

M. TOMASHCHUK

**POSSIBILITIES OF GEOINFORMATION ANALYSIS IN RESEARCHES
OF TRANSPORT ACCESSIBILITY OF POTENTIAL ADMINISTRATIVE
CENTERS OF JOINT TERRITORIAL COMMUNITIES**

The article investigates the transport accessibility of potential administrative centers of the united territorial communities using the method of geoinformation analysis by constructing buffer zones of radii of circles of normatively set sizes. The task of identifying potential administrative centers of capable united territorial communities and their zones of influence includes, inter alia, geoinformation analysis and geoinformation modeling.

The main task of this work is the representation of the possibilities of using the method of geospatial analysis in the process of decentralization reform implementation, in particular, in the area of the formation of joint territorial communities.

In this article analyzed accessibility of the population to the potential administrative centers of the capable joint territorial communities to receive services in the relevant areas within the territory of such a community. The example of the Kyiv region identified the zones of influence of potential administrative centers of the capable joint united territorial communities and presented the possibilities of applying this geospatial analysis method.

Keywords: *geospatial analysis, potential administrative center, transport accessibility, buffer zone method, accessibility zone.*

Надійшла до редакції

30.03.2018

УДК 631.4

А.А. Лященко, *д-р техн. наук, професор,
професор кафедри геоінформатики і фотogramметрії,
В.В. Залужна*, *аспірант кафедри землеустрою та кадастру
Київський національний університет будівництва та архітектури*

**МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ
ОСУШУВАНИХ ЗЕМЕЛЬ**

Обґрунтовано сервіс-орієнтовану архітектуру системи геоінформаційного моніторингу осушуваних земель з інформаційною взаємодією її компонентів в мережі Інтернет. Розроблено структуру бази геопросторових даних об'єктів моніторингу осушуваних земель та інженерної інфраструктури осушуваних систем, бази даних моніторингових спостережень та бази даних з результатами оцінювання, моделювання і прогнозування еколого-меліоративного стану осушуваних земель та прилеглих до них територій. Розглянуто підходи до реалізації системи геоінформаційного моніторингу на основі використання відкритих базових геопросторових даних і відкритих програмних засобів

геоінформаційних систем і систем керування базами даних з функціональними розширеннями для зберігання й оброблення геопросторових даних.

Ключові слова: осушувані землі, еколого-меліоративний моніторинг осушуваних земель, геоінформаційний моніторинг, геоінформаційна система, база геопросторових даних.

Вступ. Осушувані землі – важлива складова аграрного потенціалу України, їх загальна площа становить понад 3 млн га, або близько 30% сільськогосподарських угідь країни. Система осушуваних земель належить до складних природно-технічних систем (ПТС) як територія з комплексом інженерних споруд і пристроїв, призначених для відведення надлишкових вод і створення сприятливого водного режиму ґрунтів для вирощування гарантовано високих врожаїв сільськогосподарських культур. Одна з основних вимог до функціонування будь-якої складної ПТС – дотримання екологічної рівноваги безпосередньо в межах системи та в зоні її впливу.

Система моніторингу осушуваних земель відіграє ключову роль у вирішенні завдань з інформаційної підтримки прийняття управлінських рішень щодо ефективного й екологічно безпечного використання земель. Види, обсяги і термін моніторингових спостережень на типових осушуваних системах визначаються інструкцією [2] та іншими нормативними документами. Спеціально організовані служби провадять спостереження за еколого-меліоративним станом осушуваних і прилеглих до них земель, технічним станом осушувальних систем, агрохімічними властивостями та забрудненням орного шару ґрунтів, зміною родючості ґрунтів тощо.

Якісне опрацювання даних цих спостережень, комплексне оцінювання та прогнозування стану осушуваних земель, зважаючи на складність і просторово-часовий характер процесів, що відбуваються в екосистемі осушуваних і прилеглих до них земель, є можливим лише на основі широкого використання сучасних геоінформаційних технологій, баз геопросторових і спеціалізованих програмних засобів моделювання та прогнозування стану і поведінки осушуваних земель з урахуванням можливих змін природних і техніко-економічних умов території та напрямів використання осушуваних земель.

У пропонованій статті стисло проаналізовано стан інформатизації моніторингу осушуваних земель в Україні й обґрунтовано підхід до вирішення цього актуального завдання на засадах створення геоінформаційного моніторингу як технології і системи здійснення моніторингу на основі інтегрування даних з різних джерел, моделювання, оцінювання та прогнозування стану об'єктів моніторингу в середовищі геоінформаційних систем із застосуванням баз геопросторових даних і знань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Здійснення моніторингу осушуваних земель й оцінювання їх стану регулюється нормативними документами і методичними матеріалами [1; 2] але вони зорієнтовані переважно на традиційні «паперові» технології збирання і реєстрації даних польових спостережень і подання результатів моніторингу. У багатьох публікаціях у періодичних виданнях і монографічних дослідженнях увагу приділено

розробленню моделей оцінювання стану осушуваних земель та їх продуктивності в сільськогосподарському виробництві [5-7; 9-11].

Інституційні й економічні проблеми експлуатації і модернізації водогосподарської інфраструктури в умовах реформування земельних відносин і нових форм господарювання розглядаються як вітчизняними, так і зарубіжними вченими, наприклад, у публікаціях [12; 16]. Загалом проблема пов'язана з тим, що водно-меліоративні системи зазвичай конструктивно й технологічно будували для експлуатації в цілісному комплексі (сільгоспугіддя і гідротехнічна інфраструктура меліоративних систем). Зі зміною форм власності на землю та розпаювання осушуваних земель інфраструктура осушувальних систем залишилася в державній і комунальній власності. Це ускладнює вирішення завдань з утримання в належному стані гідротехнічних споруд та інвестування в їх модернізацію, а також здійснення еколого-меліоративного моніторингу (ЕММ) осушуваних земель і впровадження рекомендацій за його результатами.

Аналогічні економічні проблеми характерні також і для розвитку моніторингу, інвестування в удосконалення технології здійснення польових спостережень і в розвиток інформаційної інфраструктури реєстрації, опрацювання, поширення і використання результатів моніторингу. В монографічних дослідженнях В.С. Мошинський [9; 10] констатує: «Збирання даних про стан осушуваних земель відбувається з певними проблемами, але регулярно і достатньо науково обґрунтовано. На жаль, решта блоків ЕММ має цілий ряд серйозних проблем, до яких можна віднести:

низький рівень застосування автоматизованих методів первинної обробки та сортування даних;

майже повну відсутність розроблених та апробованих кількісних методів відтворення даних ЕММ;

низький рівень застосування сучасних програмних засобів ГІС для оброблення та візуалізації моніторингової інформації;

низький рівень застосування можливостей і засобів математичного моделювання стану та поведінки земель в умовах господарського використання різних сценаріїв розвитку природних і техніко-економічних умов території.

Все це суттєво обмежує високий інформаційно-дорадчий потенціал системи ЕММ, не дозволяє давати адекватні та оперативні відповіді на економічні, природоохоронні, землевпорядні та інші виклики сьогодення».

Публікації вітчизняних дослідників щодо застосування інформаційних технологій і ГІС в еколого-меліоративному моніторингу стосуються в основному моделювання і прогнозування рівня ґрунтових вод на зрошуваних й осушуваних землях [4; 6; 13; 14] як одного з ключових індикаторів стану меліорованих земель. Теоретичні основи розробки інформаційно-аналітичної системи оцінювання й управління меліорованими територіями з використанням ГІС з урахуванням особливостей зрошуваних земель розглянуто в дослідженні [14]. Спостерігається тенденція до розширеного використання даних дистанційного зондування землі (ДЗЗ) та відповідних методик і моделей для оцінювання стану рослин і вологості ґрунтів [7].

Застосування ГІС у сфері меліорації в розвинених країнах можна характеризувати багаторічним досвідом та комплексністю. За словами Б. Тріветта [16], гідрологи та гідрогеологи понад 30 років тому зрозуміли, що для планування або проектування на будь-якій території треба знати, що знаходиться під землею, на ній і над нею, і цю інформацію потрібно використовувати сумісно в єдиній системі координатно-часової прив'язки. Практична реалізація цього підходу успішно здійснюється як в США, Канаді [15; 17; 18], так і в європейських країнах, наприклад, в Чехії [16] в умовах реформування земельних відносин і державної власності на інфраструктуру осушуваних систем, що подібні до умов України. Можна відмітити не тільки комплексність і високий рівень застосування ГІС для опрацювання даних моніторингових спостережень, моделювання і прогнозування стану осушуваних і прилеглих до них земель [15, 18], а й високий рівень автоматизації збирання даних й оперативного управління технічною інфраструктурою осушуваних систем за технологією «розумних дренажних систем» (*Smart drainage system*).

Низький рівень застосування технології систем баз геопросторових даних і ГІС в моніторингу осушуваних земель в Україні можна пояснити низкою об'єктивних чинників, зокрема відсутністю доступної для використання актуальної цифрової топографічної основи на територію країни, досить високою (в умовах України) вартістю пропрієтарних інструментальних ГІС і систем керування базами даних (СКБД), постійним дефіцитом бюджетного фінансування робіт з експлуатації і технічної підтримки інфраструктури осушуваних систем, більшість яких залишилися в державній власності в умовах розпаювання і приватизації осушуваних сільськогосподарських земель. Недоліки в інвестиційному забезпеченні сфери водокористування в умовах реформування економіки України [14] безумовно негативно вплинули на технічну політику і темпи впровадження геоінформаційних технологій в моніторинг осушуваних земель.

Постановка завдання. Інформаційно-комунікаційні космічні технології (ІКК-технології) трансформували сучасне суспільство в геоінформаційне суспільство з розвиненою інфраструктурою геопросторових даних (ІГД). Україна не є винятком – геоінформаційні сервіси сучасних смартфонів надають пересічним громадянам доступ в мережі Інтернет як до глобальних геоінформаційних ресурсів типу Google Map, так і до ресурсів національного рівня, розміщених, наприклад, на порталі Публічної кадастрової карти України або на геопорталах містобудівного кадастру великих міст й областей. Реалізуються програми розбудови геопорталів різного тематичного спрямування на державному, регіональному та місцевому рівнях.

Обсяг доступних на безоплатній основі відкритих геопросторових даних, глобальних цифрових моделей рельєфу, даних ДЗЗ, програмних засобів відкритих ГІС і СКБД, наявність інформаційних ресурсів автоматизованої системи Державного земельного кадастру дають змогу навіть в економічних умовах України перевести в практичну площину завдання з удосконалення моніторингу осушуваних земель на основі використання відкритих базових геопросторових даних і відкритих ГІС.

Метою цієї публікації є розроблення архітектури системи геоінформаційного моніторингу осушуваних земель, структурної моделі бази геопросторових даних системи та шляхів її реалізації з використанням відкритих базових геопросторових даних і відкритих програмних засобів ГІС і СКБД.

Основна частина. Моніторинговими спостереженнями за станом осушуваних земель та інженерною інфраструктурою осушуваних систем охоплено територію більшості областей країни (рис. 1). Засоби геоінформаційного моніторингу осушуваних земель функціонально повинні забезпечити інформаційно-аналітичну підтримку таї взаємодію усіх базових суб'єктів, що здійснюють моніторинг меліорованих земель (ММЗ), до яких згідно з нормативним документом [2] належать підрозділи Держводагентства України, басейнові управління водних ресурсів, обласні управління меліорації і водного господарства, гідролого-меліоративні експедиції і партії та базові наукові установи і підприємства.

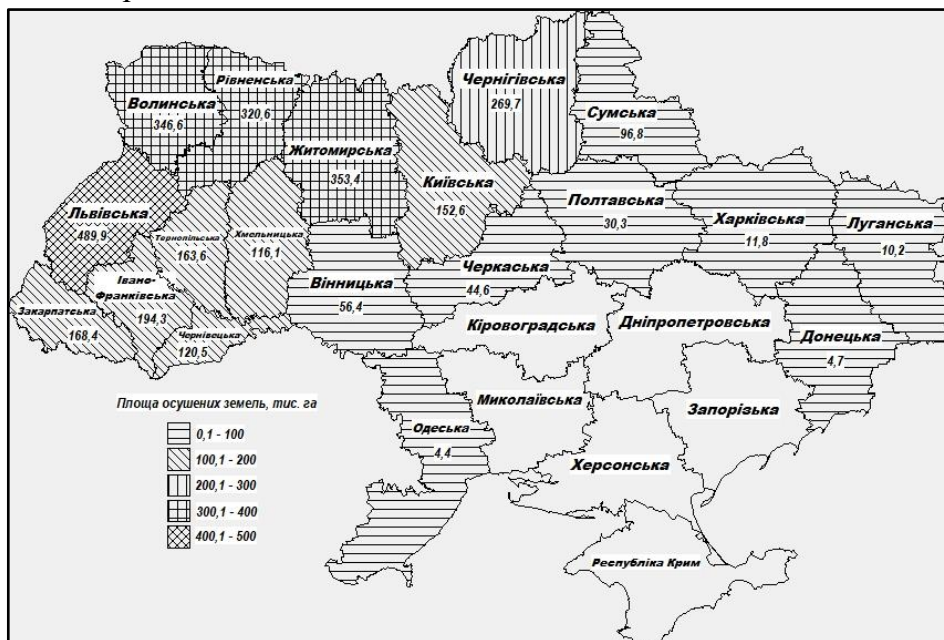


Рис. 1. Схема розподілу осушуваних земель по регіонах України (складено за даними Держводагентства України станом на 1.01.2015)

Базові суб'єкти ММЗ здійснюють спостереження за станом меліоративних і прилеглих до них земель та підтопленням сільських населених пунктів, а також узагальнення, підготовку та подання результатів моніторингу меліорованих земель на всіх рівнях (національному, регіональному, локальному).

Інформатизацію діяльності й інформаційну взаємодію територіально розподілених базових суб'єктів ММЗ ефективно може забезпечити система геоінформаційного моніторингу, побудована за сучасною сервіс-орієнтованою архітектурою (SOA), компоненти якої взаємодіють в глобальній мережі Інтернет (рис. 2). Система має трирівневу логічну структуру у складі сервера сховища моніторингових даних та бази знань; програмних сервісів обміну даними, моделювання та надання доступу до сховища даних; термінальних комплексів базових суб'єктів і користувачів системи моніторингу.

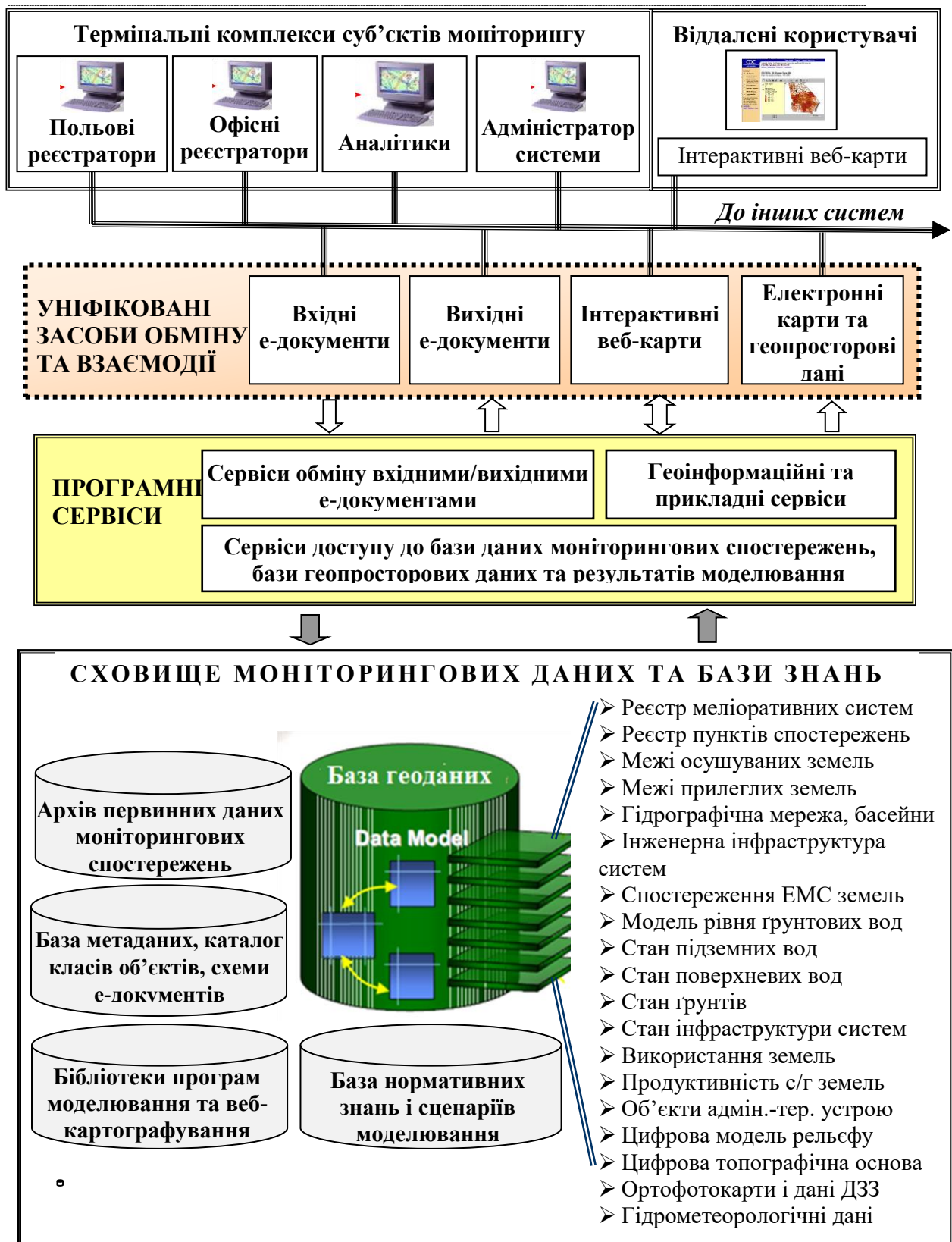


Рис. 2. Сервіс-орієнтована архітектура системи геоінформаційного моніторингу осушуваних земель

Обмін даними та взаємодія термінальних комплексів із сервісами системи відбувається на основі уніфікованих вхідних/вихідних електронних документів (е-документів) і повідомлень з використанням форматів розширюваної мови

розмітки XML і географічної мови розмітки GML для XML-подання геопросторових даних згідно з міжнародним стандартом ISO 19136.

Термінальні комплекси суб'єктів моніторингу (ТК) призначені для інформаційної підтримки діяльності базових суб'єктів моніторингу осушуваних земель у процесі збирання, реєстрації й опрацювання даних спостережень за еколого-меліоративним станом осушуваних земель і станом інженерної інфраструктури осушуваних систем, зокрема:

- ТК польових реєстраторів, що реалізуються на основі мобільних пристроїв, наприклад смартфонів або планшетів, за допомогою яких вводять дані польових спостережень з їх координатною прив'язкою та фотофіксацією безпосередньо в польових умовах;

- ТК офісних реєстраторів для введення даних за результатами лабораторних досліджень щодо хімічного складу ґрунтових і поверхневих вод, вологості та кислотності ґрунтів тощо;

- ТК аналітичних досліджень, оснащені розвиненим програмним забезпеченням геостатистичного аналізу та геоінформаційного моделювання з використанням даних моніторингових спостережень і даних ДЗЗ для оцінювання еколого-меліоративного стану (ЕМС) осушуваних земель і виявлення тенденцій його зміни та причин, що їх зумовлюють; оцінювання технічного стану меліоративних систем і його впливу на ЕМС осушуваних земель і прилеглих територій; моделювання і прогнозування ЕМС осушуваних земель, їх продуктивності для сільськогосподарського виробництва та розроблення пропозицій з поліпшення ЕМС осушуваних земель, ліквідації підтоплення, деградації ґрунтів та інших негативних явищ на осушуваних землях і прилеглих до них територіях;

- ТК адміністратора системи як користувача системи з особливим статусом доступу до програмних засобів та інформаційних ресурсів системи для підтримання функціональності усіх компонентів системи, їх модифікації і розвитку;

- інтерактивні веб-карти системи геоінформаційного моніторингу, які надають доступ, можливість перегляду та використання моніторингових даних за допомогою стандартних веб-браузерів для віддалених користувачів системи в мережі Інтернет.

Ключовою компонентою системи геоінформаційного моніторингу осушуваних земель є централізоване сховище моніторингових даних та бази знань (СМДЗ). Технологічно СМДЗ реалізується в середовищі універсальної системи керування базами даних (СКБД) з розширеннями для зберігання, аналізу і моделювання геопросторових даних. До таких належать сучасні пропріетарні об'єктно-реляційні СКБД Oracle, MS SQL Server, IBM DB2 та СКБД з відкритими кодами MySQL та PostgreSQL. Найповніша реалізація стандартів SQL доступу до баз геопросторових даних властива в СКБД Oracle та PostgreSQL. Зважаючи на те, що СКБД PostgreSQL та її розширення PostGIS для зберігання й опрацювання геопросторових даних доступні на підставі відкритої безоплатної ліцензії, то її застосування є ефективним рішенням для реалізації СМДЗ геоінформаційного моніторингу осушуваних систем. Підтвердженням надійності та функціональної

повноти СКБД PostgreSQL/PostGIS є сотні прикладів її успішного використання у великих зарубіжних і вітчизняних ГІС-проектах, зокрема в українських геопорталах Публічної кадастрової карти, Державної геодезичної мережі, Адміністративно-територіального устрою та багатьох інших.

СМДЗ – це сукупність баз даних і метаданих, бази геопросторових даних, бази нормативних знань та бази процедурних знань у складі бібліотек програм і сценаріїв моделювання (рис. 2), що забезпечують інформаційно-аналітичну підтримку всіх суб'єктів моніторингу осушуваних земель та функціонування і взаємодію усіх програмних сервісів системи геоінформаційного моніторингу. З огляду на обмежений обсяг статті можна лише стисло окреслити найважливіші аспекти підходу до реалізації цієї складової системи геоінформаційного моніторингу.

Передусім наголосимо на важливості реалізації в складі СМДЗ бази метаданих про всі зареєстровані в системі дані моніторингових спостережень, геопросторові дані та програмні сервіси. Ці метадані містять відомості про джерела даних, їх просторово-часове охоплення, якість даних, одиниці вимірювання, структуру модельного подання даних в базах даних та е-документах, референцні системи координат геопросторових даних, системи кодування та класифікації, використовувані в доменах значень властивостей об'єктів моніторингу, логічні зв'язки між об'єктами в моделях даних тощо. Структуру подання більшості цих метаданих викладено в міжнародних стандартах ISO 19110:2016 «Географічна інформація – Методологія каталогізації об'єктів» та ISO 19115:2014» Географічна інформація – Метадані».

Метадані про геоінформаційні і прикладні сервіси містять інформацію про адресу доступу до сервісу в інформаційній мережі, формалізований опис прикладного програмного інтерфейсу (API) взаємодії з програмою сервісу, структуру і формати вхідних/вихідних даних сервісу. До базових геоінформаційних сервісів належать такі: веб-картографічний сервіс WMS, що надає доступ до електронних карт; веб-сервіс геопросторових об'єктів WFS, що надає користувачам геопросторові дані в форматах GML та/або форматі GeoJson для класів геопросторових об'єктів за специфікацією мови Java; веб-картографічний сервіс покриття WCS, який забезпечує доступ до наборів геопросторових даних, що описують безперервні просторові поверхні типу географічних полів, наприклад, цифрова модель рельєфу, поверхня рівня залягання ґрунтових вод тощо.

База нормативних знань містить нормативні вимоги щодо складу і термінів здійснення спостережень та нормативні показники для оцінювання меліоративного стану осушуваних земель, наприклад, за строками відведення надлишкових вод у вегетаційний період, за рівнем залягання ґрунтових вод для різних сільськогосподарських культур відповідно до регіональних природно-гідрометеорологічних умов тощо згідно з інструкціями ВНД 33-5.5-15-2003, ВНД 33-5.5-13-2002 та іншими нормативними документами.

База геопросторових даних СМДЗ містить набори базових і профільних геопросторових даних. До набору базових геопросторових даних (НБГД) належать інформаційні ресурси топографічної основи, що формуються на основі

існуючих цифрових топографічних карт і планів різних масштабів, ортофотокарт. НБГД використовують як координатно-просторову основу для формування наборів профільних геопросторових даних моніторингу осушуваних земель (НПГД). Важливою складовою НБГД є цифрова модель рельєфу (ЦМР), яку використовують в багатьох задачах гідрологічного моделювання, зокрема для побудови моделі гідрологічної мережі поверхневих вод, визначення меж басейнів водозбору річок, моделювання тематичної поверхні рівня залягання ґрунтових вод тощо. Як джерела для первинного формування НБГД можуть бути використанні ортофотокarti масштабу 1:10 000, створені у складі інформаційних ресурсів системи Державного кадастру, а також відкриті джерела, наприклад: набори даних OpenStreetMap, електронні карти й ортофотозображення з картографічних сервісів GoogleMap, GoogleEarth, глобальні цифрові моделі рельєфу SMRT з просторовим розрізненням 1 кутова секунда та Aster GDEM з просторовим розрізненням 0,5 кут. секунди [<https://earthexplorer.usgs.gov>].

У наборах профільних геопросторових даних можна виділити геопросторові дані про об'єкти моніторингу та логічно пов'язані з ними набори даних моніторингових спостережень і набори даних з результатами оцінювання, моделювання і прогнозування еколого-меліоративного стану осушуваних земель і прилеглих до них територій.

До геопросторових даних про об'єкти моніторингу належать такі: реєстр меліоративних систем з межами осушуваних та прилеглих до них земель, реєстри пунктів спостережень (спостережні свердловини за рівнем ґрунтових вод (РГВ), пункти відбору проб поверхневих і ґрунтових вод, пункти відбору ґрунту, пункти спостережень за витратами води тощо), гідрографічна мережа з межами водозбірних басейнів, об'єкти інженерно-технічної інфраструктури меліоративних систем, межі земельних ділянок та межі територіальних зон за даними Державного земельного кадастру, межі об'єктів адміністративно-територіального устрою для узагальнення даних з оцінювання стану осушуваних та прилеглих до них земель.

База даних моніторингових спостережень складається з набору часових рядів вимірювань РГВ, показників складу і властивостей ґрунтових та поверхневих вод, складу і властивостей ґрунтів, продуктивності сільськогосподарських угідь, технічного стану пунктів спостережень й об'єктів інженерної інфраструктури меліоративних систем. Результати оцінювання, моделювання та прогнозування ЕМС осушуваних і прилеглих до них земель та стану об'єктів інженерної інфраструктури меліоративних систем також зберігаються в базі даних як набори часових рядів відповідних показників оцінювання стану об'єктів моніторингу (модельні поверхні РГВ, оцінки стану ґрунтових і поверхневих вод, стану ґрунтів, стану та продуктивності сільськогосподарських угідь, технічного стану об'єктів інженерної інфраструктури тощо).

Базу геопросторових даних цифрових моделей об'єктів моніторингу створюють засобами інструментальних ГІС (рис. 3) на основі цифрових топографічних карт і планів, схем інженерної інфраструктури меліоративних

систем, даних земельного кадастру, даних водного кадастру, ортофотокарт, цифрових моделей рельєфу та даних ДЗЗ.



Рис. 3. Фрагмент відображення геопросторових даних цифрової моделі мережі каналів і свердловин Солотвинської осушуваної системи в Житомирській області

Зважаючи на те, що вихідні картографічні матеріали про об'єкти інженерної інфраструктури найчастіше наявні лише у вигляді проектних схем, для створення їх цифрових моделей найкраще виконати їх інвентаризацію і технологію автоматизованої ідентифікації каналів і закритих дренажних систем в ГІС, використовуючи дані ДЗЗ високої роздільної здатності, наприклад, за методикою, викладеною в статті [16].

Для оцінювання, моделювання і прогнозування еколого-меліоративного стану осушуваних і прилеглих до них земель в багатьох країнах використовують як пропрієтарні, так і відкриті інструментальні і спеціалізовані ГІС [15–18]. В контексті мети цієї статті зауважимо значне зростання потужності і функціональної повноти відкритих інструментальних і спеціалізованих програмних засобів ГІС. До найпоширеніших поміж них належать QGIS, SAGA та GRASS.

QGIS [<http://www.qgis.org>] належить до класу повнофункціональних ГІС для розв'язання широкого спектра завдань зі створення й аналізу геопросторових даних, керування геоданими, тематичного картографування та публікування карт в Інтернет. В QGIS забезпечено пряме використання багатьох найпоширеніших форматів векторних і растрових моделей геопросторових даних в різних системах координат і картографічних проекціях, безпосередній доступ і робота з геопросторовими даними, що зберігаються в середовищі універсальних СКБД з

просторовими розширеннями, використання електронних карт та геопросторових даних з геоінформаційних сервісів типу WMS, WFS, що доступні в Інтернет.

ГІС SAGA [<http://www.saga-gis.org>] надає потужний набір функцій і методів, важливих для моделювання в системі моніторингу осушуваних земель, зокрема таких, як аналіз й опрацювання даних ДЗЗ, аналіз ЦМР для прогнозування стану ґрунтів, моделювання динаміки фізико-географічних і гідрологічних процесів, пов'язаних з рельєфом і кліматичними умовами.

Завершуючи стислий огляд відкритих ГІС-засобів, варто зауважити, що їх функціональність постійно нарощується завдяки широкому колу користувачів і розробників додаткових модулів (плагінів), бібліотека яких доступна в мережному глобальному репозитарії. Перспективним і важливим для реалізації програмних засобів моделювання є використання мови SQL з просторовими розширеннями сучасних об'єктно-реляційних СКБД. В реалізації нового стандарту мови SQL-99 забезпечується можливість створення прикладних функцій і процедур мовою SQL та іншими мовами програмування як об'єктів постійного зберігання в середовищі СКБД, що дає змогу реалізувати типові функції аналізу геопросторових даних безпосередньо в базах даних, викликати і виконувати їх на сервері бази даних практично з будь-якої інструментальної ГІС.

Висновки. Геоінформаційний моніторинг як інтегруюча технологія і система дає можливість здійснити міждисциплінарне перенесення знань і використання геопросторових даних з різних джерел для комплексного розв'язання завдань з моделювання, оцінювання та прогнозування стану осушуваних земель.

Побудова системи геоінформаційного моніторингу осушуваних земель за сервіс-орієнтованою архітектурою в мережі Інтернет з використанням об'єктно-реляційних СКБД для накопичення, зберігання й опрацювання даних моніторингових спостережень, баз геопросторових даних і даних ДЗЗ дозволить забезпечити сучасний рівень інформатизації діяльності й інформаційної взаємодії територіально розподілених організацій і підприємств, що здійснюють моніторинг осушуваних земель.

Наявність у вільному доступі відкритих базових геопросторових даних, глобальних цифрових моделей рельєфу, даних ДЗЗ з високим просторовим розрізненням і функціонально повних відкритих програмних засобів ГІС й об'єктно-реляційних СКБД з потужними засобами підтримання баз геопросторових даних дає можливість перевести завдання зі створення системи геоінформаційного моніторингу осушуваних земель в Україні в практичну площину, здійснити трансфер знань вітчизняних наукових шкіл у сфері еколого-меліоративного моніторингу осушуваних земель в базу процедурних знань геоінформаційного моніторингу для якісної й оперативної інформаційної підтримки ухвалюваних рішень щодо забезпечення ефективного й екологічно безпечного використання осушуваних земель.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України Про меліорацію земель : прийнятий 19 жовт. 2016 року № 1389-14 // Відомості Верховної Ради України. – 2000. – № 11. – 90 с.

2. ВНД 33-5.5-15-2003: Інструкція з організації та здійсненню моніторингу зрошуваних та осушуваних земель. – К.: Держводгосп України, 2003. – 29 с.
3. Ващик С. М. Застосування інформаційних технологій для оцінки еколого-меліоративного стану осушуваних земель Прикарпаття / С. М. Ващик // Вісник Львівського національного аграрного ун-ту: землевпорядкування і земельний кадастр. – 2009. – № 12. – С. 218–222.
4. Ковальчук П.І. Математичне моделювання в системі моніторингу затоплення і підтоплення сільгоспугідь і сільських населених пунктів / П.І. Ковальчук, С.А. Шевчук // Вісник УДУВГП. – 2007. Вип. 4(40). – Ч. 1. – С. 285-290.
5. Козловський Б.І. Меліоративний стан осушуваних земель західних областей України / Б.І. Козловський. – Львів: Євросвіт, 2005. – 420 с.
6. Логинов О.А. Прогнозирование уровня грунтовых вод с применением клеточных автоматов/ О.А. Логинов, Л.В. Сарычева // УСИМ. – 2009. – № 1. – С. 86-92.
7. Лялько В. І. Контроль параметрів динаміки регіональної рослинності на основі даних ДЗЗ з метою підвищення ефективності довгострокового управління гідролого-гідрогеологічними ризиками / В. І. Лялько, Д. М. Мовчан, Ю.В. Костюченко, І. М. Копачевський // Геоінформатика. – 2012. – № 1. – С. 50-56. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/geoinf_2012_1_9_
8. Лященко А. А. Онтологія та особливості компонентів геоінформаційного моніторингу за технологією баз геопросторових даних / А. А. Лященко, І.М. Патракеєв // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2015. – Вип. 1(29). – С. 30-36.
9. Мошинський В.С. Методи управління продуктивністю та екологічною стійкістю осушуваних земель: монографія / В.С. Мошинський. – Рівне: НУВГП, 2005. – 250 с.
10. Мошинський В.С. Просторова екстраполяція у задачах відтворення даних моніторингу: монографія / В.С. Мошинський, З.К. Сасюк. – Рівне: НУВГП, 2010. – 184 с.
11. Наседкін І.Ю. Еколого-меліоративний моніторинг осушуваних земель/ І.Ю. Наседкін, О.В. Цветова, Г.П. Рябцева, Ю.П. Яковенко// Меліорація і водне господарство – 2008. – Вип. 96. – С. 115-122.
12. Хвесик М. А. Модернізація водогосподарської інфраструктури як фактор прискорення соціально-економічного піднесення сільських територій / М.А. Хвесик, В.А. Голян // Економіка АПК. – 2014. – № 7 – С. 121-126.
13. Шевель В.І. Застосування ГІС-технологій при зборі та обробці матеріалів спостереження за рівнями ґрунтових вод / В. І. Шевель, О. М. Семака // Чернігівський науковий часопис Чернігівського держ. ін-ту економіки і управління.– 2011. – Вип. 1. – С. 101-105. – (Серія 2 «Техніка і природа»)
14. Шевчук С.А. Удосконалення управління меліорованими територіями на основі інформаційно-аналітичної системи еколого-меліоративного моніторингу: дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / С.А. Шевчук. – Київ, 2008. – 163 с.

15. Fernandez G. Application of DRAINMOD-GIS to a lower coastal plain watershed / G. Fernandez, G. M. Chescheir, R. W. Skaggs, D. M. Amatya // American Society of Agricultural and Biological Engineers. – 2007. – Vol. 50(2). – P. 439 – 447.
16. Tlapakova L. Agricultural drainage systems in the Czech landscape – identification and functionality assessment by means of remote sensing / Lenka Tlapakova // European Countryside. – 2017. – Vol. 9, Issue 1. – P. 77–98, ISSN (Online) 1803-8417, DOI: <https://doi.org/10.1515/euco-2017-0005>.
17. Trevett B. Remote sensing and geographical information systems. Their role in hydrology and environmental planning and management. Report on workshop of International Committee for Remote Sensing and data transmission of the IAHS / B. Trevett. – 1990. – 8 p.
18. Webber, D. F. Assessing surface flowpath interception by vegetative buffers using ArcGIS hydrologic modeling and geospatial analysis for Rock Creek watershed, central Iowa / D. F. Webber, M. Bansal, S.K. Mickelson, M.J. Helmers, K. K. Arora, B.K. Gelder, C.J. Judge. // Agricultural and Biosystems Engineering. – 2018. – 60(1). – P. 273 – 283. https://lib.dr.iastate.edu/abe_eng_pubs/884.

REFERENCES

1. Закон України Про меліоративні землі : прийнятий 19 жовт. 2016 року № 1389-14 [Law of Ukraine About land reclamation from October 19 2016, № 1389-14] (2000). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy – Bulletin of Verkhovna Rada of Ukraine* [in Ukrainian].
2. VND 33-5.5-15-2003 *Instruktsiia z orhanizatsii ta zdiisnenniu monitorynhu zroshuvalnykh ta osushuvanykh zemel* [Instruction on the organization and monitoring of irrigation and drainage lands]. (2003). Kyiv: Derzhvodhosp Ukrainy [in Ukrainian].
3. Vashchuk, S. (2009). Zastosuvannia informatsiinykh tekhnolohii dlia otsinky ekoloho-melioratyvnogo stanu osushenykh zemel Prykarpattia [Application of information technologies for assessing the ecological and reclamation state of drained lands of the Carpathian region]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho un-tu: zemlevporiadkuvannia i zemelnyi kadastr – Visnyk of Lviv National Agrarian University: land management and land cadaster*, 12, 218-222 [in Ukrainian].
4. Kovalchuk P.I., & Shevchuk, S.A. (2007). Matematychni modeliuvannia v systemi monitorynhu pidtoplennia silskohospuhid i silskych naselenykh punktiv [Mathematical modeling in the system of monitoring flooding and flooding of agricultural lands and rural settlements]. *Visnyk UDUVHP – Visnyk UDUVHP*, 4(40). Part. 1, 285-290 [in Ukrainian].
5. Kozlovskiy, B.I. (2005). *Melioratyvnyi stan osushuvanykh zemel zakhidnykh oblastei Ukrainy* [Meliorative state of drained lands in western regions of Ukraine]. Lviv: Yevrosvit [in Ukrainian].
6. Lohinov, O.A., & Sarycheva, L.V. (2009). Prohnozyrovanyie urovnia hruntovykh vod s pryimeneniyem kletochnykh avtomatov [Forecasting of groundwater level with the use of cellular automata]. *Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal «Upravliaiushchye systemy i mashyny» – International Scientific Journal "Managing Systems and Machines"*, 1, 86-92 [in Ukrainian].

7. Lialko, V.I., Movchan, D.M., Kostiuchenko, Yu.V., & Kopachevskyi, I.M. (2012). Kontrol parametriv dynamiky rehionalnoi roslynnosti na osnovi danykh DZZ z metoiu pidvyshchennia efektyvnosti dovhostrokovoho upravlinnia hidroloho-hidroheolohichnykh ryzykamy [Parameters control of regional vegetation dynamics by remote sensing to improve long-term management effectiveness of hydrological and hydrogeological risks]. *Heoinformatyka – Geoinformatics*, 1, 50-56 Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/geoinf_2012_1_9 [in Ukrainian].
8. Lyashchenko, A.A., & Patrakeiev, I.M. (2015). Ontolohiia ta osoblyvosti komponentiv heoinformatsiinoho monitorynhu za tekhnolohiieiu baz heoprostorovykh danykh [Ontology and features of components of geoinformation monitoring using geospatial database technology]. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva – Modern achievements in geodetic science and industry*, 1(29), 30-36 [in Ukrainian].
9. Moshynskyi, V.S. (2005). *Metody upravlinnia produktyvnistiu ta ekolohichnoi stiikestiu osushuvanykh zemel* [Methods of management productivity and ecological stability of drained lands]. Rivne: NUVHP [in Ukrainian].
10. Moshynskyi, V.S., & Sasiuk, Z.K. (2010). *Prostoroza ekstrakoliatsiia u zadachakh vidtvorennia danykh monitorynhu* [Spatial extrapolation in the tasks of reproducing monitoring data]. Rivne: NUVHP [in Ukrainian].
11. Nasiedkin, I.Iu., Tsvietova, O.V., Riabtseva, H.P., & Yakovenko, Yu.P. (2008). Ekoloho-melioratyvnyi monitorynh osushuvanykh zemel [Ecological and meliorative monitoring of drained lands]. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo – Melioration and water management*, 96, 115-122 [in Ukrainian].
12. Khvesyk, M.A., & Holian, V.A. (2014). Modernizatsiia vodohospodarskoi infrastruktury yak faktor pryskorennia sotsialno-ekonomichnoho pidnesennia silskykh terytorii [Modernization of water infrastructure as a factor in accelerating the socio-economic development of rural areas]. *Ekonomika APK – Economy AIC*, 7, 121-126 [in Ukrainian].
13. Shevel, V.I., & Siemaka, O.M. (2011). Zastosuvannia HIS–tekhnolohii pry zbori ta obrobtsi materialiv sposterezhenia za rivniamy gruntovykh vod [Application of GIS-technologies in gathering and processing materials for observation of groundwater levels]. *Tekhnika i pryroda, 1 – Technique and nature*, 1. Chernihiv Scientific Journal (pp. 101-105). Chernihiv: CSIEM [in Ukrainian].
14. Shevchuk, S.A. (2008). Udoshkonalennia upravlinnia meliorovanykh terytoriiamy na osnovi informatsiino-analitychnoi systemy ekoloho-melioratyvnoho monitorynhu [Improvement of management of reclaimed territories on the basis of information-analytical system of ecological and land reclamation monitoring]. *Extended abstract of Candidate's thesis*. Kyiv: IHM of UAAS [in Ukrainian].
15. Fernandez, G., Chescheir, G.M., Skaggs, R.W., & Amatya, D.M. (2007). Application of DRAINMOD-GIS to a lower coastal plain watershed. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 50(2), 439-447.
16. Tlapakova, L. (2017). Agricultural drainage systems in the Czech landscape – identification and functionality assessment by means of remote sensing. *European Countryside*, 9, 77-98. Retrieved from <https://doi.org/10.1515/euco-2017-0005>.

17. Trevett, B. (1990). Remote sensing and geographical information systems. Their role in hydrology and environmental planning and management. *Report on workshop of International Committee for Remote Sensing and data transmission of the IAHS*, p. 8.

18. Webber, D.F., Bansal, M., Mickelson, S.K., Helmers, M.J., Arora, K., Gelder, B.K., & et al. (2018). Assessing surface flowpath interception by vegetative buffers using ArcGIS hydrologic modeling and geospatial analysis for Rock Creek watershed, central Iowa. *Agricultural and Biosystems Engineering*, 60(1), 273-283. Retrieved from https://lib.dr.iastate.edu/abe_eng_pubs/884.

А.А. Лященко, В.В. Залужна

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Обоснована сервис-ориентированная архитектура системы геоинформационного мониторинга осушаемых земель с информационным взаимодействием ее компонентов в сети Интернет. Разработана структура базы геопространственных данных объектов мониторинга осушаемых земель и инженерной инфраструктуры осушаемых систем, базы данных мониторинговых наблюдений и базы данных результатов оценки, моделирования и прогнозирования эколого-мелиоративного состояния осушаемых земель и прилегающих к ним территорий. Рассмотрены подходы к реализации системы геоинформационного мониторинга на основе использования открытых базовых геопространственных данных и открытых программных средств геоинформационных систем и систем управления базами данных с функциональными расширениями для хранения и обработки геопространственных данных.

Ключевые слова: осушаемые земли, эколого-мелиоративный мониторинг осушаемых земель, геоинформационный мониторинг, геоинформационная система, база геопространственных данных.

A. Lyashchenko, V. Zaluzhna

METHODOICAL BASES GEOINFORMATION MONITORING OF DRAINED LANDS

The service-oriented architecture of the system of geoinformation monitoring of drained lands with information interaction of its components in the Internet is grounded. The structure of the geospatial data base for the objects of monitoring the drained lands and the engineering infrastructure of the drained systems, the database of the hydrographic network with the boundaries of the water basins, the database of the network of points of observation for the level of soil water, the chemical composition of the soil, soil and surface waters, the database of time series of monitoring observations and results of assessment, modeling and forecasting of the ecological and meliorative state of the drained lands and adjacent territories. The structure of the metadata database is defined as an important component for data integration and system service

management. Approaches to the implementation of the system of geoinformation monitoring based on the use of open basic geospatial data and open software tools of geoinformation systems and database management systems with functional extensions for storage and processing of geospatial data are considered.

Keywords: drained land, ecological and meliorative monitoring of drained lands, geoinformation monitoring, geoinformation system, geospatial data base.

Надійшла до редакції

30.03.2018

УДК 528.94

О.В. Гаврюшин, ст. викл. кафедри фізичної та економічної географії
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

УЗАГАЛЬНЕННЯ РІЗНОЧАСОВИХ ДАНИХ З ІСТОРІЇ АДМІНІСТРАТИВНО-ТЕРИТОРІАЛЬНОГО ПОДІЛУ ЗАСОБАМИ ГІС

Розглянуто питання узагальнення різночасових даних у ГІС на прикладі даних з історії адміністративно-територіального поділу. Описано конкретні види узагальнень, виділено три групи. До першої групи належать узагальнення, що здійснюються налаштуванням часу демонстрування різночасових даних включно з одночасною візуалізацією різночасових даних (суміщення різночасових даних). Друга група – узагальнення контурів змінних у часі адміністративно-територіальних одиниць. До третьої групи входять узагальнення, що полягають у розрахунку за вихідними просторово-часовими даними спеціальних показників динаміки (узагальнення непозиційних даних або кількісних та якісних характеристик об'єктів). Проаналізовано можливості застосування різних видів узагальнення різночасових даних. Виділено три рівні карт-узагальнень з історії адміністративно-територіального поділу.

Ключові слова: часова генералізація; узагальнення даних; адміністративно-територіальний поділ; історичні ГІС; аналіз просторово-часових даних.

Вступ. Використання ГІС-технологій уможливорює створення баз даних з історії адміністративно-територіального поділу, у яких описано всі його стани за певний період. Такі бази даних не тільки забезпечують створення адміністративних карт на довільно задану дату, але й відкривають широкі можливості для аналізу різночасових даних. Узагальнення даних про стан адміністративно-територіального поділу на різні дати дозволить отримати якісно нові дані і виявити особливості просторово-часового розподілу адміністративних змін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У працях О.М. Берлянта та В.С. Тікунова [1; 2] часова (динамічна) генералізація розглядається як один з