



ISSN 2411–6602 (Online)

ISSN 1607–2855 (Print)

Том 13 • № 2 • 2017 С. 100 – 111

Оглядова стаття

УДК 528.44

## Геоінформаційні технології в задачах аналізу ефективності енергоспоживання

В.І. Зацерковний<sup>1\*</sup>, А.О. Ралко<sup>2</sup>, Л.В. Тустановська<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 03127, м. Київ, пр. Академіка Глушкова, 2а

<sup>2</sup>Національний авіаційний університет, 03058, м. Київ, пр. Космонавта Комарова, 1

*Ефективне управління підприємствами енергетичної галузі неможливе без детальної інформації щодо локалізації стану їх об'єктів. Для досягнення цієї мети необхідно регулярно здійснювати моніторинг просторово-розподілених об'єктів енергетичної галузі, аналіз та візуалізацію роботи її систем, підсистем і компонентів. Тому необхідний інструментарій, який би міг допомогти менеджерам компаній у прийнятті високоефективних рішень на всіх етапах управління галуззю, підприємством або окремим відділом підприємства електроенергетики. Таким потужним інструментом інтелектуального аналізу енергосистем та бізнес-аналітики у світовій практиці на сьогодні виступають геоінформаційні системи (ГІС) та геоінформаційні технології (ГІТ). Нагальною проблемою конкурентоспроможності національної економіки є низький рівень її енергоефективності, незадовільний технічний стан енергетичного сектору України, який продовжує погіршуватись внаслідок старіння основних фондів. Більшість блоків електростанцій перевищили межю фізичного зношення, що призводить не тільки до втрати існуючих потужностей, але й до забруднення навколишнього середовища, що спонукає до ґрунтовної модернізації. На сучасному етапі у світовій енергетиці активно розвивається напрямок, що отримав назву Smart Grid (інтелектуальні енергетичні системи), на основі якого розроблено спеціальний програмний модуль для енергетики із застосування ГІС — ArcGIS for Electric, який спроможний розв'язувати задачі на основі додаткового моделюючого блоку. Застосування ГІС спрощують процес прогнозування. Інформація, що потрапляє до ГІС, інтегрується у вигляді окремих інформаційних шарів, а потужний аналітичний алгоритм швидко аналізує цю інформацію у синтезі. В результаті отримують більш точні прогнози споживання електроенергії та можливість їх представлення у вигляді карт та прогнозних графіків. Роль ГІС зростає з розвитком енергетики — концепції Smart Grid, яка полегшує взаємодію клієнта і постачальника, перерозподілює навантаження, інтегрує розподіл потужностей, таким чином відбувається об'єднання мереж, споживачів і виробників в єдину автоматизовану систему, активно-адаптовану мережу, яка в реальному часі дозволяє відстежувати і контролювати режими роботи всіх учасників процесу. Українська енергетика потребує інноваційних підходів не лише в модернізації об'єктної складової, а й в управлінні виробничої діяльності та економічного використання енергоресурсів. Таким інноваційним підходом є перевірена у світі концепція Smart Grid.*

**Ключові слова:** енергозбереження; ефективність; геоінформаційні системи; ГІС; геоінформаційні технології; ГІТ; система енергоменеджмента; концепція Smart Grid.

### 1. ВСТУП

На початку ХХІ ст. світова спільнота для сталого розвитку сформувала сучасне бачення місії світової енергетики — максимально ефективного використання природних паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) та потенціалу енергетичного сектору для зростання світової економіки і підвищення якості життя населення планети і сталого розвитку суспільства. Найближче майбутнє, на думку вчених, змінять дві технології: цифрова економіка та нова чиста енергія. Такі постулати вперше стали ключовими темами саміту «G20» (Ханьчжоу, Китай), які стосувалися внутрішньої економічної ситуації кожної країни з побудови інноваційної економіки, доступу до нових технологій, справедливої торгівлі та нової фінансової системи на основі обміну інформацією при цифровому інформаційному забезпеченні, науковому співробітництві та цивілізованому патентному захисті.

Енергетика майбутнього буде створена на основі інтелектуально розподіленої енергетики, в тому числі з урахуванням альтернативних видів палива (АВП) та відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), інформаційних систем управління, інтелектуального комутаційного обладнання, споживчих сервісів, які дозволяють керувати накопиченням та споживанням електроенергії. Внаслідок цього парадигма існуючої системи електричної енергії у світі зазнає кардинальних змін внаслідок переходу від класичного централізованого переходу виробництва енергії до більш децентралізованої системи, в якій учасники динамічно міняються ролями і взаємодіють як енергетичні кооперативи, однак проблема забезпечення надійного та стабільного енергопостачання залишається першочерговою [1].

Ключову роль при такій взаємодії відіграють дві моделі. З одного боку, це загальна інформаційна модель CIM (Common Information Model), а з іншого — комунікаційні енергетичні мережі та система

\* Зацерковний Віталій Іванович; ✉ vitalii.zatserkovnyi@gmail.com

підстанцій для оптимального управління та забезпечення функціональної сумісності на рівні інформаційних моделей, назви яких різняться в залежності від характеристик мереж (Smart Grid, IntelliGrid, Power Grid та ін.). Наріжним каменем Smart Grid є можливість багаторазового з'єднання інтелектуальних пристроїв, програмного забезпечення, процесів, центрів управління та їх взаємодії за допомогою комунікаційної інфраструктури. В новій парадигмі енергетичного розвитку першочергове завдання полягає в забезпеченні безпечної, стійкої, конкурентної, доступної за ціною енергії для кожного споживача на основі [1]:

- енергетичної безпеки, солідарності та довіри;
- інтегрованого внутрішнього енергетичного ринку та загальноєвропейської енергетичної системи;
- енергоефективності як самостійного джерела енергії.

Саме електроенергетика буде фундаментом майбутньої цивілізації, яка здатна протистояти глобальним соціальним, екологічним та технологічним викликам. Енергія виступить найважливішою складовою сталого розвитку світового співтовариства і тим сектором ринку, де можна досягнути найбільшої економічної ефективності у загальнодержавних масштабах, оскільки енергоефективність слугує своєрідним критерієм якості функціонування економічної моделі держави, злагодженої взаємодії між суб'єктами господарювання, населенням та органами влади і є пріоритетним напрямом державної політики практично всіх країн світу.

Принциповий вибір України в частині повноцінної інтеграції до співтовариства європейських націй зумовлює і необхідність зміни підходів до формування Україною енергетичної політики, яка має відповідати принципам і практиці ЄС.

Сучасна Україна в силу тих або інших проблем потерпає від значної кількості енергоємних виробництв, тому проекти, спрямовані на підвищення енергоефективності та енергонезалежності, є з пріоритетним напрямком розвитку паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) країни.

Тенденції розвитку електроенергетики України, відповідно до “Енергетичної стратегії України на період до 2030 року”, орієнтовані на постійне зростання ролі інформаційного компоненту в керуванні електроенергетичними об'єктами (ЕЕО), на формування в Україні концепції інноваційного перетворення електроенергетики на основі Smart Grid, на ефективне управління підприємствами енергетичної галузі.

Ефективне управління підприємствами енергетичної галузі неможливе без детальної інформації щодо локалізації та стану їх об'єктів. Для досягнення цієї мети необхідно регулярно здійснювати моніторинг просторово-розподілених об'єктів енергетичної галузі, аналіз та візуалізацію роботи її систем, підсистем і компонентів. Тому необхідний інструментарій, який би міг допомогти менеджерам компаній у прийнятті вискоєфективних рішень на всіх етапах управління галуззю, підприємством або окремим відділом підприємства електроенергетики.

Таким потужним інструментом інтелектуального аналізу енергосистем та бізнес-аналітики у світовій практиці на сьогодні виступають геоінформаційні системи (ГІС) та геоінформаційні технології (ГІТ) [2,3]. Методики використання ГІС в електроенергетиці найповніше описані в праці «Empowering Electric and Gas Utilities with GIS» Білла Міхана, 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.

## 2. АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ

Низька енергоефективність енергетичної галузі є одним із основних чинників кризових явищ в українській економіці. Значна зношеність мереж постачання тепло- та електроенергії, а також надмірні втрати енергії, вартість яких закладається в тарифи для населення, збільшують зубожіння кінцевих споживачів в Україні. Власне, за умов підвищення витрат на енергоносії актуальності набуває питання запровадження заходів з енергозбереження та розвитку політики енергозбереження. Крім того, наявною є тенденція до підвищення енергоспоживання. Все це потребує впровадження інформаційної системи, яка б сприяла ухваленню ефективних рішень на всіх етапах функціонування компаній. Такою інформаційною системою може слугувати ГІС. Складна ситуація з постачанням енергоносіїв, нерівномірність розподілу енергоресурсів, коливання світових цін на них свідчить про надзвичайно актуальну задачу підвищення ефективності функціонування енергетичної галузі.

*Метою дослідження* є дослідження сучасного стану та перспектив впровадження проекту Smart Grid в Україні для розвитку енергетичної галузі і паливно-енергетичного комплексу та доцільність використання інструментарію ГІС як засобу прийняття ефективних управлінських рішень з метою модернізації вітчизняної енергетичної системи.

*Об'єкт дослідження* — енергетична галузь України.

*Предмет дослідження* — геоінформаційні системи і геоінформаційні технології.

### 3. АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

За останні роки значно зросла кількість публікацій, присвячених різним аспектам проекту Smart Grid (“Розумні мережі”), що свідчить про його актуальність та стрімкий розвиток. Питання еволюції, технологічного забезпечення та перспективи їх впровадження в Україні були досліджені такими науковцями, як Волкова І.О., Воропай М.І., Денисюк С.П., Дорофеев В.В., Кириленко О.В., Кобець Б.Б., Макаров А.О., Огороков В.Р., Стогній Б.С., Праховник А.В. Проблеми енергоефективності та впровадження інтелектуальних енергосистем у своїх працях розглядали вчені Калашников В.І., Каплун В.В., Козирський В.В., Левшов О.В., Лір В.Є., Письменна У.Є., Тульчинська С.О. та ряд інших.

Незважаючи на значну кількість публікацій, відставання України в енергоефективності від світових лідерів, свідчить про те, що питання трансформації у сфері енергозабезпечення далекі від завершення та потребують подальших досліджень.

### 4. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Зростаючі потреби в енергії визначаються темпами зростання чисельності населення у світі, рівнями економічного та технологічного розвитку. Вчені прогнозують неухильне зростання енергоспоживання у світі. Аналогічні тенденції відбуваються і в енергетичній галузі України.

У ХХІ ст. вирішити проблему підвищення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) можливо виключно шляхом запровадження новітніх енергоефективних технологій та обладнання, які відповідали б потребам та вимогам сьогодення.

У державній економічній політиці в Україні до останнього часу більша увага наголошувалася на понятті «енергозбереження», тоді як у європейських та інших розвинених країнах оперують поняттям дещо іншого і більш комплексного виміру — «енергоефективність», яке розглядається в єдиній системі координат з екологічністю та конкурентоспроможністю.

За кордоном енергоефективність — це не просто використання ресурсозберігаючих технологій, рекуперації, встановлення, наприклад, енергоефективних вікон, утеплення стін. Це — комплексний підхід від етапу проектування до введення в дію та експлуатації об'єкта чи технології (обладнання).

Ефективність енергоспоживання — ефективне (раціональне) використання енергетичних ресурсів. Використання меншої кількості енергії для забезпечення того ж рівня енергетичного забезпечення будівель або технологічних процесів на виробництві. Енергоефективність (корисність енергоспоживання) — корисне (ефективне) витрачання енергії.

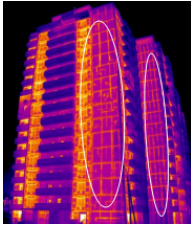
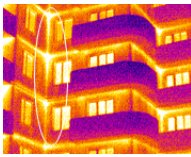
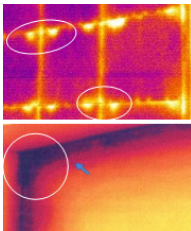
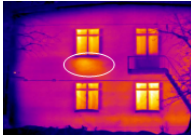
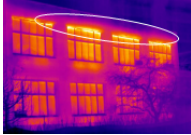


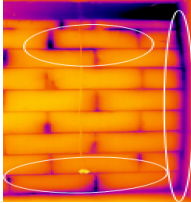
Енергозбереження — зменшення споживання енергії за рахунок використання меншої кількості енергетичних послуг. Енергозбереження — заощадження, збереження енергії.

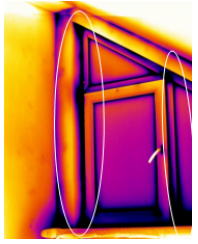
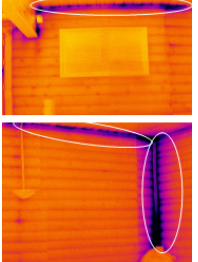
Викликом конкурентоспроможності національної економіки є низький рівень її енергоефективності та переважання у структурі економіки енергоємних виробництв. До цього часу завдання підвищення енергоефективності національної економіки так і не стало визначальним. До останнього часу держава та суспільство України продовжували діяти за інерцією стереотипів існування надлишку енергоресурсів, а державна економічна політика не стимулювала їх ефективного використання. Суб'єкти господарювання та населення продовжують очікувати від держави часткового покриття енергетичних витрат та самоусуваються від дій щодо підвищення енергоефективності. Ключовим викликом, який потребує нагального реагування, є незадовільний технічний стан енергетичного сектору України, який продовжує погіршуватись унаслідок старіння основних фондів. Більша частина генеруючих активів та мереж енергопостачання зношена та неефективна. Переважна більшість блоків теплових електростанцій перевищили межу фізичного зношення й потребує ґрунтовної модернізації або заміни, більшість блоків атомних електростанцій наближається до межі проектного терміну експлуатації. Баланс потужності енергосистеми України характеризується дефіцитом регулюючих потужностей, що зумовлює нераціональне використання існуючих потужностей та високий рівень втрат. Викиди пилу, оксидів сірки й азоту тепловими станціями України у разі перевищують відповідні норми розвинених країн. Значна частка об'єктів магістральних та розподільчих мереж відпрацювала свій ресурс та потребує модернізації. Не менш критичне становище спостерігається й у житлово-комунальному господарстві, де через незадовільний фізичний стан спостерігаються значні втрати тепла в теплових мережах (загальні втрати у системі теплопостачання сягають 45%, води 40%), а подеколи й припинення теплопостачання через аварії мереж. Фонд будівель і споруд перебуває у незадовільному стані, через низьку теплоізолюючу здатність будівель значними є теплові втрати на стороні споживання (у більшості будинків втрати теплової енергії сягають 30%, табл. 1).

Тому питання енергозабезпечення виступає однією з ключових проблем у формуванні внутрішньої та зовнішньої політики країн. Значна зношеність мереж постачання тепло- та електроенергії, а також надмірні втрати енергії, вартість яких закладається в тарифи для населення, збільшують витрати кінцевих споживачів в Україні.

Реалізація ефективною політики підвищення енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива надасть Україні можливість

**Таблиця 1.** Поширені дефекти конструкцій будівель і споруд, які виявляються методом теплового контролю [5]

№ п/п	Характер аномалії теплового поля	Оброблені термограми	Характер виявленого дефекту
1	Підвищена температура міжпанельних швів житлового будинку		Незадовільна герметизація й утеплення міжпанельних швів
2	Підвищена температура на торцях міжповерхових перекриттів і кутових стиків панелей		Не забезпечена теплоізоляція торців міжпанельних перекриттів і кутових стиків панелей
3	Підвищена температура міжпанельних швів ззовні і знижена температура в місцях з'єднання панелей всередині приміщення, наявність "мостиків тепла і холоду"		Неякісна теплоізоляція і герметизація міжпанельних швів
4	Підвищена температура зовнішніх стін у місцях, де на внутрішній поверхні встановлені радіатори опалення без тепловідбивних екранів		Незадовільний опір теплопередачі стінових панелей
5	Підвищена температура (тепловтрати) в районі обрамлення віконних блоків на їх зовнішній поверхні		Дефект монтажу віконних блоків
6	Ярко виражені температурні аномалії (за батареями) і підвищена температура зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель старого житлового фонду		Дефект — вкрай низький рівень теплозахисту будівлі
7	Підвищена температура кутового стику цегельної кладки і місць, де на внутрішній поверхні стіни встановлені радіатори		Не забезпечена достатня теплоізоляція кутового стику стіни і місць встановлення батарей опалення
8	Термограма всередині приміщення. Понижена температура на швах між піноблоками		Неякісна кладка піноблоків

9	Знижена температура на деталях внутрішньої поверхні віконного блоку		Дефект монтажу віконного блоку
10	Термограма всередині приміщення. Сильно знижена температура в кутових примиканнях стін і примиканнях стін до стелі		Дефект — недостатня герметизація примикань

створити умови для зниження рівня енергоємності валового внутрішнього продукту, оптимізації структури енергетичного балансу держави.

Системні дослідження енергетики за своєю суттю є міждисциплінарними, оскільки інтегрують дослідження у галузях енергетики, економіки, екології і прогнозуванні змін клімату. На сучасному етапі у світовій енергетиці активно розвивається напрямок, що отримав назву Smart Grid (інтелектуальні енергетичні системи) — електроенергетичні системи з використанням нових технологій, як в електроенергетичному обладнанні, так і в сфері інформаційного забезпечення, спрямованих на якісне покращення техніко-економічних показників. Власне за умов підвищення витрат на енергоносії, актуальності набуває питання запровадження заходів з енергозбереження та розвитку політики енергозбереження.

Для вирішення проблеми енергозбереження в Україні розробляються цільові програми енергозбереження, наприклад [6]. Для оцінювання ефективності енергоспоживання використовують різноманітні показники на загальнодержавному, регіональному та місцевому рівнях (індекс прибутковості, чистий дисконтний підхід, період окупності, дисконтний період окупності інвестицій, середня норма рентабельності, ефективність механізму енергозбереження, динаміка щільності викидів шкідливих речовин в атмосферу, економія паливно-енергетичних ресурсів тощо).

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. У світовій практиці ГІС зарекомендували себе як потужний інструмент для інтелектуального аналізу енергосистем та бізнес-аналітики. Компанія ESRI, лідер на ринку ГІТ, має багатий досвід впровадження ГІС в інформаційну архітектуру енергетичних компаній і вже розробила спеціальний програмний модуль для енергетики на основі ГІС — ArcGIS for Electric (рис. 1).

Такі іноземні енергетичні компанії, як КЕPCO, GTC, Dong Energy, успішно користуються цими програмними модулями. Проаналізувавши їх досвід, розглянемо напрями інтеграції ГІТ у систему менеджменту енергетичних компаній.

Застосування ГІТ у сукупності з інструментальними засобами, що застосовуються для проведення наукових досліджень у галузі енергетики, дозволяють отримувати якісно нові наукові результати, а також скоротити час пошуку прийнятних рішень для поставлених задач. Дані дистанційного зондування



Рис. 1. Фрагменти інтерфейсу ArcGIS for Electric (компанія ESRI) для потреб енергетичної галузі

Землі (ДЗЗ) і моніторингу навколишнього середовища можуть бути використані для більш ефективного розв'язку задач забезпечення розвитку і функціонування сегментів мереж Smart Grid, а також проблеми забезпечення кібербезпеки.

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.

ГІС забезпечують ефективний розв'язок трьох взаємозалежних задач:

- подання й збереження в базі даних метричної і топологічної інформації про структуру мережі енергопостачання, лінії електропередач, кабельні лінії, підстанції, кадастрові ділянки, інші об'єкти електроенергетики у вигляді картографічних матеріалів;
- візуалізацію мереж енергопостачання у вигляді дисплейних картосхем з можливістю інтерактивного запиту атрибутивної інформації за кожним елементом мережі;
- аналіз структури мережі на основі моделей і алгоритмів теорії графів.

Якщо перші дві функції традиційно притаманні ГІС, то остання являє собою додатковий моделюючий блок, який є в арсеналі не у всіх стандартних ГІС.

Сьогодні ГІС широко використовується у всіх сферах життєдіяльності держави, суспільства, науки, при виникненні надзвичайних ситуацій, у військовій сфері, в органах влади, в різних галузях і сферах людської діяльності. Важливу роль ГІС відіграють в аналізі ефективності енергоспоживання.

Для мережевого аналізу енергетичних мереж у різних ГІС розроблено низку спеціальних алгоритмів. Крім того, користувач має можливість створювати власні алгоритми на основі набору функцій мережного аналізу.

Перед початком аналізу користувач повинен провести підготовку мережі — встановити початкові і кінцеві точки для розрахунку напрямку потоку (руху); встановити стан перемикачів, які забороняють рух у визначеному напрямку; встановити проміжні пункти руху на ребрах або з'єднаннях.

На основі стандартних функцій (визначення пройденої відстані, визначення напрямку руху, опору при русі тощо) в ГІС, зазвичай, реалізуються такі алгоритми мережевого аналізу [3, 4]:

- Визначення найкоротшого маршруту руху транспорту між двома і більше точками (враховується тільки сума довжин ребер, рис. 2,а). До такої задачі в ГІС зводиться вибір найбільш економічного за вартістю шляху (з урахуванням вартості поворотів) на карті мережі. Вартість шляху дорівнює сумі вартостей кожної дуги, що визначається її атрибутами. Вартість шляху може передаватися відстанню (довжиною ліній), часом, грошовою вартістю тощо. Вирішуючи це завдання, наприклад, для транспортної мережі, необхідно визначити вулиці з одностороннім рухом, заборонені повороти, естакади й тунелі, закриті й небажані вулиці тощо. Для визначення цих властивостей важливу роль відіграє напрямок цифрування. До інших задач цієї задачі відносяться:
  - пошук найближчого пункту обслуговування — знайти найближчий пункт щодо будь-якого місця в мережі;
  - пошук зони обслуговування;
  - маршрутизація транспортних потоків;
  - розв'язання задачі комівояжера;
  - розміщення ресурсів;
  - аналіз динаміки поширення тощо;
- визначення оптимального маршруту руху транспорту між двома і більше точками (враховується довжина і час проходження ребер залежно від атрибута, що характеризує опір руху);
- визначення максимальної або оптимальної швидкості руху транспорту між двома і більше точками (враховується довжина і час проходження ребер залежно від атрибута, що характеризує опір руху, кількість транспорту, зупинки на світлофорах);
- визначення витрат на рух транспорту, нарахування дорожніх зборів (враховується довжина і час проходження ребер залежно від атрибута, що характеризує опір руху);
- пошук маршруту для перевезення небезпечних матеріалів (враховуються атрибути ребер і з'єднань, що забороняють відповідні дії)
- визначення зони транспортної досяжності з початкової точки за певний відрізок часу (враховуються довжина і час проходження ребер залежно від атрибута, що характеризує опір руху, рис. 2,б) [11];
- при визначенні тиску чи температури у водопровідній або трубній мережі (враховуються довжина і діаметр труб, пропускна здатність вентилів, тиск або температура на виході з джерела, тиск або температура у кінцевого користувача);
- визначення спадання напруги в електричній мережі (враховуються довжина, перетин і опір ребер, коефіцієнти передачі опору на з'єднаннях).

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 [7–9]. Серед шляхів впровадження ГІС у зазначені процеси можна виділити наступні.

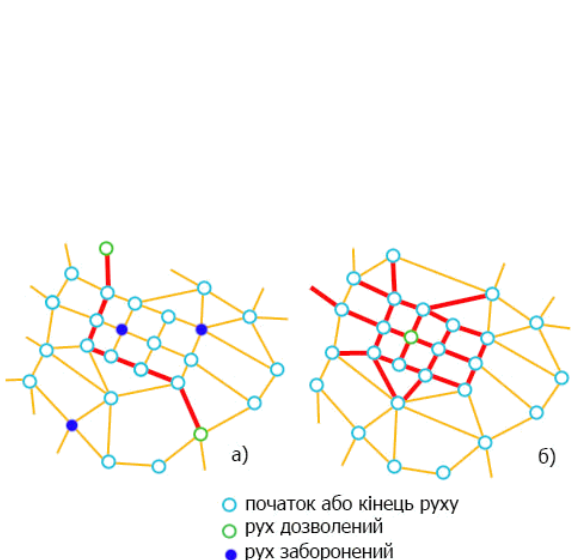
*Планування потреб енергоспоживання.* Енергоспоживання на певній території залежить від багатьох чинників, як природніх, так і соціально-економічних. Прогноз потреб у енергоресурсах на наступний рік, два чи десятиліття є важливим завданням для планового відділу енергетичної компанії. Традиційно, подібний прогноз будується для всієї країни, що значно впливає на його точність. У світлі останніх тенденцій з підвищення енергоефективності регіональний аналіз є більш доцільним, оскільки він надає точніші результати, однак потребує більше коштів, часу та інформації з різних джерел. Корпоративні ГІС та численні джерела інформації, що доступні сьогодні через Інтернет, дозволяють спростити процес прогнозування на регіональному рівні. Інформація, що потрапляє до ГІС, інтерпретується в вигляді окремих інформаційних шарів, а потужний аналітичний алгоритм, закладений у ГІС, дозволяє швидко аналізувати цю інформацію у синтезі. В результаті отримують більш точні прогнози споживання електроенергії та можливість їх представлення у вигляді карт та прогнозних графіків.

При плануванні розвитку енергосистем ГІС може стати потужним допоміжним засобом. Інженери з проектування електричних систем постійно стикаються з проблемою багатоваріантності. Завдяки реалізованому в ГІС принципу версійності можна оперувати декількома варіантами (версіями) розвитку електричних системи одночасно на основі єдиної бази даних. Таким чином, якщо відбуваються зміни, у сучасній версії можна побачити, як вони вплинуть на майбутній стан системи. Можна прослідкувати поточний стан системи у відношенні до запланованого чи альтернативного стану, тобто динаміку розвитку системи.

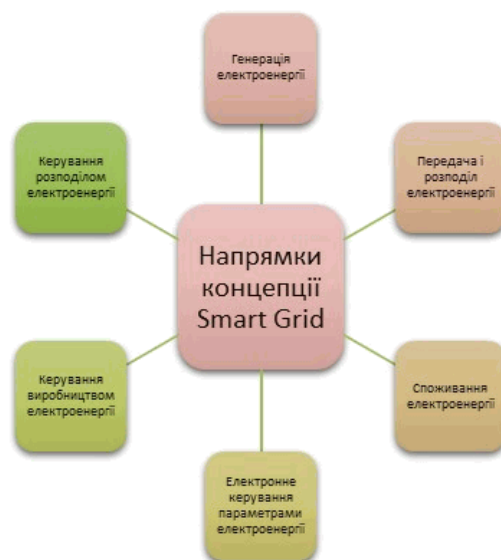
*Керування активами.* Керування активами енергетичного підприємства полягає у прийнятті ефективних рішень щодо ремонту чи зміни обладнання, врахування ризиків, пов'язаних з тим, коли саме слід це робити, а також визначати пріоритетність робіт для надійного функціонування електричних мереж. Завдання значно ускладнюється ще й з огляду на просторову розосередженість об'єктів електричних мереж. Окрім візуалізації фізично існуючої мережі, можна подати на карті велику кількість інших кількісних та якісних показників системи на основі атрибутивної інформації, наприклад, термін експлуатації розподільчого обладнання чи кошти на його утримання. А поєднавши дані про термін експлуатації, кошти на обслуговування обладнання та історію його надійності, можна отримати синтетичний показник, який доцільно використовувати для прийняття управлінських рішень.

*Проектування.* Корпоративні ГІС в енергетичних компаніях у повній мірі виправдовують себе на етапі проектування. При виборі майбутньої траси ліній електропередач (ЛЕП) можна оцінити декілька сценаріїв та прийняти зважене рішення, ґрунтуючись на інформації про землекористування вздовж майбутньої траси, кліматичні умови, наявність природних та антропогенних факторів тощо. Те ж стосується й вибору ділянки для підстанції.

Процес проектування електричних мереж передбачає підготовку проектно-кошторисної документації,



**Рис. 2.** Алгоритми мережевого аналізу: а — пошук найкоротшого маршруту між двома пунктами; б — визначення зони досяжності з визначеної точки



**Рис. 3.** Головні напрямки концепції Smart Grid

що розробляється на підставі завдань на проектування. Завдання видається енергетичною компанією, як замовником проекту, і, окрім іншого, передбачає [10]

- картографічні матеріали;
- відомості щодо існуючої забудови, підземних комунікацій, стану екології тощо;
- плани землекористування в зоні траси лінії електропередач;
- топографічні карти населених пунктів у зоні проходження майбутніх ліній ЛЕП.

Підготовка цих матеріалів суттєво спрощується з використанням ГІС. Отримавши завдання на проектування, проектний відділ чи організація розробляє технічний проект. Проектування виконується вручну на попередньо роздрукованих матеріалах, взятих з ГІС. Деякі організації використовують САД-пакети, куди експортують данні з ГІС як растрову або векторну підкладку. В обох випадках проект існує окремо від бази даних та моделі енергосистеми. По завершенні процесу проектування необхідно повторно вручну вносити проектні зміни у ГІС. Якщо ж вести технічний проект в ГІС, то він буде нерозривно зв'язаний з існуючою моделлю системи, а всі зміни будуть автоматично враховуватися та відображатися в ньому. До того ж сучасні ГІС забезпечені потужним графічним редактором, що робить можливим їх використання для підготовки проектних планів та креслень.

*Будівництво.* На етапі будівництва в проект вносять неминучі зміни, такі як зміщення опори відносно запланованого положення або встановлення додаткових проміжних опор тощо. Подібні зміни документуються, проте вручну та не завжди в повній мірі. Згодом їх передають в проектну організацію та зберігають разом з паперовими версіями планів. Якщо проект був розроблений в ГІС, подібні зміни легко внести, вони одразу відображаються, а схема траси ЛЕП буде виглядати саме так, як на місцевості.

Використання мобільних технологій дозволяє безпосередньо в полі вносити зміни у проект. Створивши окремий шар з виправленнями на польовому обладнанні, зміни передають до корпоративної ГІС. Це створює постійний зв'язок між будівельною бригадою, проектантами та іншими співробітниками, що мають доступ до корпоративної системи.

Роль ГІС зростає ще й з огляду на останні тенденції в розвитку енергетики — концепції Smart Grid (англ. “розумна мережа”, “інтелектуальна мережа”). Це мережа поверх звичайної електричної мережі з різноманітними зв'язками і сучасними пристроями реєстрації, моніторингу та контролю. Smart Grid полегшує взаємодію клієнта і постачальника, перерозподіл навантаження, інтеграцію розподілених потужностей. Таким чином, відбувається об'єднання мереж, споживачів і виробників в єдину автоматизовану систему, активно-адаптивну мережу, яка в реальному часі дозволяє відстежувати і контролювати режими роботи всіх учасників процесу [8].

Smart Grid буде використовувати технології оцінки стану, які покращують виявлення несправностей і дозволяють самовідновлення мережі без втручання фахівців. Це дозволить забезпечити більш надійну подачу електроенергії, а також зниження вразливості до стихійних лих або збройного нападу. Як і в інших галузях, використання стійких двонаправлених комунікацій, розвинутих датчиків і технології розподілених обчислень покращують ефективність, стійкість та безпеку постачання та споживання енергії. Вони також відкривають можливості для створення нових або удосконалення існуючих послуг, таких як пожежна сигналізація, яка вимикає електрику, телефонує до екстрених служб тощо.

Smart Grid включає в себе різноманітні оперативні та енергозберігаючі заходи, включаючи інтелектуальні лічильники споживачів, поновлювані джерела енергії та ресурси забезпечення енергоефективності. Електронне керування параметрами електроенергії, керування її виробництвом і розподілом є важливими аспектами розумної енергосистеми (рис. 3).

Реалізація цієї концепції передбачає збільшення інформаційних потоків у сотні разів, а отже вимагає більш ефективних технологій управління цією інформацією.

Переваги від використання Smart Grid [8]:

- високий рівень безпеки та більш ефективна передача електроенергії;
- швидке відновлення після відключення електрики;
- зниження пікового попиту, що сприятиме зниженню тарифів на електроенергію;
- найкраща інтеграція споживачів і підприємств у систему виробництва електроенергії, в тому числі відновлюваних джерел енергії;
- можливість обробки різноманітних джерел електроенергії (енергії вітру, сонця);
- підвищення надійності систем перетворення, передачі і розподілу електричної енергії;
- вирішення проблеми модернізації або заміни старої енергетичної інфраструктури.

ГІС здатна забезпечити комплексне управління накопиченими даними, що надходять, їх аналіз в просторовому контексті, контроль інфраструктури та ситуації в мережі, взаємодію з іншими інформаційними системами, у тому числі з системою автоматичного саморегулювання.

Таким чином, можна зробити висновок, що повноцінна інтеграція Smart Grid в загальний робочий процес енергетичної галузі неможлива без ГІС.



Енергетична галузь надає сприятливе поле для широкомасштабного використання унікальних можливостей ГІС. Адже більшість аспектів цього багатогранного бізнесу має значиму просторову складову і прив'язку до певної території або конкретного місця розташування. Пов'язані з просторовим положенням дані пронизують всі стадії процесу: від польових розвідувальних робіт, створення і розгортання інфраструктури, видобутку (генерації), зберігання, транспортування (передачі) і збуту. Це в повній мірі відноситься і до таких напрямів діяльності енергетичних компаній як маркетинг і логістика, дотримання екологічних вимог, питання забезпечення безпеки і реагування на надзвичайні ситуації, енергозбереження та підвищення енергоефективності ПЕК, розподілу капіталовкладень з оцінкою їх повернення [9].

Нафта, газ, електроенергетика, вугільна промисловість і атомна енергетика — базові складові енергетичної галузі; всі компанії в цій сфері усвідомлюють і активно застосовують переваги географічного підходу і просторового аналізу, що надаються ГІТ. ГІС, як універсальна інтеграційна платформа, може допомогти підвищити ефективність бізнесу за рахунок повноцінного управління практично всіма видами даних [11], будь то дані по перспективних майданчиках, трубопроводах, клієнтах або конкурентах, з аспектів управління є ключовими елементами щодо підтримки робочих процесів на всіх стадіях підвищення конкурентоспроможності на ринку. Повноцінне і різнобічне керування даними (інформаційна підтримка, моделювання та аналіз) на основі ГІС, особливо коли воно реалізується на корпоративному рівні, виключає зайве дублювання наборів даних, забезпечує безперервність і послідовність реалізації всіх фаз проекту, створює загальну структуру для плідної взаємодії між усіма підрозділами компанії і з її партнерами. Останнім часом все більша увага звертається на поновлювані джерела енергії, багато досліджень і проектні рішення в цій галузі також спираються на аналітичні можливості ГІС.

Серед аспектів, що свідчать про важливість застосування ГІС в енергетиці виділяють:

*Ефективне використання даних.* Енергетичні компанії часто ведуть бізнес на великих територіях або навіть на глобальному рівні і повинні керувати великими обсягами просторових даних. Сучасні ГІС надають повномасштабне програмне середовище для керування даними з їх інтеграцією з іншими платформами і розподіленими системами керування базами даних. Інформація про земельні ділянки, зонування, отримання і видача дозволів, землеволодіння і ліцензування, а також дані, пов'язані з геологією, гідрологією і іншими фізичними характеристиками ландшафту, — це очевидні приклади і варіанти для їх включення до складу ГІС. Через залучення ГІС найчастіше починається розгляд питань у відділах розвідки і видобутку, природоохорони, геодезії та маркшейдерії або земельного управління. Дані по свердловинах, розподільних мережах тощо полегшують роботу багатьох департаментів усередині компанії в разі, коли вони організовані, керуються і відображаються з позицій їх просторового розташування [11].

*Інтегрування баз даних.* ГІС є незамінним інструментом для енергетичних компаній, яким життєво важлива консолідація і координація даних і інформації з багатьох джерел, наприклад, при пошуку перспективних місць для розвитку своєї діяльності. У зв'язку з цим вже накопичений великий досвід створення на основі ГІС корпоративних систем і додатків, які формують загальний інтерфейс (операційне поле) для доступу, підтримки та актуалізації даних, що зберігаються в різних системах, в тому числі спеціалізованих. Останнім часом для реалізації цієї функціональності створюються корпоративні геоінформаційні портали, які інтегрують інформаційні ресурси підприємства.

Крім зручних можливостей доступу до даних, такий корпоративний інтерфейс забезпечує користувачів всередині компанії засобами створення карт, інших інформаційних продуктів і аналітичних звітів на основі цих даних і відповідно до прийнятих в організації стандартами і вимогами.

*Оптимізація операційної діяльності.* Після вибору відповідних місць, майданчиків або коридорів і обґрунтування їх придатності ГІС допомагає компаніям в розробці найкращих методів для вилучення природних ресурсів, як в разі видобутку нафти, газу, вугілля і т.д., або виробництва енергії з поновлюваних джерел (гідроелектростанції, вітрові, термальні, сонячні установки, і т.д.). Неповноцінне планування може істотно підвищити витрати на підготовку і освоєння таких місць, а в деяких випадках це може означати, що не всі можливі природні ресурси зможуть бути вилучені. Додатки з можливостями ГІС допомагають інженерам-експлуатаційникам швидко розглянути модельні варіанти експлуатації родовищ, згрупувати і в комплексі проаналізувати дані по свердловинах.

Деякі гірничодобувні компанії оптимізували операції по дослідженню ресурсів, інтегрувавши ГІС з геозйомкою в реальному часі, програмами планування видобувних робіт і технологією глобального позиціонування (GPS). Для проведення оперативної геозйомки використовуються переносні комп'ютери, що дозволяє виконувати виміри з перевіркою точності безпосередньо на місці проведення видобувних робіт, наприклад, в кар'єрі або шахті. А дані зйомки можуть бути завантажені безпосередньо в центральну базу геоданих, що забезпечує операторам і прохідникам оперативну картину робочої області.

*Управління просторовою інфраструктурою та інженерними мережами.* Регіони України мають різний рівень енергоспоживання та різну енергоефективність (рис. 4). Основні енергетичні характеристики регіонів України представлені на рис. 5.

Крім її використання в процесах розвідки і видобутку (генерації) технологія ГІС є потужним інстру-



**Рис. 4.** Граничні рівні споживання електроенергії на вересень 2017 р.



**Рис. 5.** Основні енергетичні характеристики регіонів України

ментом для підтримки управління всіма типами об'єктів і загально розподіленою в просторі інфраструктурою компаній енергетичної галузі. Вся інформація зберігається в базах геоданих і відображається в 2D, 3D просторових представленнях і в часовій динаміці. Тут також є можливості і практичні напрацювання по реалізації взаємодії між ДВС та іншими системами і 3D-пакетами, які використовуються в енергетиці.

*Транспортування і збут* також є важливими областями, які отримують переваги від застосування ГІС. Наприклад, для ефективної поставки газу і електроенергії споживачам компанії постійно працюють в напрямку спрощення та раціоналізації робочих процесів, зниження операційних витрат, поліпшення обслуговування клієнтів і взаємодії з ними. Надані ГІС можливості далеко виходять за рамки простого картування електромереж, трубопроводів, засувок та іншого обладнання. ГІС може допомогти в створенні дизайну і в координації проектів будівництва нових об'єктів або в оновленні та реконструкції наявних [12].

Сьогодні вже накопичений позитивний досвід застосування ГІС для оцінки надійності і контролю стану систем транспортування, відстеження втрат, планування заходів по ліквідації різномасштабних аварій, оперативному реагуванню на них і згладжування наслідків, виявлення втрат за рахунок незаконного відбирання енергоресурсів, піратства і дефектної вимірювальної апаратури, загальної оцінки ризиків. Ці програми забезпечують збір даних від системи датчиків Smart Grids, визначають місце розташування відключення або витоку, допомагають точніше виявити його причину, направити на місце події фахівців, відстежувати статус проведених робіт по обслуговуванню або ремонту. А створення різноманітних сценаріїв з використанням ГІС дозволяє компаніям вибирати найкращі рішення з урахуванням безлічі факторів, що впливають. У цій діяльності багатьом компаніям уже допомагають оперативно-ситуаційні центри, основою яких є централізована ГІС, що дозволяє відображати всю інформацію про об'єкти і поточну обстановку на інтерактивній карті [9].

*Загальна оптимізація ведення бізнесу.* Комплексне управління розподіленою інфраструктурою на основі паспортизації та обліку всіх активів, в тому числі й обладнання, на основі ГІС дозволяє енергетичним компаніям і службам підвищити надійність і економічну ефективність їх діяльності і ступінь задоволеності клієнтів. Надані ГІС інструменти та рішення стали фундаментальною частиною загальної системної архітектури управління інформацією для потреб енергетичних компаній.

## 5. ВИСНОВКИ

ГІС в енергетичній галузі — це основа для систем підтримки ухвалення рішень, моніторингу стану та управління в галузі електроенергетики. Вони повинні використовуватись на всіх етапах життєвого циклу функціонування енергетичних підприємств: в управлінні активами енергетичної компанії, в проектуванні нових мереж та реконструкції старих, аналізі якісних та кількісних характеристик мережі, управлінні земельними активами, виборі ділянок для будівництва нових об'єктів, оцінці енергетичного ринку, а також у моніторингу несприятливих надзвичайних ситуацій та стихійних лих, визначенні їх впливу на об'єкти електроенергетики.

Серед першочергових задач, що стоять перед енергетикою України, виділяють:

- питання перспективи переходу від триступеневої системи передачі та розподілу електричної енергії 110-35-(6)10 кВ на двоступеневу систему 110–20 кВ;
- аналіз існуючої нормативно-технічної бази щодо проектування енергетичних систем та електричних мереж. Необхідність внесення змін в частині проектування мереж 20 кВ;
- основні вимоги до електричного обладнання 20 кВ;
- питання безпеки експлуатації електричних мереж на класі напруги 20 кВ;

- можливі шляхи фінансування впровадження заходів з реконструкції мереж 6(10) кВ при переході на клас напруги 20 кВ;
- стимулювання споживачів-власників мереж 6(10) кВ до виконання реконструкції мереж з переходом на клас напруги 20 кВ;
- автоматизація систем розподілу — як контроль показників якості при переході на стимулююче тарифоутворення;
- впровадження комплексних заходів із автоматизації обліку електричної енергії.

Українська енергетика потребує не лише тотальної модернізації об'єктної складової, а й інноваційних підходів до управління виробничою діяльністю та економічного використання енергоресурсів. Таким інноваційним підходом може слугувати перевірена у світі концепція Smart Grid.

1. *Олійник Д.І.* Окремі аспекти формування національної стратегії забезпечення переходу до високотехнологічного економічного розвитку. Аналітична записка [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/2569/>
2. *Зацерковний В.І., Тишаєв І.В., Віршило І.В., Демидов В.К.* Геоінформаційні системи в науках про Землю. — Ніжин: НДУ ім. М.Гоголя, 2016. — 510 с.
3. *Зацерковний В.І.* Моделі, методи та програмно-технічні засоби геоінформаційної підтримки прийняття рішень у системах управління територіями: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.06 // НАН України. Ін-т проблем математичних машин і систем. — К., 2013. — 495 с.
4. *Зацерковний В.І., Бурачек В.Г., Железняк О.О., Терещенко А.О.* ГІС і бази даних. Т.2. — Ніжин: НДУ ім. М.Гоголя, 2017. — 237 с.
5. *Комов Е.П., Лебедев О.В., Поздняк В.С., Сенновский Д.В., Троицкий-Марков Р.Т., Еремин К.И., Алексеева Е.Л.* Практика применения теплового неразрушающего контроля при энергетических обследованиях многоквартирных жилых домов: Учебно-методическое пособие. — Магнитогорск: ООО «ВЕЛД», 2014. — 40 с.
6. Проект Енергетичної стратегії України на період до 2035 року [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.niss.gov.ua/public/File/2014\\_nauk\\_an\\_rozrobku/Energy%20Strategy%202035.pdf](http://www.niss.gov.ua/public/File/2014_nauk_an_rozrobku/Energy%20Strategy%202035.pdf)
7. *Ткачук С.М.* ГІС як системи підтримки прийняття рішень в електроенергетиці // Проблеми безперервної географічної освіти в географії. Зб. наук. праць. — Харків, 2014. — № 19. — С.102–105.
8. *Шулле Ю.А., Девятко М.В.* Геоінформаційні системи як інструмент реалізації Smart Grid та шлях до ефективного енергозбереження // Волоконно-оптичні технології в інформаційних (INTERNET, INTRANET тощо) та енергетичних мережах [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://shulle.vk.vntu.edu.ua/file/4840ccc066272eb05d5d9ca0cee1e498.pdf>
9. *Гохман В.В.* GIS for Energy Industries [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [https://www.dataplus.ru/news/arcreview/detail.php?ID=18692&SECTION\\_ID=1064](https://www.dataplus.ru/news/arcreview/detail.php?ID=18692&SECTION_ID=1064)
10. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006 [Чинний від 2006-09-09]. — К.: Мінбуд України, 2006. — 65 с.
11. *Бурачек В.Г., Железняк О.О., Зацерковний В.І.* Геоінформаційний аналіз просторових даних: монографія. — Ніжин: Аспект-Поліграф, 2011. — 440 с.
12. *Зацерковний В.І.* Аналіз моделей інтеграції технологій ГІС, ДЗЗ і GPS в задачах моніторингу стану навколишнього середовища // Математичні машини і системи. — 2014. — № 4. — С.44–52.
13. Галузева програма енергоефективності та енергозбереження у житлово-комунальному господарстві на 2010–2014 рр. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://document.ua/galuzeva-programa-energoefektivnosti-ta-energozberezhennja-unor17772.html>

#### **Геоинформационные технологии в задачах анализа эффективности энергопотребления**

*Зацерковный В.И.<sup>1</sup>, Ралко А.О.<sup>2</sup>, Тустановская Л.В.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, 03127, г. Киев, пр. Академика Глушкова, 2а

<sup>2</sup>Национальный авиационный университет, 03058, г. Киев, пр. Космонавта Комарова, 1

Эффективное управление предприятиями энергетической отрасли невозможно без детальной информации по локализации состояния их объектов. Для достижения этой цели необходимо регулярно осуществлять мониторинг пространственно-распределенных объектов энергетической отрасли, анализ и визуализацию работы ее систем, подсистем и компонентов. Поэтому необходим инструментарий, который бы мог помочь менеджерам компаний в принятии высокоэффективных решений на всех этапах управления отраслью, предприятием или отдельным отделом предприятия электроэнергетики. Таким мощным инструментом интеллектуального анализа энергосистем и бизнес-аналитики в мировой практике сегодня выступают геоинформационные системы (ГИС) и геоинформационные технологии (ГИТ). Актуальной проблемой конкурентоспособности национальной экономики являются низкий уровень ее энергоэффективности, неудовлетворительное техническое состояние энергетического сектора Украины, который продолжает ухудшаться вследствие старения основных фондов. Большинство блоков электростанций превысили предел физического износа, что приводит не только к потере существующих мощностей, но и к загрязнению окружающей среды. На современном этапе в мировой энергетике активно развивается направление, получившее название Smart Grid (интеллектуальные энергетические системы), на основе которого разработан специальный программный модуль для энергетики с использования ГИС — ArcGIS for Electric, который способен решать задачи на

основе дополнительного моделирующего блока. Применение ГИС упрощают процесс прогнозирования. Информация, попадает в ГИС, интерпретируется в виде отдельных информационных слоев, а мощный аналитический алгоритм быстро анализирует эту информацию в синтезе. В результате получают более точные прогнозы потребления электроэнергии и возможность их представления в виде карт и прогнозных графиков. Роль ГИС растет с развитием энергетики — концепции Smart Grid, которая облегчает взаимодействие клиента и поставщика, перераспределяет нагрузки, интегрирует распределение мощностей, таким образом происходит объединение сетей, потребителей и производителей в единую автоматизированную систему, активно-адаптированную сеть, которая в реальном времени позволяет отслеживать и контролировать режим работ всех участников процесса. Украинская энергетика требует инновационных подходов не только в модернизации объектной составляющей, но и в управлении производственной деятельности и экономического использованию энергоресурсов. Таким инновационным подходом является проверенная в мире концепция Smart Grid.

**Ключевые слова:** энергосбережение; эффективность; геоинформационные системы; ГИС; геоинформационные технологии; ГИТ; система энергоменеджмента; концепция Smart Grid.

### **Geoinformation technologies in problems of power consumption efficiency analysis**

*Zatserkovnyi V.I.<sup>1</sup>, Ralko A.O.<sup>2</sup>, Tustanovska L.V.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Taras Shevchenko National University of Kyiv, Hlushkova Avenue 2a, 03127 Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>National Aviation University, Kosmonavta Komarova Avenue 1, 03058 Kyiv, Ukraine

An efficient energy companies' management is impossible without detailed information on their objects state localization. To achieve this goal, it is necessary to monitor the spatially distributed objects of the energy industry regularly, analyze and visualize of its systems, subsystems and components work. Therefore, there is a need for a toolkit that can help companies' managers to make highly effective decisions at all industry, enterprise or a separate department of the power company management stages. Today's geoinformation systems (GIS) and geoinformation technologies (GITs) are the most powerful tool for analyzing energy systems and business analytics in world practice. An urgent problem of the national economy competitiveness is its energy efficiency low level, the Ukrainian energy sector unsatisfactory technical state, which continues to deteriorate as a result of the fixed assets aging. Most power plants have exceeded the physical wear limit, which leads not only to the existing capacities loss but also to environmental pollution. This all prompts a thorough modernization. At the present stage, the Smart Grid (Intelligent Energy Systems) is actively developing in the world's energy sector, on the basis of which a special program module for energy using GIS — ArcGIS for Electric has been developed that is capable of solving tasks on the additional modeling block basis. The application of GIS simplifies the forecasting process. Information falling into GIS is interpreted as separate information layers, and a powerful analytical algorithm quickly analyzes this information in the synthesis. As a result, more accurate electricity consumption forecasts and the possibility of their presentation in the form of maps and forecast charts are obtained. The role of GIS is growing with the energy development — the Smart Grid concept, which facilitates the client and supplier interaction, redistributes the load, integrates the capacities distribution, thus joining networks, consumers and manufacturers into a single automated system, an actively-adapted network, which in real time allows you to track and control the all process participants operation modes. Ukrainian energy needs innovative approaches not only in modernizing the object's component, but also in the production activities and energy resources economic use management. This innovative approach is the world-renowned Smart Grid concept.

**Keywords:** energy saving; efficiency; geoinformation systems; GIS, geoinformation technologies; GIT; energy management system; Smart Grid concept.

Надійшла до редакції / Received	10.08.2017
Виправлена авторами / Revised	20.12.2017
Прийнята до друку / Accepted	20.12.2017