

УДК 528.94:004

DOI: 10.25140/2411-5363-2021-1(23)-188-197

Олена Бойко, Наталія Полякова

**ФОРМУВАННЯ НАБОРІВ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ДЛЯ ГІС  
УПРАВЛІННЯ ІНЖЕНЕРНИМИ КОМУНІКАЦІЯМИ АЕРОПОРТУ**

На основі проведеного дослідження розроблено теоретичні основи картографічного забезпечення функціонування ГІС для успішного управління експлуатаційними службами різних типів інженерних мереж складного комплексу аеропорту. Це здійснено з урахуванням специфіки об'єкта дослідження та можливостей сучасних геоінформаційних систем, головною функцією яких є проведення картографічного моделювання на основі геоінформаційного аналізу геопросторових та атрибутивних даних інженерних комунікацій території аеропорту.

**Ключові слова:** геоінформаційні системи (ГІС, GIS); інженерні комунікації; геопросторові дані; аеропорт; інфраструктура геопросторових даних; класифікатор топографічної інформації; топологічні відносини.

Рис.: 3. Табл.: 1. Бібл.: 20.

**Актуальність теми дослідження.** Відповідно до Державної цільової програми розвитку аеропортів на період до 2023 року та з метою підвищення ефективності управління державним майном і задоволення потреб держави в забезпеченні стабільного розвитку авіаційної галузі виконано теоретичні дослідження та відповідні етапи практичних напрацювань щодо створення підсистеми для управління інженерними мережами території аеропорту. Згідно з завданнями та заходами зазначеної програми розроблення підсистеми для управління інженерними мережами на території аеропорту є актуальним та перспективним напрямом досліджень [1].

**Постановка проблеми.** Організаційно-функціональна структура аеропорту може об'єднувати у своєму складі підрозділи, що виконують функції експлуатації мереж різних типів, планування поточного та перспективного їх розвитку. Це складний територіальний та технологічний комплекс, для оптимального функціонування якого необхідна не менш складна інформаційна система управління. Це, у свою чергу, потребує закладання вже на стадіях розробки можливостей виконувати дві комунікативні функції: перша – інформаційно об'єднувати всі підсистеми аеропорту, друга – здійснювати координаційні відносини з іншими системами аеропорту, його підрозділами та ланкою управління.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У роботі були проаналізовані та узагальнені публікації, що присвячені методам формування геопросторових даних [2; 3; 4], впровадження геоінформаційних технологій для адміністративно-господарського управління (АГУ) аеропортами [5], а також публікації щодо інформаційних систем розгалужених сфер комунального господарства, як системи забезпечення господарської роботи аеропорту, зокрема, водогінно-каналізаційної, енерго- та теплопостачання, зовнішнього освітлення аеропорту та злітно-посадкових смуг, санітарного очищення тощо [6].

У статтях [7; 8] розглянуто стандарти та вимоги до цифрового представлення геопросторових даних та баз геопросторових даних, які відіграють основну і вирішальну роль у новій концепції застосування географічної інформації та новій архітектурі геоінформаційних систем як складової інфраструктури геопросторових даних. Орієнтований на бази даних, такий підхід дає можливість суттєво підвищити ефективність використання геопросторової інформації в системах підтримки прийняття рішень порівняно з традиційним ГІС-центричним підходом.

У статті [9] розглянуто сучасні підходи до питання формування загальної концепції якості геопросторових даних з урахуванням їх інформаційно-модельної суті і основного призначення для застосування в геоінформаційних системах прийняття рішень, викладено основні елементи, заходи, процедури і методи оцінювання якості даних, виходячи з методології серії міжнародних стандартів ISO 19100.

**Виділення недосліджених частин загальної проблеми.** Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що питання перспектив впровадження геоінформаційних технологій для адміністративно-господарського управління активами аеропортів України потре-

бує додаткового дослідження, оскільки ці питання дуже важливі та актуальні, враховуючи стрімке зростання цифровізації суспільства, навколишнього середовища та інфраструктурних об'єктів.

**Мета статті.** Основною метою дослідження є розробка моделей для формування геопросторових даних підсистеми управління інженерними комунікаціями аеропорту, аналіз можливостей та перспектив впровадження сучасних технологій опрацювання та візуалізації геопросторових даних, застосування систем геоінформаційного картографування та формування концептуальних підходів до створення, забезпечення функціонування і застосування геоінформаційних систем і технологій для вирішення адміністративно-господарських завдань системи аеропорту.

**Виклад основного матеріалу.** Господарський комплекс аеропорту являє собою сукупність будівель, споруд, інженерних мереж, проїздів, злітно-посадкових смуг, аеронавігаційного обладнання, освітлювальних приладів, транспортних засобів тощо [5; 10]. Для ефективного та злагодженого функціонування аеропортового комплексу в аеропортах світу використовують комплексні геоінформаційні системи (ГІС). Їх функції та можливості мають широкий спектр і охоплюють збір, зберігання, оновлення, візуалізацію геопросторової інформації, а також аналіз даних для прийняття управлінських рішень.

Геоінформаційна система адміністративно-господарського управління (ГІС АГУ) аеропортами розробляється для поліпшення інформаційного забезпечення прийняття управлінських рішень на основі широкого застосування геоінформаційних систем і технологій у діяльності керівництва та служб підприємства при вирішенні завдань:

- розвитку, планування, забудови та реконструкції території;
- обліку земельних ділянок, будинків і споруд та їх користувачів;
- регулювання земельних відносин на території підприємства;
- забезпечення картографічною та геодезичною інформацією;
- розвитку інженерної і транспортної інфраструктури;
- експлуатації інженерних мереж життєзабезпечення, моніторингу їх стану, формування програм їх розвитку і реконструкції;
- моніторингу дотримання правил забудови території та приаеродромної зони з погляду безпеки виконання польотів;
- контролю за раціональним використанням території, аналізу реалізації програм з погляду містобудівної та землепорядної документації;
- екологічного моніторингу стану навколишнього середовища (фізичне, хімічне, біологічне забруднення атмосфери, ґрунту, поверхневих і підземних вод з урахуванням джерел забруднення, масштабів і повторюваності) тощо.

Для реалізації поставлених задач та функціонування ГІС АГУ аеропорту повинні включати єдину цифрову базу даних (ЄЦБД) геопросторових об'єктів інфраструктури, єдину картографічну основу, дані про земельні ділянки, будівлі та споруди, інженерні та телекомунікаційні мережі, об'єкти транспортної інфраструктури, злітно-посадкові смуги тощо [11].

На початковому етапі виконання розробки підсистеми для управління інженерними мережами на території аеропорту було визначено структуру підсистеми та встановлено базові набори геопросторових даних аеропорту, які включають єдину картографічну основу для розташування профільних наборів інженерної інфраструктури [12].

До профільних наборів були віднесені: світосигнальне обладнання, дренажна система, водопровідна мережа, побутова, напірна, зливна та дренажна каналізація, газопровідна мережа, кабельна каналізація електрозв'язку, лінії зв'язку, система відеоспостереження, теплова та електрична мережа, паливо-мазутопровід, газопровід, пінопровід.

Формування наборів геопросторових даних відбувається відповідно до міжнародних стандартів ISO 19100 «Географічна інформація / Геоматика» [13], що забезпечує використання даних у різному програмному забезпеченні, доступ до відкритих даних, сервісів і програм, які можна легко інтегрувати без необхідності доопрацювання, та ґрунтується на загальних стандартах та концепціях сучасних інформаційних технологій. Дані в геоінформаційній системі мають бути структуровані та інтероперабельні [14].

Відповідність українським стандартам «Географічна інформація. Еталонна модель», «Правила моделювання геопросторових даних» [14], комплекс стандартів «База топографічних даних» [15] забезпечує створення, об'єднання та накопичення даних у різних підрозділах та організаціях, дозволяє використовувати накопичені дані та інтегрувати їх в єдиний інформаційний масив, забезпечує інформаційну та функціональну сумісність компонентів системи в рамках Національної інфраструктури геопросторових даних на основі уніфікованої структури, єдиної системи класифікації і кодування топографічних об'єктів та їхніх атрибутів, правил цифрового опису векторних даних і цифрових моделей рельєфу, метаданих для топографічних об'єктів і наборів топографічних даних, форматів експорту/імпорту топографічних даних у процесі інформаційної взаємодії компонентів у середовищі системи та з іншими системами.

Використовуючи класифікатор топографічної інформації масштабів 1:500 – 1:5 000 [16] сформовано перелік найменувань об'єктів класифікації підсистеми управління інженерними комунікаціями ГІС АГУ, класифікаційних угруповань і їх кодових позначень з класу об'єктів 51300000 «Комунікації» (див. табл.).

*Таблиця. Об'єкти класифікації підсистеми управління інженерними комунікаціями ГІС АГУ*

Код об'єкта	Найменування об'єкта класифікації	Ознаки, які характеризують об'єкт класифікації
1	2	3
<b>51310000 Трубопроводи</b>		
51312000	водопровід	стан (03), характер розташування об'єкта відносно земної (водної) поверхні (35), кількість ЛЕП, труб (49), діаметр труби (102), пояснювальний напис (119), матеріал труби (124), тиск (129)
51313000	каналізація	
51314000	газопровід	
51315000	теплофікація безканална	
51316000	спеціальні трубопроводи	
<b>51320000 Лінії електропередачі</b>		
51321000	Лінії електропередачі (ЛЕП) повітряні дротяні	стан (03), напруга (41), кількість ЛЕП, труб (49)
51322000	Лінії електропередачі (ЛЕП) повітряні кабельні	
51323000	Місця переходу від повітряних ЛЕП до кабельних підземних ЛЕП	
51324000	Електрокабелі підземні	стан (03), напруга (41), кількість проводів, кабелів (110), пояснювальний напис (119), матеріал труби (124)
51325000	Електрошафи	
51326000	Трансформатори на стовпах та на постаментах	
51327000	Будки трансформаторні	
51328000	Електричні підстанції	матеріал споруди (10), номер пункту (37), пояснювальний напис (119)
<b>51330000 Лінії зв'язку</b>		
51331000	Лінії зв'язку повітряні дротяні	стан (03), пояснювальний напис (119)
51332000	Лінії зв'язку повітряні кабельні	
51333000	Місця переходу від повітряних ліній зв'язку до кабельних підземних	
51334000	Лінії зв'язку підземні кабельні	стан (03), кількість проводів, кабелів (110), пояснювальний напис (119), матеріал труби (124)
51335000	Будки телефонні	
51336000	Шафи телефонні розподільчі	

Закінчення табл.

1	2	3
<b>51360000 Споруди на трубопроводах</b>		
51361000	Колодязі оглядові	абсолютна висота, м (04), характер розташування об'єкта відносно земної (водної) поверхні (35), пояснювальний напис (119), позначка кільця люка (132), позначка верха труби (133), позначка дна (134), номер люка, камери (138)
51362000	Стічні решітки	абсолютна висота, м (04), пояснювальний напис (119), номер люка, камери (138)
51363000	Люки підвальні	
51364000	Кабельні стовпчики - сторожки	
51365000	Ковери	
51366000	Засувки	
51367000	Заглушки	
51368000	Бункери та будки оглядові	характер розташування об'єкта відносно земної (водної) поверхні (35)
51369000	Будки контрольно-розподільчі	
<b>51370000 Колектори, канали</b>		
51371000	Короб	матеріал споруди (10), пояснювальний напис (119)
51372000	Колектори	пояснювальний напис (119)
51373000	Канали	
51374000	Канали непрохідні	матеріал споруди (10), пояснювальний напис (119)
51375000	Канали напівпрохідні	
51376000	Канали прохідні	
51377000	Захисна труба	пояснювальний напис (119)

На наступному етапі виконання розробки підсистеми для управління інженерними мережами на території аеропорту визначено атрибутивну інформацію інженерних комунікацій та мереж. Відповідно до ознак, які характеризують об'єкти класифікації, до загальних характеристик належать: розташування комунікацій (наземні, підземні, повітряні); матеріал труб та каналів (сталь, залізобетон, кераміка, пластик, металопластик); стан мережі (діючий, недіючий, в проєкті, будується, в резерві); прохідність каналів (непрохідний, напівпрохідний, прохідний); оглядові люки (діючі, не діючі, порушені, знаходяться під дорожнім покриттям); шурфи (відкриті, для пошуку підземних комунікацій); тиск на газопроводах (високий, середній, низький) та супутні об'єкти (ковер, будка оглядова, контрольний пункт); напруга на лініях електромереж (висока, низька) тощо. Також були визначені додаткові атрибутивні дані: дата останнього огляду, проведення регламентних робіт, тощо [16; 17].

Висотні відмітки для кожного виду інженерних мереж визначені відповідно до вимог відображення: водопровід та газопровід (кільце люка, земля, верх труби), каналізація (кільце люка, земля, дно лотка), теплотраса (кільце люка, земля, верх труби, дно каналу), електрокабелі (кільце люка, земля, верх блоку, дно низу блоку), зв'язок (кільце люка, земля, верх блоку, дно каналу) тощо.

Для цифрового представлення об'єктів в ГІС АГУ аеропорту використовується комплекс стандартів «База топографічних даних», який дає можливість уніфікувати структуру й склад цифрових моделей місцевості в базах топографічних даних для сумісності геопросторових даних різних виробників. Векторні моделі складають основу баз даних, а «Правила кодування та цифрового опису векторних даних» визначають уніфіковану структуру і склад подання просторових характеристик об'єктів та їх атрибутів у базах даних [18].

Для підтримки реєстрації, ідентифікації та пошуку наборів векторних даних в базах геопросторових даних формується реєстр метаданих для кожного набору даних. Метадані містяться в таблиці реєстру наборів геопросторових даних та описують ідентифікатор набору і його загальні характеристики: дату відповідності місцевості, систему координат, просторове поширення, основне джерело та базовий масштаб, відомості про виробника та якість даних, тощо [19].

Геометрія просторових властивостей об'єктів у наборах геопросторових даних відповідає ієрархічній моделі простих геометричних об'єктів, визначених специфікацією відкритого геопросторового консорціуму OGC [18].

У правилах цифрового опису об'єкти представлені за єдиною структурою та містять ідентифікаційні дані, UML-діаграми моделі просторових властивостей та атрибутів типу об'єкту, структуру таблиці бази даних для атрибутів під набір об'єктів відповідного типу, графічне зображення та опис просторової схеми і топології об'єктів відповідного типу [18].

Відповідно до правил цифрового опису геопросторових об'єктів, вони можуть бути представлені різним типом локалізації – точковим, лінійним, площинним. Між об'єктами мають зберігатись топологічні відносини, що рекомендуються для реалізації просторових операцій у базах даних [18].

Трубопроводи, лінії електропередач, лінії зв'язку в базі геопросторових даних подаються лінійною моделлю, представленою уявною осью лінією, яка задається координатами послідовності точок, через які проходить об'єкт. Перша та остання точки осьової лінії відносяться до класу вузлових точок, в яких забезпечується топологічно коректне з'єднання осьової лінії об'єкту з лінійними, площинними та точковими об'єктами бази геопросторових даних. З точковими об'єктами лінійна модель повинна утворювати вузли, а в місці дотику між двома осьовими лініями повинен також бути вузол [18]. Представлення топологічних відносин лінійних об'єктів у базі геопросторових даних ГІС АГУ аеропорту показано на прикладі ліній електропередач (рис. 1).

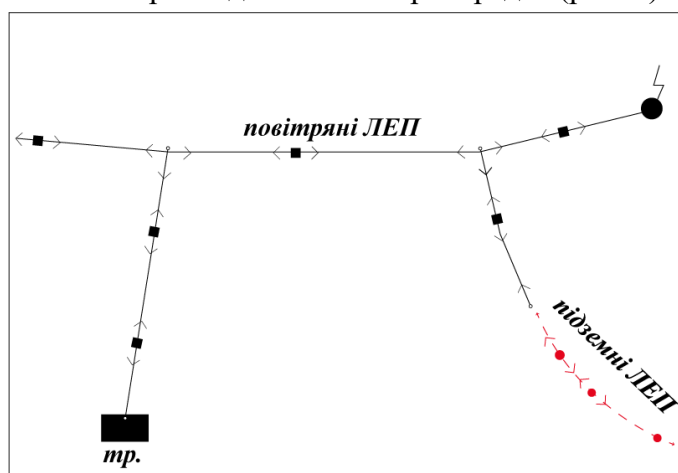


Рис. 1. Вузлові точки в місцях з'єднання повітряних та підземних електричних мереж

Різні споруди, які розташовані на трубопроводах, лініях електропередач та лініях зв'язку, можуть подаватись точковою або площинною моделями залежно від розмірів споруди.

Точкова модель являє собою уявну центральну точку з координатами, які відповідають центру об'єкта на цифровому зображенні або центру умовного знаку на карті (плані). Точкова модель повинна утворювати вузли в місцях дотику з лінійними моделями та лініями контурів площинних моделей бази даних [18]. Представлення топологічних відносин точкових об'єктів у базі геопросторових даних ГІС АГУ аеропорту показано на прикладі об'єктів ліній електропередач (рис. 2, а).

Площинне подання задається координатами точок замкнутого контуру полігону, який повторює контур споруд. Лінія контуру площинної моделі повинна утворювати вузли в місцях дотику з лінійними об'єктами бази геопросторових даних. Площинні моделі по суміжних лініях контурів повинні мати коректну топологію в усіх точках (вузлах) дотикання та суміжних частинах контурів [18]. Представлення топологічних відносин площинних об'єктів у базі геопросторових даних ГІС АГУ аеропорту показано на прикладі споруд, розташованих на лініях електропередач (рис. 2, б).

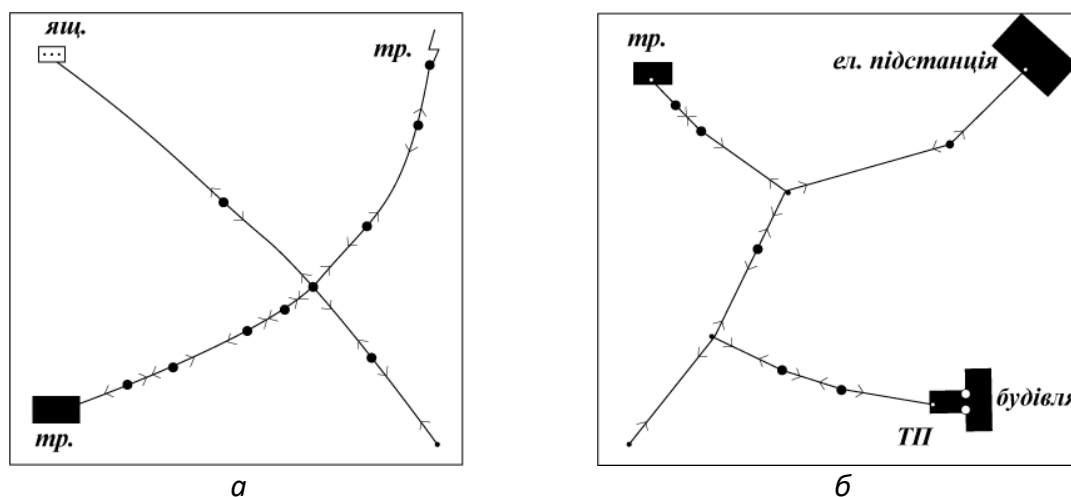


Рис. 2. Вузлові точки ліній електричних мереж з об'єктами: трансформаторами (а– точкова модель), електричними та трансформаторними підстанціями (б – площинна модель)

Для успішного управління експлуатаційними службами різних типів інженерних мереж було розроблено модель геоінформаційної системи, яка надає можливість вимірювання відстаней, периметра, площ, кутів, візуалізації тематичних шарів, аналітичних даних щодо поточного стану, планового ремонту, пошкоджень на трасі або атрибутивних даних щодо комунікацій (кількість прокладок, глибина залягання, матеріал труби тощо) [20].

Розробку підсистеми для управління інженерними мережами на території аеропорту доцільно розпочинати зі складання технічного завдання [6], яке створюється окремим незалежним підприємством за договором або розробляється спеціальною групою у структурі аеропорту. При підготовці технічного завдання визначають три типи автоматизованих робочих місць, а саме:

- спеціаліста(ів) зі створення картографічної інформації;
- користувача(ів) картографічних даних;
- адміністратора картографічної бази даних.

Під час проектування корпоративної підсистеми для управління інженерними мережами на території аеропорту необхідно передбачити, що фахівець з правами доступу до будь-якої інформації може бути також і користувачем ГІС та мати доступ до геоінформації з будь-якої точки мережі. Ця інформація може бути представлена у розробленій структурно-графічній моделі видів інформації об'єктів енергетичного профілю аеропорту (рис. 3).

Основою геоінформаційної системи адміністративно-господарського управління аеропорту є Єдина цифрова топографічна основа території та прилеглих ділянок, яка формується як база геоданих і включає базові та тематичні набори даних просторово орієнтованих об'єктів з атрибутивною інформацією, інструментами пошуку, фільтрації, сортування, масштабування та перегляду геопросторових даних.

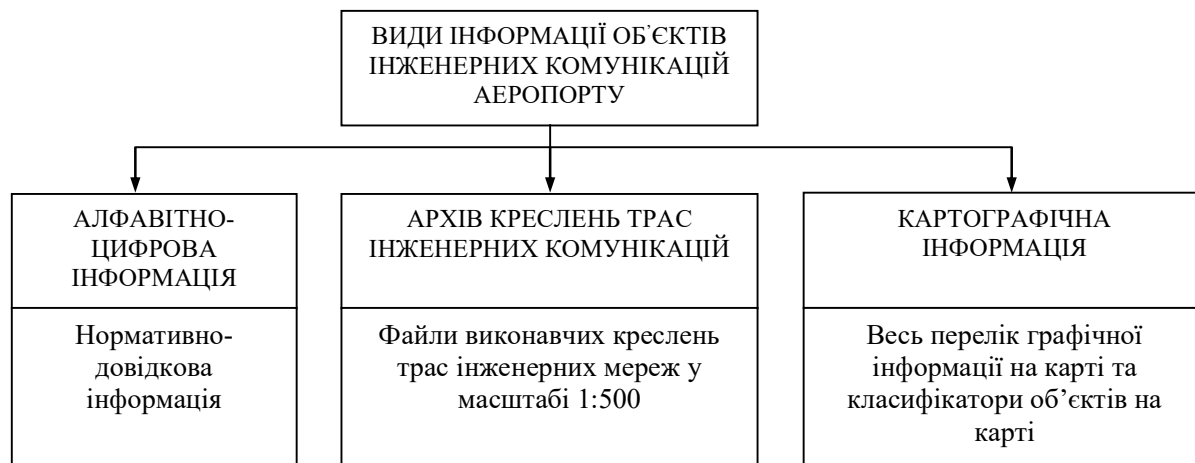


Рис. 3. Структурно-графічна модель видів інформації інженерних комунікацій аеропорту

**Висновки.** На основі проведеного дослідження сформовано перелік найменувань об'єктів класифікації, класифікаційних угруповань і їх кодових позначень з класу об'єктів 51300000 «Комунікації» підсистеми управління інженерними комунікаціями ГІС адміністративно-господарського управління аеропорту; описано топологічні відносини лінійних об'єктів в базі геопросторових даних ГІС АГУ аеропорту на прикладі енергетичних споруд та ліній електропередач; розроблено структурно-графічну модель видів інформації інженерних комунікацій аеропорту.

Розроблені основи картографічного забезпечення функціонування ГІС для управління експлуатаційними службами різних типів інженерних мереж аеропорту здійснено з урахуванням специфіки об'єкта дослідження (аеропорту) та можливостей сучасних ГІС, оскільки їх головною функцією є проведення картографічного моделювання на основі геоінформаційного аналізу геопросторових та атрибутивних даних інженерних комунікацій території аеропорту.

Представлені результати дослідження можуть у подальшому бути використані при проектуванні та розробленні програмного забезпечення ГІС, призначеного для створення, наповнення й підтримання в актуальному стані бази даних геопросторових об'єктів на території аеропорту. Структурно-конструктивний розділ зазначеної ГІС логічно повинен включати підсистему ГІС АГУ інженерних мереж аеропорту, від якісної діяльності якої безпосередньо залежить надійність та безперебійність усієї функціональної роботи аеропорту.

#### Список використаних джерел

1. Державна цільова програма розвитку аеропортів на період до 2023 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 24.02.2016 № 126. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/126-2016-%D0%BF#Text>.
2. Рунець Р. В., Черін А. Г. Структура та функції бази даних електронного каталогу топографічних об'єктів. *Вісник геодезії та картографії*. 2010. № 3. С. 31-35.
3. Шипулін В. Д., Патракеєв І. М., Толстохатко В. А. Інформаційно-комунікаційні технології у формуванні міського середовища : монографія / під ред. В. Т. Семенова. Харків : Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, 2014. 213 с.
4. Лященко А. А., Смирнов В. В., Іванченко С. А. Концептуальні моделі геопросторових даних. *Інженерна геодезія*. 2005. Вип. 51. С. 216-226.
5. Бойко О. Л. Геоінформаційні системи аеропортових комплексів на основі ArcGis. *Містобудування та територіальне планування* : наук.-техн. збірник. 2018. Вип. 68. С. 656-665.

6. Полякова Н. О. Картографічне забезпечення функціонування інтегрованої ГІС для управління експлуатацією міських підземних комунікацій (на прикладі Києва) : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.12 / НАН України. Ін-т географії. Київ, 2005. 20 с.
7. Черін А. Г. Стандартизація геоінформаційних сервісів. *Вісник геодезії та картографії*. 2009. № 4. С. 34-39.
8. Черін А. Г. Українські та міжнародні стандарти і специфікації побудови сучасних ГІС та геопорталів. URL: <https://softpro.ua/ua/ukrainski-ta-mijnarodni-standarti-i-specifikacii-pobudovi-suchasnih-gis-ta-geoportaliiv>.
9. Карпінський Ю. О., Лященко А. А., Горковчук М. В. Концептуальні засади оцінювання та забезпечення якості геопросторових даних. *Вісник геодезії та картографії*. 2012. № 4. С. 33-42. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vgtk\\_2012\\_4\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vgtk_2012_4_11).
10. Бойко Е. Л., Глущенко В. И. Использование ГИС систем для управления инфраструктурой аэропортовых комплексов. *Информационные технологии и системы 2016* : материалы Международной научной конференции (БГУИР, Минск, Беларусь, 26.10.2016). Минск, 2016. С. 74-75.
11. Бойко О. Л. Модернізація аеропортів з використанням геоінформаційних технологій. *Міське середовище – XXI ст. Архітектура. Будівництво. Дизайн* : матеріали III Міжнародного науково-практичного конгресу (Київ, Україна, 14-16.03.2018). Київ : НАУ, 2018. С. 54-55.
12. Бойко О. Л., Бабій В. В. Підсистема інженерної інфраструктури комплексної ГІС аеропорту. *GEOTERRACE-2018* : Міжнародна науково-технічна конференція молодих вчених (13-15 грудня 2018 р.). Львів, 2018. С. 152-153.
13. Карпінський Ю. О., Лященко А. А., Ясуюкі Окада. Склад і принципи розроблення національного профілю стандартів з географічної інформації. *Інженерна геодезія*. 2016. Вип. 63. С. 110–121. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ig\\_2016\\_63\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ig_2016_63_13).
14. ДСТУ 8774:2018. Правила моделювання геопросторових даних. [Чинний від 01.07.2019]. URL: [http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=78080](http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78080).
15. СОУ 742-33739540 0010:200\* КС БТД Загальні вимоги. URL: <https://gki.com.ua/files/page/SOU742-33739540%20Zagalni%20Vymogy.pdf>.
16. Класифікатор топографічної інформації, яка відображається на топографічних планах масштабів 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500. URL: [https://gki.com.ua/files/uploads/documents/Norms/Ukrgeodesykart\\_norms/25.pdf](https://gki.com.ua/files/uploads/documents/Norms/Ukrgeodesykart_norms/25.pdf).
17. СОУ 742-33739540 0011:200\*КС БТД Каталог об'єктів і атрибутів. URL: <https://nsdi.land.gov.ua/files/legislation/6e82cda0-0a8e-11e8-a9c9-d16a7205336d.pdf>.
18. СОУ 742-33739540 0012:200\* КС БТД Правила кодування та цифрового опису векторних даних. URL: <https://nsdi.land.gov.ua/files/legislation/4d624600-0a8e-11e8-a9c9-d16a7205336d.pdf>.
19. ISO 19115:2003 Geographic information – Metadata. *Географічна інформація – Метадані*. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/26020.html>.
20. Полякова Н. О. Узагальнюючий досвід проектування систем умовних позначень на основі принципів картосеміотики. *Часопис картографії* : збірник наукових праць. 2016. Вип. 3(15). Ч. 2. С. 35-44.

## References

1. *Derzhavna tsilova prohrama rozvytku aeroportiv na period do 2023 roku [State target program for the development of airports for the period up to 2023]*, Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine № 126 (February 24, 2016). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/126-2016-%D0%BF#Tex>.
2. Runets, R. V., Cherin A. H. (2010). *Struktura ta funktsiyi bazy danykh elektronnoho katalogu topografichnykh ob'ektiv [The structure and functions of the database of the electronic catalog of topographic objects]*. *Visnyk heodezii ta kartohrafii – Bulletin of Geodesy and Cartography*, (3), pp. 31-35.
3. Shypulin V. D., Patrakeiev I. M., Tolstokhatko V. A., Semenov, V. T. (Ed.). (2014). *Informatsiino-komunikatsiyini tekhnolohii u formuvanni miskoho seredovyshcha [Information and communication technologies in the formation of the urban environment]*. Kharkiv. nats. un-t misk. hospva im. O. M. Beketova.
4. Lyashchenko, A. A., Smirnov, V. V., Ivanchenko, S. A. (2005). *Kontseptualni modeli heoprostorovykh danykh [Conceptual models of geospatial data]*. *Inzhenerna heodeziia – Engineering geodesy*, 51, pp. 216-226.



5. Boiko, O. L. (2018). Heoinformatsiini systemy aeroportovoykh kompleksiv na osnovi ArcGis [Geographic information systems of airport complexes based on ArcGis]. *Mistobuduvannya ta terytorialne planuvannya: Nauk.-tekhn. zbirnyk – Urban planning and spatial planning: scientific and technical. Collection*, 68, pp. 656-665.

6. Polyakova, N. O. (2005). *Kartohrafichne zabezpechennya funktsionuvannya integrovanoi HIS dlya upravlinnya ekspluatatsiyeyu mis'kykh pidzemnykh komunikatsiy (na prykladi Kyieva) [Cartographic support for the functioning of integrated GIS for managing the operation of urban underground communications (on the example of Kiev)]*. (Abstract PhD dissertation, NAN Ukraine. In-t heohrafi).

7. Cherin, A. H. (2009). Standartyzatsiya heoinformatsiynykh servisiv [Standardization of geoinformation services]. *Visnyk heodezii ta kartohrafi – Bulletin of Geodesy and Cartography*, (4), pp. 34-39.

8. Cherin, A. H. (n.d.). Ukrayinski ta mizhnarodni standarty i spetsyfikatsii pobudovy suchasnykh HIS ta heoportativ [Ukrainian and international standards and specifications for the construction of modern GIS and geoportals]. <https://softpro.ua/ua/ukraiynski-ta-mijnarodni-standarti-i-specifikaciii-pobudovi-suchasni-gis-ta-geoportativ>.

9. Karpynskyi, Yu. O., Liashchenko A. A., Horkovchuk M. V. (2012). Kontseptualni zasady otsynuvannya ta zabezpechennia yakosti heoprosorovykh danykh [Conceptual principles of evaluation and quality assurance of geospatial data]. *Visnyk heodezii ta kartohrafi – Bulletin of Geodesy and Cartography*, (4), pp. 33-42. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vgtk\\_2012\\_4\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vgtk_2012_4_11).

10. Boiko, E. L., Hlushchenko, V. Y. (2016). Ipolzovanie GIS system dlia upravleniia infrastrukturoi aeroportovoykh kompleksov [Use of GIS systems for infrastructure management of airport complexes]. *Materyaly mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Informatsionnye tekhnologii i sistemy 2016» – Information Technologies and Systems 2016: Proceedings of the International Scientific Conference* (pp. 74-75). BHUYR.

11. Boiko, O. L. (2018). Modernizatsiya aeroportiv z vykorystannyam heoinformatsiynykh tekhnolohii [Modernization of airports using geographic information technologies]. *Materialy III Mizhnarodnoho naukovo-praktychnoho konhresu «Miske seredovyshe – XXI st. Arkhitektura. Budivnytstvo. Dizayn» – Urban environment – XXI century. Architecture. Construction. Design: materials of the III International Scientific and Practical Congress* (pp. 54-55). NAU.

12. Boiko, O. L., Babiy, V. V. (2018). Pidsystema inzhenernoi infrastruktury kompleksnoi HIS aeroportu [Subsystem of engineering infrastructure of integrated GIS of the airport]. *Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiya molodykh vchenykh «GEOTERRACE-2018» – GEOTERRACE-2018: International Scientific and Technical Conference of Young Scientists* (pp. 152-153).

13. Karpynskyi, Yu. O., Liashchenko, A. A., Yasuyuki Okada (2016). Sklad y pryntsyypal'noe razvytye natsyonal'noho professyonal'noho standarta s heohraficheskoy ynformatsyey [Composition and principles of development of the national profile of standards on geographical information]. *Inzhenerna heodeziya – Engineering geodesy*, 63, pp. 110-121. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ig\\_2016\\_63\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ig_2016_63_13).

14. *Pravyla modelyuvannya heoprosorovykh danykh [Rules for modeling geospatial dat]* (DSTU 8774:2018). [http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=78080](http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78080).

15. SOU 742-33739540 0010:200\* KS BTD Zahalni vymohy [SOU 742-33739540 0010: 200 \* KS BTC General requirements]. <https://gki.com.ua/files/page/SOU742-33739540%20Zagalni%20Vymogy.pdf>.

16. Klasyfikator topohrafichnoyi informatsiyi, yaka vidobrazhayet'sya na topohrafichnykh planakh masshtabiv 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500 [Classifier of topographic information displayed on topographic plans at scales of 1: 5,000, 1: 2,000, 1: 1,000, 1: 500]. [https://gki.com.ua/files/uploads/documents/Norms/Ukrgeodesykart\\_norms/25.pdf](https://gki.com.ua/files/uploads/documents/Norms/Ukrgeodesykart_norms/25.pdf).

17. SOU 742-33739540 0011:200\*KS BTD Kataloh ob'yektiv i atrybutiv [SOU 742-33739540 0011: 200\* KS BTC Catalog of objects and attributes]. <https://nsdi.land.gov.ua/files/legislation/6e82cda0-0a8e-11e8-a9c9-d16a7205336d.pdf>.

18. SOU 742-33739540 0012:200\* KS BTD Pravyla koduvannya ta tsyfrovoho opysu vektornykh danykh [SOU 742-33739540 0012: 200 \* CS BTC Rules of coding and digital description of vector data]. <https://nsdi.land.gov.ua/files/legislation/4d624600-0a8e-11e8-a9c9-d16a7205336d.pdf>.

19. ISO 19115:2003 Heohrafichna informatsiia – Metadata [ISO 19115: 2003 Geographic information - Metadata]. <https://www.iso.org/ru/standard/26020.html>.

20. Poliakov, N. O. (2016). Uzahalniuiuchy dosvid proektuvannya system umovnykh poznachen na osnovi pryntsyviv kartosemiotyky [Generalizing experience in designing systems of symbols on the basis of the principles of cartosemiotics]. Chasopys kartohrafiyi Journal of Cartography, 3(15)(2), pp. 35-44.

UDC 528.94:004

Olena Boiko, Nataliya Polyakova

## FORMATION OF SETS OF GEOSPATIAL DATA FOR GIS MANAGEMENT OF ENGINEERING COMMUNICATIONS OF AIRPORT

*In accordance with the State Target Program for Airport Development for the period up to 2023, in order to increase the efficiency of state property management and meet the needs of the state in ensuring the stable development of the aviation industry, a number of theoretical studies and practical stages of creating a subsystem for managing engineering networks. According to the tasks and measures of this program, the development of a subsystem for the management of engineering networks at the airport is a relevant and promising area.*

*Engineering networks to ensure the smooth operation of the airport complex may include units that perform the functions of operation of utility networks of different types of planning of current and future development. This is a complex territorial and technological complex, for the optimal functioning of which requires no less complex management information system, which in turn requires laying already at the stages of developing capabilities to perform two communicative functions: the first one - to unite all airport subsystems, the second one - to coordinate relations with other airport systems, management and its divisions.*

*The paper analyzes and summarizes publications on methods of geospatial data generation, introduction of geoinformation technologies for administrative and economic management of airports, as well as publications on information systems of branched areas of public utilities as a system of economic work of the airport, in particular, water supply and sewerage, energy and heat supply, outdoor lighting of the airport and runways, sanitation, etc.*

*Analysis of recent research and publications showed that the prospects for the introduction of geographic information technology for administrative and economic asset management of Ukrainian airports need further research, as these issues are very important and relevant, given the rapid growth of digital society, environment and infrastructure.*

*The main purpose of the study is to develop models for the formation of geospatial data subsystem management utilities airport, their processing and visualization, application of geographic mapping systems and the formation of conceptual approaches to the creation, operation and application of geographic information systems and technologies to solve administrative problems.*

*The structure of the subsystem was determined and the basic sets of geospatial data of the airport were established, which include a single cartographic basis for the location of profile sets of engineering infrastructure. The formation of geospatial data sets is in accordance with the international standards ISO 19100 «Geographic Information / Geomatics», which provides the use of data in various software, access to open data, services and programs that can be easily integrated without the need for refinement and based on common standards and concepts of modern information technologies.*

*Using the classifier of topographic information of scales 1:500 - 1:5 000, the list of names of objects of classification of subsystem of management of engineering communications of GIS, classification groups and their code designations from a class of objects 51300000 «Communications» is formed.*

*Digital representation of objects is performed in accordance with the set of standards «Topographic Database», which allows to unify the structure and composition of digital terrain models in topographic databases for compatibility of geospatial data of different manufacturers.*

*On the basis of the conducted research, the theoretical bases of cartographic maintenance of functioning of GIS for successful management of operational services of various types of engineering networks of a complex of the airport are developed. This is done taking into account the specifics of the object of study (airport) and the capabilities of modern GIS, the main function of which is to conduct cartographic modeling based on geoinformation analysis of geospatial and attributive data of engineering communications of an airport.*

**Keywords:** geographic information systems (GIS), engineering communications, geospatial data, airport, geospatial data infrastructure, topographic information classifier, topological relations.

Fig.: 3. References:19.

**Бойко Олена Леонідівна** – старший викладач кафедри аерокосмічної геодезії та землеустрою, Національний авіаційний університет (просп. Любомира Гузара, 1, м. Київ, 03058, Україна).

**Boiko Olena** – Senior Lecturer at the Department of Aerospace Geodesy and Land Management, National Aviation University (1 Lubomir Husar Av., 03058 Kyiv, Ukraine).

**E-mail:** boyko\_lena@ukr.net

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8654-9392>

**Полякова Наталія Олександрівна** – кандидат географічних наук, доцент кафедри геодезії та картографії географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка (просп. Академіка Глушкова, 2а, м. Київ 03127, Україна).

**Polyakova Nataliya** – PhD in Geographical Sciences, Associate Professor of the Geodesy and Cartography Department of the Geography Faculty of Kyiv National Taras Shevchenko University (2a Academica Hlushkova Av., 03127 Kyiv, Ukraine).

**E-mail:** polyakova\_nata@ukr.net

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0001-6775-6644>