

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ГЕОПРОСТОРОВИХ ЗВ'ЯЗКІВ МАСИВІВ ВОД БАСЕЙНУ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто системний підхід до аналізу геопросторових зв'язків масивів вод басейну річки Південний Буг. Дослідження спрямоване на виявлення зв'язків між перетинами водозбірних площ масивів вод та іншими географічними об'єктами (населеними пунктами, річками, водосховищами) використовуючи ГІС та методи системного аналізу даних. Були ідентифіковані водозбірні площі в ArcGIS, здійснено оверлейний аналіз даних в ГІС, а його результати оброблені у GoogleColab за допомогою Python для створення таблиць та графіків. Отримані результати використані для створення тематичних карт, які сприяють кращому візуальному представленню просторових зв'язків водних масивів.

Ключові слова: інформаційна система, аналіз даних, системний аналіз, геоінформаційні системи, водні ресурси, Південний Буг.

Abstract

A systematic approach to analyzing the geospatial relations of water bodies in the Southern Bug River basin is considered. The study is aimed at identifying the connections between the intersections of the catchment areas of water bodies and other geographical objects (settlements, rivers, reservoirs) using GIS and methods of systematic data analysis. The watersheds were identified in ArcGIS, overlay analysis of the data was performed in GIS, and the results were processed in GoogleColab using Python to create tables and graphs. The results were used to create thematic maps that contribute to a better visual representation of the spatial relationships of water bodies.

Keywords: information system, data analysis, system analysis, geographic information systems, water resources, Southern Bug.

Актуальність дослідження

Існуючі методи управління водними ресурсами часто базуються на фрагментованих даних і не враховують комплексного впливу різних факторів. Системний підхід, що використовує можливості геоінформаційних систем (ГІС) та системний аналіз, дозволяє об'єднати та аналізувати різноманітні просторові дані для створення більш точних і ефективних результатів. Вивчення геопросторових зв'язків і водних масивів дозволить розробити стратегії щодо збору інформації з відкритих джерел про конкретні водні масиви і обробивши зібрані тексти виявляти основні існуючі проблеми, що в свою чергу підвищить ефективність розробки заходів спрямованих на мінімізацію негативного антропогенного впливу [1-3].

Аналіз геопросторових зв'язків масивів вод басейну річки Південний Буг

Системний аналіз геопросторових зв'язків масивів вод басейну річки Південний Буг передбачає виконання наступних етапів дослідження:

- удосконалення карти річки Південний Буг, шляхом ідентифікації водозбірних площ для водних масивів басейну;

- створення датасету з переліком ключових атрибутів об'єктів, що перетинаються з побудованими водозбірними площами;
- аналіз геопросторових зв'язків масивів вод басейну річки Південний Буг шляхом статистичної обробки даних та побудови відповідних графіків;
- просторова візуалізація результатів аналізу геопросторових зв'язків масивів вод басейну, шляхом побудови тематичних карт в ГІС.

Візуальне структурне представлення запропонованого підходу, створене за допомогою сервісу diagrams.net [4], приведене на рисунку 1.

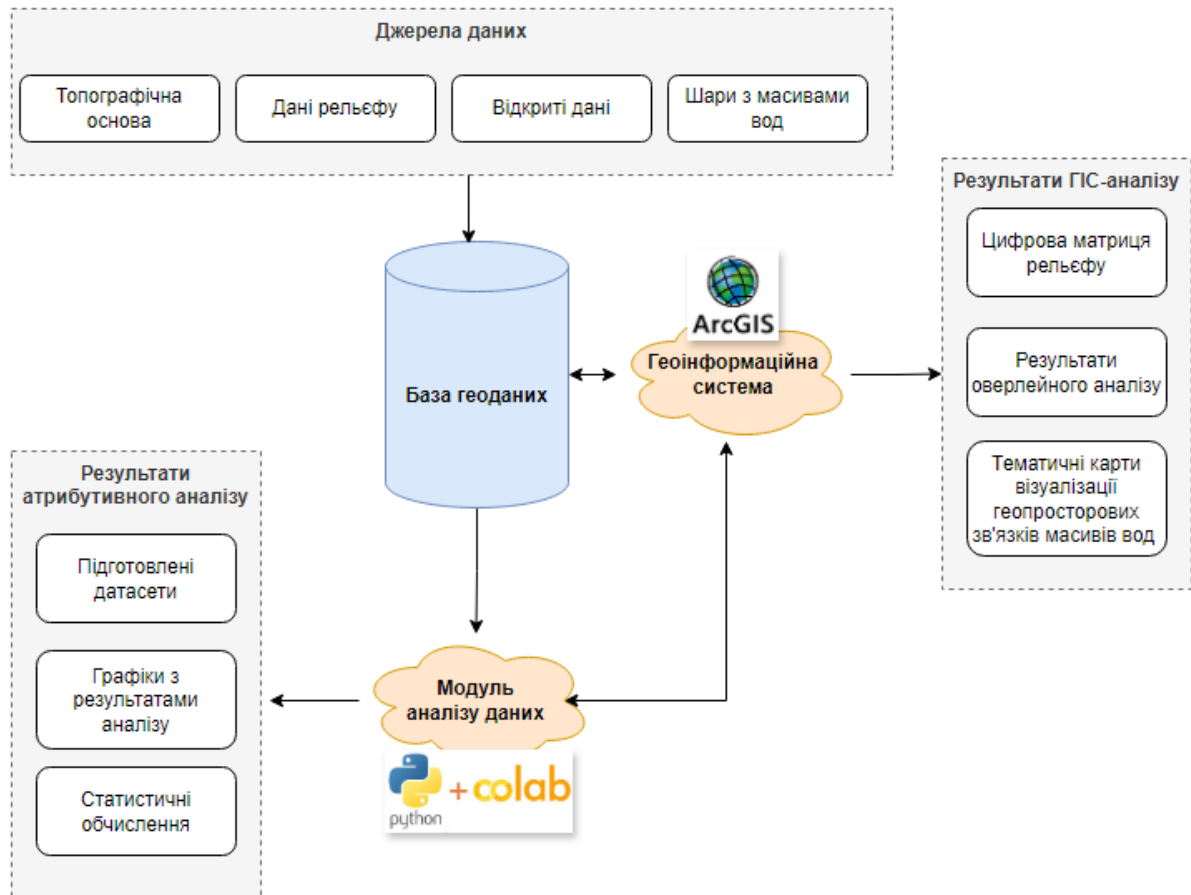


Рис. 1. Візуальне структурне представлення запропонованого підходу

Створення водозбірних площ для масивів річок у ГІС ArcGIS є важливим етапом аналізу геопросторових зв'язків водних екосистем. Цей процес починається з завантаження необхідних картографічних даних, таких як топографічні карти та дані про гідрографію та додаткових відкритих картографічних даних з платформи OpenStreetMap [5]. Також використовувалися дані про рельєф місцевості у вигляді основних та додаткових горизонталей. Для ідентифікації водозбірних площ використано інструменти векторизації даних ArcGIS, зокрема інструменти панелі "Editor". На рисунках 2 та 3 зображено відповідно приклад створення меж водозбірних площ масивів та візуалізацію перетину річок з населеними пунктами.

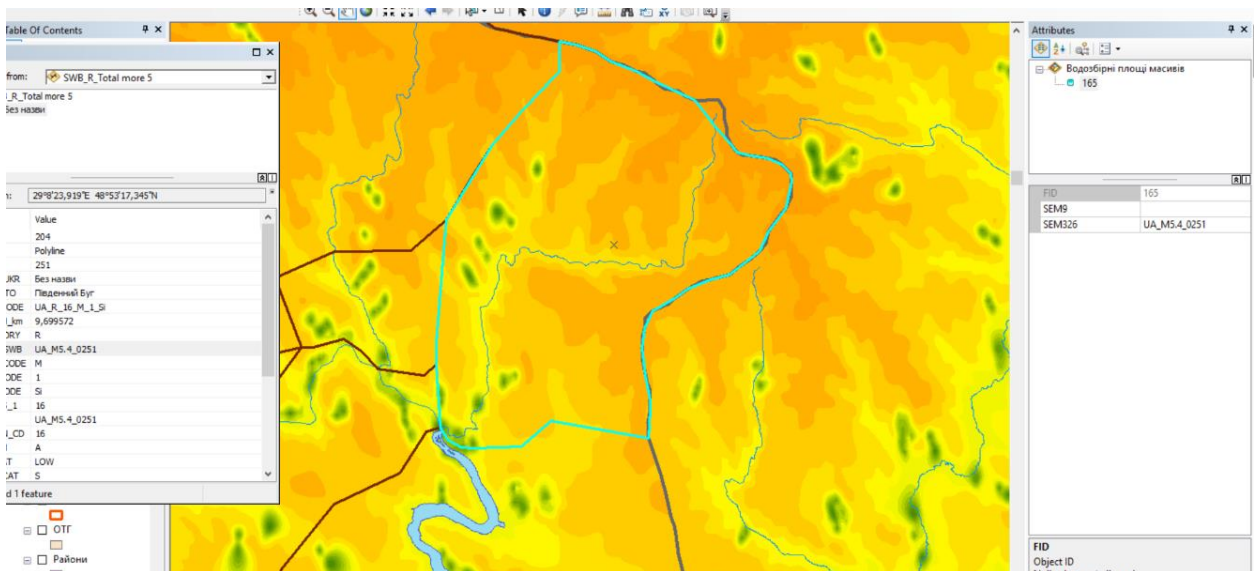


Рисунок 2 – Приклад створення водозбірної площі масиву

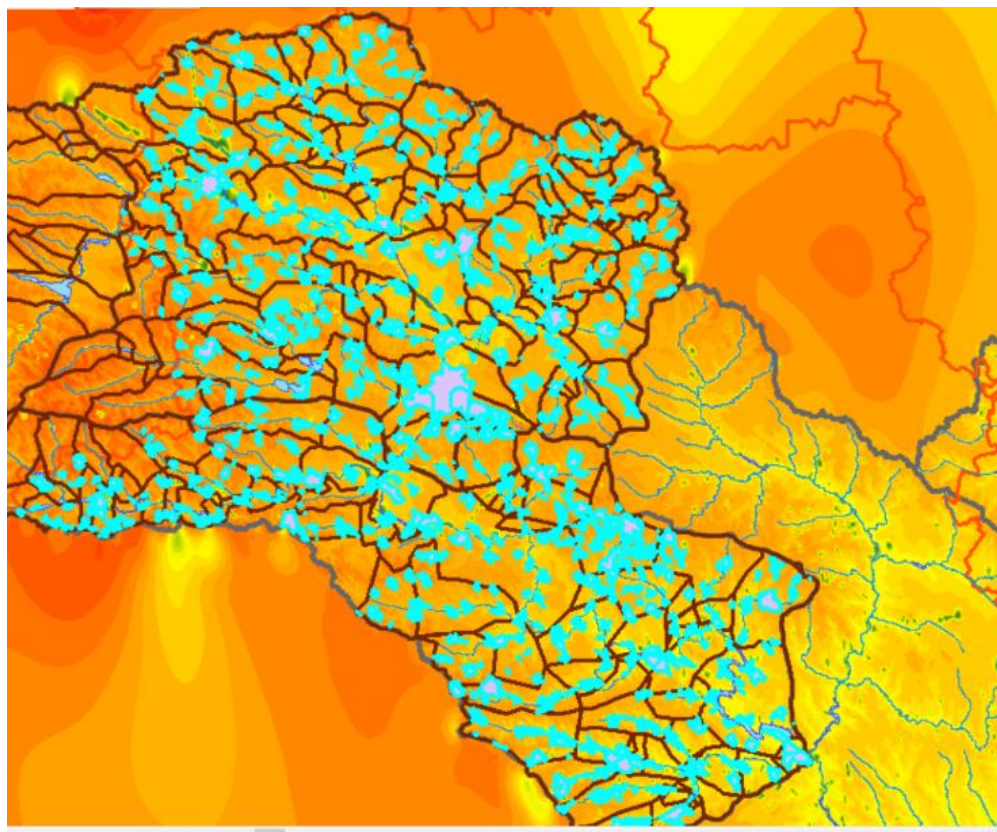


Рисунок 3 – Візуалізація перетину річок з населеними пунктами.

На основі створених водозбірних площ для масивів річок річки Південний Буг, за допомогою сервісу GoogleColab [6] розроблено новий датасет, який включає в себе перелік масивів та атрибутивних даних географічних об'єктів, які перетинаються з їх водозбірними площами. Така структура дозволяє систематизувати інформацію та спростити процес аналізу взаємозв'язків між масивами вод та іншими географічними об'єктами. Здійснено постобробку отриманого набору даних для виділення з нього саме географічних назв об'єктів, що розташовуються повністю або ж частково в межах водозбірних площ кожного з масивів вод (рис. 4).

```

grouped_df['geo_names'] = grouped_df.apply(lambda row: row['SEM9.1'] + ', ' + row['codenames']
+ ', ' + row['adminua_2'] + ', ' + row['Miskrada'], axis=1)
grouped_df.drop(['SEM9.1', 'codenames', 'adminua_2', 'Miskrada'], axis=1, inplace=True)
grouped_df

```

index	SEM326	geo_names
0	UA_M5_4_0010	р. Пожарка, с. Березна, с. Чудинівці, Хмільницький район, Хмільницька міська територіальна громада
1	UA_M5_4_0011	р. Струмок: Лелія, м. Хмільник, с. Вербівка, с. Голодьки, с. Кожухів, с. Лелітка, Хмільницький район, Хмільницька міська територіальна громада
2	UA_M5_4_0013	р. Бобрка, СМТ. Стрижавка, м. Вінниця, с. Гушчинці, с. Калинівка Друга, с. Майдан-Бобрки, с. Павлівка, Хмільницький район, Іванівська сільська територіальна громада
3	UA_M5_4_0014	р. Студениця, СМТ. Сутиски, с. Лани, с. Лука-Мелешівська, с. Прибузьке, с. Селище, с. Студениця, с. Яришівка, Вінницький район, Лука-Мелешівська сільська територіальна громада
4	UA_M5_4_0015	р. Краснянка, СМТ. Сутиски, СМТ. Тиврів, с. Клїціє, с. Потуш, с. Рогізна, с. Соколинці, Тульчинський район, Шпківська селищна територіальна громада
5	UA_M5_4_0016	р. Півд. Буг, с. Вигнанка, с. Мала Бушинка, с. Остатівці, с. Соклієць, Вінницький район, Немирівська міська територіальна громада
6	UA_M5_4_0017	р. Півд. Буг, СМТ. Брацлав, с. Монастирське, Тульчинський район, Брацлавська селищна територіальна громада
7	UA_M5_4_0018	р. Півд. Буг, СМТ. Брацлав, с. Довжок, с. Самчинці, с. Семенки, Гайсинський район, Райгородська сільська територіальна громада
8	UA_M5_4_0019	р. Рудка, с. Анциполівка, с. Зяньківці, с. Косанове, с. Семенки, с. Щурівці, Гайсинський район, Кунківська сільська територіальна громада
9	UA_M5_4_0020	р. Півд. Буг, м. Ладжиж, Гайсинський район, Ладжижська міська територіальна громада
10	UA_M5_4_0078	р. Тесівка, с. Теси, с. Шевченка, Хмільницький район, Хмільницька міська територіальна громада
11	UA_M5_4_0079	р. Тесівка, с. Теси, Хмільницький район, Хмільницька міська територіальна громада
12	UA_M5_4_0080	р. Без назви (с. Лука), с. Лука, Хмільницький район, Хмільницька міська територіальна громада
13	UA_M5_4_0093	р. Пожарка, с. Крупин, с. Куманівці, Хмільницький район, Хмільницька міська територіальна громада
14	UA_M5_4_0094	р. Пожарка, с. Березна, Хмільницький район, Хмільницька міська територіальна громада
15	UA_M5_4_0095	р. Пожарка, с. Березна, Хмільницький район, Хмільницька міська територіальна громада
16	UA_M5_4_0096	р. Хвосо (Пастуша), с. Українське, Хмільницький район, Віїтєцька (Жданівська) сільська територіальна громада
17	UA_M5_4_0097	р. Хвосо (Пастуша), м. Хмільник, с. Будів, с. Малий Митник, Хмільницький район, Хмільницька міська територіальна громада
18	UA_M5_4_0098	р. Снівода, с. Мар'янівка, с. Скаржинці, Хмільницький район, Віїтєцька (Жданівська) сільська територіальна громада
19	UA_M5_4_0099	р. Снівода, с. Рибчинці, с. Уланів, Хмільницький район, Уланівська сільська територіальна громада
20	UA_M5_4_0100	р. Брід, с. Пагурці, с. Уланів, Хмільницький район, Уланівська сільська територіальна громада
21	UA_M5_4_0102	р. Снівода, с. Сьомаки, с. Чернатиці, Хмільницький район, Хмільницька міська територіальна громада
22	UA_M5_4_0103	р. Руда (Струмок Кустовецький), с. Кривоши, с. Шеліпка, Хмільницький район, Іванівська сільська територіальна громада
23	UA_M5_4_0106	р. Снівода, с. Жигалівка, Хмільницький район, Іванівська сільська територіальна громада
24	UA_M5_4_0107	р. Снівода, с. Жигалівка, Хмільницький район, Іванівська сільська територіальна громада

Show 25 per page

Рис. 4 – Зображення вмісту нового датасету з переліком географічних об'єктів, розташованих у межах відповідних водозбірних басейнів масивів вод.

За отриманими даними таблиць атрибутів об'єктів пересічення, що відображав розподіл кількості перетинів водозбірних площ масивів вод за типом населеного пункту. Після завершення класифікації та групування населених пунктів, дані були підготовлені для аналізу кількості перетинів водозбірних площ з різними типами населених пунктів. Кожен тип населеного пункту ('с-ще', 'с', 'м', 'сmt') був окремо позначений у датасеті, що дозволило легко ідентифікувати та підрахувати кількість перетинів для кожної категорії. Код та сам графік зображено на рисунках 5 та 6.

```

# Фільтруємо дані за типами населених пунктів
filtered_data = df[df['type'].isin(['с', 'с-ще', 'м', 'сmt'])]

# Групування за типом населеного пункту та SEM326 та підрахунок кількості
grouped_data = filtered_data.groupby(['SEM326', 'type']).size().unstack()

# Побудова гістограми
plt.figure(figsize=(14, 8))
sns.histplot(data=grouped_data, bins=20, kde=True)

# Додавання заголовка
plt.title('Розподіл кількості перетинів водозбірних площ масивів вод за типом населеного пункту')
plt.xlabel('Тип населеного пункту')
plt.ylabel('Кількість перетинів водозбірних площ масивів вод')
plt.show()

```

Рисунок 5 – Код створення графіку

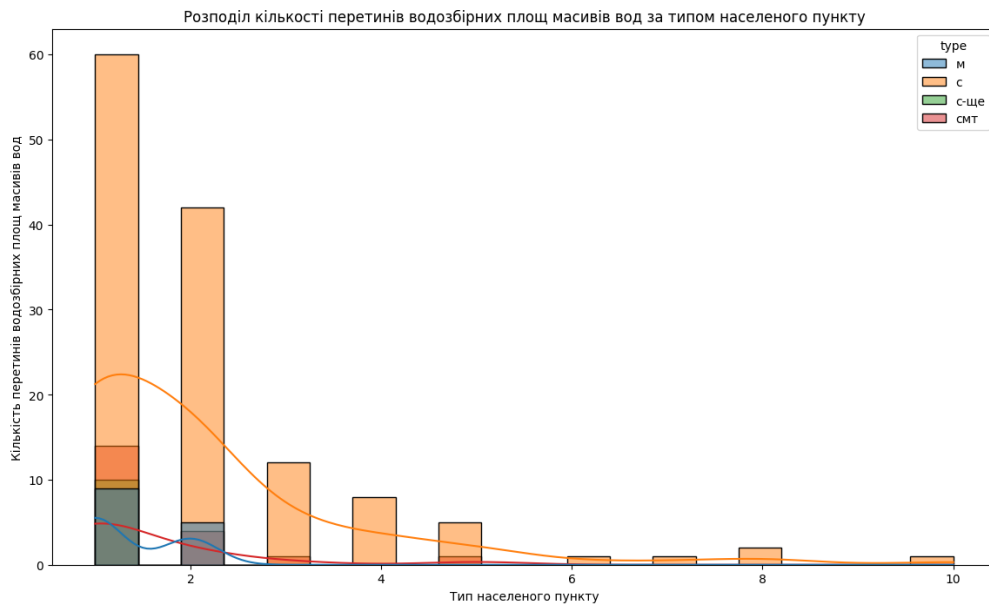


Рисунок 6 – Графік кількості перетинів водозбірних площ масивів вод з різними видами населеними пунктами

З отриманих даних також створено таблицю на мові програмування Python, яка включала в себе загальну кількість перетинів з населеним пунктом, а також окремо за типами: 'с-ще', 'с', 'м', 'сmt'. Для кожного типу населеного пункту був підрахований загальний кількість перетинів з водозбірними площами. Було створено окремі стовпці для кожного типу населеного пункту: 'с-ще', 'с', 'м', 'сmt', а також загальна кількість перетинів, що зображено на рисунку 7.

```

# Групування даних
grouped = df.groupby(['SEM326', 'type']).size().unstack(fill_value=0)

# Створення нових стовпців для кожного типу населеного пункту
grouped = grouped.rename(columns={'с-ще': 'countsshe', 'с': 'countshe', 'м': 'countm', 'сmt': 'countsmt'})

# Додавання стовпця з загальною кількістю
grouped['countsum'] = grouped.sum(axis=1)

# Заповнення відсутніх стовпців, якщо їх не було у вихідних даних
for col in ['countsshe', 'countshe', 'countm', 'countsmt']:
    if col not in grouped.columns:
        grouped[col] = 0

# Перевпорядкування колонок для зручності
grouped = grouped[['countsshe', 'countshe', 'countm', 'countsmt', 'countsum']]

# Скидання індексу, щоб зробити SEM326 звичайним стовпцем
result = grouped.reset_index()

print(result)

```

type	SEM326	countsshe	countshe	countm	countsmt	countsum
0	UA_M5.4_0010	0	3	0	0	3
1	UA_M5.4_0011	0	4	2	0	6
2	UA_M5.4_0013	1	3	2	3	9
3	UA_M5.4_0014	0	6	0	1	7
4	UA_M5.4_0015	0	5	0	2	7
...
135	UA_M5.4_0269	1	1	0	0	2
136	UA_M5.4_0270	1	2	0	0	3
137	UA_M5.4_0272	0	2	0	0	2
138	UA_M5.4_0273	0	1	0	0	1
139	UA_M5.4_0274	0	2	0	0	2

Рисунок 7 – Таблиця, яка включає в себе загальну кількість перетинів з населеним пунктом та статистики за їхнім типом

В результаті з отриманих даних таблиці, яка зображена на рисунку 7, було створено тематичну карту з круговими діаграмами за допомогою геоінформаційної системи ArcGIS, сектори якої відображають кількість перетинів водозбірних площ масивів вод з різними типами населених пунктів, що зображено на рисунку 8. Розмір кругової діаграми відображає загальну кількість населених пунктів, що потрапили повністю чи частково до водозбірного басейну відповідного масиву вод.

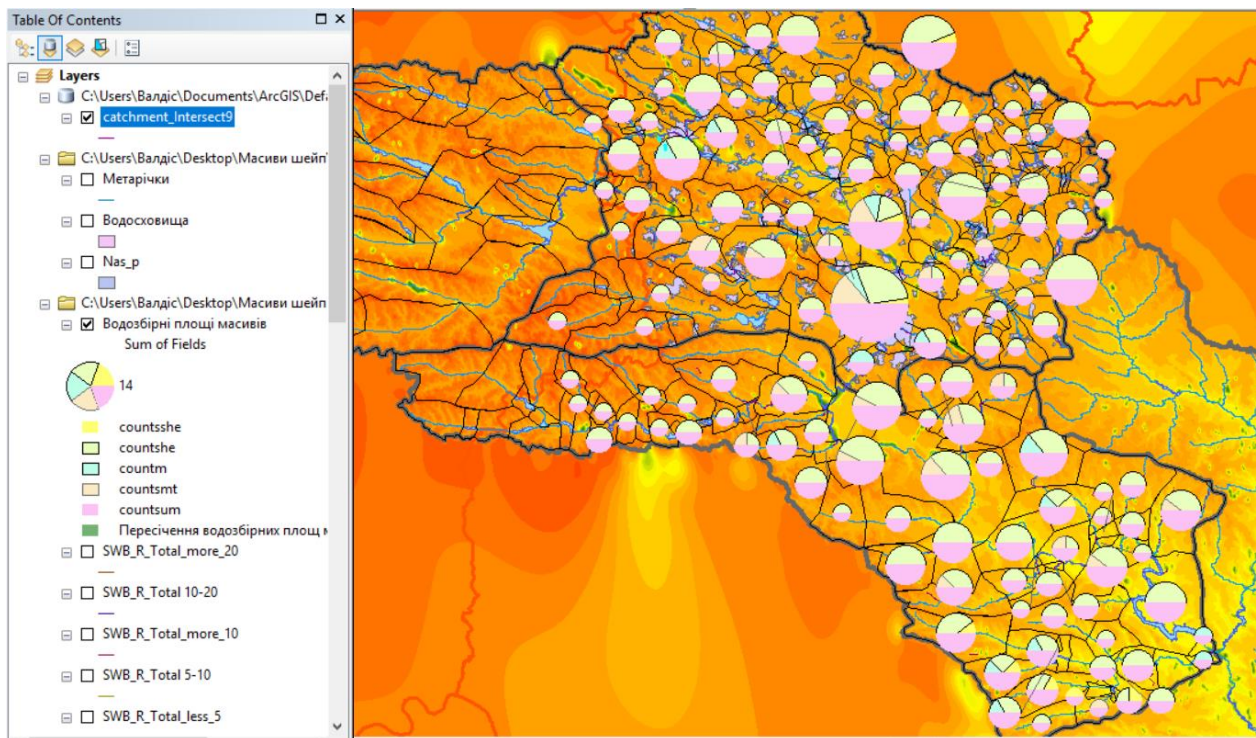


Рисунок 8 – Тематична карта водозбірних площ у вигляді кругових діаграм

Висновки

Розглянуто системний підхід до аналізу геопросторових зв'язків масивів вод басейну річки Південний Буг. Дослідження спрямоване на виявлення зв'язків між перетинами водозбірних площ масивів вод та іншими географічними об'єктами (населеними пунктами, річками, водосховищами) використовуючи ГІС та методи системного аналізу даних. Були ідентифіковані водозбірні площі в ArcGIS, здійснено оверлейний аналіз даних в ГІС, а його результати оброблені у GoogleColab за допомогою Python для створення таблиць та графіків. Отримані результати використані для створення тематичних карт, які сприяють кращому візуальному представленню просторових зв'язків водних масивів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В. Б. Мокін, Б. І. Мокін, О. В. Дезірон, М. Я. Бабич, В. К. Гамлявий, Ю. С. Гавриков, Н. В. Тананчук, М. П. Боцула, Є. М. Крижановський, Ю. М. Коновалюк, А. Р. Ящолт / Система прийняття управлінських рішень керівниками водогосподарських організацій для басейну річки Південний Буг з використанням геоінформаційних технологій. - Методичний посібник. / Під ред. В.Б. Мокіна. - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. - 244 с.
2. Мокін В. Б., Бондалетов К. О., Крижановський С. М., і Караваєв В. О. Метод аугментації текстів про стан масивів вод на основі інтелектуальної прив'язки до багатозв'язних геоінформаційних систем іменованих сутностей, Вісник Вінницького політехнічного інституту, вип. 3, с. 55–65, Черв. 2023. URL: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2023-168-3-55-65>
3. Мокін В.Б., Лучко А.М., Давидюк О.М., Вуж Т.С. Технологія побудови експертної інформаційної веб-системи виявлення та верифікації пріоритетних екологічних проблем у масивах вод басейну річки. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 1 (Лют. 2021), 77–87. DOI: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2021-154-1-77-87>.
4. Безкоштовний онлайн-інструмент для створення діаграм та схем: [Електронний ресурс]. – URL: <https://app.diagrams.net/>

5. Вільна та відкрита картографічна база даних: [Електронний ресурс]. – URL: <https://openstreetmap.org>
6. Безкоштовний хмарний сервіс для виконання Python-коду: [Електронний ресурс]. – URL: <https://colab.research.google.com/>

Євгеній Миколайович Крижановський – канд. техн. наук, доцент кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kruzhan@gmail.com;

Каравасв Вадим Олександрович – студент групи СА-20б, Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: karavaevvadim1999@gmail.com;

Бойко Олексій Романович – канд. техн. наук, старший викладач кафедри комп'ютерних наук та економічної кібернетики, Вінницький національний аграрний університет, Вінниця.

Evgeniy Kryzhanovsky M. – Cand. Sc. (Eng), Department of Systems Analysis and Information Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kruzhan@gmail.com;

Karavaev Vadim O. – student of group SA-20b, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: karavaevvadim1999@gmail.com;

Boyko Oleksiy R. – Cand. Sc. (Eng), Senior Lecturer of the Department of Computer Sciences and Economic Cybernetics, Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia.