

А.А. Євдокімов, Д.С. Касьянов, О.Ю. Ієвлєва

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТВОРЕННЯ ТА АНАЛІЗУ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ ГІДРОАКУМУЛЮЮЧОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Наведено основні аспекти створення та аналізу цифрової моделі гідроакумуючої електростанції. Створення та аналіз моделі гідроакумуючої електростанції здійснювалося за допомогою САД та ГІС технологій. У даній статті безпека та запобігання аварії розглянуті як основні та пов'язані між собою питання експлуатації гідроакумуючої електростанції та її можливого розвитку. Реалізація досліджених заходів сприятиме оптимізації роботи та підвищенню ефективності експлуатації та раціонального використання ресурсів гідроакумуючої електростанції.

Ключові слова: гідроакумуюча електростанція (ГАЕС), геоінформаційні системи (ГІС), САД, цифрова модель, водні ресурси.

Постановка проблеми

На сьогодні ГІС є найбільш ефективним інструментом створення та аналізу моделі гідроакумуючої електростанції. Ця система використовується для рішення багатьох практичних завдань пов'язаних з просторовими та технічними даними, які використовуються для забезпечення екологічної безпеки та ефективної експлуатації електростанцій.

Останнім часом при вирішенні ряду управлінських питань, аналізу, плануванні роботи та безпечної експлуатації, вводяться автоматизовані системи управління моделі гідроакумуючої електростанції. Векторні, растрові та просторові дані вимагають використання різноманітного інструментарію. Відповідно крок за кроком розглядаємо основні прийоми роботи ГІС починаючи від найпростіших операцій закінчуючи прикладами рішень досить складних завдань.

В результаті застосування ГІС може вказати найбільш ефективні моделі, що забезпечують розробку більш економічних рішень, економію праці і ресурсів, а також часу та технологій прийняття рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В Україні нагляд за безпекою гідротехнічних споруд здійснюється згідно з ГКД 34.03.106 «Безпека гідротехнічних споруд і гідротехнічного обладнання електростанцій України. Положення про галузеву систему нагляду», введений в дію наказом Міністра палива та енергетики України за № 198 від 21.04.2003 р. [1]. Також слід звернути увагу на вимоги наступних діючих законів:

- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» [2];

- земельний кодекс України [3];

- водний кодекс України [4].

Зусиллями вітчизняних і зарубіжних вчених створено досить ефективні методи і алгоритми розрахунку і аналізу довгострокових, короткострокових і оперативних засобів створення та аналізу моделі гідроакумуючої електростанції.

Сучасному стану, проблемам та перспективам розвитку гідроенергетики України, безпеці та енергоефективності присвячені роботи вітчизняних авторів: О. Суходолі, А. Сидоренко, С. Бегуна, А. Білуха [5], К. Третьяка, С. Петрова, Ю. Голубінки, Ф. Аль-Алусі [6] та закордонних авторів: Р. Яганова [7], Н. Апієва [8] та ін.

Визначення мети та задачі дослідження

Метою статті є створення та аналіз моделі гідроакумуючої електростанції за для безпечної та ефективної експлуатації.

Для досягнення поставленої мети вирішуються наступні завдання:

- виконати огляд останніх досліджень і публікацій на тему дослідження;

- проаналізувати можливості сучасних підходів до створення та аналізу моделі гідроакумуючої електростанції;

- визначити подальші перспективи використання ГІС-технологій для аналізу складних об'єктів підвищеного класу небезпеки.

Виклад основного матеріалу дослідження

Об'єктом дослідження є гідроакумуюча електростанція «Київська ГАЕС» (рис. 1).

Предмет дослідження – геоінформаційне моделювання та аналіз ГАЕС з метою запобігання аварій та екологічних катастроф.



Рис. 1. Київська ГАЕС із супутника

На сьогодні ГІС є найбільш ефективним інструментом створення та моніторингу моделі гідроакumuлюючої електростанції. Ця система використовується для рішення багатьох практичних завдань пов'язаних з просторовими та технічними даними, які використовуються для забезпечення роботи, екологічної безпеки та ефективної експлуатації електростанцій.

Геоінформаційні системи можуть використовуватися як:

- аналіз змін, що відбулися в несучих конструкціях досліджуваної електростанції;
- прогнозування наслідків прийняття тих або інших господарських рішень;
- моніторинг та аналіз даних екологічного стану;
- створення цифрових карт, що демонструють стан середовища навколо будівель станції.

Останнім часом при створенні, аналізі, плануванні, експлуатації гідроакumuлюючої електростанції все частіше використовують результати математичного моделювання.

Це ж саме використовується в прогнозуванні виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті та способів її вирішення, а також при розробці ефективних методів усунення наслідків. Векторні, растрові та просторові дані вимагають використання різноманітного інструментарію. Відповідно крок за кроком розглядаємо прийоми роботи ГІС починаючи від найпростіших операцій та закінчуючи прикладами рішень досить складних завдань.

Вибір програмного продукту. Вибір програмного продукту для розробки експериментальної цифрової моделі обумовлений наступними факторами:

- популярність на ринку;
- досвід застосування в схожих проектах;
- простота в установці й використанні;
- можливість русифікації.

На основі вищезазначених факторів в якості основного програмного продукту було використано пакет прикладних програм ArcGIS 10.4.1 від ESRI.

У ArcGIS 10.4.1 реалізується новий підхід до роботи з зображеннями (космічні- і аерофотознімків, LiDAR та ін.). Зокрема, тепер користувачам доступна автоматизована одноразова обробка десятків і сотень тисяч знімків; обробка «на льоту» і в режимі «онлайн».

Використане програмне забезпечення:

- ArcGIS Online
- ArcMap 10.4.1
- ArcCatalog 10.4.1

Програмне забезпечення дозволяє зберігати, вводити, відображати й аналізувати інформацію. Ключовими компонентами є:

- засоби для введення, зберігання та перетворення географічних даних;
- система керування базою даних;
- програмний засіб, що забезпечує візуалізацію інформації, редагування даних, підтримку запитів та географічний аналіз;
- графічний інтерфейс користувача, що полегшує використання програмного засобу [9].

В роботі з моделлю гідроакumuлюючої електростанції ArcGIS 10.4.1 виконує наступні функції:

- інформаційно-довідкова функція;
- функція просторового аналізу і моделювання;
- функція моделювання процесів;
- функція автоматизованого картографування;
- функція підтримки прийняття рішень.

Вихідні дані. Вихідними даними для даної моделі було використано цифрові растрові карти з ресурсу ArcGIS online та публічна кадастрова карта України.

Також використовувалась тахеометрична зйомка території гідроакumuлюючої електростанції у форматі «dwg». Тахеометрична зйомка Київської ГАЕС виконана в липні 2015 року ПрАТ «УКРГІДРОПРОЕКТ». Система координат місцева. Система висот Балтійська. Масштаб – 1:500. Документація була розроблена в підконтрольних умовах, встановлених сертифікованої ВАО «Бюро Верітас Сертифікейшн» Системою Менеджменту Якості, відповідаючий вимогам ISO 9001:2008.

Створення цифрової моделі ГАЕС. На першому кроці ми маємо справу з тахеометричною зйомкою в форматі «dwg», який безпосередньо підтримує програма AutoCAD, та конвертації його в формат «gdb» ArcGIS.

Після цього, наступним кроком необхідно визначити, які набори даних доцільно використовувати для вирішення поставлених задач. Були використані такі вихідні дані: водні об'єкти, рельєф, висоти, приміщення та гідроспоруди ГАЕС, рослинність.

Створення бази геоданих. Наступний етап процедури полягає в створенні бази геоданих (рис.2). При цьому потрібно дослідити отримані дані, відко-

ригувати неточності та нанести втрачену інформацію після конвертації.

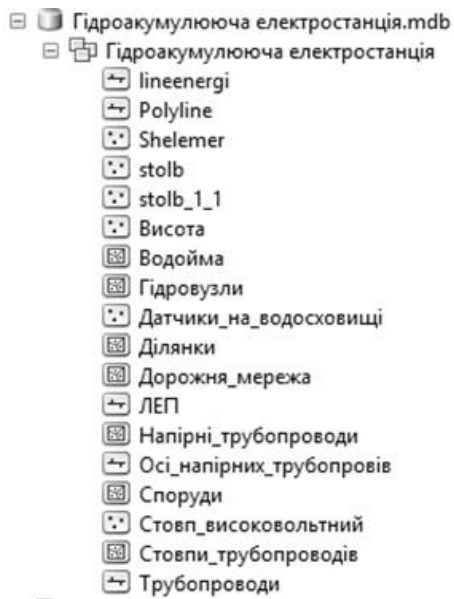


Рис. 2. Склад бази геоданих

Всі відомості зберігаються в базі даних ГІС у вигляді інформаційних шарів, кожен з яких можна при необхідності викликати, активізувати і доповнити.

Враховуючи отриману модель гідроакмулюючої електростанції (рис. 3) проводиться аналіз, дослідження проблем та створення певної системи контролю та управління ГАЕС.

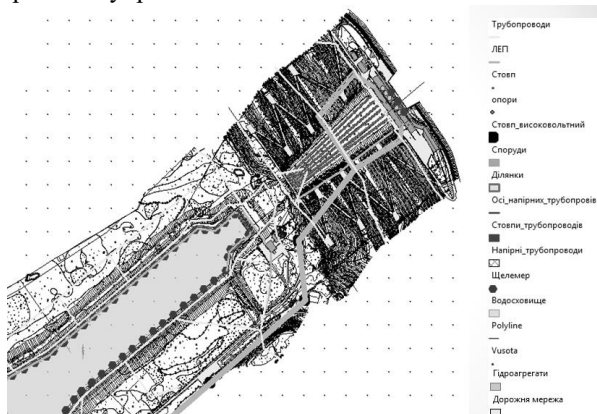


Рис. 3. Цифрова модель ГАЕС

Наступним етапом є створення 3-D моделі гідроакмулюючої електростанції (рис. 4).

Систематичний контроль за ГТС є основним способом оцінки їхнього стану та умов безпечної та сталої експлуатації. Відповідальність за організацію нагляду за гідротехнічними спорудами, за своєчасне виявлення аварійних ситуацій та розроблення і виконання заходів з їхнього усунення несуть ПАТ «Укргідроенерго», яке є членом ВГО «Асоціація «Укргідроенерго» [10].

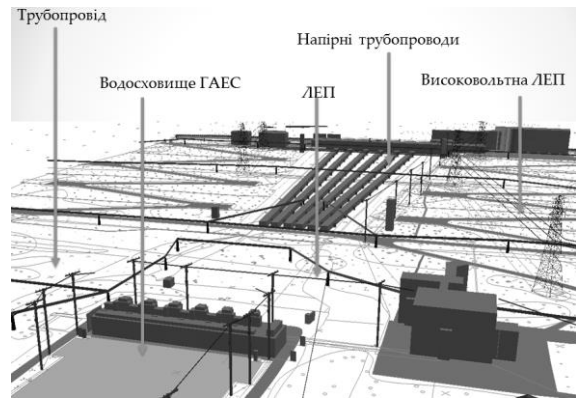


Рис. 4. 3-D модель ГАЕС

Аналіз цифрової моделі ГАЕС. На третьому етапі для аналізу беремо декілька варіантів надзвичайних ситуацій. При рішенні задачі щодо прогнозування і запобігання руйнувань на дамбі та інших будівлях та несучих конструкцій ГАЕС потрібна інформація про їх технічний стан, який фіксується за допомогою спеціальних датчиків, що закріплюються на конструкціях, та передають дані в режимі он-лайн, а також інформація про кількість прогнозованих та наявних опадів, аби мати можливість розрахувати, на скільки конструкції можуть винести таке навантаження.

В результаті ГІС може вказати місця, в яких найбільш ймовірно можуть виникнути аварійні ситуації, передбачити, як вона, в випадку біди, поширюватиметься і які заходи потрібно зробити, аби не допустити аварії або звести її (а також наслідки від неї) до мінімуму.

Припускаємо, що на одній із ділянок дамби ГАЕС відбувся прорив дамби: в дамбі утворилася тріщина і вода хлинула під величезним тиском неконтролюючим потоком при цьому затоплюючи приміщення, де працює велика кількість працівників, загрожуючи їх життю, а також затоплюючи водний простір за дамбою. За допомогою створеної моделі можна показати ймовірні зони підтоплення (рис. 5).

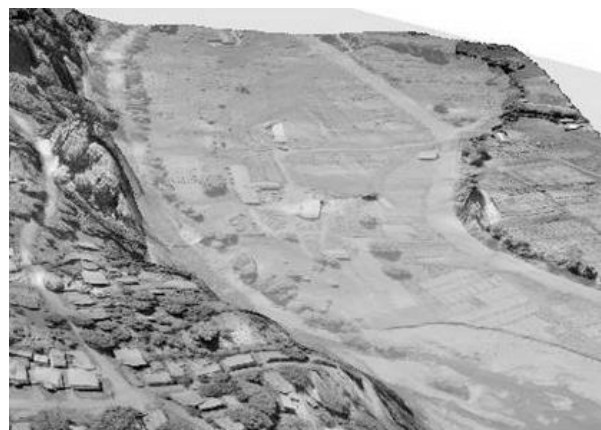


Рис. 5. Моделювання зон підтоплення

Одним з головних рішень щодо управління та контролю за роботою станції є багатофункціональна система датчиків, направлена на спостереження за станом гідроспороди, рівнем води та наявності в ній радіаційних елементів. Стан дамби, відповідно до регламенту, у режимі онлайн контролюється сотнями сучасних спеціальних датчиків, які цілодобово фіксують стан як земляних так і залізобетонних елементів споруд (рис. 6).

Розроблення системи аналізу, моніторингу та планування є важливим питанням для безпечної та ефективної роботи ГАЕС.



Рис. 6. Багатофункціональна система датчиків

Також створена модель дає змогу виконання ще одного важливого завдання, а саме проведення інвентаризації земель ГАЕС в залежності від використання (рис. 6).

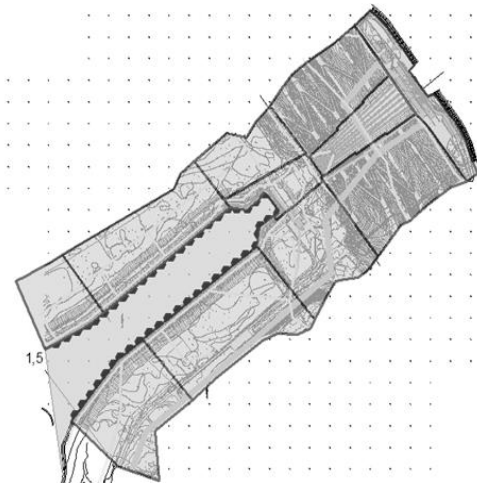


Рис. 6. Інвентаризація земель ГАЕС в залежності від використання

Аналіз використання земель ГАЕС дає можливість зробити пропозиції щодо подальшого використання земельного фонду.

Висновки та перспективи подальших розвідок

На основі досліджень, створення цифрової моделі та аналізу гідроакумуючої електростанції

були визначені необхідні початкові дані, основні аспекти застосування такої моделі засобами ГІС.

Було розглянуто декілька прикладів причин виникнення надзвичайних ситуацій та визначено важливість планування організаційних дій засобами ГІС, перш за все, для попередження аварій та мінімізації впливу наслідків аварії на екологію та населення.

На основі проведеної роботи був зроблений перший крок на шляху створення ефективної моделі гідроакумуючої електростанції засобами ГІС, яка дозволить аналізуючи впроваджувати нові системи для ефективності та безпечної роботи складних об'єктів підвищеного класу небезпеки.

Література

- ГКД 34.03.106 «Безпека гідротехнічних споруд і гідротехнічного обладнання електростанцій України. Положення про галузеву систему нагляду» наказ № 198 від 21.04.2003 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/FIN27694.html
- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» Редакція від 12.10.2018, підстава - 2354-VIII [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>
- Земельний кодекс України від 25.10.2001 р. № 2768-III [Текст] // Інфодиск „Законодавство України”. - К., 2018.
- Водний кодекс України в останній чинній редакції від 18 грудня 2017 року. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://urist-ua.net/>
- Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку гідроенергетики України. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/content/articles/files/GES-993ae.pdf>;
- Аналіз стійкості пунктів системи автоматизованого геодезичного моніторингу інженерних споруд Канівської ГЕС [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/26572>;
- Информационно-вычислительная система контроля, анализа и расчета суточных режимов каскадов ГЭС [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.dissercat.com/content/informatsionno-vychislitel'naya-sistema-kontrolya-analiza-i-rascheta-sutochnykh-rezhimov-kask>;
- Совершенствование комплекса моделей и исследование развития ЭЭС с большой долей ГЭС : на примере ЭЭС Кыргызстана. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-kompleksa-modelei-i-issledovanie-razvitiya-ees-s-bolshoi-dolei-ges-na-pri#ixzz5Y6o0YDsd>.
- Євдокімов, А.А. Дослідження екологічного стану районів Харківської області засобами геоінформаційних технологій [Електронний ресурс] / А.А. Євдокімов, О.Ю. Ієвлева, А.І. Фесенко // Комунальне господарство міст: науково-технічний збірник. Випуск 142. – 2018.– С.145-150 Режим доступу: <http://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/5198>
- Протокол спільного засідання науково-технічних рад ПрАТ "Укргідроенерго", ВГО "Асоціація Укргідроенерго", Міністерства енергетики та вугільної промисловості України, Громадської ради при Міненерговугілля, ПАТ "Укргідропроект" від 21.08.2017 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу:

http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245239484&cat_id=161259

References

1. GKD 34.03.106 "Safety of hydrotechnical structures and hydrotechnical equipment of power plants of Ukraine. Regulation on the sectoral supervisory system "Order number 198 dated April 21, 2003 Retrieved from: http://search.ligazakon.ua/1_doc2.nsf/link1/FIN27694.html.
2. The Law of Ukraine "On Environmental Protection", edited on 10.12.2018, subsection-2354-VIII Retrieved from: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>
3. Land Code of Ukraine of 25.10.2001 № 2768-III (2018) . Infodisk "Legislation of Ukraine".
4. The Water Code of Ukraine in the latest edition of December 18, 2017. Retrieved from: <https://urist-ua.net/>
5. Current state, problems and prospects of development of hydropower of Ukraine. Retrieved from: <http://www.niss.gov.ua/content/articles/files/GES-993ae.pdf>;
6. Analysis of the stability of points of the system of automated geodetic monitoring of engineering structures of the Kahnivska HPS Retrieved from: <http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/26572>;
7. Information and computing system for monitoring, analyzing and calculating daily regimes of cascades of hydropower stations Retrieved from: <http://www.dissercat.com/content/informatsionno-vychislitel'naya-sistema-kontrolya-analiza-i-rascheta-sutochnykh-rezhimov-kask>;
8. Perfection of the complex of models and research of the development of electric power station with a large share of the hydroelectric power station: on the example of the EES of Kyrgyzstan. Retrieved from: <http://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-kompleksa-modelei-i-issledovanie-razvitiya-ees-s-bolshoi-dolei-ges-na-pri#ixzz5Y6o0YDsd>.
9. Yevdokimov, A.A., Yevleva, O.Y., Fesenko, A.I. (2018) Investigation of the ecological state of the districts of the Kharkiv region by means geoinformation technologies. *Municipal economy of cities: scientific and technical collection. Series:*

"Engineering Sciences and Architecture", 142, 145-150 Retrieved from: <http://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/5198>

10. The record of the joint meeting of scientific and technical councils of PJSC "Ukrhydroenergo", NGO "Association of Ukrhydroenergo", Ministry of Energy and Coal Industry of Ukraine, Public Council under Minenergogovul, PJSC "Ukrhydroproject" (2017). Retrieved from: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245239484&cat_id=161259

Рецензент: доктор технічних наук, професор, професор кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем К.О. Метешкін, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна

Автор: СВДОКИМОВ Андрій Анатолійович
кандидат технічних наук, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E mail – akim050776@gmail.com
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7538-8922>

Автор: КАСЬЯНОВ Денис Сергійович
магістрант кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E mail – den47383@mail.ru
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4346-8530>

Автор: ІЄВЛЄВА Ольга Юріївна,
науковий співробітник лабораторії досліджень екологічної стійкості об'єктів довкілля та природних територій особливої охорони Український науково-дослідний інститут екологічних проблем
E mail – ievleva.oy@gmail.com
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5292-9290>

GEOINFORMATION SUPPLY FOR CREATION AND ANALYSIS OF THE MODEL OF HYDROACMUNICATION ELECTRICITY

A. Yevdokimov, D. Kasyanov, O. Ievleva

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

The main aspects of creating and analyzing the digital model of the hydroaccumulating power plant are presented. Creation and analysis of the model of the hydroaccumulating power plant was carried out with the help of CAD and GIS technologies. In this section, safety and prevention of accidents are considered as the main and interconnected activities of a pumped storage power plant and its possible development. The realization of the investigated measures will promote optimization of work and increase of efficiency of operation and rational use of resources of the hydroelectric power plant. On the basis of research, model generation and analysis of the hydropower plant, the necessary initial data were identified, the main application of such a model by means of GIS. Several examples of the causes of emergencies were considered and the importance of organizing actions by means of GIS was considered, first of all, to prevent accidents and minimize the consequences of the accident on the environment and population. On the basis of the work, the first step was taken to create an effective model of the hydroaccumulating power plant by means of GIS, which would allow analyzing the introduction of new systems for the efficiency and safety of the object. The object of the study is the hydroelectric power station "Kyiv HPS". The subject of the study is geoinformation modeling and analysis of a hydroelectric power station in order to prevent accidents and environmental accidents. The research methods used are geoinformation modeling, geoinformation analysis, statistical analysis. The paper deals with the issues of geoinformation modeling and analysis of the hydroaccumulation plant, statistical analysis of the risk of emergencies.

Keywords: hydroaccumulating power station, geoinformation systems (GIS), CAD, digital model, water resources.