

# АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

**О. І. Бондар**, доктор біологічних наук, професор, ректор,  
Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ,

**О. О. Демиденко**, завідувач кафедри,

Інститут підготовки фахівців у сфері управління якістю, стандартизації, оцінки відповідності та метрології,  
ДП «УкрНДНЦ проблем стандартизації, сертифікації та якості», м. Київ

**Д. П. Пашков**, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри,  
Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**А. И. Бондарь**, доктор биологических наук, профессор, ректор,  
Государственная экологическая академия последиипломного образования и управления, г. Киев,

**О. О. Демиденко**, заведующая кафедрой,

Институт подготовки специалистов в области управления качеством, стандартизации, оценки соответствия и метрологии,  
ГП «УкрНИУЦ проблем стандартизации, сертификации и качества», г. Киев,

**Д. П. Пашков**, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой,  
Государственная экологическая академия последиипломного образования и управления, г. Киев

## THE ANALYSIS OF THE GIS-TECHNOLOGIES POSSIBILITIES FOR COMPREHENSIVE ENVIRONMENTAL CONTROL OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

**O. I. Bondar**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Rector,  
State Environmental Academy of Postgraduate Education and Management, Kyiv,

**O. O. Demidenko**, Head of Department,

Institute for the Training of Specialists in the Field of Quality Management, Standardization, Conformity Assessment and Metrology,  
Research and Training Center of Standardization, Certification and Quality, Kiev,

**D. P. Pashkov**, Doctor of Technical Science, Head of Department,  
State Environmental Academy of Postgraduate Education and Management, Kiev

*У статті представлено аналіз можливості застосування сучасних інформаційних технологій на основі геоінформаційних систем (ГІС) щодо проведення екологічного контролю промислових підприємств. Відзначаються основні позитивні сторони використання ГІС та його недоліки. Запропоновано шляхи використання геоінформаційних технологій для проведення екологічного моніторингу промислових підприємств та відображення отриманих параметрів від різних засобів контролю навколишнього природного середовища. Це дає можливість для відпрацювання управлінських рішень на технологічні процеси для зменшення впливу на довкілля.*

**Ключові слова:** екологічний контроль, геоінформаційні системи, промислове підприємство, контроль параметрів.

В статье представлен анализ возможности применения современных информационных технологий на основе геоинформационных систем (ГИС) по проведению экологического контроля промышленных предприятий. Отмечаются основные положительные стороны использования ГИС и их недостатки. Предложены пути использования геоинформационных технологий для проведения экологического мониторинга промышленных предприятий и отображения полученных параметров от различных средств контроля окружающей среды. Это дает возможность для отработки управленческих решений на технологические процессы для уменьшения влияния на окружающую среду.

**Ключевые слова:** экологический контроль, геоинформационные системы, промышленное предприятие, контроль параметров.

The article analyzes the possibility of using modern information technologies based on geographic information systems (GIS) to conduct environmental monitoring industry. Are marked main positive aspects of GIS and its shortcomings. The paper proposed uses of GIS technologies for environmental monitoring industrial enterprises and display parameters obtained from various controls environment. This makes it possible to practice management solutions for manufacturing processes to reduce the environmental impact.

**Keywords:** environmental control, geographic information systems, industrial plant control parameters.

## ВСТУП

Великі промислові підприємства (машинобудівні, енергетичні, металургійні тощо) характеризуються техногенно небезпечними виробничими процесами, які впливають на прилеглу територію та середовище проживання, що призводить до зміни природного місця існування [1, 2]. Це пов'язано з технологічними особливостями промислових об'єктів, з результатом раптової відмови або виходу з ладу машин, механізмів і агрегатів, супроводжується значними порушенням технологічного процесу, вибухами, утворенням осередків пожеж, радіоактивним, хімічним або біологічним зараженням місцевості, які можуть призвести до значних матеріальних втрат і збитку для навколишнього середовища.

Необхідність оцінювання відповідності діяльності підприємства вимогам існуючого законодавства щодо екологічної безпеки, охорони навколишнього середовища та раціонального природокористування і захисту від надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру обумовили розвиток екологічного контролю. Останній є важливим елементом екологічного моніторингу та використовується як визначення стану навколишнього природного середовища, що базується на основі результатів оцінювання та аналізування параметрів впливу діяльності підприємств. Масштаб впливу підприємства на навколишнє середовище залежить від основного виду діяльності підприємства і ступеня його небезпеки. Крім цього, просторовий характер більшості екологічних аспектів природно-антропогенних систем, їх багатофакторність та значні обсяги оброблюваних даних, обумовили необхідність автоматизації еколого-географічного картографування із застосуванням сучасних комп'ютерних технологій, що і отримало назву ГІС [3].

ГІС — це інформаційне майбутнє систем екологічного управління, на основі сучасних комп'ютерних технологій для картографування та аналізу об'єктів навколишнього природного середовища, а також реальних подій, які відбуваються в ньому [3, 4]. Ці системи є комплексом апаратних і програмних засобів, які забезпечують їх функціонування — надання можливості введення даних, перетворення їх форматів, накопичення, виключення, оновлення та пошук, рішення аналітичних і прогнозних, статичних та динамічних задач, вибір форми видання кінцевого результату, організацію діалогу з користувачем. Геоінформаційна технологія є новим, сучаснішим, ефективнішим, зручним та швидким засобом аналізу і вирішення проблем. Вихідна інформація в ГІС мо-

же надаватися в картографічному вигляді, супроводжуватися кількісними та якісними описами об'єктів. Тому, одним з перспективних напрямів вирішення екологічних завдань для проведення оперативного оцінювання та контролю за станом навколишнього природного середовища є можливість використання ГІС [4]. Вважається, що саме просторовий аналіз є головним напрямком розвитку ГІС. Світовий досвід показав надзвичайну ефективність і перспективність використання ГІС у багатьох сферах життєдіяльності суспільства. Так, використання ГІС дозволяє оперативно отримувати інформацію за запитом і відображати її на картооснові, оцінювати стан екосистеми і прогнозувати її розвиток. При цьому ГІС здійснює [3—5]:

- уведення, накопичення, зберігання та оброблення цифрової картографічної та екологічної інформації;
- побудову карт антропогенних змін природного середовища на основі використання космічних знімків;
- побудову на підставі отриманих даних тематичних карт, які відображають поточний стан екосистеми;
- дослідження динаміки зміни екологічної ситуації у просторі та часі, побудова графіків, таблиць, діаграм;
- моделювання та прогнозування розвитку екологічної ситуації в різних середовищах і дослідження залежності стану екосистеми від метеоумов, характеристик джерел забруднень, значень фонових концентрацій;
- отримання комплексних оцінок стану об'єктів природного навколишнього середовища на основі різномірних даних.

Тому, ГІС можливо розглядати як інформаційну систему що здійснює довгострокове збереження, періодичне поповнення та оновлення цієї інформації. Крім того вона має унікальні можливості для повноцінного аналізу, операції географічного характеру та здатність обробляти інформацію просторового характеру, представлену на географічних картах [5—7]. Ураховуючи, що ГІС — реальний інструментарій, здатний забезпечувати інформаційну основу для прийняття оптимального управлінського рішення, що має широкі можливості, які дають можливість автоматизувати аналізування та прогнозування екологічного стану в статті розглядаються можливості її застосування для екологічного контролю.

**Основна частина**

Архітектурно ГІС є складним з'єднанням автоматизованих картографічних підсистем, даних дистанційного зондування, баз даних і знань, а також підсистем автоматизованого проектування з можливістю відображення результатів оброблюваних даних на екрані. ГІС використовують проблемно-орієнтовані обчислення інтерактивної системи оброблення просторово розподіленої інформації, яка складається із засобів і способів збирання, перетворення, зберігання і подання картографічної інформації для вироблення управлінських рішень і, зокрема, для природокористування і охорони навколишнього середовища [3, 5]. У зв'язку з цим з'являються причини, які спонукають до застосування ГІС як інформаційну систему екологічного управління, пов'язані вони з такими обставинами [5—7]:

- наявністю великих обсягів екологічної та іншої інформації, значної кількості параметрів, які відслідковуються в природно-антропогенних системах, у результаті чого стає неефективним, а то й неможливим використання традиційних неформалізованих методів оброблення емпіричних даних;
- динамічний характер досліджуваних процесів у природно-антропогенних системах, що не залишає час для «ручного» опрацювання інформації та потребує оперативного прийняття рішень;
- імовірнісний і різноманітний характер розвитку подій, який диктує визначення наслідків екологічного, економічного та соціального характеру для різних сценаріїв;
- потреба у прогнозуванні зміни ситуації з розрахунком ймовірності реалізації того чи того сценарію;
- вплив на процес прийняття рішень суб'єктивної інтерпретації оброблюваних даних з боку персоналу.

Загальні світові тенденції свідчать, що частина витрат на збирання, зберігання, опрацювання інформації та підтримку інформаційної інфраструктури систем екологічного управління постійно зростає і становить у розвинених країнах від 40% до 75%. У даний час понад 75% карт в світі створюються і поширюються в комп'ютерному вигляді.

У сфері екологічного управління сьогодні можна виділити кілька напрямків спеціалізації ГІС, які мають практичне застосування [3, 4, 7]:

- для управління територіями (національний, регіональний, місцевий та об'єктовий рівні);

- для ведення кадастрів природних ресурсів;
- моніторингові (національний, регіональний, місцевий та об'єктовий рівні);
- для управління та моніторингу техногенних потенційно небезпечних об'єктів;
- диспетчерські;
- прикладні;
- довідково інформаційні;
- для геопросторових банків даних;
- для тематичних і спеціалізованих банків даних;
- для корпоративних систем управління.

Основними етапами технологічного процесу ГІС є отримання даних, їх уведення і попереднє опрацювання, управління та аналізування, генерування інформаційного продукту і створення звіту (рис. 1) [6, 7]. Розглянемо детальніше кожен з етапів технологічного процесу.

**Отримання даних**

Початковий процес — це збирання даних, необхідних для вирішення поставлених завдань. Дані просторового характеру і пов'язані з ними табличні або описові дані збираються самим користувачем або можуть бути придбані на комерційній або іншій основі. Джерелами даних є картографічні матеріали, статистичні дані, аерокосмічні знімки, результати натурних вимірювань і зйомок, фондові та текстові матеріали [5, 7].

Важливим елементом вхідної інформації є карти, які використовуються для побудови картографічних моделей у ГІС. Спектр видів карт надзвичайно широкий: топографічні, тематичні, екологічні, економічні, демографічні тощо. Іншим видом картографічної інформації, яка є результатом застосування такого цінного технологічного інструменту вивчення Землі, як дистанційне зондування навколишнього середовища з космосу, є матеріали космічного моніторингу (рис. 2) [8, 9]. Новий вид карт — це космічні знімки поверхні Землі з роздільною здатністю від 3,5 км до 5 м, вони надають унікальні можливості для користувачів ГІС.

**Уведення і попереднє опрацювання**

На даному етапі відбувається уведення первинних даних до комп'ютера, їхнє перетворення (первинне опрацювання інформації з карт фотографій, друкованих записів на формат, придатний для внесення всієї цієї інформації до комп'ютерної бази даних) та ідентифікація розміщення об'єктів [5, 7].

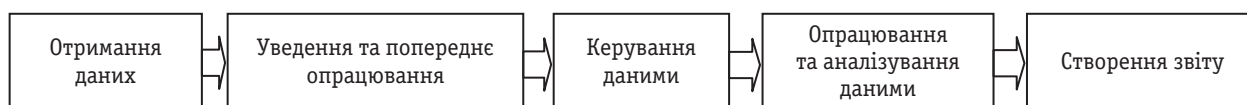


Рис. 1. Основні етапи технологічного процесу в ГІС

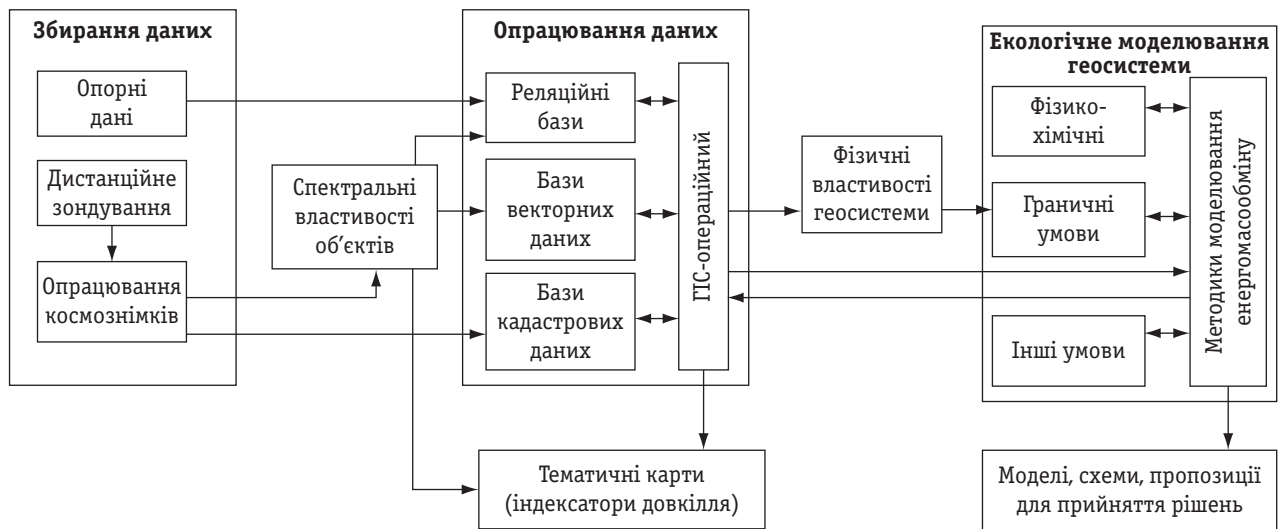


Рис. 2. Структура використання даних дистанційного зондування Землі для оцінювання навколишнього середовища з космосу

Опис просторових даних у ГІС складається з двох частин: просторової — координати; непросторової, або змістовної — атрибути. У ГІС є можливість зберігання і маніпулювання непросторовими даними разом з просторовими. Множину елементарних просторових об'єктів, з якими працює ГІС, складають точки (точкові об'єкти), лінії (лінійні об'єкти), контури (ареали, полігони), поверхні (рельєфи), комірки періодичних просторових мереж і пікселі (найменші елементи зображень аерокосмічних знімків) [8, 9].

У ГІС просторові дані представляються із застосуванням двох моделей: векторної та растрової. Векторна модель містить інформацію щодо точок, ліній, контурів та поверхонь, що кодується і зберігається як набір координат. Місцезнаходження точки (точкового об'єкта), наприклад джерела емісії забруднювальних речовин, описується парою координат  $X, Y$ . Лінійні об'єкти, такі як річки, дороги або трубопроводи, зберігаються як набори координат  $X$  та  $Y$ . Полігональні об'єкти, такі як земельні та лісові ділянки, зберігаються у виді замкнутого набору  $X, Y$ . Полігональні, які є основою 3D-поверхневих карт, подаються наборами координат  $X, Y$ . Векторна модель зручна для опису дискретних об'єктів і неефективна для опису об'єктів з безперервним характером зміни властивостей, таких як типи ґрунтів, види рослинності тощо [7—9].

Растрова модель є оптимальною для роботи з об'єктами, які мають безперервний характер зміни властивостей. Растрове зображення складається з окремих елементарних комірок, кожна з яких характеризується певним значенням. Цей спосіб подання даних широко використовується для аерокосмічних знімків.

У ГІС карти, подані в електронному вигляді, називаються цифровими. Цифрові карти масштабів 1:10000, 1:2000, 1:500 використовуються для планів

міст, промислових і видобувних підприємств; масштабів 1:1000000, 1:500000, 1:250000, 1:100000 — для зображення територій держави і регіонів. Карти подібних масштабів застосовуються для вирішення певних завдань на окремих ділянках територій [8, 9].

#### Управління даними

Управління даними здійснюється на основі введення інформації після попереднього опрацювання до бази даних, відновлення, виключення та їх пошук. Залежно від типів і форматів даних, програмного забезпечення ГІС, а також її проблемної орієнтації можуть використовуватися різні способи організації збереження, розподілу та доступу до даних. В основі роботи ГІС лежить система управління базами даних (СУБД). Сучасні СУБД позбавляють користувача деталей організації баз даних, забезпечуючи йому максимально просте і зручне спілкування з ГІС [4, 7].

Базою даних в ГІС називають сукупність просторових і семантичних (змістовних) даних, організованих відповідно до загальних принципів опису, зберігання і маніпулювання даними, незалежно від тематичного спрямування прикладних програм. Під СУБД розуміють комплекс програмних засобів, призначених для створення, запровадження та використання баз даних. Використання СУБД є необхідною умовою забезпечення зберігання, структуризації та управління великими обсягами інформації. У процесі управління просторовими даними та іншими типами і джерелами даних може використовуватися СУБД інших організацій (міжвідомче співробітництво) [6, 8].

ГІС зберігає інформацію (цифрові карти) щодо довкілля, яка відповідає набору тематичних шарів, об'єднаних на основі географічного становища. Шари можна представити як «прозорі шари», що



накладаються один на один. Кожен шар містить різні об'єкти карти. Наприклад, один містить гідрографічну мережу, другий — символи населених пунктів, третій — лісові масиви, четвертий — мережу доріг або трубопроводів, п'ятий — джерела забруднення тощо. Користувач ГІС має можливість працювати з окремим шаром, або, накладаючи шари один на один і створюючи комплексну карту, працювати з нею.

Бази даних ГІС містять екологічні показники, дані їхньої територіальної та годинникової прив'язки, джерела їх отримання тощо. Ці бази структурно складаються з блоків, які акумулюють інформацію, згруповану за певними напрямками: геолого-геоморфологічний, ґрунтовий, гідрологічний, біологічний, кліматичний, економічний, соціальний тощо. Такі набори даних мають можливість виконувати оцінювання стану навколишнього природного середовища і отримувати характеристику комплексного антропогенного впливу [6, 7].

### Оброблення та аналізування даних

Оброблення та аналізування бази даних здійснюється за допомогою аналітичних операцій. На даному етапі відбувається безпосередня робота з вмістом бази даних для отримання нової інформації. Найважливішою складовою ГІС є модуль аналізу даних. Сучасні ГІС характеризуються широким спектром аналітичних і моделюючих функцій, які можна розділити на такі класи [6, 7]:

- операції реструктуризації даних;
- зміна систем координат і трансформація проєкцій;
- операції обчислювальної геометрії;
- оверлейні операції (створення композицій з кількох тематичних шарів даних);
- загальні аналітичні функції;
- графоаналітичні процедури;
- моделювальні процедури.

ГІС володіє розвиненою системою запитів, яка надає можливість користувачеві отримувати відповіді. Крім того, система скорочує час на отримання питань, допомагає встановити зв'язки між різними параметрами (наприклад, ґрунтами, кліматом і врожайністю сільськогосподарських культур), обсягами промислового виробництва на певній території та рівнем забруднення атмосфери, водних об'єктів, ґрунтів тощо [7].

За допомогою запитів користувач ГІС може отримувати відповіді, пов'язані з об'ємом викидів, які мо-

жуть призвести до забруднення, ступенем хімічного, радіоактивного чи іншого забруднення на даній території тощо. Запити можуть складатися просто та складні.

Наразі спостерігається досить масштабне впровадження і використання ГІС для широкого діапазону досліджень, управління та планування. Космічні системи оптико-електронного спостереження дозволяють здійснювати спектральної, гіперспектральної і панхроматичну зйомку [8, 9].

Оперативний супутниковий контроль за станом техногенних екосистем, управління природними ресурсами, дослідження динаміки протікання природних процесів і явищ, аналізу причин екологічних забруднень, прогнозування можливих наслідків і вибору способів попередження надзвичайних ситуацій є невід'ємним атрибутом методології збирання інформації щодо стану території, яка досліджується (країна, регіон, місто). Така інформація необхідна для прийняття правильних і своєчасних управлінських рішень.

### ВИСНОВКИ

Промислові процеси виробництва є одним з основних факторів, що впливають на стан навколишнього природного середовища. У зв'язку з цим виникає необхідність організації ефективно контролювати і скорочувати вплив промислових підприємств. При цьому, як інструмент оцінювання стану і впливу на навколишнє природне середовище може використовуватися екологічний аудит. Тому, розвиток методик проведення аудиту та оцінювання стану навколишнього середовища, є актуальним.

На сьогоднішній день ГІС дозволяють розглянути детальніше територію підприємства і відстежувати наслідки його впливу на навколишнє природне середовище. Тому, при проведенні екологічного аудиту підприємства необхідно впроваджувати нові методики на основі застосування сучасних геоінформаційних технологій.

Використання ГІС дають можливість провести моделювання та прогнозування наслідків і побудувати динамічну карту змін навколишнього природного середовища біля даного промислового підприємства. ГІС можна застосувати при організації та проведенні екологічного контролю зовнішніх параметрів промислових підприємств. Це пов'язано з конкретними особливостями промислових об'єктів, відсутністю єдиного підходу в методиках оцінювання. При цьому, існують всі можливості для її реалізації.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Юсфин Ю. С. Промышленность и окружающая среда / Юсфин Ю. С., Леонтьев Л. И., Черноусов П. И. — М. : ИКЦ «Академкнига», 2002. — 469 с.

2. Екологічне управління / [В. Я. Шевчук, Ю. М. Саталкін, Г.О. Білявський та ін.]. — К. : Либідь, 2004. — 432 с.

3. Светличный А. А. Географические информационные системы: технология и приложения / А. А. Светличный, В. Н. Андерсон, С. В. Плотницкий. — Одесса : Астропринт, 1997. — 196 с.
4. Бусыгин Б. С. Инструментарий геоинформационных систем : [Справочное пособие] / Бусыгин Б. С., Гаркуша И. Н. — К. : ИРГ «ВБ», 2000. — 172 с.
5. Энди Митчел. Руководство по ГИС-анализу. Пространственные модели и взаимосвязи / Энди Митчел. — К. : ECOMM, 2000. — 180 с.
6. Чандра А. М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А. М. Чандра, С. К. Гош. — М. : Техносфера, 2008. — 312 с.
7. Minami Michael. Using ArcMap: ArcGis edition / Minami Michael. — ESRI : Redlands, USA, 2001. — 544 p.
8. Варламов І. Д. Космічні системи дистанційного зондування Землі подвійного призначення / І. Д. Варламов, В. В. Зуйко, А. М. Козуб, Д. П. Пашков. — К. : НУОУ, 2014. — 196 с.
9. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / [Лялько В. І., Федоровський О. Д., Костюченко Ю. В. та ін.] / За ред. В. І. Лялько і М. І. Попова. — К. : Наукова думка. — 2006. — 357 с. ■

## НОВИНИ ISO

### НОВА ГЛОБАЛЬНА ПЛАТФОРМА, ЯКА ДОПОМОЖЕ МІСТАМ СТАТИ СТАБІЛЬНИМИ

**М**и часто чуємо про розумні та стабільні міста. Щоб допомогти мерам міст і зацікавленим сторонам у всьому світі зробити їхні міста ще розумнішими, було вирішено створити першу Всесвітню інтернет-спільноту Smart City. Це нове співтовариство прагне визначити основні проблеми, які не дають місту розвиватися.

Ураховуючи той факт, що до 2050 року 66% населення світу житиме в містах, забезпечити ці групи населення такими основними ресурсами, як безпечна їжа, чиста вода й енергія в достатній кількості, водночас гарантуючи загальну економічну, соціальну та екологічну стабільність, буде серйозною проблемою. Міста повинні істотно підвищити ефективність роботи та використання ресурсів.

Основного поліпшення ефективності можна досягнути шляхом поєднання окремих систем — енергетики, водопостачання, санітарії та управління відходами, транспортування, безпека та моніторинг довкілля. Однак багато систем, які використовують сьогодні в містах, мають різних постачальників, їх підтримують різні установи, іноді вони працюють в ізоляції. Для підключення їх як фізично, так і віртуально, потрібно впровадити стандартизовані інтерфейси.

Створення спільноти відбулося в рамках підготовки до першого світового форуму Smart City, організацією якого займається ІЕС, спільно з ISO та ІТУ. Форум проходитиме в Сінгапурі 13 липня 2016 року паралельно зі Світовим саммітом міст і Міжнародним тижнем води.

Франс Врісвік, Генеральний секретар і виконавчий директор ІЕС, зазначає: «Міста — це гігантські системи з незліченними підсистемами. Усі вони залежать від електрики й апаратного забезпечення для переміщення людей і речей, збирання даних та обмінювання інформацією. Зараз є потреба у тісній співпраці різних організацій, завдяки якій ми ма-

тимемо можливість зробити міста ще розумнішими. Інтеграція технології є особливою проблемою, яка вимагає партнерства й альянсу. Це те, чого намагається домогтися інтернет-спільнота і цей форум».

Кевін Мак-Кінлі, виконуючий обов'язки Генерального секретаря ISO, говорить: «Розумні міста — це дуже раціонально: вони витрачають менше, пропонують вищу якість життя і забезпечують краще майбутнє для наступного покоління. Однак, є багато проблем на шляху підвищення їхньої ефективності. Саме стандарти ISO допомагають вирішити наявні проблеми і досягти цієї мети, поширюючи передовий досвід і надаючи гармонізовані рішення, які можна використати скрізь, і завдяки яким містобудівники та керівники можуть отримати суттєві переваги».

Чаєсуб Лі, директор Бюро стандартизації електрозв'язку ІТУ: «Інфраструктури інформаційних та комунікаційних технологій розумних міст повинні забезпечити відкритість і сумісність, а цього можна досягти тільки завдяки дотриманню вимог загальних стандартів».

До участі у Всесвітньому форумі Smart City в Сінгапурі, окрім VIP-персон високого рівня, спільнота прагне залучити професіоналів, а саме: містобудівників, архітекторів, консультантів, планувальників у комунальній сфері і сфері транспорту, фахівців з питань безпеки та безпеки даних, фахівців зі стандартизації та промисловості (постачальників рішень).

Під час Форуму розглядатимуть шляхи подолання перешкод розвитку розумних міст і визначать уже доступні для цього інструменти. Форум є безкоштовним для всіх, хто зареєструвався на веб-сайті, [www.worldsmartcity.org](http://www.worldsmartcity.org), для членів ІЕС, ISO та ІТУ та запрошених, а також зареєстрованих учасників Світового самміту міст і Міжнародного тижня води. ■