

УДК 004.65+519.6

А. Р. Яцолт, к. т. н., доц.; Л. Ю. Главацька; О. В. Піта; В. І. Костик

## РОЗРОБКА НОВОГО ЕКОЛОГІЧНОГО ПАСПОРТА СТАВКІВ НА ОСНОВІ ДАНИХ БАСЕЙНОВОГО УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ

У статті розглянуто актуальне завдання створення екологічного паспорта ставків. Запропоновано UML-модель екологічного паспорта ставків, що дозволяє згрупувати та об'єднати всі необхідні дані в одному документі для розв'язання різноманітних екологічних та гідрологічних задач. Застосування моделі паспорта зменшить витрати та полегшить аналіз стану ставків.

**Ключові слова:** UML-модель, екологічний паспорт ставка, моніторинг поверхневих водойм.

На сьогодні питання умов використання та контролю за орендною оплатою користувачів водойм, а особливо ставків, розташованих у басейні річки Південний Буг, є важливим завданням, що потребує розв'язання. Ставки у Вінницькій області переважно використовують для риборозведення та рекреаційних потреб. Використання ставків оформляють договорами оренди, що сприяє утриманню в належному технічному стані гідротехнічних споруд та забезпеченню їхньої надійної експлуатації під час пропуску весняної повені та дощових паводків. Більшість ставків у оренді юридичних та фізичних осіб. З метою ефективного планування режимів роботи водних об'єктів, визначення ступеня ризику та технічного стану гідроспоруд важливим є питання проведення паспортизації водних об'єктів.

Для забезпечення належної експлуатації водних об'єктів створюють і ведуть паспорти ставків, за допомогою яких можна виконувати оцінку технічного стану ставків та розробляти плани запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, а також рекомендації щодо прийняття запобіжних заходів тощо.

### Постановка задачі

Паспорт природоохоронного об'єкта – це документ, у якому зафіксовано основну інформацію стосовно певного об'єкта. З метою оцінки екологічного стану басейну річки та розробки заходів щодо раціонального використання й охорони вод та відтворення водних ресурсів складають паспорт у порядку, визначеному Кабінетом Міністрів України [1].

Уся інформація про водний об'єкт міститься у водогосподарському паспорті ставка, який складається з його паспорта та пояснювальної записки. Паспорт ставка складається з 1 – 3-х сторінок, а пояснювальна записка може сягати сорока сторінок. У ній детально описано та розраховано всю інформацію, яку потім заносять до паспорта.

Індивідуалізацію водних об'єктів здійснюють за допомогою їхньої паспортизації. Паспортизація водних об'єктів – це сукупність державних заходів, спрямованих на впорядкування використання водних об'єктів, охорону їх від забруднення, засмічення та вичерпання, запобігання шкідливим діям вод та ліквідації їхніх наслідків, поліпшення стану водних об'єктів.

Чіткого та ясного визначення водогосподарського паспорта українське законодавство не дає, але відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку складання паспортів річок і Порядку установаження берегових смуг водних шляхів та користування ними» від 14 квітня 1997 р. № 347 можна розробити та встановити і визначення, і структуру паспорта ставка.

Паспорт ставка – реєстраційний документ, що містить відомості щодо основних параметрів ставу та гідровузла (площа, об'єм, ширина, довжина, наявність греблі та ін.).

Паспорт ставка – це уніфіковане зведення основних даних про водний режим, фізико-географічні особливості, використання природних ресурсів і його екологічну обстановку, а також напрацювання рекомендацій щодо підвищення стійкості екологічної системи [2].

Найчастіше водогосподарський паспорт водного об'єкта складають для об'єктів (ставків), узятих у оренду для потреб риборозведення. У ньому має міститися інформація про правила експлуатації об'єкта. Водогосподарські паспорти на водні об'єкти розробляють спеціалізовані проектні організації.

З метою ефективного планування режимів роботи водних об'єктів, визначення ступеня ризику та технічного стану гідроспоруд важливим є питання проведення паспортизації водних об'єктів. Забезпечення надійної експлуатації та запобігання виникненню аварійних ситуацій рішенням Ради національної безпеки і оборони України від 16 лютого 2010 року місцевим органам виконавчої влади доручено забезпечити проведення інвентаризації і паспортизації об'єктів і споруд, серед яких і гідротехнічні.

Саме тому актуальним є розробка екологічного паспорта ставка, який максимально відображав би стан водойми та містив би всі необхідні дані для її експлуатації, що полегшить роботу як державних служб, особливо басейнового управління, так і власника ставка.

Досить часто під час розв'язання різноманітних екологічних, гідрологічних та економічних питань, пов'язаних із водними об'єктами, виникає потреба звертатися до паспорта ставка.

Наведемо перелік задач, під час розв'язання яких у пригоді можуть стати відомості із паспорта ставка:

1. Морфологічні показники (площа ставка  $S$ , м<sup>2</sup>; довжина водойми  $L$ , м; ширина озера  $B$ , м):

$$B_{cp} = \frac{S}{L}, \quad (1)$$

де:  $S$  – площа водного дзеркала;  $L$  – довжина ставка.

2. Коефіцієнт звивистості  $m$  – ступінь розвитку берегової лінії це відношення довжини берегової лінії до довжини окружності кола, що має площу, яка дорівнює площі ставка:

$$m = \frac{l}{2\sqrt{\pi S}}, \quad (2)$$

де:  $l$  – довжина берегової лінії;  $S$  – площа водного дзеркала.

3. Об'єм води у ставку  $W$ , м<sup>3</sup>, можна визначити за картою ізобат, використовуючи «метод призм» [1]. Цей об'єм розраховують за формулою:

$$W = \frac{S_0 + S_1}{2} h + \frac{S_1 + S_2}{2} h + \frac{S_2 + S_3}{2} h + \dots + \frac{S_{n-1} + S_n}{2} h + \Delta W, \quad (3)$$

де:  $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$  – площі, обмежені окремими ізобатами;  $h$  – висота призм;  $\Delta W$  – об'єм, що утворюється між площею останньої найглибшої ізобати й точкою дна озера з максимальною глибиною, що визначають за формулою:

$$\Delta W = \frac{1}{3} S_n (h_{\max} - h_n), \quad (4)$$

де:  $h_{\max}$  – максимальна глибина озера в метрах;  $h_n$  – глибина найглибшої ізобати;  $S_n$  – площа останньої (найглибшої) ізобати.

4. Середню глибину водойми  $h_{cp}$ , м, визначають за формулою:

$$h_{cp} = \frac{W}{S}, \quad (5)$$

де:  $W$  – об’єм водойми;  $S$  – площа водного дзеркала.

5. Для орієнтовних розрахунків найвищих рівнів води, м, ставків використовують формулу:

$$\Delta\bar{H} = \beta \sqrt{\frac{A}{S}}, \quad (6)$$

де:  $\Delta\bar{H}$  – середній багаторічний весняно-літній підйом рівня води, см;  $\beta$  – коефіцієнт, що визначають за даними спостережень на сусідніх водоймах з близькими співвідношеннями морфометричних характеристик і режимом стоку з водойм;  $A$  – площа водозабору озера, км<sup>2</sup>;  $S$  – площа дзеркала озера, км<sup>2</sup>;

6. Розмір орендної плати за використання ставка для риборозведення:

$$P_{op} = \sum_{i=1}^n S_i \times k_i, \quad (7)$$

де:  $S$  – площа  $i$ -го ставка, га;  $k_i$  – коефіцієнт орендної плати, який залежить від територіального розташування ставка, грн.

Залежно від типу ставка, його гідровузла, способу використання та розташування буде змінюватися перелік пунктів у водогосподарському паспорті. Тому постає задача розробити екологічний паспорт ставка, який дозволяв би розв’язувати основні завдання та містив би перелік характеристик універсальних для усіх ставків, незалежно від їхніх розмірів, призначення чи інших параметрів.

### Формалізація екологічного паспорта ставків

Проаналізувавши нормативну правову базу по ставкам, паперові варіанти водогосподарських паспортів, ми встановили, що екологічний паспорт ставків є комплексним та багатогранним, він є зібранням документів, у яких міститься повна інформація про об’єкт.

Для розробки нової моделі було приділено увагу не тільки законодавчим актам, а й уже розробленим паспортам проектних організацій. Для розв’язання поставлених задач побудовано єдину інформаційну модель ставків.

Було здійснено формалізацію основних класів понять таким чином:

– інформаційна модель екологічного паспорта ставків ( $V_p$ ):

$$V_p = U_v + P_{st} + P_z, \quad (8)$$

де:  $V_p$  – екологічний паспорт ставка;  $U_v$  – юридичні відомості;  $P_{st}$  – паспорт ставка;  $P_z$  – пояснювальна записка.

$$U_v = Z_v + P_z + P_v + P_g, \quad (9)$$

де:  $Z_v$  – загальні відомості (ПІБ, територіальна належність, сільська рада, район);  $P_z$  – права на землю (дата укладання договору, термін дії, орендна плата);  $P_v$  – право на водний об’єкт (дата укладання договору, термін дії, орендна плата);  $P_g$  – право на гідроспоруду (дата укладання договору, термін дії, орендна плата).

$$P_{st} = O_p + G_v, \quad (10)$$

де:  $O_p$  – основні параметри (водозбірна площа, позначки фактичного підпірного рівня (ФПР), позначки номінального підпірного рівня (НПР), мінімальна позначка, площа ставу при НПР, площа ставу при ФПР, довжина ставу, ширина ставу середня, ширина

максимальна, ширина мінімальна, середня глибина ставу);  $G_v$  – гідровузол (гребля, огорожувальні дамби, водовипуск, пояснювальна записка, загальні положення, розрахунок мінімальних витрат, водогосподарський розрахунок, максимальні витрати води, графік визначення часу спускання води з ставка, крива залежності рівня води, поперечний профіль по заплаві річки, характеристика гідровузла).

Дослідивши нормативні акти та проаналізувавши розроблені паспорти, ми розробили UML-модель екологічного паспорта ставків (рис. 1).

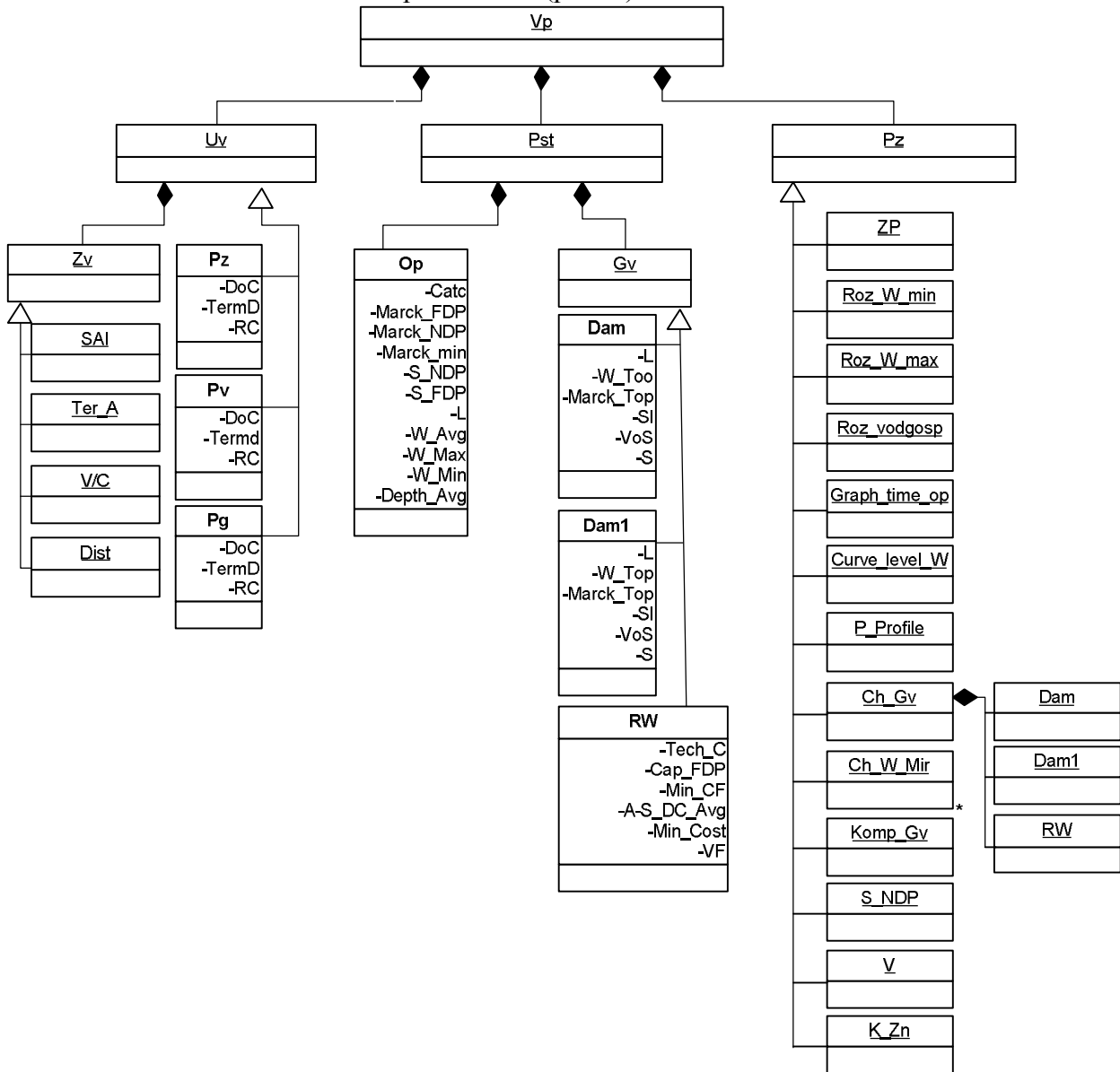


Рис. 1. UML-модель екологічного паспорта ставка

Ця модель складається з основних блоків, необхідних для повної характеристики ставків. Стрілками показано зв'язки між відповідними блоками. Ці характеристики було записано за допомогою символів.

### Апробація моделі екологічного паспорта ставків для ідентифікації ставків Вінницької області

Для теоретичного обґрунтування моделі пропонуємо розробити на основі вже розробленої моделі екологічні паспорти для ставків Вінницької області за алгоритмом, відображеним на рис. 2.

00251659264

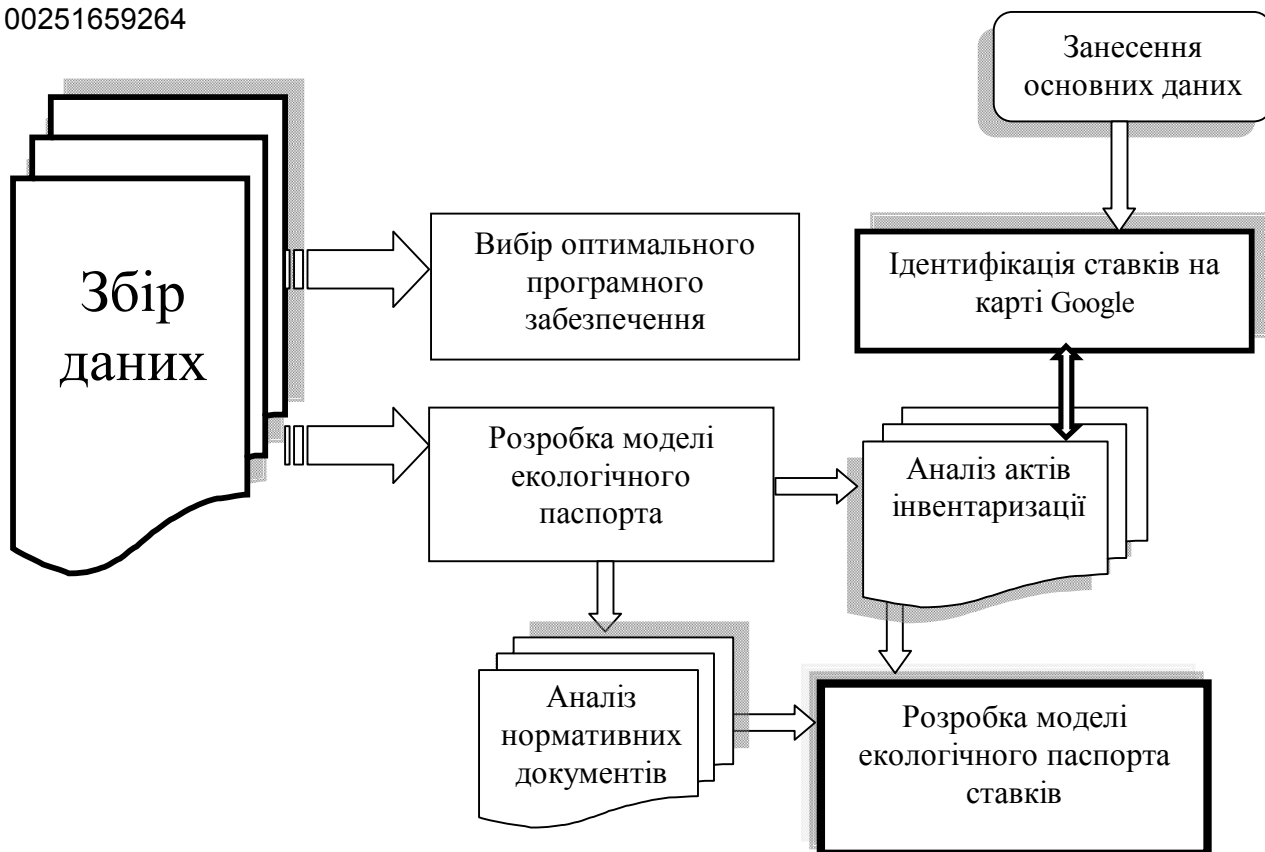


Рис. 2. Алгоритм розробки екологічних паспортів ставків

Згідно із запропонованим алгоритмом на основі даних Басейнового управління водних ресурсів (БУВР) р. Південний Буг було зібрано інформацію про орендовані ставки Вінницької області та класифіковано орендарів за актами інвентаризації водного об'єкта (ставка) та гідротехнічної споруди на території Вінницької області.

Для дослідження взято всі ставки, у процесі виконання алгоритму нанесено на карти Google 1605 ставок і внесено інформацію, що використовується БУВР р. Південний Буг у процесі контролю [3].

За допомогою карт Google Maps було створено власний профіль користувача, який дозволив позначити на карті та супутникових знімках планети Земля ставки Вінницької області (рис. 3).



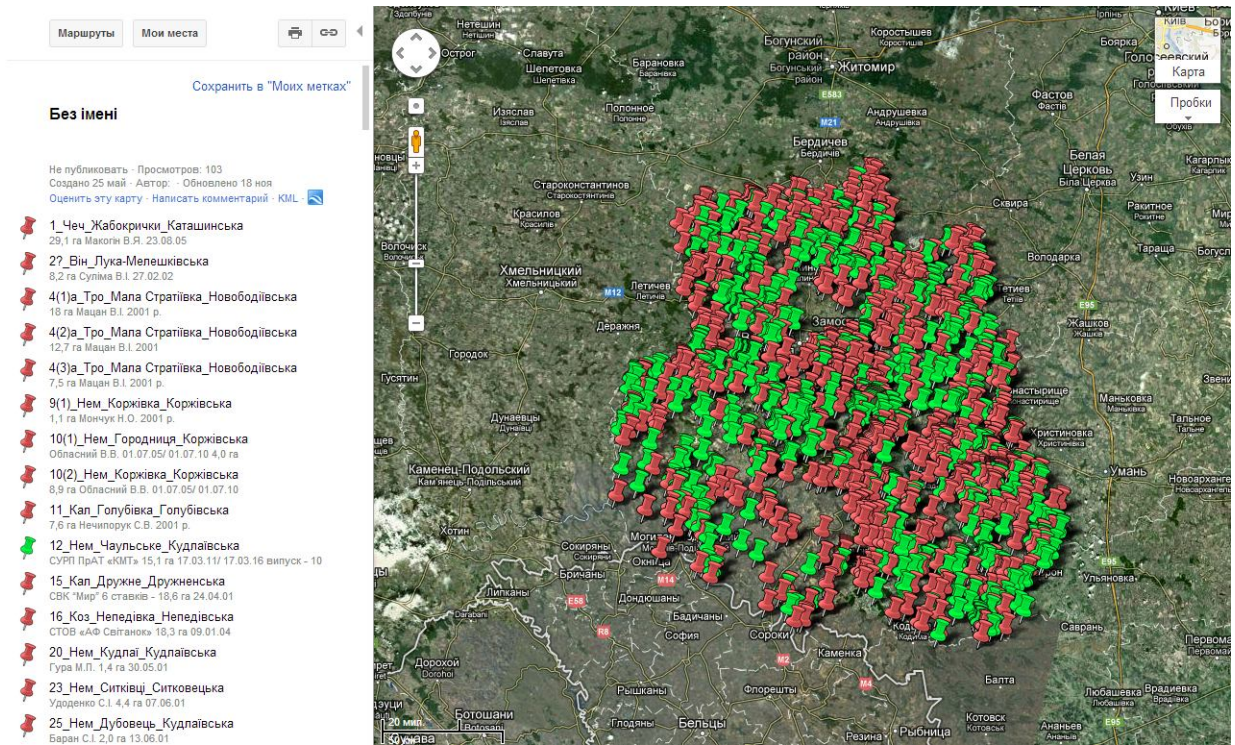


Рис. 3. Ставки Вінницької області на карті та на супутникових знімках Google

За допомогою додаткових функцій профілю «Мои метки» було не лише ідентифіковано ставки, але й зазначено їхні основні параметри, вказано назву, площу та місце розташування (у межах чи за межами населеного пункту) (рис. 4).

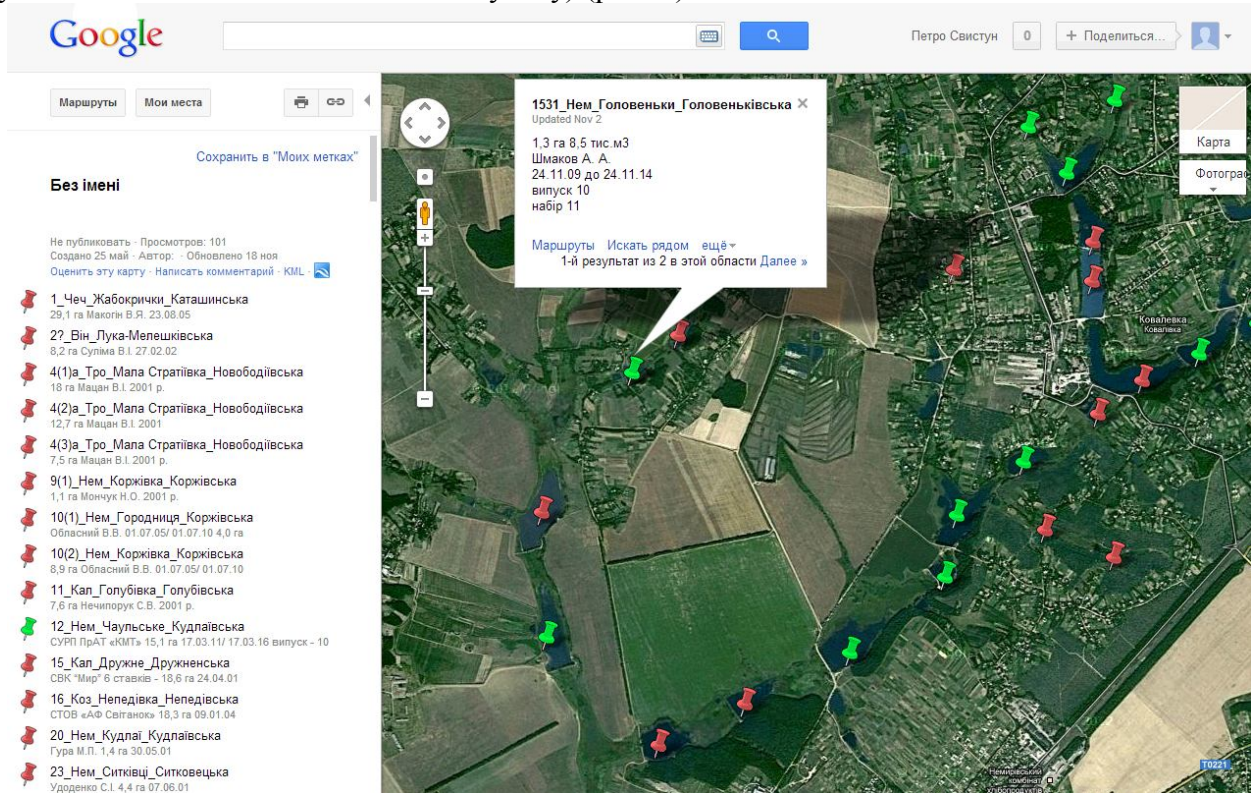


Рис. 4. Ставки Вінницької області із зазначеною інформацією

Карти Google Maps досить зручні для ідентифікації ставків, проте не виключена можливість втрати інформації, оскільки вона на сервері Google, який може стати жертвою хакерських атак, тому й до цього часу йде робота щодо перенесення вищенаведених даних у оф-лайн.

### Висновки

У статті запропоновано нову модель екологічного паспорта ставків, яка відрізняється від наявних комплексністю, що дозволить отримувати більше актуальної інформації в одному документі.

Новизна розробки полягає у згрупуванні характеристик, необхідних для належного функціонування та моніторингу ставків. Оскільки наявні варіанти паспортів існують лише в паперовому варіанті та окремо (у різних установах, які займаються моніторингом та контролем ставків), то запропоновано нову модель, на основі якої сформульовано новий метод спостереження за водними об'єктами. Ця розробка дозволить отримувати більше актуальної інформації, згрупованої та об'єднаної в одному екологічному паспорті, а її використання зменшить витрати та полегшить аналіз стану ставків.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Клименко В. Г. Загальна гідрологія: Навчальний посібник для студентів / Клименко В. Г. – Харків: ХНУ, 2008. – 144 с.
2. Водна Рамкова Директива 2000/60/ЕС. Основні терміни та їх визначення. – К.: RODECOVERSeau, 2006. – 244 с.
3. Басейнове управління водних ресурсів р. Південний Буг. [Електронний ресурс] // Режим доступу : <http://www.buvr.vn.ua>.
4. Мокін В. Б. Математичні моделі та програми для оцінювання якості річкових вод: монографія. / В. Б. Мокін, Б. І. Мокін. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2000. – 152 с.
5. Комп'ютеризовані регіональні системи державного моніторингу поверхневих вод: моделі, алгоритми, програми. Монографія / [ Мокін В. Б., Боцула М. П., Горячев Г. В., Давиденко О. В., Катасонов А. І., Яцолт А. Р. ] ; під ред. В.Б. Мокіна. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 310 с.

**Яцолт Андрій Русланович** – к. т. н., доцент кафедри еколого-економічного менеджменту та інженерної графіки.

**Главацька Лілія Юрївна** – магістр кафедри еколого-економічного менеджменту та інженерної графіки.

**Піта Олена Володимирівна** – студент кафедри еколого-економічного менеджменту та інженерної графіки.

**Костик Василь Іванович** – студент кафедри еколого-економічного менеджменту та інженерної графіки.

Вінницький національний технічний університет.