

КОМПЛЕКС ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ, ЩО ВИКОНУЮТЬСЯ ПІД ЧАС ПРОЄКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВА МІНІ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Романюк Володимир^{1*}

¹ Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: volodymyromaniuk@gmail.com

Анотація. У статті висвітлено сучасні аспекти геодезичного забезпечення будівництва міні-гідроелектростанцій (міні-ГЕС) в Україні. В умовах енергетичної трансформації та прагнення до сталого розвитку геодезичні роботи набувають вирішального значення на всіх стадіях проєктування та реалізації таких об'єктів. Розглянуто послідовність виконання геодезичного супроводу — від початкового обстеження місцевості та створення цифрової моделі рельєфу до проведення виконавчих зйомок і подальшого моніторингу. Окремий акцент зроблено на впровадженні інноваційних технологій, зокрема GNSS, 3D-сканування, безпілотних літальних апаратів і цифрового моделювання. Подано блок-схему комплексу геодезичних робіт, що систематизує етапи технічного супроводу будівництва. Запропонований підхід спрямований на забезпечення високої точності, безпеки та відповідності нормативним вимогам під час реалізації проєктів міні-ГЕС в Україні.

Ключові слова: геодезичне забезпечення, міні-ГЕС, цифрова модель рельєфу, GNSS, 3D-сканування, виконавча зйомка, супровід будівництва.

Актуальність теми дослідження

Розвиток міні-гідроелектростанцій (міні-ГЕС) в Україні є важливим напрямом, спрямованим на зміцнення енергетичної незалежності та підтримку принципів сталого розвитку. Значний гідроенергетичний потенціал малих річок, особливо в Карпатському регіоні, створює сприятливі умови для широкого впровадження відновлюваних джерел енергії. (Вовчак та ін., 2018). Ряд міжнародних досліджень вказують на важливість виваженого підходу до побудови міні-ГЕС (Zhou, D. та ін., 2020, Korkovelos та ін., 2018). Розвиток міні-ГЕС в Україні є перспективним шляхом досягнення енергетичної незалежності та підвищення екологічної безпеки. Для успішного впровадження проєктів необхідно враховувати екологічні, соціальні та нормативно-правові аспекти, забезпечуючи оптимальний баланс між потребами енергетики та збереженням природного середовища.

Методика

Наукові дослідження підтверджують високу ефективність впровадження сучасних геодезичних технологій, зокрема GNSS (Romaniuk, 2018), лазерного сканування та геоінформаційних систем (ГІС), у практику будівництва міні-гідроелектростанцій. У роботі (Пелєвін, 2018) акцентується увага на створенні нових геодезичних мереж для гідротехнічних об'єктів із застосуванням GNSS та автоматизованих тахеометрів для моніторингу деформацій, що забезпечує точне позиціонування та оперативний контроль технічного стану споруд.

У дослідженні (Григор'єва, 2021) розглянуто інструменти для планування ресурсів малих ГЕС, серед яких цифрове моделювання рельєфу та використання ГІС для оцінки гідроенергетичного потенціалу і вибору оптимального місця розташування.

Таким чином, як нормативні документи, так і наукові джерела свідчать про необхідність застосування сучасних геодезичних методів у проєктуванні та будівництві міні-гідроелектростанцій.

Виклад основного матеріалу

Комплекс геодезичних заходів охоплює повний цикл робіт забезпечуючи точність розміщення споруд, контроль їх будівництва та документальне підтвердження виконаних робіт. На рисунку 1 нижче представлено блок-схему, що візуалізує основні етапи комплексу геодезичних робіт при будівництві міні-ГЕС.



Рисунок 1. Блок-схема комплексу геодезичних робіт при будівництві

На підготовчому етапі виконується камеральна підготовка: збір і аналіз наявних картографічних матеріалів, ортофотопланів, гідрологічних та інженерно-геологічних даних.

Наступним етапом є інженерно-геодезичне обстеження території. Проводиться комплексна топографічна зйомка в масштабах 1:500–1:2000 з використанням GNSS-обладнання, електронних тахеометрів, у ряді випадків — мобільного лазерного сканування. Важливим компонентом є гідрографічна зйомка: визначення морфометричних характеристик річки (глибина, ширина, профіль дна), вимірювання витрат води та оцінка падіння рельєфу.

Створення геодезичної основи передбачає закладання система постійних реперів та тимчасових марок, створюється локальна геодезична мережа.

На основі зібраних даних створюється цифрова модель рельєфу (ЦМР) для проєктних розрахунків.

Геодезичний супровід будівництва включає винесення в натуру проєктних осей та контурів будівельних елементів. Здійснюється оперативний контроль за точністю виконання монтажу та земляних робіт.

Моніторинг та деформаційні спостереження це забезпечення безпеки експлуатації споруд впроваджується система моніторингу: проводяться періодичні зйомки для визначення осідань, зсувів, горизонтальних зміщень.

Після завершення будівництва виконується виконавча зйомка всіх об'єктів з відображенням фактичного розташування споруд.

Усі дані обробляються в спеціалізованих програмних комплексах для побудови цифрових моделей місцевості, об'ємних розрахунків і 3D-візуалізації проєктних рішень. Таким чином, геодезичні роботи є ключовим компонентом технічного супроводу будівництва міні-ГЕС, що забезпечує точність реалізації проєкту, гарантує безпеку об'єктів та формує документальну базу для подальшої експлуатації.

Висновки

Геодезичні роботи є ключовою складовою процесу будівництва міні-гідроелектростанцій. Застосування сучасного геодезичного обладнання — GNSS-приймачів, лазерних сканерів, безпілотних літальних апаратів — у поєднанні з цифровими моделями місцевості та BIM-технологіями суттєво підвищує ефективність інженерного супроводу. Розроблена блок-схема геодезичних робіт може бути використана як методична основа для планування та організації робіт у практичних умовах. Отже, комплексне геодезичне забезпечення виступає важливим чинником надійного та результативного впровадження міні-ГЕС, сприяючи переходу України до моделі сталої енергетики.

Перелік літературних джерел

- Korkovelos, A., Mentis, D., Siyal, S. H., Arderne, C., Rogner, H., Bazilian, M., Howells, M., Beck, H., & De Roo, A. (2018). A geospatial assessment of small-scale hydropower potential in Sub-Saharan Africa. *Energies*, 11(11), 3100. <https://doi.org/10.3390/en1113100>
- Вовчак, В., Тесленко, О., & Самченко, О. (2018). Мала гідроенергетика України. Том I: Аналітичний огляд. Інститут проблем екології та енергозбереження. <https://energyukraine.org/wp-content/uploads/2018/05/Otchet-MGES1.pdf>
- Пелевін, О. В. (2018). Обґрунтування доцільності встановлення малих ГЕС на малих річках України. *Відновлювана енергетика*, (3), 56–60. <https://ve.org.ua/index.php/journal/article/download/171/113>
- Григор'єва, Х. А. (2021). Мала гідроенергетика в Україні: юридичні проблеми розвитку (на матеріалах судової практики). *Часопис Київського університету права*, (2), 241–245. <https://chasprava.com.ua/index.php/journal/article/download/761/711/>
- Zhou, D., Li, Y., & Zhang, L. (2020). Small Hydropower Development in China: Practices and Perspectives. *Renewable Energy*, 158, 97–107
- Romaniuk V.V. (2018). The research of interrelation between seismic activity and modern vertical movements of the europe an permanent gnss-stations / K. R. Tretyak V.V. Romaniuk // *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, 15(2), 2018, p. 143-164. DOI: 10.13168/AGG.2018.0010