

І. М. Коліник¹, О. Г. Часковський², О. Л. Сторожук³

¹ Національний лісотехнічний університет України, Львів, Україна, 0009-0003-6637-7206

² Національний лісотехнічний університет України, Львів, Україна, ORCID 0000-0002-2938-0524

³ Національний лісотехнічний університет України, Львів, Україна, ORCID 0000-0001-6566-5271

**Інформаційне та програмне забезпечення моделювання гідрологічних
басейнів річок Українських Карпат**

**Information and Software for Modeling Hydrological Basins of Rivers in the
Ukrainian Carpathians**

This study addresses the information and software tools used for modeling hydrological basins in the Ukrainian Carpathians, a region distinguished by its complex terrain and diverse ecosystems. The research focuses on a variety of hydrological modeling software, including HEC-HMS, SWAT, and GIS applications, which facilitate the analysis of hydrological processes and the assessment of river runoff dynamics. Furthermore, the integration of meteorological data and land use information is discussed to enhance the accuracy of hydrological models. The results highlight the significance of using advanced software for understanding the impacts of climate change, land use changes, and human activities on water resources in the region. This research aims to provide a framework for sustainable water resource management and contribute to the conservation of aquatic ecosystems in the Ukrainian Carpathians.

Keywords: Hydrological modeling, Ukrainian Carpathians, HEC-HMS, SWAT, GIS, river basins.

Моделювання гідрологічних басейнів річок в Українських Карпатах є важливим для управління водними ресурсами, запобігання повеням та забезпечення екологічної безпеки.

Актуальність теми: Моделювання гідрологічних басейнів річок в Українських Карпатах є важливим аспектом дослідження водних ресурсів, особливо в умовах змін клімату та збільшення антропогенної діяльності, що впливають на екосистеми регіону.

Основною метою дослідження є комплексне моделювання гідрологічних процесів у басейнах річок Українських Карпат та елементарних басейнів.

Предметом дослідження є комплексний аналіз і моделювання гідрологічних процесів, що відбуваються в басейнах річок цього регіону. Це дослідження має на меті зрозуміти, як різні природні та антропогенні фактори впливають на водний режим річок, їх стік, якість води та екосистеми.

Об'єктом дослідження є складна система, що охоплює фізичні, хімічні, біологічні та соціально-економічні аспекти гідрологічних басейнів річок Українських Карпат. Дослідження цих об'єктів дозволяє зосередитися на розумінні їх взаємозв'язків, поведінки та реагування на різні внутрішні і зовнішні фактори.

Моделювання гідрологічних басейнів річок в Українських Карпатах є важливим і актуальним напрямом дослідження, оскільки регіон стикається з численними екологічними, соціальними та економічними викликами. Ось ключові аспекти, що характеризують стан проблеми: зміни клімату, господарська діяльність, недостатність даних, методологічні виклики, що включають труднощі в моделюванні. Власне проблемі моделювання присвячена стаття.

Дослідження моделювання гідрологічних басейнів річок Українських Карпат має велике значення для сталого управління водними ресурсами,

пом'якшення впливу зміни клімату, збереження екологічного балансу та запобігання негативним наслідкам природних катастроф. Вивчені процеси можуть допомогти приймати обґрунтовані рішення в сфері екології, водокористування та розвитку регіону.

Огляд літератури на цю тему підкреслює актуальність досліджень, пов'язаних із гідрологічними процесами, змінами клімату та їх впливом на водні ресурси. Вивчення спеціалізованої літератури дає уявлення про методи моделювання, результати попередніх досліджень, а також проблеми та виклики.

Методи моделювання гідрологічних процесів базуються на використанні гідрологічних моделей.

- **Гідрологічні моделі:** Характеризуються розвитком моделей, таких як HEC-HMS та SWAT, які використовуються для імітації стоку та аналізу гідрологічних циклів. Роботи, такі як ті, що описані в книгах Степаненка (2015) та статті Галасюка та Лунькова (2019), акцентують увагу на важливості вибору моделі для конкретних умов.

- **Геоінформаційні системи (ГІС):** Інтеграція ГІС у моделювання гідрологічних процесів є важливою темою, адже вона дозволяє візуалізувати просторові дані і моделювати різноманітні сценарії, що доказують дослідження Аланчука та Кіш (2020).

- Сучасні умови, пов'язані з екологічними змінами і потребою у сталому управлінні водними ресурсами, свідчать про необхідність подальших досліджень у цій області. Багато авторів, таких як Ободзинський (2017), акцентують увагу на важливості комплексного підходу в дослідженні гідрологічних процесів.

Огляд літератури показує, що дослідження моделювання гідрологічних басейнів річок в Українських Карпатах охоплює кілька ключових аспектів, включаючи методи, аналіз впливу змін клімату, антропогенні чинники та екологічні наслідки. Цей матеріал є основою для подальших досліджень, які

можуть допомогти у виробленні рекомендацій для сталого управління водними ресурсами в регіоні.

Для успішного моделювання важливо використовувати якісні дані, такі як:

- Гідрологічні спостереження (дослідження стоку річок та опадів).
- Метеорологічні дані (температура, вологість, погодні умови).
- Географічні характеристики басейнів (площа, ландшафт).

QGIS є потужним і гнучким інструментом для гідрологічного моделювання, який забезпечує користувачам можливість активно аналізувати та моделювати водні ресурси.

QGIS має багато плагінів, які розширюють його можливості, зокрема для гідрологічного моделювання та аналізу водних ресурсів. Такий плагін **GRASS GIS** використаний для моделювання елементарних водозборів річок Українських Карпат.

Відокремлення басейнів у GRASS GIS є важливою частиною гідрологічного моделювання, яка дозволяє визначити межі водозбору для аналізу стоку.

На основі цифрових моделей рельєфу та карт гідрологічної мережі сформовано елементарні басейни для річок Українських Карпат. Таке моделювання проведено за допомогою програми GRASS котра є складовою частиною програми QGIS. Приклад моделювання елементарних водозборів для ріки Прут наведено на рисунку 1.

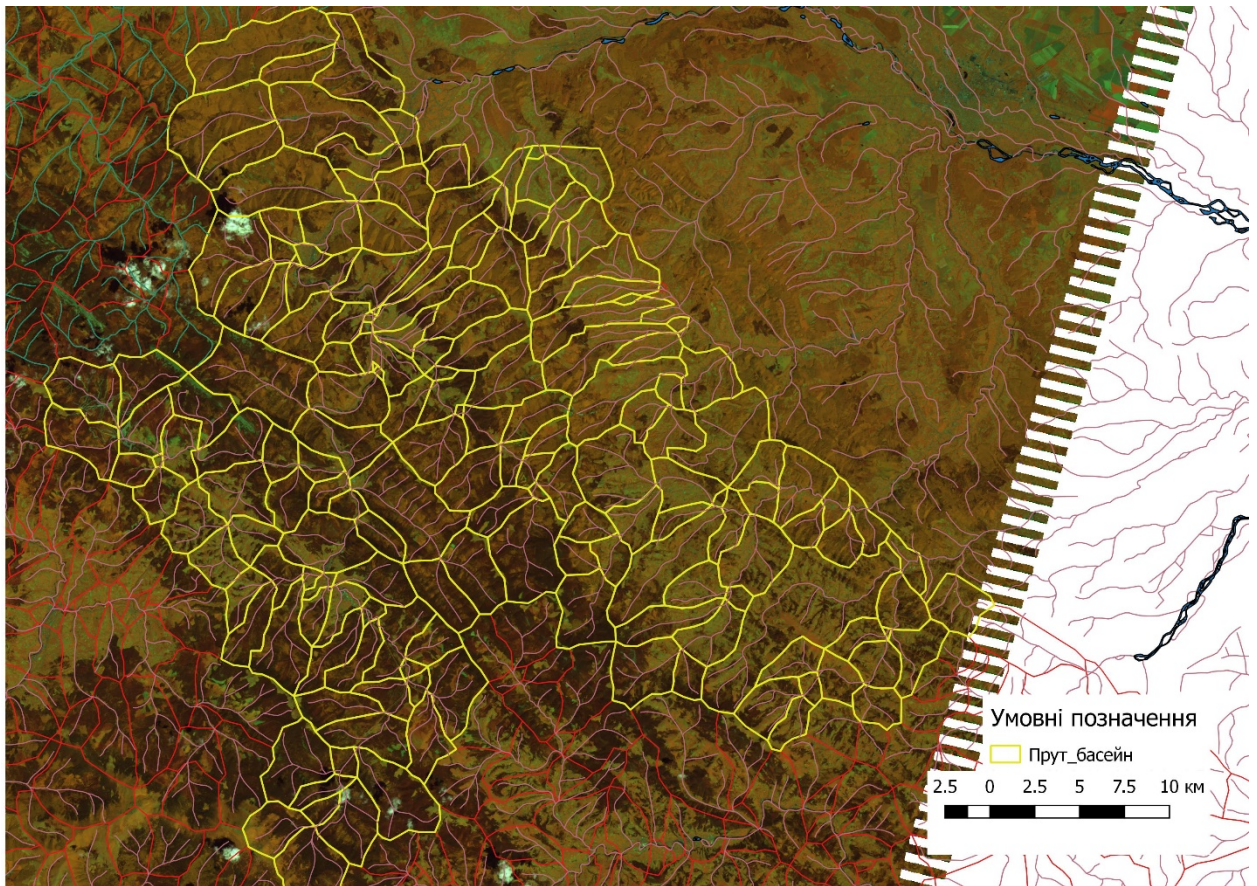


Рис.1. Змодельовані елементарні водозбори для ріки Прут (тло – супутниковий знімок Ландсат-7).

Такі елементарні басейни є основою для просторового планування та прийняття управлінських рішень. Важливим висновком є використання геоінформаційних систем для гідрологічного моделювання.

Інтеграція ГІС у процес моделювання дозволяє візуалізувати просторі дані, що суттєво підвищує точність і наочність результатів. ГІС допомагає виявити основні особливості водозбірних басейнів, що важливо для подальшого аналізу та управління водними ресурсами.

Список використаних джерел

1. Аланчук, В. М., & Кіш, Л. Б. (2020). Гідрологічні особливості річок Українських Карпат. *Журнал гідрології*, 2(3), 45-56.
2. Галасюк, Л. В., Луньков, А. М. (2019). Моделювання водного режиму річок в умовах змін клімату. *Екологічна безпека: теорія та практика*, 10(1), 19-25.

3. **Зозуля, І. О., & Костюк, Т. І. (2018).** Вплив антропогенної діяльності на гідрологічний режим річок Карпат. *Науковий вісник Українського географічного товариства*, 14(2), 23-30.
4. **Ободзинський, В. І. (2017).** Гідрологія України: Учебник. Київ: Слово.
5. **Степаненко, І. С. (2015).** Гідрологічні моделі для водозборів. Київ: Наукова думка.
6. **Петров, О. А. (2021).** Вплив змін клімату на гідрологічний режим річок західного регіону України: автореферат дисертації. Львів: Львівський національний університет.
7. **Chin, D. A. (2019).** *Water Resources Engineering*. New York: Pearson.
8. **Bowles, D. S. (2016).** *Hydrology and Water Resource Management*. New York: Wiley.