500	200
Рівненська	3500	1000	500	100
Сумська	2500	800	300	100
Тернопільська	5500	1800	1500	800
Харківська	3000	1200	600	300
Херсонська	4500	1500	1000	400
Хмельницька	2000	800	300	100
Черкаська	4000	1500	500	200
Чернівецька	3000	1200	600	300
Чернігівська	3500	1000	500	100

Табл. 3.1 Вироблення електроенергії за видами та по регіонам

На карті нижче можемо побачити вироблення за 2017 рік і порівняти із 2020 роком вище



Рис. 3.2 Виробництво електроенергії

3.3 Підсистема прогнозування та оптимізації споживання

Підсистема споживання в контексті нашої ГІС буде відповідати за опис та аналіз споживання електроенергії різними споживачами в різних регіонах України. Ця підсистема дозволить нам отримати уявлення про споживання електроенергії на різних рівнях, від окремих побутових споживачів до промислових комплексів та місцевих громад.

Тип споживача	Співвідношення до загального споживання
Побутові споживачі	50%
Комерційні підприємства	25%
Промислові комплекси	15%
Громадські будівлі	7%
Сільськогосподарські об'єкти	3%

Табл. 3.2 Споживання споживачами електроенергії

Нижче наведено докладнішу класифікацію споживачів електроенергії за кожною групою:

1. Побутові споживачі:

- Квартири та будинки приватного сектору.
- Багатоквартирні житлові будинки.
- Громадські будинки для життя, такі як дитячі садки, школи, спортивні заклади, лікарні та інші суспільні приміщення.

2. Комерційні підприємства:

- Магазили та супермаркети.
- Ресторани, кафе та готелі.
- Офісні приміщення та бізнес-центри.
- Банки та фінансові установи.
- Торговельні центри та ринки.

3. Промислові комплекси:

- Великі промислові підприємства, які виробляють товари або надають послуги, наприклад, важка промисловість, хімічна промисловість, сталелитейні заводи тощо.

- Електростанції та енергетичні комплекси.

- Виробництва автомобілів, електроніки, харчові підприємства та інші галузі промисловості.

4. Громадські будівлі:

- Будівлі урядових органів та адміністративні центри.

- Культурні та розважальні заклади, такі як театри, музеї, кінотеатри.

- Будівлі громадського призначення, такі як церкви, місця зібрань, бібліотеки тощо.

5. Сільськогосподарські об'єкти:

- Фермерські господарства та приватні господарства, які займаються вирощуванням рослин та тварин.

- Сільськогосподарські оброблювальні кооперативи.

- Тепличні комплекси та інші об'єкти, пов'язані з сільським господарством.

Розглянемо нижче на діаграмі споживання електроенергії по областях станом на 2020 рік

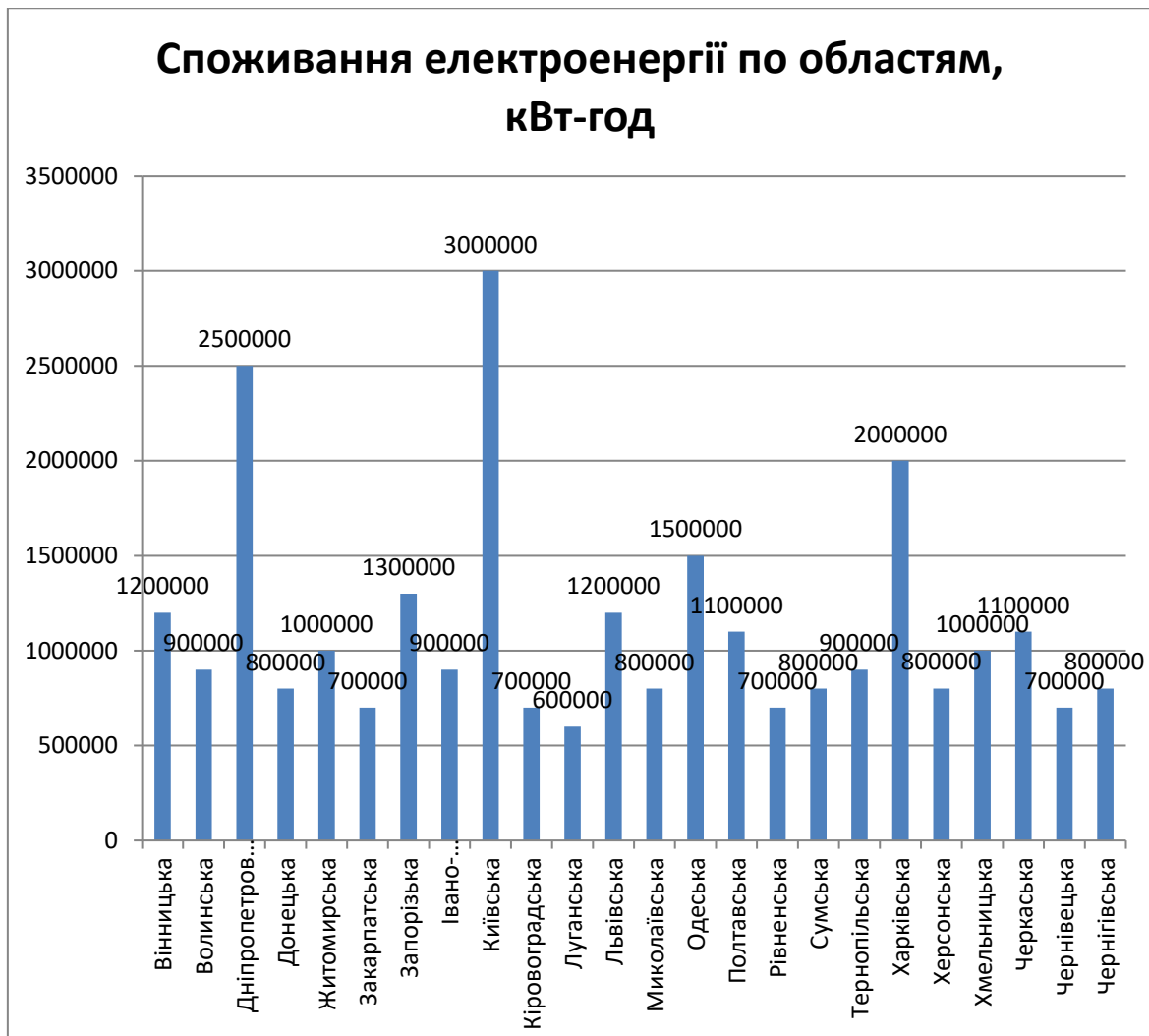


Табл. 3.3 Споживання електроенергії по областях

На діаграмах нижче можемо побачити споживання електроенергії по галузям за 2015 та 2016 роки і порівняти їх.



Рис. 3.3 Споживання електроенергії в 2015 році



Рис. 3.4 Споживання електроенергії в 2016 році

Проаналізувавши ці дані, можна побачити, що споживання електроенергії у 2015 та 2016 роках майже не відрізняються.

Підсистема прогнозування в енергетичній галузі, в контексті вироблення електроенергії, використовується для передбачення майбутнього попиту на електроенергію та оптимізації процесів виробництва. Її основна мета - забезпечити достатню кількість

електроенергії для задоволення потреб споживачів, уникнути перевантаження енергетичних систем та забезпечити ефективне використання ресурсів.

Підсистема прогнозування включає в себе наступні етапи:

- Збір даних: Для точного прогнозування потрібно зібрати історичні дані про споживання електроенергії, кліматичні умови, економічні показники та інші фактори, що можуть впливати на попит.
- Аналіз даних: Застосовуються методи аналізу даних, такі як статистичні моделі, машинне навчання або штучні нейронні мережі, для виявлення залежностей та трендів у вхідних даних.
- Розробка моделей прогнозування: На основі аналізу даних створюються математичні моделі, які дозволяють передбачати майбутній попит на електроенергію. Моделі можуть бути розроблені для різних часових горизонтів (години, дні, тижні, місяці) та для різних регіонів.
- Валідація та коригування моделей: Створені моделі піддаються валідації, порівнюючи прогнози з реальними даними. Якщо моделі не дають достатньо точних результатів, вони коригуються та оптимізуються.
- Прогнозування та оптимізація: На основі розроблених моделей проводиться прогноз майбутнього попиту на електроенергію. Це дозволяє енергетичним компаніям забезпечити достатню кількість електроенергії, запланувати роботу електростанцій та забезпечити ефективне використання ресурсів.

Підсистема прогнозування вироблення електроенергії допомагає зменшити ризики виникнення енергетичних перебоїв, оптимізувати планування виробництва та покращити роботу енергетичних систем. Вона є важливим інструментом для енергетичних компаній, урядових органів та інших зацікавлених сторін в енергетичній галузі для забезпечення надійності та стабільності постачання електроенергії.

ГІС забезпечує можливість аналізу геопросторових даних, що дозволяє враховувати географічні особливості та взаємозв'язки між різними аспектами виробництва електроенергії.

Основні способи використання ГІС для прогнозування та оптимізації виробництва електроенергії включають:

- Аналіз розташування потенційних джерел виробництва: ГІС може допомогти визначити оптимальне розташування електростанцій з урахуванням різних факторів, таких як доступність палива, геологічні умови, дотримання екологічних норм тощо. Він також може допомогти в оцінці потенціалу використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна або вітрова енергія.

- **Моделювання виробництва електроенергії:** ГІС може використовуватися для створення моделей виробництва електроенергії, які враховують різні фактори, такі як розташування електростанцій, капацитет, тип палива, екологічні обмеження тощо. Ці моделі можуть бути використані для прогнозування обсягів виробництва, розподілу навантаження, планування ремонтів та інші цілі.

- **Врахування географічних обмежень:** ГІС дозволяє враховувати географічні обмеження, такі як топографія, ландшафтні особливості та населені пункти. Це може бути корисно при плануванні розташування ліній передачі електроенергії, мереж розподілу, а також визначенні оптимальних шляхів транспортування палива до електростанцій.

- **Аналіз попиту та навантаження:** ГІС може бути використаний для аналізу попиту на електроенергію в різних регіонах та у різні періоди часу. Це дозволяє прогнозувати майбутні вимоги до енергії та визначати оптимальні обсяги виробництва для задоволення попиту. Крім того, ГІС може враховувати інші фактори, що впливають на навантаження, наприклад, погодні умови або виробництво відновлюваної енергії.

Загалом, ГІС використовується для інтеграції, аналізу та візуалізації великого обсягу геопросторових даних, що допомагає забезпечити ефективно та стабільно виробництво електроенергії, прогнозувати попит та забезпечити оптимальне використання ресурсів.

3.4 Розробка та реалізація власної ГІС-системи EnerGIS

- Архітектура ГІС-системи EnerGIS може бути організована наступним чином:

1. **Клієнтський інтерфейс:** EnerGIS має веб-інтерфейс, який надає зручний спосіб взаємодії користувачів з системою. Це може бути веб-додаток, що працює у браузері, або мобільний додаток, який дозволяє отримувати доступ до системи з різних пристроїв.

2. **Серверна частина:** Серверна частина EnerGIS відповідає за обробку запитів користувачів, зберігання та керування геоданими. Вона може бути побудована на основі веб-сервера, як Apache або Nginx, та використовувати програмне забезпечення, таке як Django або Node.js, для обробки запитів та взаємодії з базою даних.

3. **База даних:** ГІС-система EnerGIS використовує базу даних для зберігання геоданих, таких як векторні та растрові шари, атрибутивні дані та метадані. Реляційні бази даних, такі як PostgreSQL або MySQL, можуть

бути використані для зберігання геоданих, а також просторових розширень, таких як PostGIS, допоможуть забезпечити ефективну обробку геоданих.

4. Аналітичні модулі: EnerGIS містить аналітичні модулі, які забезпечують можливість проводити геопроектинг, аналіз та моделювання геоданих. Ці модулі можуть включати функціональність для створення та виконання геопросторових операцій, визначення шляхів, розрахунку геодезичних параметрів, аналізу просторової залежності тощо.

6. Інтеграція з додатковими джерелами даних: EnerGIS може підтримувати інтеграцію з різними джерелами даних, такими як сенсорні мережі, вимірювальні прилади, бази даних енергетичних систем. Це дозволяє отримувати актуальні дані з різних джерел і використовувати їх для аналізу та управління енергетичними процесами.

7. API і інтеграція: EnerGIS може надавати API для інтеграції з іншими системами та додатками. Це дозволяє розширювати функціональність системи та використовувати її в інших програмних рішеннях. API може забезпечувати можливість отримання та оновлення геоданих, виконання аналітичних операцій, доступ до функціональності системи через програмні інтерфейси.

8. Забезпечення безпеки: Оскільки дані в енергетичній галузі є конфіденційними та критичними, EnerGIS повинна забезпечувати високий рівень безпеки. Це може включати механізми автентифікації та авторизації користувачів, шифрування даних, застосування рівнів доступу та моніторингу системи.

Ці компоненти і архітектурні рішення допомагають побудувати ефективну та функціональну ГІС-систему EnerGIS, яка задовольняє потреби енергетичної галузі в аналізі та управлінні геоданими. Кожен компонент виконує певні функції, спільно працюючи для забезпечення потрібного функціоналу та продуктивності системи.

- Використання відкритих джерел та інструментів в реалізації функціональності ГІС-системи EnerGIS має декілька переваг, таких як доступність, гнучкість та спільноту розробників. Ось кілька прикладів використання відкритих джерел та інструментів:

➤ Веб-карти та візуалізація: Для веб-карт та візуалізації геоданих можна використовувати бібліотеку Leaflet або OpenLayers. Вони надають потужні інструменти для створення інтерактивних карт, роботи з векторними та растровими шарами, відображення атрибутивної інформації та навігації по карті.

➤ Просторовий аналіз: Для реалізації просторового аналізу можна використовувати бібліотеку GDAL/OGR. Вона надає широкий

спектр функцій для обробки геоданих, включаючи перетворення координат, растровий та векторний аналіз, обрізання та з'єднання шарів тощо.

➤ База даних: Для зберігання геоданих можна використовувати відкриту реляційну базу даних PostgreSQL разом з розширенням PostGIS. PostGIS надає геопросторові можливості, такі як зберігання геометрій, виконання просторових запитів та аналіз даних.

➤ Аналітика та моделювання: Для аналітики та моделювання геоданих можна використовувати Python-бібліотеку GeoPandas. Вона надає інструменти для обробки геоданих, включаючи фільтрацію, групування, обчислення статистики та моделювання.

➤ Геододатки та інтеграція: Для створення геододатків та інтеграції з іншими системами можна використовувати веб-фреймворки, такі як Django або Flask. Вони дозволяють створювати потужні веб-додатки, які можуть взаємодіяти з базою даних, забезпечувати автентифікацію користувачів та надавати API для інтеграції з іншими системами.

Використання відкритих джерел та інструментів дозволяє ефективно реалізувати функціональність ГІС-системи EnerGIS. Вони надають готові рішення та інструменти, які можна адаптувати до потреб конкретної системи. Крім того, активна спільнота розробників забезпечує підтримку, оновлення та вдосконалення цих інструментів у майбутньому.

Зважаючи на специфіку роботи з геоданими в енергетичній галузі, розпишу детальніше, як саме працюватиме EnerGIS і як краще її застосувати:

- Збір та інтеграція даних:

EnerGIS буде мати можливість підключатись до різних джерел даних, які є важливими для енергетичного аналізу, включаючи відкриті бази даних, супутникові знімки, датчики, системи моніторингу тощо. Збір даних може здійснюватись за допомогою веб-скрапінгу, використанням API або прямого завантаження даних. Це дозволяє отримувати актуальну та релевантну інформацію для подальшого аналізу.

- Зберігання та управління геоданими:

EnerGIS використовуватиме реляційну базу даних з розширенням PostGIS для збереження та управління геоданими. PostGIS забезпечує можливості зберігання геометричних об'єктів та виконання просторових запитів. Дані будуть організовані у відповідні таблиці та шари, залежно від їх типу та характеру. Це дозволить зручно та ефективно виконувати операції з даними.

- **Веб-інтерфейс та візуалізація:**

EnerGIS надає зручний веб-інтерфейс, який дозволяє користувачам взаємодіяти з системою. Користувачі матимуть можливість переглядати та візуалізувати геодані на інтерактивній карті, встановлювати шари даних, робити запити та аналізувати результати. Візуалізація даних відбуватиметься за допомогою кольорових шарів, точок, діаграм тощо, що дозволить зрозуміло представити географічну інформацію.

- **Аналітика та моделювання:**

EnerGIS надає різні аналітичні функції для енергетичного аналізу, включаючи статистичний аналіз, прогнозування, оптимізацію мереж енергопостачання та моделювання енергетичних процесів. Користувачі зможуть виконувати розрахунки, створювати моделі, проводити сценарний аналіз та робити прогнози з використанням доступних даних. Результати аналізу та моделювання можуть бути відображені на карті або виведені у вигляді звітів та графіків.

- **Інтеграція з іншими системами:**

EnerGIS може бути легко інтегрована з іншими системами, які використовуються в енергетичній галузі, наприклад, системами моніторингу, SCADA-системами або системами управління обладнанням. Це дозволяє обмінюватися даними між системами та інтегрувати функціональність EnerGIS з існуючими інформаційними рішеннями, що значно полегшує роботу та забезпечує єдиною точку доступу до геоданих.

ГІС-система EnerGIS може бути використана в енергетичній галузі для різних цілей. Ось деякі приклади її застосування:

➤ EnerGIS може допомогти у плануванні та розташуванні енергетичних установок шляхом надання геоінформаційного аналізу та візуалізації даних. Ось деякі способи, якими EnerGIS може бути корисною:

- **Аналіз географічних факторів:** EnerGIS дозволяє враховувати географічні фактори, такі як рельєф, кліматичні умови, доступність ресурсів тощо. Це дозволяє визначити найбільш сприятливі місця для розташування енергетичних установок, таких як сонячні ферми, вітрові турбіни або гідроелектростанції.

- **Аналіз існуючої інфраструктури:** EnerGIS дозволяє візуалізувати існуючу енергетичну інфраструктуру, таку як електричні лінії, газопроводи, підстанції тощо. Це допомагає уникнути конфліктів з існуючими об'єктами та забезпечує ефективне планування розташування нових установок.

- **Економічний аналіз:** EnerGIS дозволяє проводити економічний аналіз розташування енергетичних установок. Використовуючи геодані

про вартість землі, вартість будівництва, витрати на експлуатацію та передачу енергії, можна оцінити вигоди та ризики різних варіантів розташування та знайти оптимальний варіант з економічної точки зору.

- Екологічний аналіз: EnerGIS дозволяє враховувати екологічні фактори під час планування розташування енергетичних установок. За допомогою геоданих про екологічно чутливі зони, біорізноманіття та забруднення, можна знаходити місця, які максимально зменшують вплив на навколишнє середовище.

- Прогнозування енергетичного споживання: EnerGIS дозволяє моделювати та прогнозувати енергетичне споживання на основі історичних даних та прогнозів розвитку. Це допомагає забезпечити ефективне планування розміщення установок, щоб задовольнити попит на енергію у майбутньому.

Застосування EnerGIS у плануванні та розташуванні енергетичних установок дозволяє забезпечити оптимальне використання ресурсів, зменшити негативний вплив на довкілля, покращити енергоефективність та забезпечити стаке енергетичне постачання.

➤ EnerGIS може бути використана для моніторингу та управління енергетичними мережами шляхом надання інструментів для збору, аналізу та візуалізації геоданих. Ось деякі способи, якими EnerGIS може допомогти в цьому контексті:

- Моніторинг енергетичної інфраструктури: EnerGIS дозволяє візуалізувати енергетичну інфраструктуру, включаючи електричні лінії, трансформаторні підстанції, газопроводи тощо. Це допомагає операторам мережі відстежувати стан і пропускну здатність мережі, виявляти потенційні проблеми та здійснювати швидку реакцію на відмови або перегрузки.

- Виявлення витоків та втрат енергії: За допомогою EnerGIS можна аналізувати дані про енергетичні витрати та шукати місця витоків або неправильного використання енергії. Це дозволяє зменшити втрати, покращити енергоефективність та знизити витрати на енергію.

- Планування обслуговування та ремонту: EnerGIS допомагає визначати оптимальний графік обслуговування та ремонту енергетичних мереж. За допомогою аналізу геоданих, можна враховувати фактори, такі як відстань, доступність та стан обладнання для планування ефективних маршрутів обслуговування та мінімізації перебоїв.

- Прогнозування попиту на енергію: EnerGIS дозволяє моделювати та прогнозувати попит на енергію на основі різних факторів, таких як погодні умови, сезонність, розвиток промисловості та населення.

Це допомагає операторам мережі планувати потреби в енергії, оптимізувати виробництво та забезпечити стабільне енергетичне постачання.

- Автоматизація операцій: EnerGIS може інтегруватись з системами автоматизації енергетичних мереж для забезпечення взаємодії та обміну даними. Це дозволяє автоматизувати процеси моніторингу, керування та регулювання енергетичних мереж, що забезпечує швидку реакцію на зміни та ефективне управління мережами.

Застосування EnerGIS у моніторингу та управлінні енергетичними мережами дозволяє забезпечити ефективну роботу мереж, знизити витрати та втрати енергії, покращити енергоефективність та забезпечити стабільне та надійне енергетичне постачання.

➤ EnerGIS може бути цінним інструментом для аналізу та прогнозування енергетичного споживання. Ось деякі способи, якими EnerGIS може допомогти у цих процесах:

- Збір та інтеграція даних: EnerGIS може збирати дані про енергетичне споживання з різних джерел, включаючи счетчики енергії, метеорологічні станції, соціальні медіа тощо. Ці дані можуть бути інтегровані в одну централізовану систему, що дозволяє отримати повний обсяг інформації для подальшого аналізу.

- Візуалізація та аналіз геоданих: EnerGIS дозволяє візуалізувати геодані, пов'язані з енергетичним споживанням, на інтерактивній карті. Це дозволяє операторам мережі та аналітикам здійснювати глибокий аналіз та виявлення закономірностей, що допомагає в розумінні факторів, що впливають на енергетичне споживання.

- Моделювання та прогнозування: EnerGIS може використовувати статистичні та прогностичні моделі для аналізу та прогнозування енергетичного споживання. На основі історичних даних та різних факторів, таких як погода, демографічні змінні та економічні фактори, можна розробити моделі, які прогнозують майбутнє споживання енергії. Це допомагає планувати ресурси, виробництво енергії та оптимізувати енергетичні процеси.

- Оптимізація споживання: За допомогою EnerGIS можна ідентифікувати області з надмірним або неефективним енергетичним споживанням. Це дозволяє виявити потенційні місця для енергоефективних заходів та розробити стратегії для зменшення споживання енергії. Такі заходи можуть включати впровадження енергоефективних технологій, оптимізацію режимів роботи та управління навантаженням.

- Використання EnerGIS для аналізу та прогнозування енергетичного споживання допомагає операторам мереж та аналітикам зрозуміти тенденції, планувати ресурси, вдосконалювати енергетичні процеси та забезпечувати стаке та ефективне енергопостачання.

- EnerGIS може відігравати важливу роль у відстеженні та аналізі впливу відновлюваних джерел енергії. Ось декілька способів, якими EnerGIS може допомогти у цих процесах:

- Збір та інтеграція даних: EnerGIS може збирати дані про виробництво енергії з відновлюваних джерел, таких як сонячна енергія, вітрова енергія, гідроенергетика тощо. Ці дані можуть бути інтегровані в систему EnerGIS з інших джерел, таких як сонячні панелі, вітрові турбіни та гідроелектростанції. Це дозволяє відстежувати та аналізувати виробництво енергії з відновлюваних джерел у реальному часі.

- Візуалізація та аналіз геоданих: EnerGIS дозволяє візуалізувати геодані про відновлювані джерела енергії на карті. Це дозволяє операторам мережі та аналітикам аналізувати розташування, розподіл та потенціал відновлюваних джерел енергії. За допомогою EnerGIS можна відстежувати зміни виробництва та споживання енергії з відновлюваних джерел у різних географічних областях та виявляти закономірності.

- Прогнозування та планування: EnerGIS може використовувати дані про виробництво енергії з відновлюваних джерел, а також погодні дані, для прогнозування майбутнього виробництва енергії. Це допомагає операторам мереж та розробникам енергетичних систем планувати ресурси, управляти навантаженням та оптимізувати використання відновлюваних джерел енергії.

- Аналіз впливу: За допомогою EnerGIS можна аналізувати вплив відновлюваних джерел енергії на довкілля, економіку та суспільство. Можна відстежувати склад виробництва енергії, економічні вигоди, зменшення викидів парникових газів та інші аспекти, пов'язані з використанням відновлюваних джерел енергії.

- EnerGIS допомагає збирати, аналізувати та візуалізувати дані про відновлювані джерела енергії, що дозволяє операторам мереж та аналітикам розуміти тенденції, планувати ресурси та розробляти ефективні стратегії використання відновлюваних джерел енергії.

- EnerGIS має потенціал значно полегшити енергетичне моделювання та сценарний аналіз. Ось декілька способів, якими EnerGIS може виявитись корисним в цих процесах:

- Збір та інтеграція даних: EnerGIS може збирати дані про енергетичні джерела, розподільні мережі, споживання енергії та інші

релевантні дані. Ці дані можуть бути інтегровані з різних джерел, включаючи відкриті джерела, бази даних та внутрішні дані організації. Це дозволяє створити комплексну базу даних для енергетичного моделювання.

- Візуалізація та аналіз геоданих: EnerGIS може візуалізувати геодані, такі як розташування енергетичних установок, мереж розподілу, споживачів енергії та інші географічно залежні дані. Це дозволяє аналізувати географічні залежності та виявляти взаємозв'язки між різними енергетичними елементами.

- Моделювання та сценарний аналіз: EnerGIS може використовувати накопичені дані для розробки енергетичних моделей, які відображають поведінку системи енергопостачання. Ці моделі можуть бути використані для прогнозування різних сценаріїв розвитку, оцінки впливу нових проектів та політик на енергетичну систему, а також для визначення оптимальних стратегій управління.

- Оптимізація та прийняття рішень: За допомогою EnerGIS можна проводити оптимізацію енергетичних систем та виконувати аналіз різних сценаріїв для прийняття обґрунтованих рішень. Враховуючи різні фактори, такі як енергетичні потреби, джерела енергії, розподільні мережі та економічні обмеження, EnerGIS може допомогти знайти оптимальні шляхи розвитку та управління енергетичною системою.

Застосування EnerGIS у енергетичному моделюванні та сценарному аналізі дозволяє збирати, аналізувати та візуалізувати дані, розробляти моделі енергетичних систем та проводити різноманітний аналіз для прийняття обґрунтованих рішень.

EnerGIS є потужним інструментом для аналізу, управління та моделювання геоданих в енергетичній галузі. Використання цієї ГІС-системи дозволяє забезпечити ефективне та стале функціонування енергетичних систем, зменшити енерговитрати, покращити прийняття рішень та сприяти розвитку відновлюваної енергетики.

ВИСНОВОК

Дипломна робота присвячена розробці та аналізу підсистеми вироблення електроенергії в рамках географічної інформаційної системи (ГІС). Дослідження показало, що ГІС є потужним інструментом для збору, аналізу та оптимізації даних, пов'язаних із виробництвом електроенергії.

Підсистема вироблення електроенергії включає в себе збір даних про види електроенергії, їх розподіл по регіонам та споживачам, аналіз даних для визначення ефективності роботи джерел енергії, прогнозування майбутнього виробництва та оптимізації виробництва електроенергії.

Збір даних про види електроенергії дозволяє систематизувати і класифікувати різні джерела енергії, такі як теплові електростанції, вітрові ферми, сонячні панелі та гідроелектростанції. Аналіз даних про вироблення електроенергії по регіонам та споживачам допомагає визначити розподіл енергії і виявити проблемні ситуації.

Дослідження показали, що український енергетичний сектор залежить від різних джерел енергії, зокрема теплових електростанцій, вітрових ферм, сонячних панелей, гідроелектростанцій та інших. Аналіз кількості та відсоткового співвідношення цих джерел енергії показує, що країна розвиває різноманітні джерела енергії для забезпечення сталого та надійного постачання електроенергії.

Підсистема споживання електроенергії допомагає відстежувати та аналізувати споживання електроенергії за регіонами та класифікувати споживачів. Це дозволяє виявляти основні сектори споживання електроенергії та розробляти ефективні стратегії для оптимізації споживання та забезпечення сталого розвитку енергетичного сектору.

Аналіз впливу загострення відносин між Україною та Росією на енергетичний сектор показує, що цей конфлікт може мати негативний вплив на постачання електроенергії та виробництво електроенергії. Залежність від російських постачань газу та вугілля може створювати ризики для стабільності енергетичного сектору України.

У даній дипломній роботі була розроблена та аналізована підсистема вироблення електроенергії в рамках географічної інформаційної системи (ГІС). В результаті проведеного дослідження було встановлено, що ГІС є потужним інструментом для збору, аналізу та оптимізації даних, пов'язаних із виробництвом електроенергії.

Підсистема вироблення електроенергії складається з декількох етапів. Першим етапом є збір даних про види електроенергії, включаючи теплові

електростанції, вітрові ферми, сонячні панелі, гідроелектростанції та інші джерела енергії. Ці дані розподіляються по регіонам та споживачам.

Наступним етапом є аналіз даних про виробництво електроенергії. Це включає визначення загальної кількості енергії, виробленої кожним видом електростанцій у кожному регіоні. Аналізується ефективність роботи джерел енергії, виявляються потенційні проблеми та можливості для оптимізації виробництва.

Далі підсистема включає прогнозування майбутнього виробництва електроенергії. Застосовуються статистичні та прогностичні моделі для прогнозування показників виробництва на основі історичних даних та факторів, які впливають на виробництво електроенергії. Це дозволяє заздалегідь планувати необхідні ресурси та виробництво з урахуванням попиту та енергетичних потреб.

Останнім етапом є оптимізація виробництва електроенергії. За допомогою ГІС визначаються оптимальні розташування нових електростанцій, враховуючи різні фактори, такі як доступність палива, потенціал відновлюваних джерел енергії та інфраструктура. Також проводяться аналіз та моделювання для визначення оптимального режиму роботи існуючих електростанцій з метою максимізації ефективності та зниження викидів.

Застосування ГІС у сфері виробництва електроенергії дозволяє досягти кількох важливих переваг. Воно сприяє збору та аналізу повної та точної інформації, що допомагає виробникам енергії та урядам приймати обґрунтовані рішення. Воно також допомагає виявляти потенційні проблеми та виклики, що дозволяє розробляти ефективні стратегії для розвитку енергетичного сектору.

У висновку, ГІС є потужним інструментом для управління виробництвом електроенергії, аналізу даних та оптимізації енергетичного сектору. Застосування ГІС дозволяє покращити сталість, ефективність та надійність енергетичної системи, забезпечуючи стаке постачання електроенергії для розвитку країни. Дослідження підсистеми вироблення електроенергії в рамках ГІС є важливим кроком у покращенні енергетичної сфери та просуванні в напрямку сталої та екологічно чистої енергетики.

У цілому, використання географічної інформаційної системи в енергетичному секторі України дозволяє ефективно керувати виробництвом електроенергії, аналізувати дані про виробництво та споживання, прогнозувати майбутні показники та оптимізувати енергетичну систему країни. Це важливий інструмент для підвищення

сталості, ефективності та надійності енергетичного сектору, що сприятиме розвитку України у напрямку сталої та екологічно чистої енергетики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Історія Енергетики [Електронний ресурс] – Доступ до ресурсу: <https://www.mev.gov.ua/storinka/istoriya-enerhetyky>
- [2] Макеева Д. А., Костенко В. К., Кольчик А. Е. Перспективы развития ветроэнергетики в промышленных регионах Украины / Геотехнології і управління виробництвом ХХІ сторіччя: монографія: в 2-х т. Редакційно-видавнича агенція ДонНТУ. – Донецьк, 2006. – Т. 2. – С. 232–237.
- [3] Колб І., Процик М., Андріюк В., Ворон Н. Про застосування геоінформаційних технологій при оцінці вітроенергетичного потенціалу // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2009. – Вип. 71. – С. 180–185.
- [4] Атомна енергетика в Україні та її вплив на розвиток країни [Електронний ресурс] – Доступ до ресурсу: http://www.atomforum.org.ua/publications/articles/2019/atomna_energetika_v_ukrayini_ta_yiyi_vpliv_na_rozvitok_krayini
- [5] Що таке ГІС ? [Електронний ресурс] – Доступ до ресурсу: https://geoknigi.com/book_view.php?id=1456
- [6] Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики: Навчальний посібник. – 2006. – С. 8.
- [7] Програмні засоби і геоінформаційні системи [Електронний ресурс] – Доступ до ресурсу: <https://studfile.net/preview/5720768/>
- [8] Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики: Навчальний посібник. – 2006. – С. 66.
- [9] Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики: Навчальний посібник. – 2006. – С. 26.
- [10] Дистанційне зондування Землі. Лекційний матеріал для дисциплін “Системи супутникового зв’язку”, “Системи зв’язку з рухомими об’єктами”. Тернопіль: ТНТУ, 2012– 58 с.
- [11] Барладин А. В., Городецкий Е. М., Даценко Л. Н. Прикладные ГИС для науки и практики / А. В. Барладин, Е. М. Городецкий, Л. Н. Даценко // Геоінформаційні системи і муніципальне управління: збірник наукових праць

до міжнародної науково-практичної конференції. – Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили. – 2000. – С.130-136.

[12] Лисогор В. М., Лисогор Ю. А. Моделювання електропостачання гірничих підприємств з використанням геоінформаційних технологій / В. М. Лисогор, Ю. А. Лисогор // Картографія та вища школа: збірник наукових праць. – К.: Інститут передових технологій. – 2006. – Вип.11. – С. 89-92.

[13] Лисогор В. М., Лисогор Ю. А. Моделі систем електропостачання гірничих підприємств на основі сучасних географічних інформаційних технологій / В. М. Лисогор, Ю. А. Лисогор // Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції Сучасні проблеми мікроелектроніки, радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування (СПМРТП-2006). – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2006. – С. 23-24.

[14] Meehan Bill. Enerprise GIS and the Smart Electric Grid? [Електронний ресурс]./BillMeehan.—2008.—Доступ до ресурсу: <http://www.esri.com/industries/electric/business/~media/Files/Pdfs/library/articles/enterprise-seg.pdf>

[15] Сергієнко Д. Особливості застосування ГІС в електроенергетиці/Д. Сергієнко// — Connect. Світ зв'язку.— 2012.— № 3

[16] Секнин А.А. ГИС в электроэнергетике: интеллектуальные энергосистемы/А.А. Секнин//ArcReview.— 2012.— №2 (61)

[17] Ткачук С. М. ГІС як системи прийняття рішень в електроенергетиці.// Збірник наукових праць. – Харків, 2014 . – Випуск 19 – С.102-105.