

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет біології, географії та екології
Кафедра географії та екології

МОНІТОРИНГ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА
ГИРЛОВОЇ ЧАСТИНИ РІЧКИ ІНГУЛЕЦЬ ЗА ПЕРІОД
2020 – 2024 РОКИ

Кваліфікаційна робота (проект)
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Виконала: здобувачка 4 курсу 05-416 групи
Спеціальності 101 Екологія
Освітньо-професійної програми «Екологія»
Курило Алла Вікторівна

Керівник к.геогр.н., доцент Давидов О.В.
Рецензент експерт з екологічних і соціальних
питань ТОВ "ЕЖІС Україна, Зінченко М.О.

Івано-Франківськ – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. Поняття про гирлові частини річок та їх природні умови.....	6
1.1. Гирла річок – як унікальні природні об’єкти.....	6
1.2. Специфіка формування навколишнього середовища в гирлах річок.....	8
1.3. Понятійний апарат з теми дослідження.....	10
РОЗДІЛ 2. Природні умови гирлової частини річки Інгулець.....	12
2.1. Географічне розташування та загальна характеристика..	12
2.2. Геологічне середовище.....	14
2.3. Гідрологічне середовище.....	15
2.4. Біологічне середовище.....	16
РОЗДІЛ 3. Методика проведення дослідження.....	18
3.1. Особливості проведення польових досліджень.....	18
3.2. Особливості проведення дистанційних досліджень.....	18
РОЗДІЛ 4. Результат моніторингу навколишнього середовища гирла річки Інгулець.....	21
4.1. Зміни в геологічному середовищі.....	21
4.2. Зміни в гідрологічному середовищі.....	31
4.3. Зміни в біологічному середовищі	34
ВИСНОВКИ.....	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51

ВСТУП

Актуальність теми. Річки відігравали та відіграють надзвичайну важливу роль у розвитку різних людських цивілізацій та людства взагалі. Саме в долинах річок сформувалися відомі давні цивілізації Африки та Євразії. Відповідно, історія взаємовідносин між людиною та річкою налічує не одне тисячоліття. За цей період долини річок стали не лише осередками цивілізацій, а й місцями проявлення різноманітних геологічних, геоморфологічних, тектонічних та екологічних подій. У більшості випадків ці події мали ще й гідрологічний характер.

Відповідно, особлива увага приділялася гирловим областям річок, які мали і наразі мають надзвичайну важливу роль у розвитку людства.

З початку активних бойових дій на території України річки та інші водні об'єкти стали місцем проведення ведення бойових дій. Найбільш відомою подією, що пов'язана із водними об'єктами, стала Каховська катастрофа, яка не лише спричинила затоплення долини нижнього Дніпра, а й призвела до активізації гідрологічних процесів в межах його приток.

Найбільш активно відповідні процеси проявилися в гирловій області Інгульця, але слід зазначити, що відповідна річка зазнала істотного впливу, ще раніше, під час руйнування дамби Карачунівського водосховища. В цьому контексті тема кваліфікаційної роботи є актуальною.

Мета роботи: провести дистанційний моніторинг стану навколишнього середовища гирлової області річки Інгулець за період з 2020 по 2024 роки.

Для досягнення мети роботи перед нами були поставлені наступні **завдання:**

1. Проаналізувати природні особливості гирлової області річки Інгулець.
2. Охарактеризувати методологічні особливості дослідження гирлової області річки Інгулець.
3. Проаналізувати та описати зміни в навколишньому середовищі гирла річки Інгулець за період дослідження.

Об'єкт дослідження: гирлова область річки Інгулець.

Предмет дослідження: за допомогою методів дистанційного моніторингу визначити зміни стану навколишнього середовища в межах гирлової області Інгульця за період з 2020 по 2024 роки.

Методи дослідження. При написанні кваліфікаційної роботи ми використовували наступні методи:

1. *метод польових досліджень* використовувався нами для визначення наслідків підйому рівня річки Інгулець під час прориву Карачунівської греблі та Каховської;

2. *метод аналізу літературних джерел*, завдяки якому були отримані дані про природні особливості басейну річки Інгулець та нижнього Дніпра;

3. *метод картографічного аналізу* застосовувався для визначення площ затоплення в межах долини річки Інгулець;

4. *метод аналізу супутникових знімків* був застосований для визначення динамічних змін в межах гирлової області Інгульця після зниження повеневого рівня;

5. *метод аналізу геоінформаційних джерел* застосовувався для проведення розрахунків щодо параметрів підйому рівня річки.

Структура роботи. Загальний об'єм роботи складає 56 сторінок машинописного тексту, серед яких титульний лист (аркуш) та 36 рисунків. В структурі роботи виділяється: вступ, чотири розділи, висновки та список використаних джерел, який містить 49 найменувань.

У *вступі* наведена актуальність роботи, визначені мета та завдання роботи, а також предмет та об'єкт досліджень. Описані використані методи дослідження.

У *першому розділі* наведена інформація про гирлові області річок та їх природні умови, специфіку формування навколишнього середовища у гирлах річок, а також сформований понятійний апарат досліджень.

У *другому розділі* визначається природні умови гирлової області річки Інгулець та описується фактори їх розвитку.

У третьому розділі описується методика проведеного дослідження.

Четвертий розділ присвячений безпосередньо результатам моніторингу змін навколишнього середовища для гирлової області річки Інгулець.

У висновках представлені узагальнені результати досліджень.

РОЗДІЛ 1

ПОНЯТТЯ ПРО ГИРЛОВІ ЧАСТИНИ РІЧОК ТА ЇХ ПРИРОДНІ УМОВИ

1.1. Гирла річок – як унікальні природні об'єкти

Опади, що випадають на поверхню Землі, під дією гравітаційної сили (сил тяжіння) стікає в напрямку пониження місцевості, при цьому утворюючи поверхневі водотоки. Спочатку вода збирається в окремі струмені, які потім, поступово з'єднуючись, утворюють річки.

Річкою називається водний потік (водотік), що протікає в природному руслі і живиться водами поверхневого та підземного стоку свого басейну. До річок відносять лише постійні і відносно великі водотоки з площею басейну не менше 50 км² (менші водотоки до 50 км² називаються струмками) [1].

Також слід зазначити, що річка є природним водним потоком (водотоком) з чітко визначеним руслом і тече під дією сили тяжіння. Відповідно, річка бере свій початок з джерела, озера, болота або краю льодовика, а закінчується, впадаючи в іншу річку, озеро, море або океан [2].

Річка складається з таких основних частин [2], як:

- 1) витік – це місце, де річка бере свій початок (наприклад, джерело, що б'є з-під землі, озеро, льодовик або болото);
- 2) русло – це заглиблення в земній поверхні, яким тече річка; формується протягом тисячоліть під дією течії води;
- 3) заплава – це низинна ділянка по обидва боки річки, яка затоплюється під час повені і вкрита ґрунтом, багатим на поживні речовини, що робить її сприятливою для сільського господарства;
- 4) долина – це широка западина, по якій протікає річка; формується в результаті ерозійної діяльності річки;
- 5) притоки – це менші річки, які впадають у головну річку; відіграють важливу роль у поповненні водозабору головної річки;

б) гирло – це місце, де річка впадає в іншу водойму (наприклад, озеро, море або океан), при цьому може розширюватися (утворюючи дельту) або звужуватися (утворюючи естуарій).

Існує декілька типів гирл, кожне з яких має свої особливості та красу:

1) Дельта – це найбільш відомий тип гирла, який утворюється внаслідок накопичення наносів і розгалуження річки на численні рукави. Дельти часто мають трикутну форму, звідки й походить їхня назва. Наприклад, дельта Нілу (Єгипет) – одна з найбільших і найдавніших дельт світу (рис. 1.1 А);



Рисунок 1.1 – Різноманіття гирлових областей в межах Землі: А – дельта Нілу; Б – естуарій Парани; В – Дніпровсько-Бузький лиман. Розроблено на базі ресурсу Google Earth

2) Естуарій – це лійкоподібне розширення річки в місці впадіння в море, що утворюється під впливом припливів і відпливів. Естуарії зазвичай мають велику глибину і високу солоність води. Наприклад, естуарій річки Темзи (Англія) – один з найбільших естуаріїв Європи (рис. 1.1 Б);

3) Лиман – це затоплена річкова долина, що перетворилася на мілку затоку. Лимани часто утворюються в результаті підняття рівня моря або опускання суші. Наприклад, Дніпровсько-Бузький лиман (Україна) – один з найбільших лиманів Європи (рис. 1.1 В);

4) Просте гирло – це найпростіший тип гирла, коли річка впадає в іншу водойму без утворення значних розгалужень або розширень.

Гирла річок є унікальними природними об'єктами, що відіграють важливу роль у екосистемах. Вони представляють собою області, де річки впадають у моря або океани, формуючи складні та динамічні перехідні зони. Гирла характеризуються різноманіттям ландшафтів, гідрологічних та біологічних процесів, що створюють специфічні умови для існування численних видів флори і фауни.

Ці частини річкових систем мають виняткове значення для біорізноманіття, оскільки вони забезпечують місця для нересту, харчування та міграції риби і водоплавних птахів. Крім того, гирлові області виконують важливі екологічні функції, такі як очищення води від забруднень, стабілізація берегів та підтримання гідрологічного балансу.

Ще однією особливістю гирл є їхня здатність до самоочищення, що обумовлена наявністю великих площ заболочених територій, які діють як природні фільтри. Однак ці природні системи є досить чутливими до антропогенного впливу, зокрема до забруднення, будівництва гребель та інших інженерних споруд. Тому охорона та збереження гирлових областей є надзвичайно важливим завданням сучасної екологічної науки та практики.

1.2. Специфіка формування навколишнього середовища в гирлах річок

Гирло річки – це унікальна екосистема, що формується в місці впадання річки в море, океан або іншу водойму [3]. Дані ділянки річки зазнають впливу як прісної води, що надходить із річки, так і солоної води, що проникає з моря або океану. Це створює унікальні умови, де відбувається змішування двох видів води, що сприяє утворенню естуаріїв — важливих екосистем із високою біопродуктивністю. У таких місцях часто формуються багаті на поживні речовини мулисті або піщані осади, які забезпечують сприятливе середовище для розвитку різноманітної флори та фауни.

Ці райони відзначаються високою біологічною різноманітністю, оскільки тут часто утворюються унікальні екосистеми, такі як солонцюваті болота, очеретяні зарості та мангрові ліси. Різноманітність видів у гирлах річок зумовлена також тим, що ці зони є важливими для багатьох водних організмів, які використовують їх як місця для розмноження, відпочинку та пошуку їжі.

Динамічність екологічних умов у гирлах річок сприяє швидким змінам ландшафтів, що зумовлено припливно-відпливними процесами, сезонними коливаннями рівня води та змінними потоками наносів. Це часто призводить до формування різноманітних мікроекосистем, які існують у тісній взаємодії та створюють складні біоценози.

Також, слід зазначити, про чинники, що впливають на формування навколишнього середовища в гирлах річок [3]:

1) гідрологічні процеси:

1.1) припливи та відпливи – періодичні зміни рівня води, зумовлені силами тяжіння Місяця і Сонця, призводять до змішування прісної та солоної води, формуючи солонувату зону;

1.2) рух води – річкові течії, морські хвилі та припливи створюють складну систему руху води, що впливає на розподіл осадових порід та біологічних організмів;

1.3) режим річки – коливання рівня води в річці впродовж року впливають на інтенсивність процесів наносонакопичення та ерозії;

2) геологічні процеси:

2.1) рельєф дна – форма і рельєф дна гирла визначають характер руху води, розподіл опадів та біотопів;

2.2) геологічна будова берегів – склад гірських порід берегів впливає на їх стійкість до ерозії та формування берегової лінії;

3) кліматичні умови:

3.1) температура води – зміни температури води впродовж року впливають на біологічну продуктивність екосистеми;

3.2) опади – кількість опадів визначає рівень прісності води в гирлі та інтенсивність процесів вивітрювання;

4) антропогенний вплив:

4.1) забруднення – скидання промислових та побутових стічних вод, а також надходження забруднюючих речовин з річкового басейну негативно впливають на екосистему гирла;

4.2) гідротехнічні споруди – будівництво дамб, мостів та інших споруд змінює гідрологічний режим гирла і впливає на процеси наносонакопичення.

Важливою особливістю гирл є також їхня роль у процесах біогеохімічного кругообігу. Тут відбувається інтенсивне перетворення органічних і неорганічних речовин, що надходять із річкового басейну, завдяки чому гирла відіграють ключову роль у підтриманні екологічного балансу у прилеглих морських акваторіях. Однак зміни клімату та антропогенний тиск ставлять під загрозу стабільність цих унікальних екосистем, що вимагає посиленого моніторингу та заходів з охорони.

1.3. Понятійний апарат з теми дослідження

Під час підготовки відповідної роботи нами були проаналізовані терміни пов'язані із гирловими областями річок та сформований понятійний апарат проведеного дослідження:

Гирлова область річки (mouth area) – це особливий географічний об'єкт, що являє собою район впадання річки в приймальну водойму (океан, море, озеро), який сформувався, існує і розвивається завдяки прояву гирлових процесів. Розвиток гирлової області річки відбувається в умовах динамічної взаємодії, змішання і трансформації водних мас річки і приймальної водойми, що супроводжується відкладенням і перевідкладенням річкових і морських (озерних) наносів, зі значною участю дрібних (алеврито-пелітових) фракцій [4].

Гирлова область річки містить три складові частини: пригирлову ділянку річки, ділянку річкового гирла та саме місце впадіння.

Пригирлова ділянка річки (near-mouth area of river) – це складова частина гирлової ділянки річки, що охоплює ту частину її нижньої течії, у межах якої проявляється вплив морської води. Дане явище реєструється під час межені, а також під час вторгнення морських вод під час приливної води та вітрового нагону [4].

Ділянка річкового гирла або гирлова ділянка (river mouth) – являє собою основний елемент гирлової області і може бути представлена дельтою або естуарієм, які розташовані на відкритому морському березі. Якщо ж річка впадає в проміжний басейн (лагуну, лиман, фіорд, ріас), що частково або повністю відгороджені від океану чи моря, то така гирлова ділянка є складною, що дає змогу виокремити в її межах підділянки (підрайони). Серед них виокремлюються – лагунний, лиманний, ріасовий, фіордовий тощо. У такому разі проміжний басейн є частиною гирла і виступає як попередній змішувач прісних і солоних вод, перетворювач тварин і рослин, хімічних елементів та їхніх сполук. У таких випадках зазвичай гирло представлено дельтою [4].

Згідно з матеріалами Вікіпедії (вільної енциклопедії), моніторинг довкілля – це комплексна науково-інформаційна система регламентованих періодичних безперервних, довгострокових спостережень, оцінки і прогнозу змін стану природного середовища з метою виявлення негативних змін і вироблення рекомендацій з їх усунення або ослаблення [5]. Відповідно, найчастіше ми використовували супутниковий моніторинг.

РОЗДІЛ 2

ПРИРОДНІ УМОВИ ГИРЛОВОЇ ЧАСТИНИ РІЧКИ ІНГУЛЕЦЬ

2.1. Географічне розташування та загальна характеристика

Інгулець (або інша назва Малий Інгул) — річка у центральній та південній Україні, є правою притокою річки Дніпро (басейн Чорного моря) (рис. 2.1).

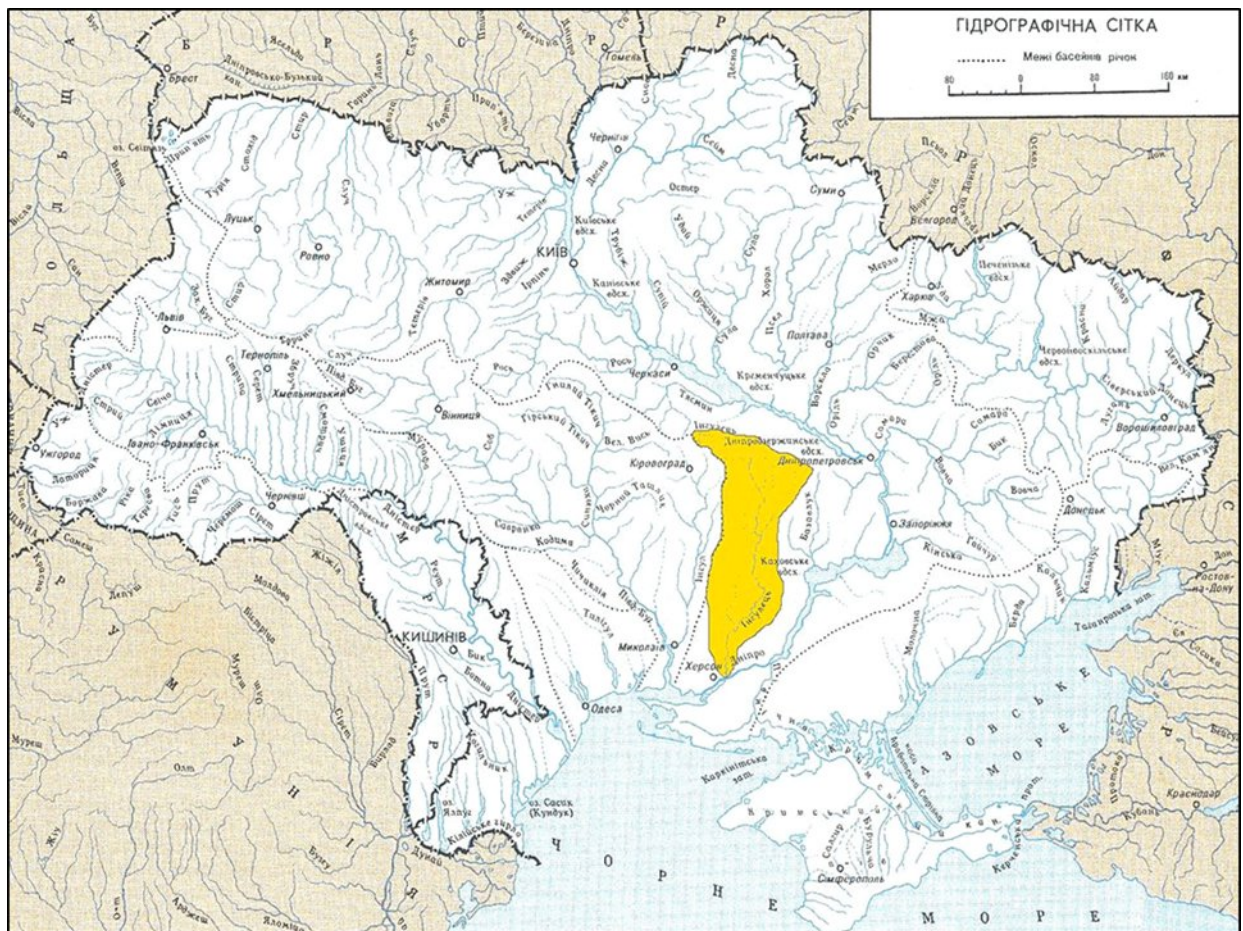


Рисунок 2.1 – Басейн річки Інгулець на гідрографічній мапі України [6]

Довжина річки становить 549 км. Початок річка бере в заболоченій балці біля с. Топило Кропивницького району Кіровоградської області, на висоті 208 м. Тече Придніпровською височиною, в межах Кіровоградської та Дніпропетровської областей. У нижній течії протікає територією Причорноморської низовини, в межах Миколаївської та Херсонської областей

[7, 8]. Нижче с. Микільське (Херсонський район Херсонської області) Інгулець впадає в Дніпро, формуючи специфічну гирлову область. Головна відмінність, що приймаючою водоймою є водоток, але при цьому перед впадінням у водотік сформоване розширення, яке зовні нагадує лиман.

Гирлова область річки Інгулець ззовні нагадує обриси гирлової частини річки Південний Буг, що у свою чергу має гирло вигляду напівестуарій. Таким чином, гирлова область долини поширюється до села Афанасіївка (рис. 2.2).

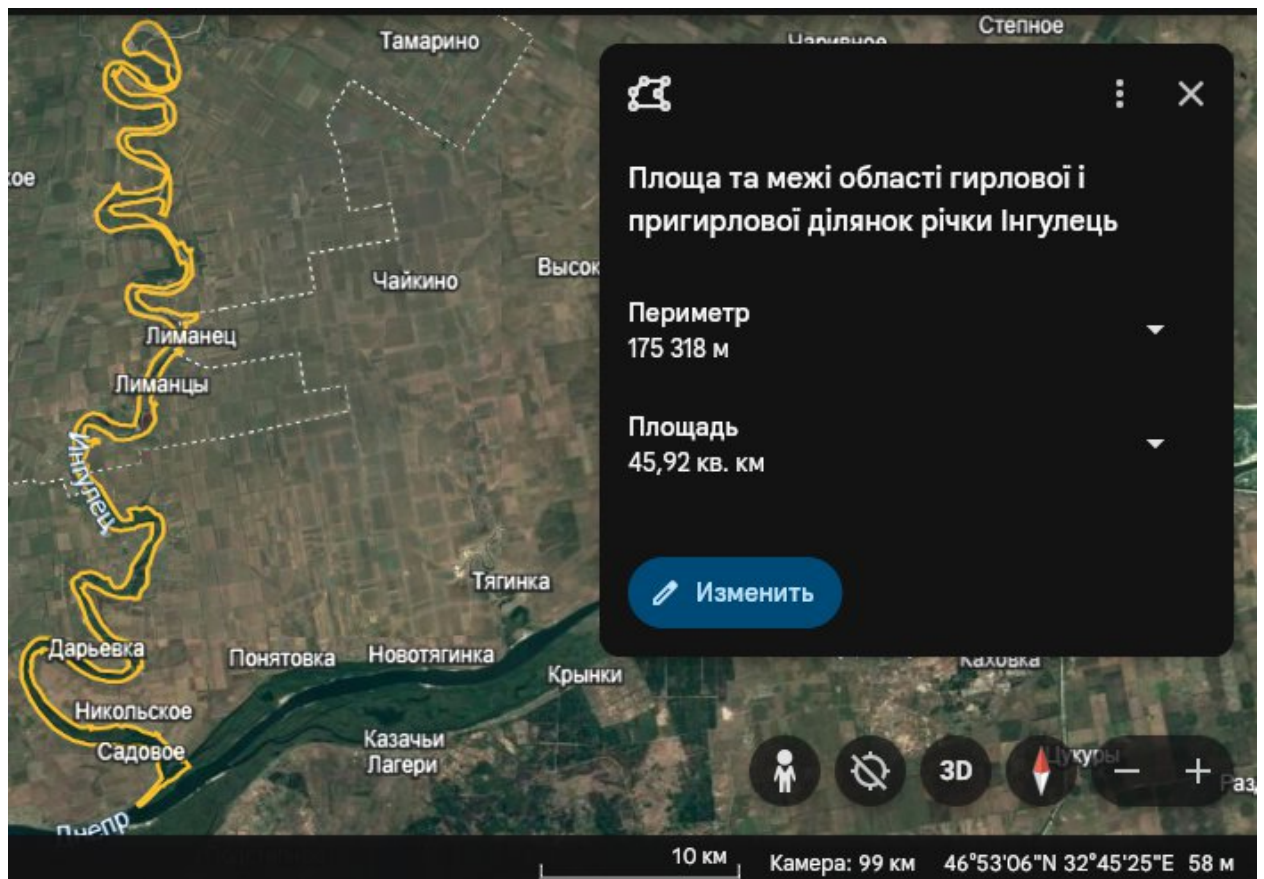


Рисунок 2.2 – Межі та площа гирлової області річки Інгулець [9]

Це зумовлено розширенням русла річки в нижній частині та відокремленням від долини Дніпра кількома акумулятивними островами.

В загальному плані визначити межі гирлової області дуже важко, оскільки головною особливістю є вплив Дніпра на Інгулець. Відповідно, згідно даному впливу та Каховської катастрофи визначаємо дані межі за допомогою сервісу Google Earth.

2.2. Геологічне середовище

Геологічне середовище об'єкту дослідження зумовлене та тісно пов'язане з трьома факторами: морфометричними параметрами, геологічною та морфологічною будовами.

Щодо морфометричних параметрів, то ми можемо визначити наступне. Витік річки Інгулець починається на висоті 208 м над рівнем моря [8]. Середня глибина становить від 1,5 до 3 м. Береги високі – від 10 м до 25 м. Загальний похил річки становить 0,5 м/км, але на окремих ділянках показник сягає 0,9 м/км (верхів'я річки). Висота гирла над рівнем моря – 0,1 м. Падіння ріки складає 175 м. Швидкість річки на плесах незначна, на перекатах 0,2 – 0,5 м/сек (0,72 – 1,8 км/ч). Площа басейну річки 13 700 км² [10].

Річка Інгулець тече територією Придніпровської височини та Причорноморської низовини. У тектонічному відношенні дана територія представлена Кіровоградським та Придніпровським тектонічними блоками Українського кристалічного щита та Південноукраїнською монокліналю (синеклізою), а гирлова область – лише Південноукраїнською синеклізою [8].

В геологічній будові регіону дослідження приймають участь породи верхнього (слабонахилена до півдня осадова верхньомезозойсько-кайнозойська товща з незначними плікативними та диз'юктивними дислокаціями і великими перервами в осадконакопиченні) структурного поверху неогенової системи міоцено-пліоценового віку (з переважанням вапняку, пісків та глини) [11, 12, 13].

Від витoku до гирла Інгулець утворює 55 меандр. В подальшому ширина річки збільшується ненабагато: досягаючи Снігурівки сягає 100 м, а в гирлі – 120 м. Глибина на плесах може досягати 5 м. Дно піщане.[10, 14].

У геоморфологічному відношенні гирлова область представлена алювіальною та терасованою річковою долиною акумулятивної низовини, що характеризується такими морфоскульптурними процесами як ерозія яружна

та ерозія площинна. Яружно-балкова система поширена по всій долині річки Інгулець (в тому числі й в межах гирлової області), та на деяких ділянках вона видозмінена під впливом певних антропогенних чинників (розбудова міст та сіл на узбережжі річки, а також будівництво ставків та водосховищ в межах долини Інгульця) [8, 15].

На даний момент долина річки Інгулець (особливо її гирлова область) перебуває на стадії морфологічної зрілості, швидкість течії рівномірно зменшується від верхів'їв до гирла. Для цієї стадії характерно поява закрутів – меандр, що призводять до збільшення коефіцієнта звивистості річки і виникнення великих алювіальних рівнин заплави.

2.3. Гідрологічне середовище

Річка Інгулець замерзає в грудні, відтає – у березні. Живлення ріки переважно за рахунок снігу. Заплава річки 60 (середня течія) – 120 (гирло) м. У гирловій області долина річки терасована (3 – 4 чітко виражені тераси), шириною до 5 км, заплави шириною до 1,5 км [8, 10].

Клімат гирла річки Інгулець ідентичний до клімату, де розташований регіон дослідження, а саме – території степової зони. Так, середньорічна температура в долині річки становить від 17,8°C (у верхів'ї) до 23,4°C (у степовій зоні). Середньорічна кількість опадів в долині річки Інгулець коливається від 575 мм (осінньо-весняний період) до 425 мм (літній період) [8].

Гідроспороди. Верхній відрізок річки зрегульований дамбами Карачунівського і Іскрівського водосховищ. Крім того існує дамба ГЕС в смт. Велика Олександрівка. Річка суднохідна на відстані 109 км від гирла річки до смт.Калинінське. Вода використовується для зрошення і водопостачання. Для вирішення водних проблем Миколаївської та Херсонської областей в 1958 р. збудована Інгулецька зрошувально-обвідна система [16].

У пониззі Інгульця (в тому числі у гирловій області) у вегетаційний період вода рухається у протилежному напрямку — уверх по річці, оскільки головна насосна станція Інгулецької зрошувальної системи (розташована за 83 км від гирла) закачує значні обсяги річкової води (дніпровської та інгулецької) на зрошуванні масиви. В цей період тут утворюється так звана «антирічка».

Притоки. Від початку до гирла: Березівка (л), Березавець (л), Кам'янка (л), Вовнянка (л), Бешка (п), Велика Вербляжка (п), Велика Водяна (п), Березнеговата (л), Зелена (л), Жовта (л), Бокова (п), Саксагань (л), Велика Грушевата (л), Велика Кобильна (л), Велика Найдена (п), Висунь (п) [8].

2.4. Біологічне середовище

Заплава річки Інгулець низька, річище звивисте. Місцями добре збереглися плавнева рослинність, степові схили річки ще мають досить багатий видовий склад рідкісних рослин і тварин в типових степових ценозах. Система Інгульця значно посилює природоохоронні функції Дніпровського природного коридору. Світ її водяних рослин досить багатий. За своєю структурою і морфологічними особливостями вони діляться на дві великі групи: нижчі рослини (мікрофіти), або водорості, і вищі рослини (макрофіти) [17].

Також в гирлі річки Інгулець зустрічаються наступні види рослин: осока рання, осока колхідська, стрілолист звичайний [8].

Вологі місця (особливо на низинних ділянках), мілини берегу річки заростають рогозою та очеретом. У прибережних заростях гирла Інгульця досить помітні біло-рожеві суцвіття сусака звичайного. Подекуди стебла цієї рослини сягають 1,5 м заввишки. У плавнях гирла Інгульця зустрічається водяний горіх та водяна папороть – сальвінія плаваюча. Нині ці рослини стали дуже рідкісними. Їх занесено до Червоної книги України [17].

Типовими представниками плавневих водойм річки є латаття біле та латаття жовте або кубишка жовта. Найбільш поширеними рослинами плавневого лісу є верба біла, верба тритиченкова, верба гостролиста, тополя чорна (осокір) та в'яз гладенький [8, 17].

Різноманітним та неповторним є тваринний світ Інгульця. Звичайними представниками є риби, молюски, ракоподібні, комахи, черви, кишковопорожнинні, найпростіші. Крім них, деякі тварини лише частину свого життя проводять у воді у пошуках їжі, в період розмноження та розвитку [13, 17].

З тварин основними мешканцями р. Інгулець є риби: амур білий і товстолобик, гірчак, краснопірка, плітка, в'яз, лящ, карась, густера, йорш, бички, щука, судак, сом. Серед земноводних зустрічаються тритон гребінчастий, кумка, ропуха зелена та сіра, квакша, жаба озерна та ставкова [8, 17].

У гирлі р. Інгулець зустрічається 180 видів птахів. Звичайними болотяними птахами є бугай та бугайчик. В очеретяних заростях мешкають чапля сіра, чапля руда, чапля жовта та мала біла чапля. Нерідко разом з іншими чаплями оселяються кваки [13, 17].

Зустрічаються також чирок-свистунок, чирок-тріскунок, свищ, широконосіска, червоноголова чернь, крижень, нерозень та інші качки. Фауністичний комплекс басейну р. Інгулець різноманітний. Багато видів занесено до Червоної книги України, та Європейського Червоного списку (видра, норка європейська, горностай, кутора) [8, 17].

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Особливості проведення польових досліджень

На даний момент польові дослідження у гирловій області річки Інгулець не можливо провести, оскільки для цього потрібні безпечні умови, які у свою чергу не можуть бути впроваджені через військові дії, особливо на території Дар'ївської об'єднаної територіальної громади. Тим паче, що гирлова область розташована саме в межах даної адміністративно-територіальної одиниці. Тому польові дослідження гирлової області проводилися здебільшого візуальним чином (спостереження за подіями до та після Каховської катастрофи).

3.2. Особливості проведення дистанційних досліджень

Для підготовки кваліфікаційної роботи використовувалися супутникові дані отримані зі спеціалізованих онлайн-ресурсів, серед яких: USGS Earth Explorer, EO Browser (Sentinel Hub), Copernicus Browser, EOS Data Analytics Land Viewer та Google Earth. Але через деякі нюанси, основними джерелами для аналізу супутникових знімків були Sentinel Hub EO Browser, Copernicus Browser та Google Earth. Щодо інших – питання було виключно у завантаженні знімків через оплату в іноземній валюті (Earth Explorer USGS), тому через брак власних коштів не мала можливість завантажити дані супутникові знімки для подальшого їх аналізу.

USGS Earth Explorer представляє собою спеціалізований портал (рис. 3.1 А), в межах якого зберігаються набори геопросторових даних та в наявності присутні інтерактивної карти, супутникові знімки Landsat, матеріали аерофотозйомки, цифрові лінійні графіки, цифрові моделі рельєфу, супутникові дані Sentinel тощо. Під час дослідження, матеріали відповідного

онлайн-ресурсу використовувалися для формування уявлення про стан навколишнього середовища об'єкту дослідження за період з 2020 по 2024 роки.

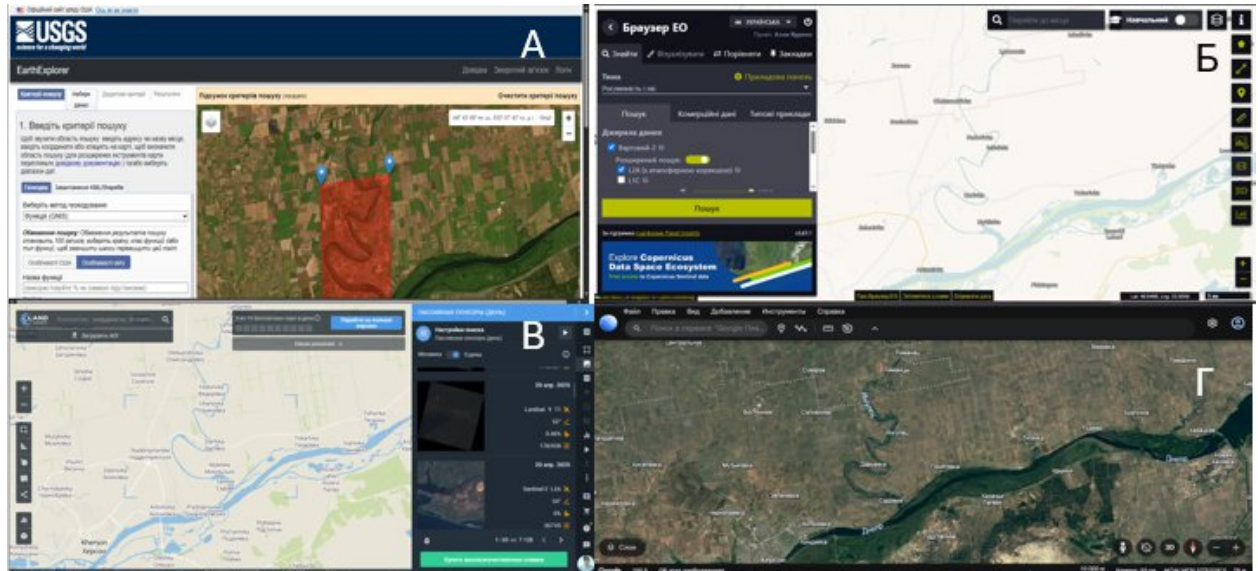


Рисунок. 3.1 – Інтерфейс онлайн-ресурсів які використовувалися для аналізу супутникових даних: А - USGS Earth Explorer; Б - EO Browser; В - Land Viewer; Г - Google Earth.

EO Browser представляє собою веб-платформу для хмарної обробки даних дистанційного зондування (рис. 3.1 Б). Відповідна платформа спрямована на досягнення глобального, безперервного та легкодоступного аналізу супутникових даних. EO Browser об'єднує в собі повний архів супутників Sentinel, а також місії Landsat 5, 7 і 8, продуктів Envisat Meris, Proba-V і MODIS. При підготовці роботи функціональність EO Browser використовувалася для візуалізації індексів, таких як NDVI та NDWI, що дозволяло чітко визначити контури показника рослинності в межах досліджуваного об'єкту.

Land Viewer це онлайн-ресурс (рис. 3.1 В), який надає доступ до оптичних зображень високої роздільної здатності (мультиспектральних і стерео), а також інших супутникових даних і регіональних карт місцевості. Відповідний ресурс включає архівні та живі супутникові зображення з усього

світу. При підготовці роботи були використані можливості індексів для створення власних комбінацій з дослідження просторового розташування гирлової області.

Google Earth представляє собою онлайн-ресурс (рис. 3.1 Г), який має вигляд цифрового глобуса, який відображає поверхню планети, використовуючи одне складене зображення з великої відстані. За умов збільшення зображення, воно переходить у різні зображення однієї й тієї самої області з більшою деталізацією, в ресурсі знаходяться знімки які відрізняються за датою та часом зйомки. Відповідний ресурс використовує зображення, отримані як із супутників (Landsat 7, Landsat 8). При підготовці роботи, функціональні особливості ресурсів використовувалися для розрахунків та порівняння даних з різних онлайн-ресурсів.

Всі відповідні сервіси надають доступ до супутникових даних різних параметрів, а це дозволяє здійснювати моніторинг за змінами природного середовища, як на сезонному, так і на багатолітньому етапах.

Аналіз супутникових даних є відносно новим методом дистанційного дослідження. Перманентне покращення якості знімків, із кожним роком стає більше можливостей, для детального вивчення природних об'єктів, як у просторі, так і у часі.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТ МОНІТОРИНГУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ГИРЛА РІЧКИ ІНГУЛЕЦЬ

4.1. Зміни у геологічному середовищі

Меандруючи гирловою областю річка Інгулець утворює 7 меандр, а площа долини річки (гирлової області) в межах Херсонської області становить 23,03 км² (рисунок 4.1).



Рисунок 4.1 – Долина річки Інгулець (гирлова область) в межах Херсонської області [18]

Якщо брати до уваги, насамперед, саме гирло, а це Інгулецький лиман, та місце злиття річки Інгулка (напіверик річки Дніпро) в річку Інгулець, то площа даної ділянки складає 3,78 км² (рисунок 4.2).



Рисунок 4.2 – Площа самого гирла річки Інгулець [19]

Глибина річки Інгулець в середньому становить 2-4 м, окрім тих місць,

де розташовані водосховища та ставки. В гирловій області річка Інгулець має різну глибину, що коливається від 3 до 5 метрів.

Так на межі Миколаївської та Херсонської областей річка Інгулець має глибину 3,5 метри (рисунок 4.3).

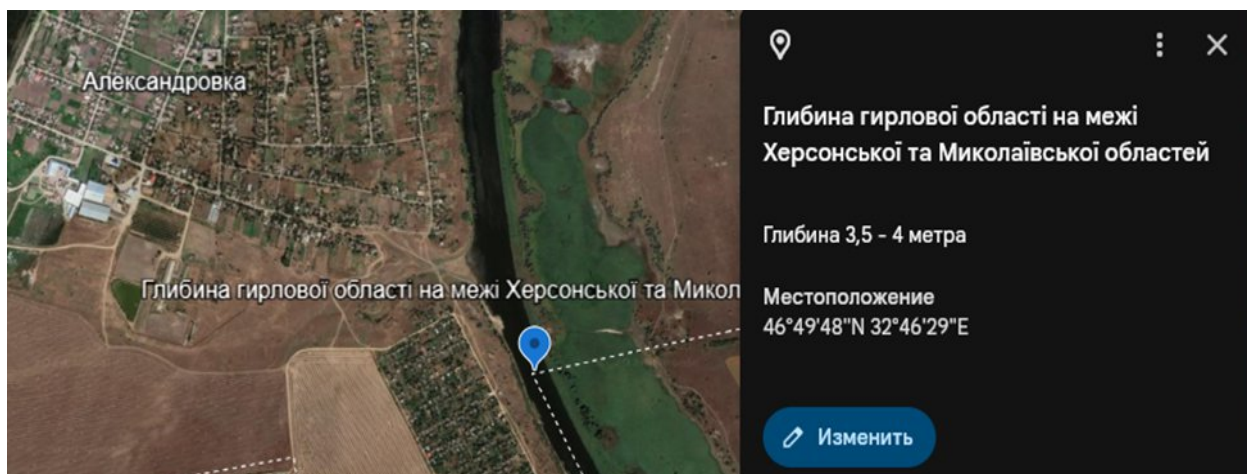


Рисунок 4.3 – Глибина річки на межі Херсонської та Миколаївської областей [20]

Рухаючись далі по руслу річки до гирла, біля сіл Федорівка та Федорівська Печера глибина річки Інгулець теж має позначку у 3,5 метри (рисунок 4.4).

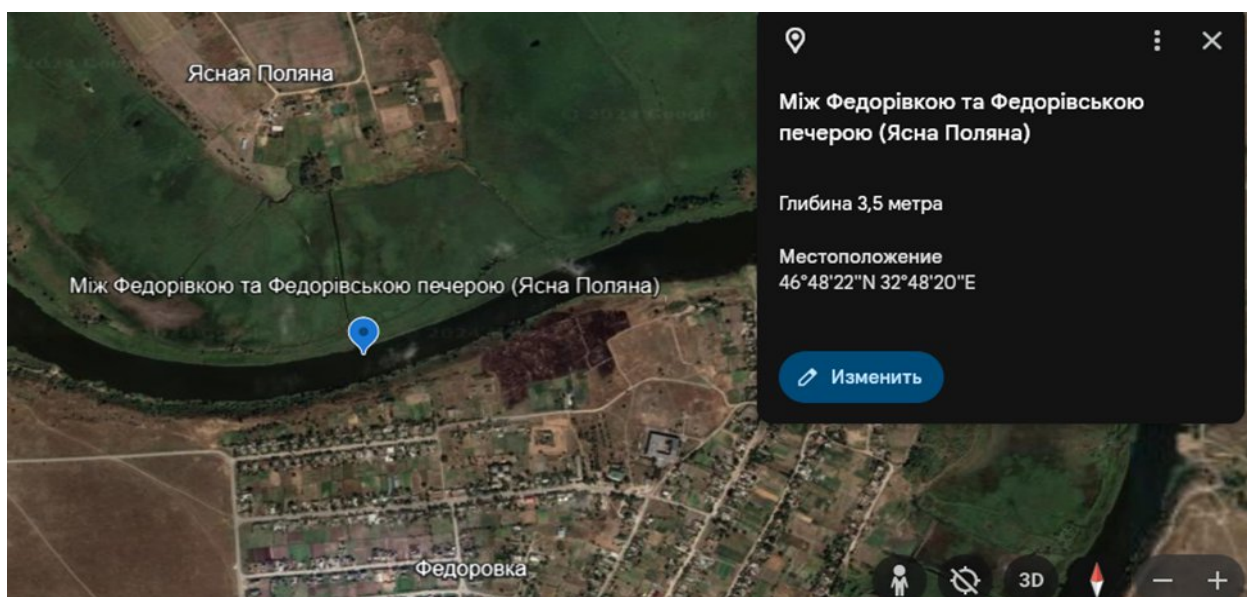


Рисунок 4.4 – Глибина річки біля села Федорівка [21]

Між селами Інгулець та Федорівка глибина сягає 2 метри (рисунок 4.5).

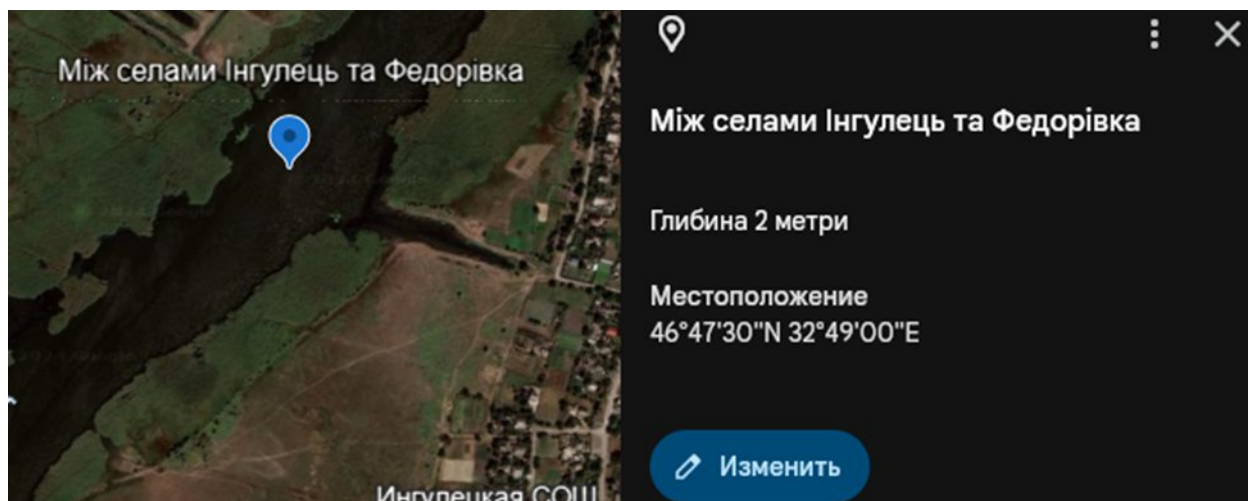


Рисунок 4.5 – Глибина річки Інгулець між селами Інгулець та Федорівка [22]

Рухаючись далі за руслом біля Дар'ївських виправних колоній №110 та №105 глибина річки становить 5 метрів (рисунок 4.6).

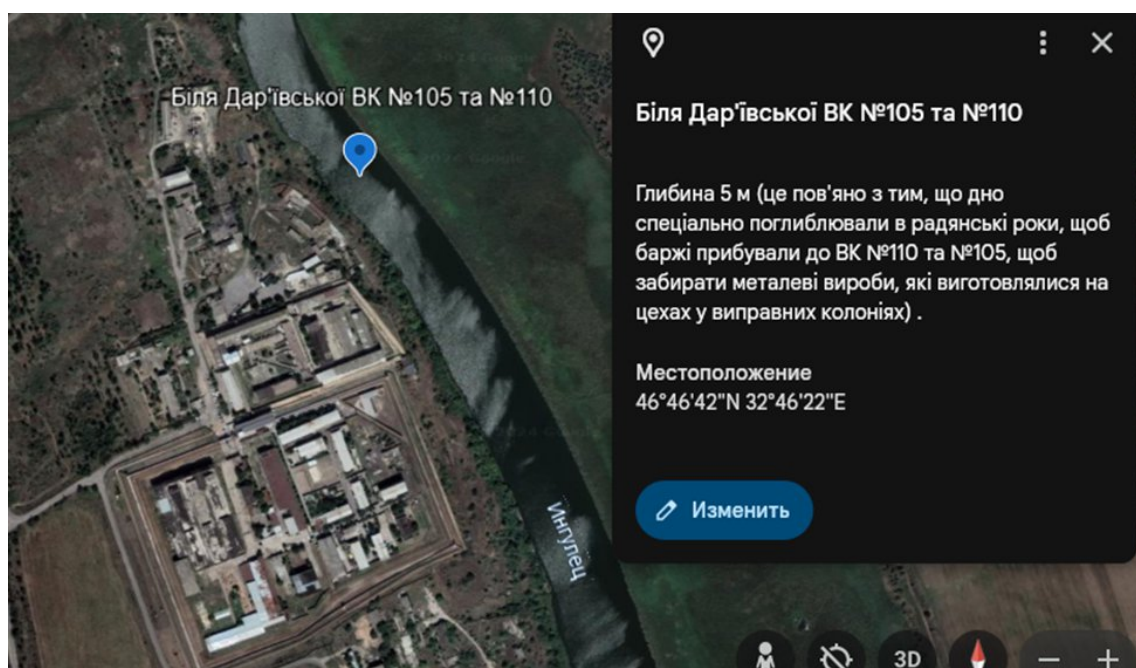


Рисунок 4.6 – Глибина річки Інгулець біля ВК №110 та №105 [23]

Навпроти пляжу Кладкіна, що розташований на березі річки в населеному пункті село Дар'ївка, глибина Інгульця сягає 5 метрів (рисунок 4.7). Це теж пов'язано з тим, що в радянські часи від гирла до виправних колоній №110 та №105 курсували баржі, а для їх комфортного та надійного руху річку поглиблювали спеціальними річковими драгами.

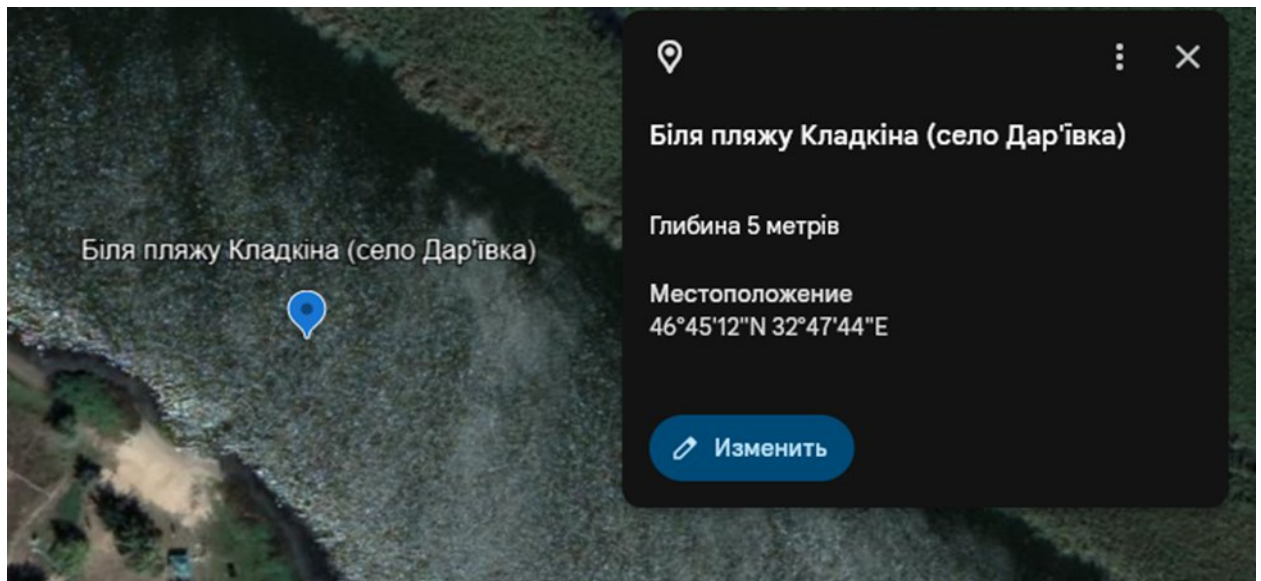


Рисунок 4.7 – Глибина річки Інгулець біля пляжу Кладкіна (село Дар'ївка)

[24]

Дуже специфічним явищем є глибинне питання річки Інгулець в самому гирлі між селами Микільське та Садове. В Інгулецькому лимані глибина 3 метри (рисунок 4.8), а поблизу за 25-30 метрів в головному руслі річки Інгулець глибина сягає 5 метрів (рисунок 4.9).

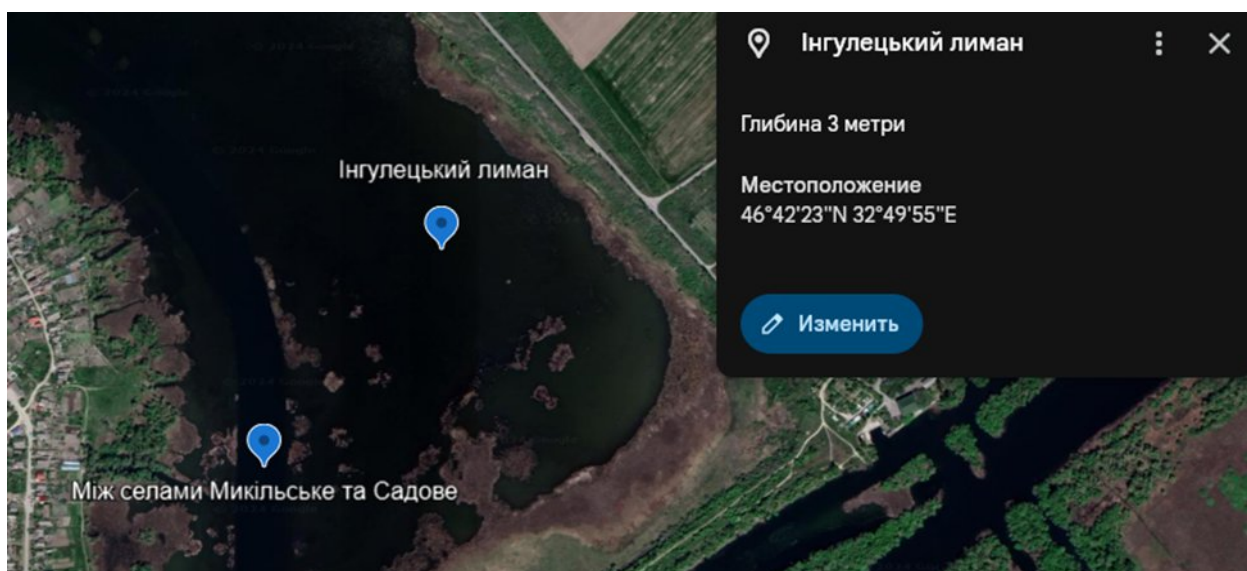


Рисунок 4.8 – Глибина Інгулецького лиману [25]

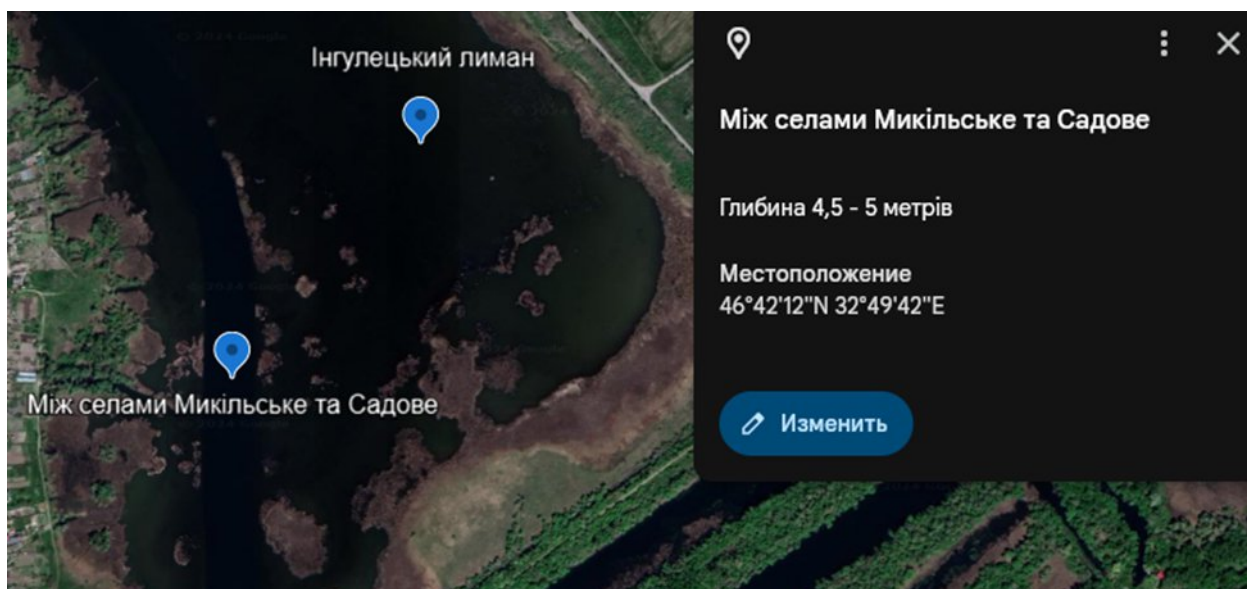


Рисунок 4.9 – Глибина річки Інгулець між населеними пунктами Микільське та Садове [26]

Це пов'язано, по-перше, з геолого-геоморфологічною складовою гідрологічного характеру. А по-друге, це ще має антропогенний фактор. В ті ж радянські часи, під час заглиблення гирла річки Інгулець драгами було вилучено велику кількість мулу, що осідала в плавнях річки. Таким чином, в місцях викиду мулу утворювалися міні-островки, що мали свою мікроекосистему та гідрологію. Також ці плавні були на кшталт умовним

кордоном між самою річкою та Інгулецьким лиманом. Якщо зробити умовний глибинний площинний розріз, то можна побачити, що саме ці міні-островки у плавнях є височинним бар'єром між річкою та лиманом.

Біля острова Сомова Коса, що утворюється внаслідок злиття річкою-рукавом (а ще є версія щодо ерику (єрику) річки Дніпро) Інгулка та річкою Інгулець, глибина сягає 5 метрів (рисунок 4.10). Це теж пов'язано із заглибленням русла річки Інгулець та загальним похилом річки у рельєфному відношенні.

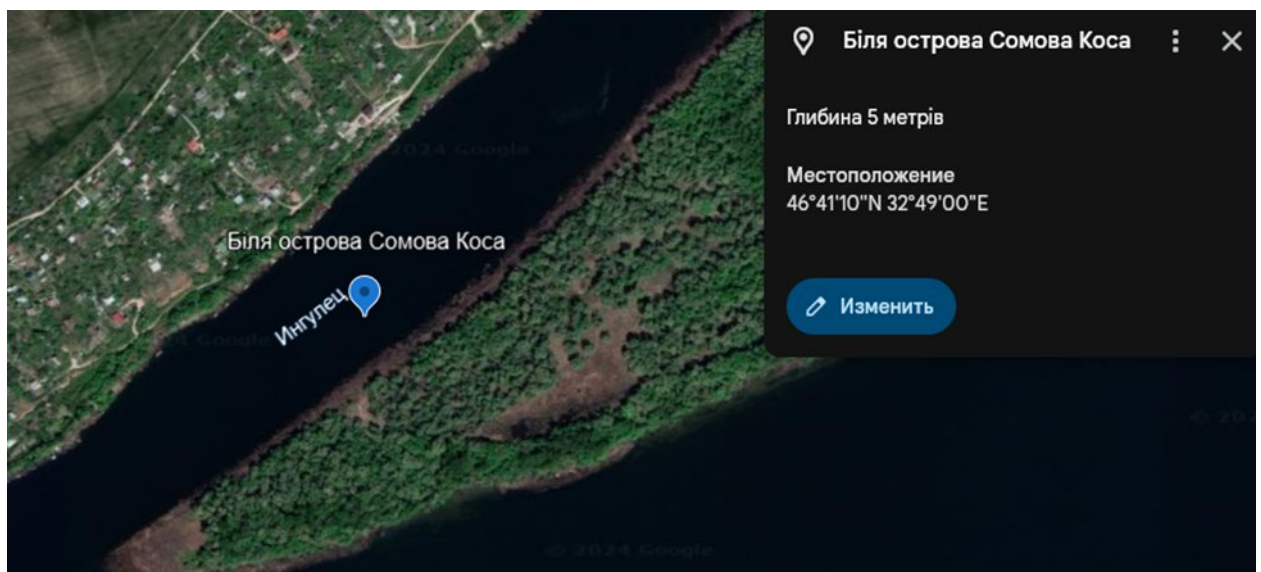


Рисунок 4.10 – Глибина річки Інгулець біля острова Сомова Коса [27]

Довжина річки Інгулець від межі Миколаївської та Херсонської областей до самого гирла становить 37,23 км (рисунок 4.11).

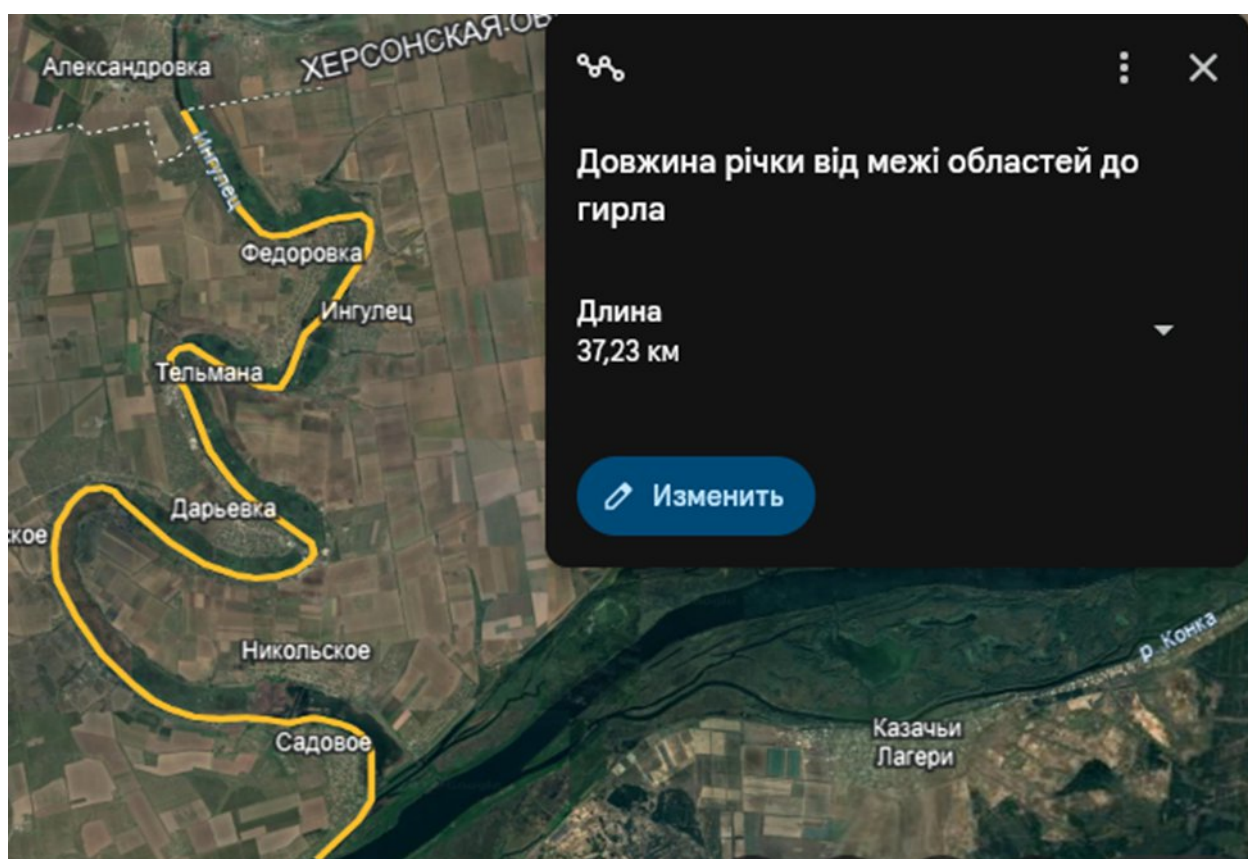


Рисунок 4.11 – Довжина річки Інгулець [28]

Ширина річки Інгулець має різні показники:

1) на межі Миколаївської та Херсонської областей ширина сягає 96,03 м (рисунок 4.12);

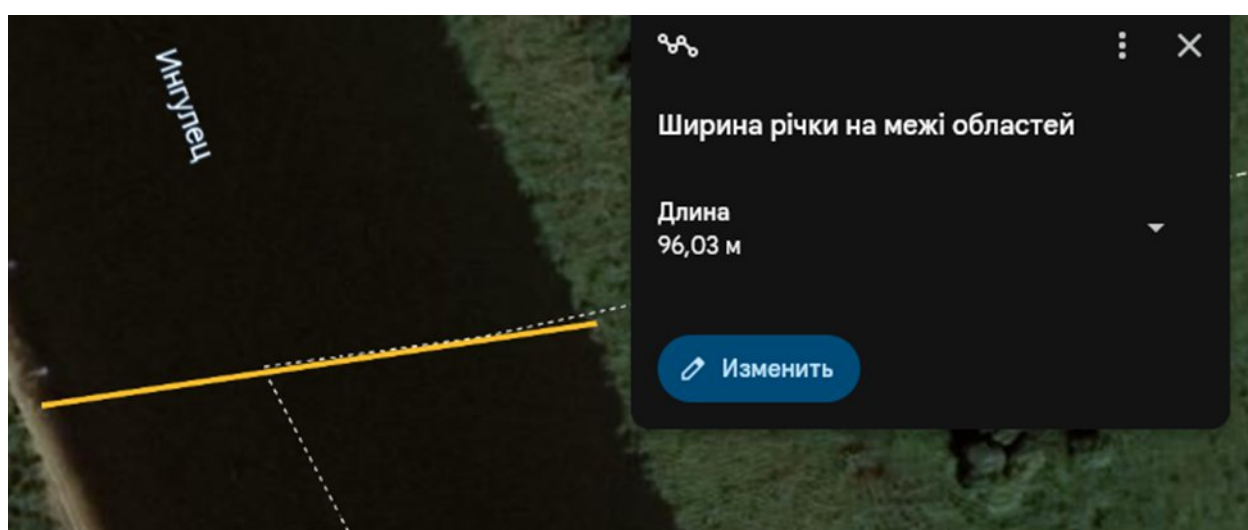


Рисунок 4.12 – Ширина річки Інгулець на межі Миколаївської та Херсонської областей [29]

2) на окраїнах села Федорівка ширина сягає приблизно 150 метрів (рисунок 4.13);

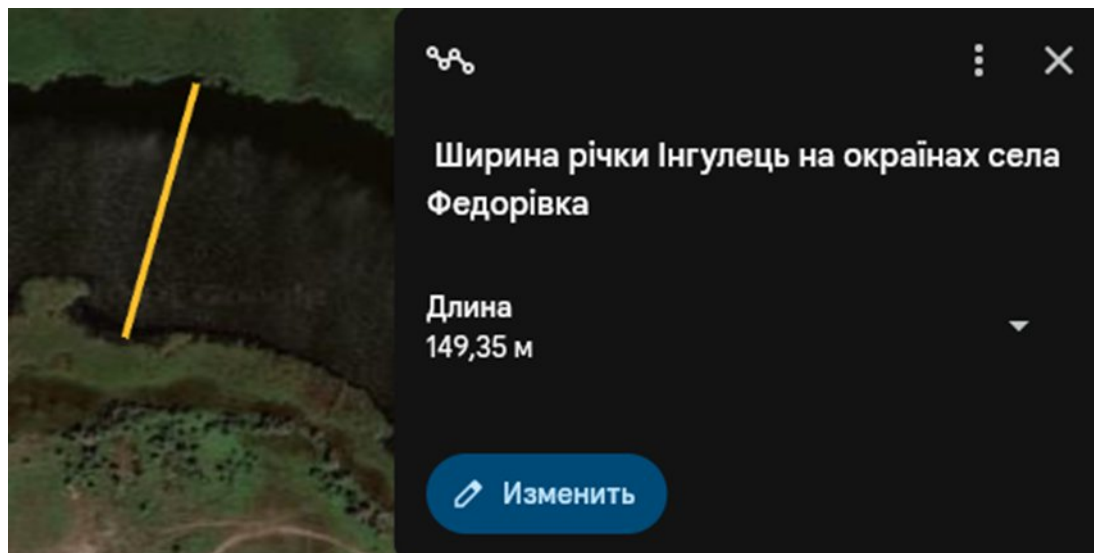


Рисунок 4.13 – Ширина річки Інгулець на окраїнах села Федорівка [30]

3) між селами Ульянівка та Інгулець даний показник сягає майже 344 м (рисунок 4.14);

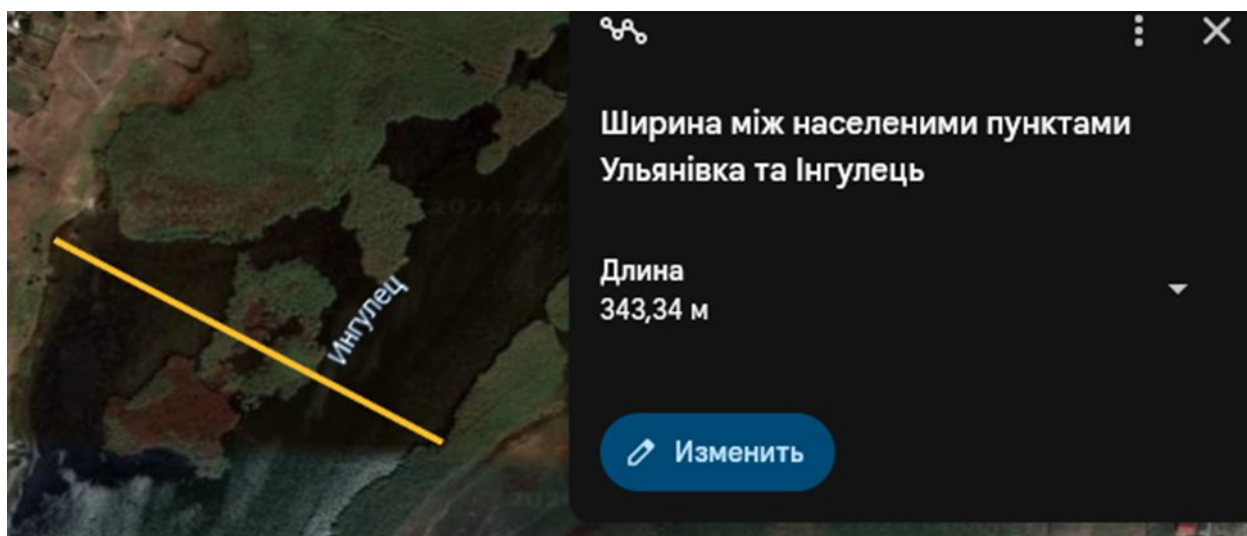


Рисунок 4.14 – Ширина між населеними пунктами Ульянівка та Інгулець [31]

4) в місці, де починається Інгулецький лиман (де-факто, найширше місце

гирла) ширина відзначається більше 900 м (рисунок 4.15).

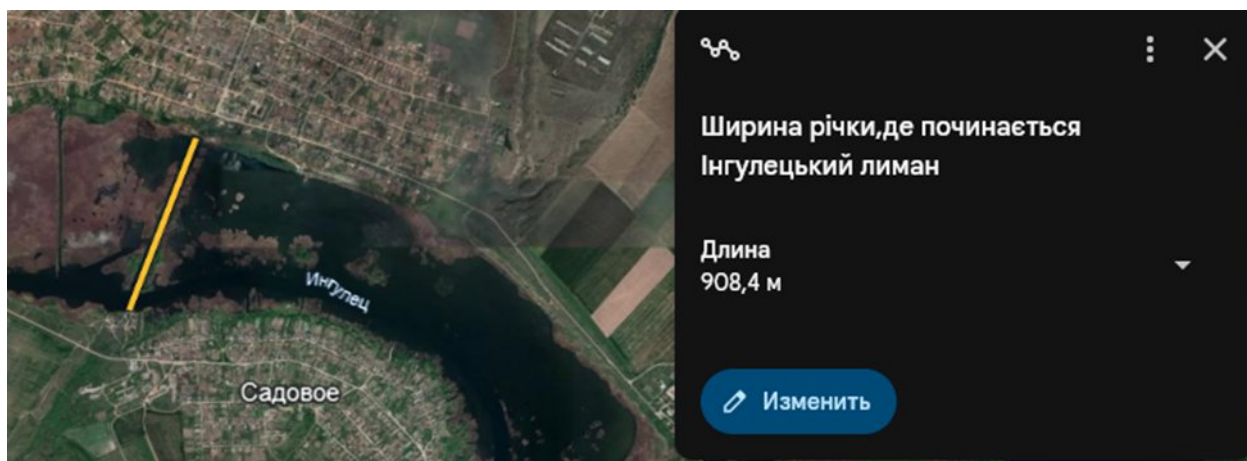


Рисунок 4.15 – Найширше місце річки Інгулець [32]

Дана інформація щодо площі, глибини, довжини та ширини річки Інгулець та його гирлової області взята із сервісу Google Планета Земля (аккаунт alkabindas03@gmail.com).

Також слід зауважити, що останні події пов'язані з військовими діями мають не тільки військове значення, а безпосередній вплив на природне середовище та умови річки Інгулець.

Особисті спостереження (хронологія) за підйомом рівня річки Інгулець при прориві дамби Каховської ГЕС

6 червня – вранці о 8:00 підйом рівня води біля пляжу Кладкіна (крутий схил та берег річки Інгулець) в населеному пункті Дар'ївка сягав 15 см (при тому, сам пляж не є рівнинним, а має поступовий спуск до річки, крутизна приблизно 5°). Через півтора години цей показник досягав рівня колін і вода почала прибувати до місцезнаходження колодязя, який перебуває на 1 м вище рівня пляжу. Приблизно в опівдні вода затопила не тільки весь пляж на 1 метр, а й почала поступово затоплювати правобережну частину долини річки Інгульця в межах пляжу площинно і, відповідно, показник підйому вже становив в ріст людини по груди (приблизно 1,5 м). Щодо ситуації на

протилежній стороні населеного пункту, де схил більш пологий, то за такий же проміжок часу були затоплені присадибні ділянки (городи) місцевих жителів майже повністю. На вечір ситуація була такою що крутий берег поступово затоплювався і висота затоплення (підйому рівня води) не мав такого помітного виду, хоча на протилежному лівобережному схилі почалися затоплюватися фермерські поля, точніше їх придолинна окраїна. На похилому схилі села Дар'ївка вода на вечір вже почала поступово потрапляти до будівель та житла місцевих жителів, особливо це було помітно на найнижчій вулиці села Полтавській.

7 червня – за ніч вода затопила не тільки половину ділянку житла жителів, а підйом рівня води сягав 3,5 м від рівня річки. Похилий берег був помітно затоплений, а крутий – ні, бо висота над рівнем річки на цій ділянці села сягає 6,7 м.

З 8 по 10 червня вода прибувала із середньою швидкістю, оскільки затоплювалася не конкретна ділянка, а долина річки Інгулець в межах села Дар'ївка, а це вже площинний фактор. Поступово за цей час на вулиці Полтавській (пологий берег) були затоплені майже всі житлові будинки по висоті до рівня кривлі. На території села з крутим берегом вода поступово підійшла до рівня присадибних ділянок (городів), що знаходяться на висоті 6 м над рівнем води річки.

З 10 по 13 червня підйом рівня води зупинився, оскільки наступив момент апогею підйому. Даний період протримався до 15 червня.

З 16 по 22 червня вода поступово відійшла залишивши після себе купу сміття та інших відходів антропогенної життєдіяльності.

При підйомі рівня річки Інгулець швидкість протитечії був значним – біля Дар'ївського мосту знаходився рибацький місток, який було зруйновану руйнівним потоком води та за декілька хвилин він перебував вже біля сусіднього села Зарічне (лівий берег Інгульця), а це відстань майже у 3 км (від місця руйнування містка). Вражаючими були погляди жителів, що спостерігали, з якою швидкістю та що несе потужний руйнівний водний потік.

4.2. Зміни у гідрологічному середовищі

За період з 2020 по 2024 роки гідрологічне середовище гирлової області річки Інгулець зазнало значних змін, які зумовлені як природними, так і антропогенними чинниками.

Щодо зарегульованості річкового стоку, то річка Інгулець має високий рівень зарегульованості стоку — 81%, що свідчить про значний вплив водогосподарських споруд на її гідрологічний режим [33, 34]. Але даний коефіцієнт у 81% зарегульованості стоку стосується, насамперед, верхів'я та середньої течії річки. Річковий стік у гирловій та пригирловій частинах басейну складає приблизно 20 % [33, 34]. Це зумовлено, насамперед, кліматичними умовами та умовами місцезонашування гирлової області, а саме розташуванням у південно-степовій (сухостеповій) зоні [8]. Що стосується зарегульованості стоку гирлової області річки Інгулець, то даний коефіцієнт складає 19 %. Даний факт спричинений зміною напрямку течії.

Що стосується зміни напрямку течії, то під час вегетаційного періоду вода в гирловій ділянці Інгульця рухається у зворотному напрямку — від Дніпра до Інгулецького каналу, забезпечуючи зрошення сільськогосподарських угідь у Миколаївській та Херсонській областях. Вода проходить до водозабору головної насосної станції (яка, у свою чергу, знаходиться на правому березі річки Інгулець, нижче за течією від міста Снігурівка, на віддалі 83 км від гирла річки.), далі — до Інгулецького каналу і звідси — в міжгосподарські розподільні канали Миколаївської і Херсонської областей, також в Жовтнєве водосховище для водопостачання м. Миколаєва [35].

До зарегулювання стоку, під час повеней рівень води піднімався в річці на 5-6 м, а іноді і до 8 м. Модуль стоку 0,75-0,5 л/с×км. Річний об'єм стоку в середньому дорівнює 360 млн/м³, в маловодні роки 40,6 млн/м³. Живлення мішане, переважно снігове, повинь на протязі квітня-початку травня, решта

року – межень, взимку і восени трапляються паводки. В зимовий період замерзає. Середні дати початку льодоставу до глобального потепління клімату в останні 20 років припадали на 7-12 грудня, число днів з льодовими явищами 110-115. Товщина льоду сягала 20-35 см. Скресала ріка 14-16 березня. Зараз через теплі зими льодостав на річці нестійкий, малопотужний [33].

Якщо взяти до уваги гідроморфологічні особливості, то гирлова ділянка Інгульця характеризується скринеподібною, терасованою долиною шириною до 3–5 км, з меандруючим руслом. Швидкість течії в межень становить 0,2–0,8 м/с, під час повені — до 1,5 м/с [36].

Щодо швидкості течії, слід зазначити наступне – після підриву Каховської ГЕС у червні 2023 року гідрологічна ситуація в річці Інгулець зазнала суттєвих змін. Однак точні дані щодо швидкості течії річки Інгулець під час цієї катастрофи наразі відсутні у відкритих джерелах. Відповідно, відомо, що внаслідок Каховської катастрофи, тобто руйнування греблі Каховської ГЕС, відбулося різке підвищення рівня води, що призвело до затоплення низинних територій та населених пунктів. Також спостерігалася зворотна течія в гирловій частині річки, коли вода рухалася від Дніпра до Інгульця [37].

Щодо впливу екстремальних гідрологічних явищ, то у 2023 році відбулося різке підвищення рівня води в річці Інгулець, що спричинило підтоплення населених пунктів долини даної річки вгору по річці до села Новогредневе (що знаходиться за 128 км по річці Інгулець) [38, 39].

Відповідно, дані критерії змін гідрологічного середовища річки Інгулець існували як у довоєнний етап, так і у докатастрофічний, проте у післякатастрофічному етапі ці зміни майже не проявляються. Окрім деяких гідрохімічних особливостей – частина забруднюючих часток від Криворізького промислового району потрапляють за течією до гирлової області, але показники забруднюючих речовин знаходяться на рівні довоєнного етапу. Тобто, можна сказати, що долина річки Інгулець, в тому числі і гирлова область, повернулася до свого довоєнного природного

існування та антропологічного навантаження у вигляді як водокористування, так і водоспоживання. Наразі забруднення гирлової області відбувається за рахунок вибухів снарядів на території долини річки в межах Дар'ївської територіальної громади. Дане забруднення представлене важкими металами.

Для більш детального ознайомлення із гідрохімічними показниками забруднення як гирлової області річки Інгулець, так і самої долини річки (середньої течії) можна звернутися до офіційного веб-порталу Державної екологічної інспекції України Південний округ [40]. Відповідно, у вкладці «Новини» можна переглянути архів (за датами) основну інформацію щодо екологічного моніторингу та екологічного стану території Південного округу, а також інформацію щодо якості поверхневої води р. Дніпро та р. Інгулець (Херсонська область) станом на певну дату, особливо, що стосується датування під час Каховської катастрофи.

Наприклад. Спеціалістами Державної екологічної інспекції Південного округу 08.06.2023 відібрано проби поверхневої води р. Дніпро в районі Херсонської територіальної громади, а саме: навпроти Старого Яхт клубу, та р. Інгулець в районі с. Дар'ївки. За результатами проведених досліджень вміст нафтопродуктів у р. Дніпро та р. Інгулець складає 0.2 мг/дм^3 , що не є перевищення ГДК для задоволення господарсько-побутових потреб населенням при нормі $0,3 \text{ мг/дм}^3$. Розчинний кисень складає $4,20 \text{ мг/дм}^3$ при нормі $4,00 \text{ мг/дм}^3$. У порівнянні з пробом, яка відібрана 07.06.2023 знизився на 42% [41].

4.3. Зміни в біологічному середовищі

Біологічне середовище річки Інгулець представлене рослинним та тваринним світом. Відповідно моніторинг змін у даному середовищі ми робили за допомогою супутникових знімків. Але аналіз цих знімків стосувався, насамперед, рослинного покриву, тобто стану рослинності. Проводився цей аналіз за допомогою показника рослинності – NDVI.

Відповідно аналіз супутникових знімків супутника Sentinel-2 проводився за допомогою баз даних (платформ-хабів) Sentinel-Hub EO Browser та Copernicus Browser.

Для аналізу супутникових знімків було обрано літній місяць серпень кожного року часового проміжку 2020 – 2024 роки. Відповідно, на рисунку 4.16 представлений показник NDVI за період спостереження.

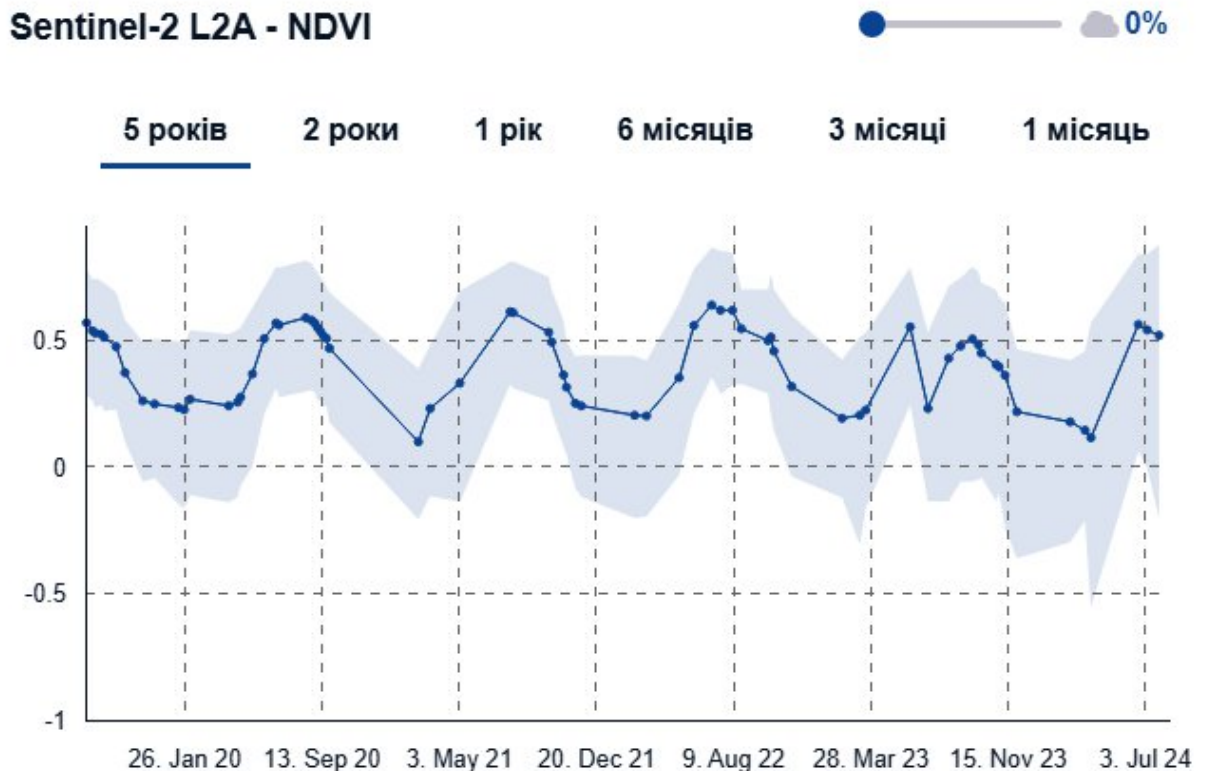


Рисунок 4.16 – Скриншот графіку показника рослинності NDVI за період спостереження 2020-2024 роки зі сайту Sentinel-Hub EO Browser

Аналізуючи даний скриншот можна сказати, що показник рослинності мав природній темп, проте є деякі проміжки часу, де цей показник мав різкий спад та, навпаки, підняття (коливання коефіцієнту від 0,21 до 0,69). Це спричинено різними факторами. Так, в осінньо-весняний період 2020-2021 років був спад, який спричинений підпалом місцевих мисливців, для полювання на дику птицю, що мешкає в плавнях на території Дар'ївської громади. Даний інцидент ніде майже не запротоколюваний, оскільки це був

локалітет випадку і місцева влада не завжди на це звертала уваги. Мешканці – так, а влада – нажаль, ні. Тим паче, що це було у довоєнний період.

Потім даний показник відновився до свого природного стану. Навіть, під час окупації території Дар'ївської територіальної громади, у межах долини річки Інгулець, тобто її гирлової та пригирлової області, не було помічено серйозних зрушень.

Але після деокупації, на початку літа 2023 року, гирлова та пригирлова область зазнали суттєвих змін внаслідок Каховської катастрофи. Відповідно, даний контекст помітно з вищевказаного скриншоту, де показано, як різко змінився показник рослинності території дослідження.

Більш детально розглянути хронологічні рамки моніторингу показника рослинності гирлової області ми можемо на рисунках 4.17 – 4.32.

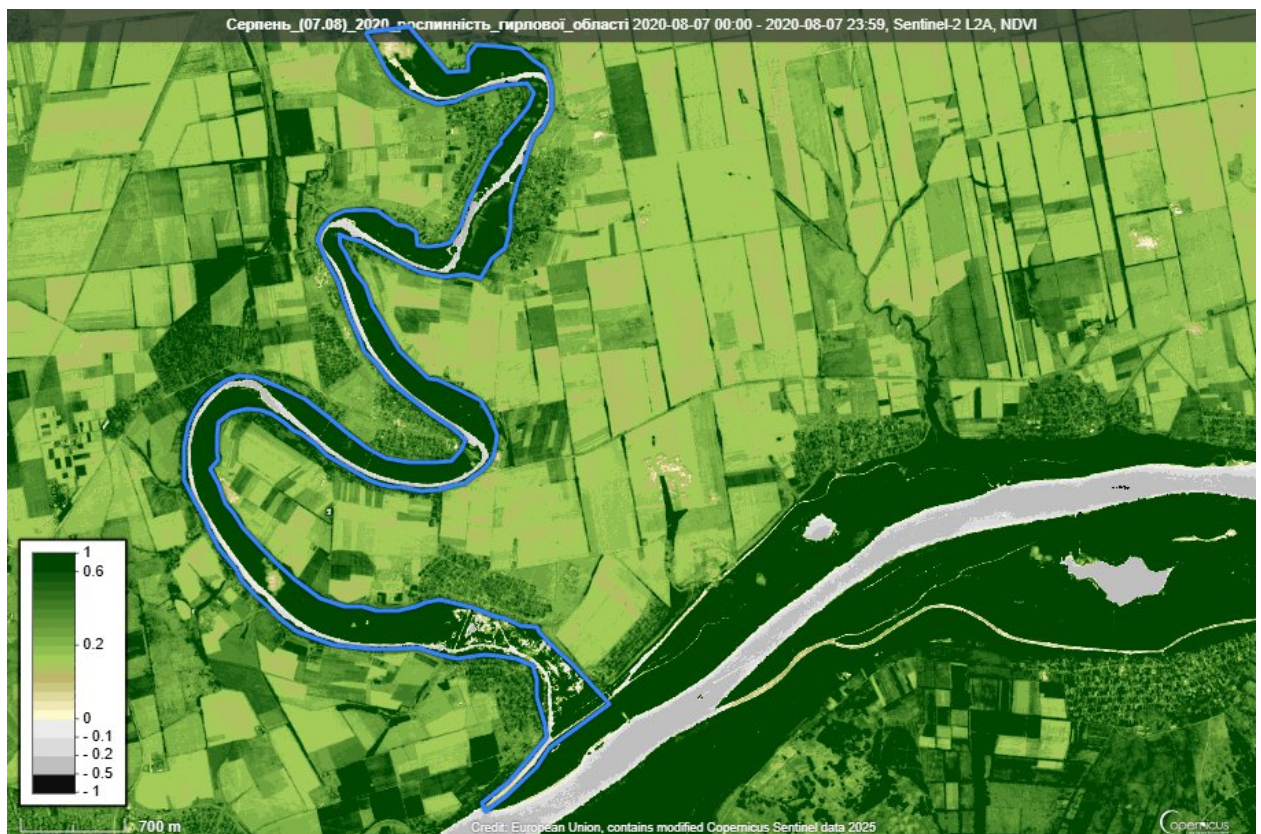


Рисунок 4.17 – Район дослідження (гирлова та пригирлова область річки Інгулець) щодо показника рослинності станом на 07.08.2020 р. [42]

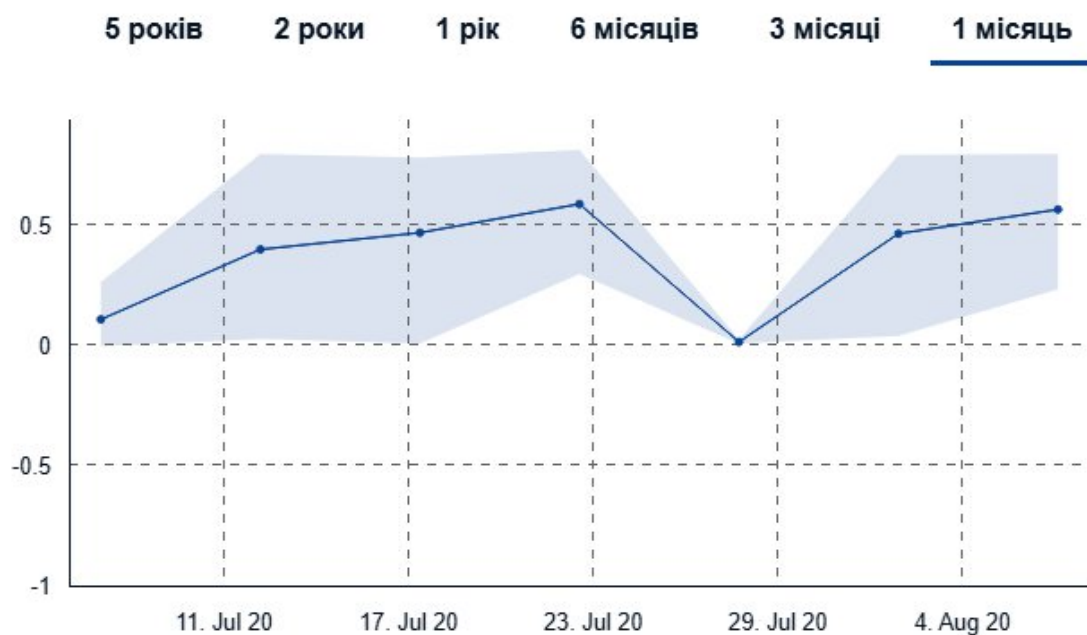


Рисунок 4.18 – Скриншот графіку показника рослинності NDVI за період спостереження на 07.08.2020 р. зі сайту Copernicus Browser

Відповідно, на рисунках 4.17 та 4.18 ми бачимо територію дослідження та графік зміни показника рослинності, особливо на кінець липня 2020 року (як видно на графіку, показник NDVI після 23 липня 2020 року різко знизився майже до нульової відмітки). Знову ж таки це спричинено пожежами на території плавнів гирлової та пригирлової області. Дані явища, як пожежі, на території гирлової та пригирлової області виникали і наразі виникають часто, але з різних причин.

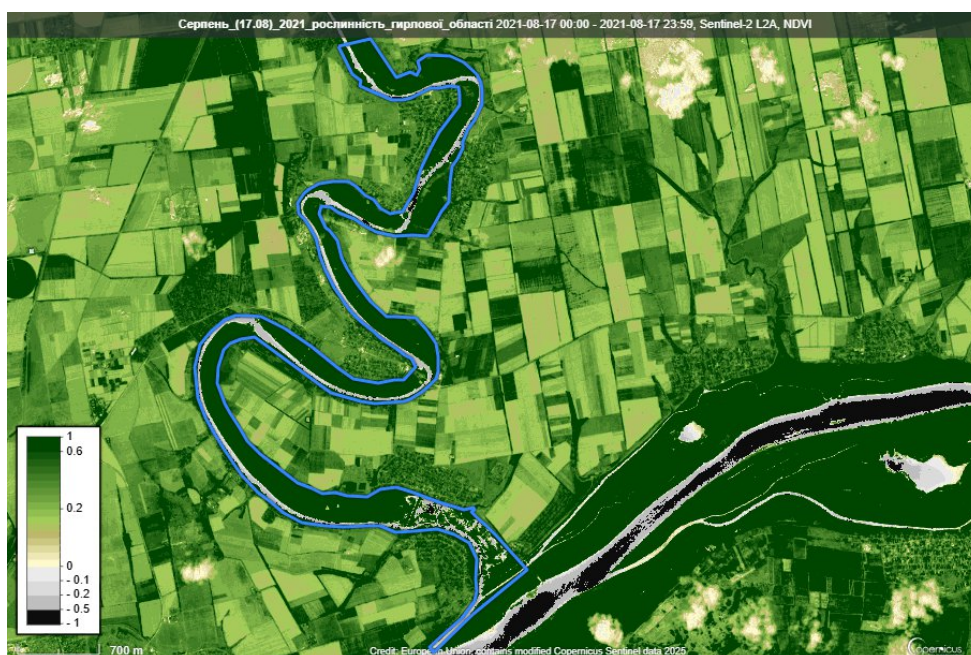


Рисунок 4.19 – Район дослідження (гирлова та пригирлова область річки Інгулець) щодо показника рослинності станом на 17.08.2021 р. [43]

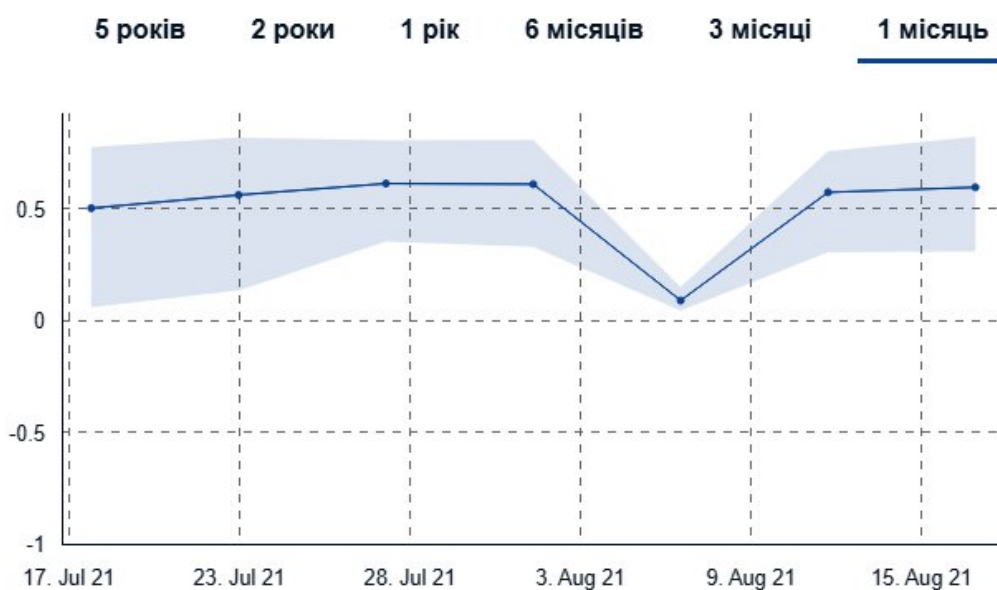


Рисунок 4.20 – Скриншот графіку показника рослинності NDVI за період спостереження на 17.08.2021 р. зі сайту Copernicus Browser

Відповідно, аналізуючи дані рисунки та графік, можна сказати, що між 3 серпня та 9 серпня 2021 року був спад показника рослинності до відмітки 0,09, а потім знову повернувся до свого постійного стану (коефіцієнт 0,55). Це

спричинено кліматичними умовами (посухами) та невеликою пожежею. Але згодом, між 9 серпня та 12 серпня були зливові дощі, що у свою чергу відновило природній хід рослинності території дослідження.

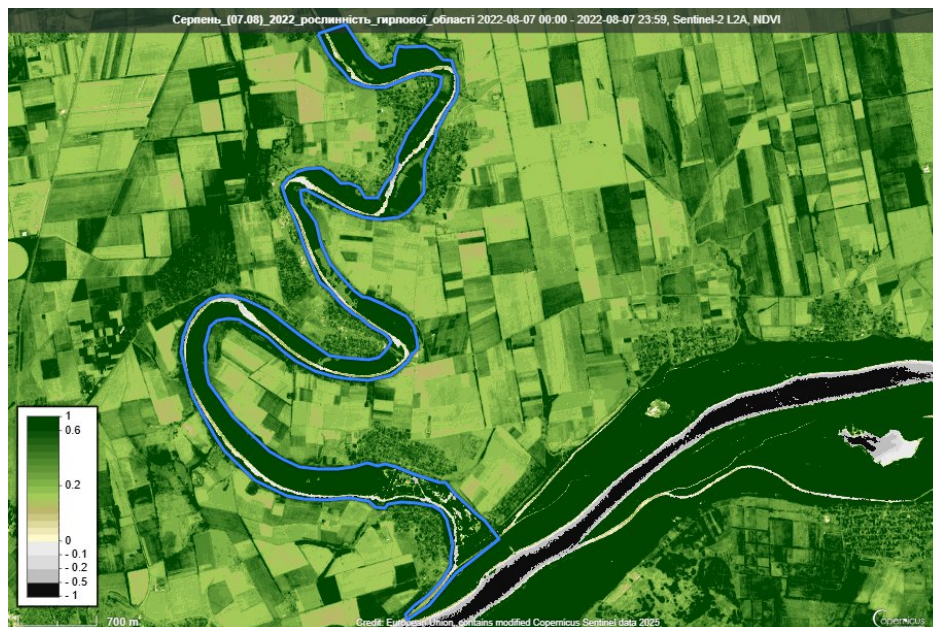


Рисунок 4.21 – Район дослідження (гирлова та пригирлова область річки Інгулець) щодо показника рослинності станом на 07.08.2022 р. [44].

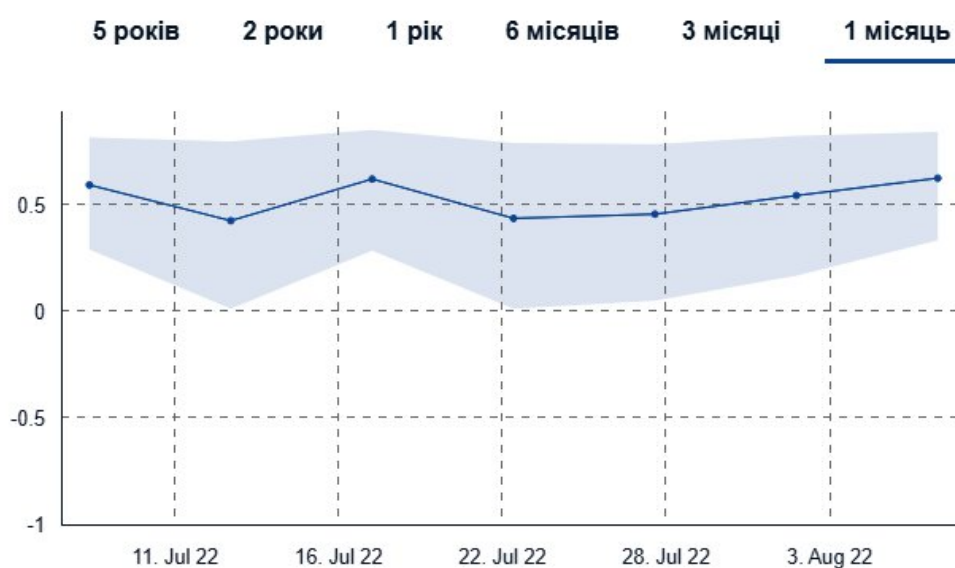


Рисунок 4.22 – Скриншот графіку показника рослинності NDVI за період спостереження на 07.08.2022 р. зі сайту Copernicus Browser

Відповідно, аналізуючи рисунок 4.21 та представлений графік на рисунку 4.22 можна сказати, що показник рослинності NDVI влітку 2022 року не мав характеру серйозних змін, тобто відбувався природній постійний стан розвитку рослинності гирлової та пригирлової області річки Інгулець. Коливання коефіцієнту показника NDVI відбувалося в межах 0,45 – 0,55.

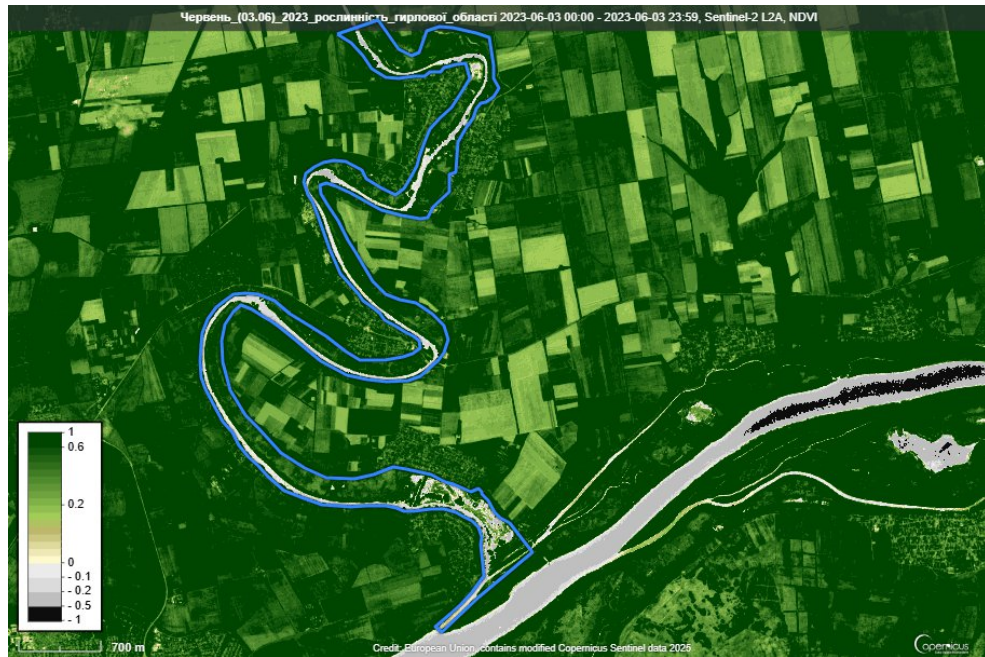


Рисунок 4.23 – Район дослідження (гирлова та пригирлова область річки Інгулець) щодо показника рослинності станом на 03.06.2023 р. [45]

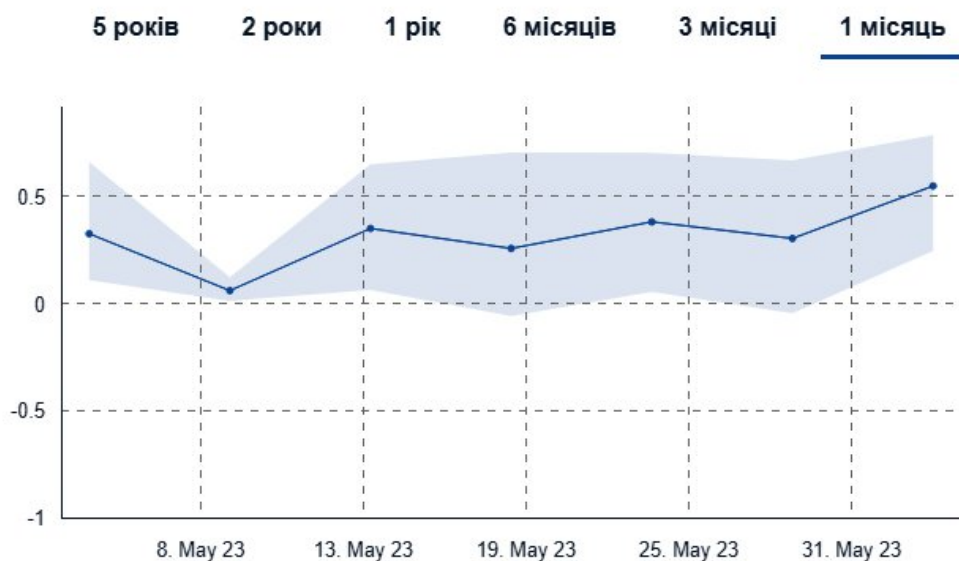


Рисунок 4.24 – Скриншот графіку показника рослинності NDVI за період спостереження на 03.06.2023 р. зі сайту Copernicus Browser

Згідно рисунку 4.23 та рисунку 4.24 можна визначити, що показник рослинності був змінений на початку травня 2023 року через пожежі, проте після дощових днів все повернулося на постійний стан. До Каховської катастрофи даний показник варіювався в межах 0,25 – 0,50.

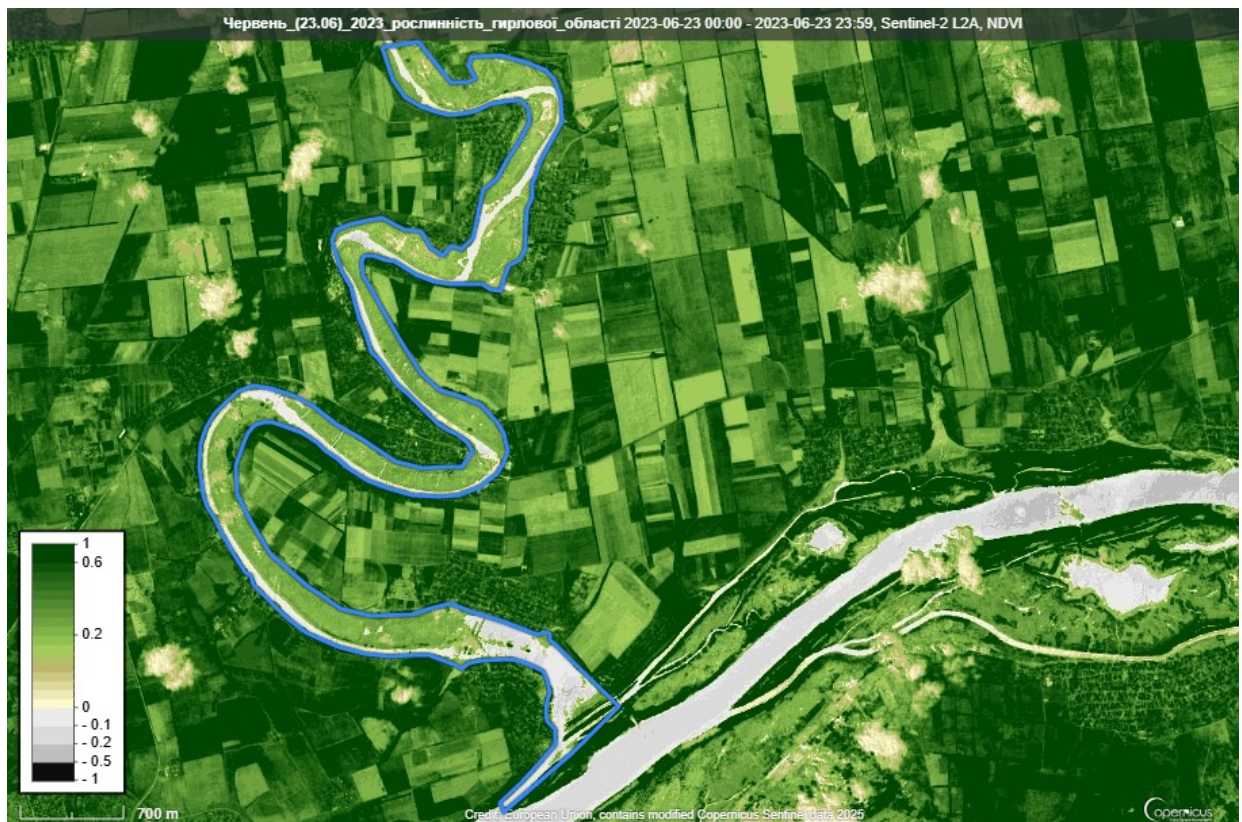


Рисунок 4.25 – Район дослідження (гирлова та пригирлова область річки Інгулець) щодо показника рослинності станом на 23.06.2023 р. [46]

Sentinel-2 L2A - NDVI

100%

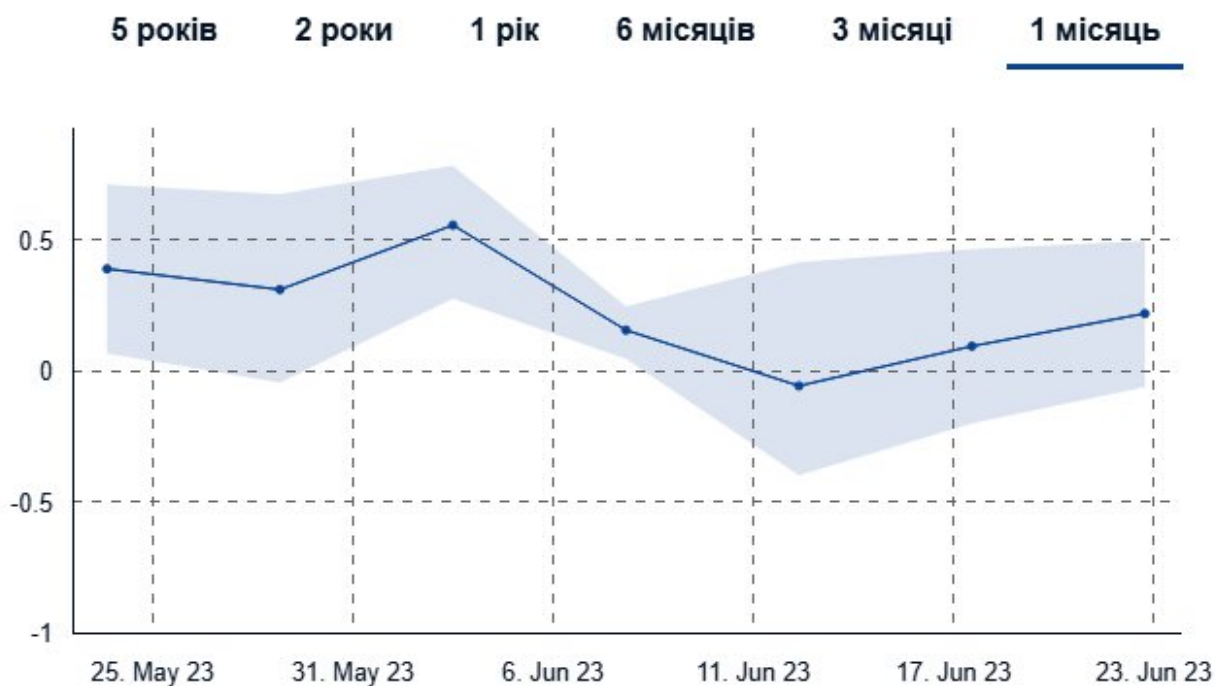


Рисунок 4.26 – Скриншот графіку показника рослинності NDVI за період спостереження на 23.06.2023 р. зі сайту Copernicus Browser

Аналізуючи графік показника рослинності території дослідження можна сказати, що коефіцієнт з 6 червня по 13 червня знизився від відмітки 0,42 до від'ємної – -0,08. Це зумовлено подіями Каховської катастрофи. Навіть, на рисунку 4.25 можна побачити, що кольорова гама виділеної області, тобто району дослідження має відносно світлий відтінок зеленого кольору, що саме говорить про затоплення плавнів (і не тільки), їх руйнування через даний процес. Проте після піку затоплення, після початку спаду рівня води на затоплених територіях, почався етап поступового покращення стану рослинності на території району дослідження. Таким чином, коефіцієнт показника рослинності NDVI поступово до 23 червня піднявся до позначки 0,25.

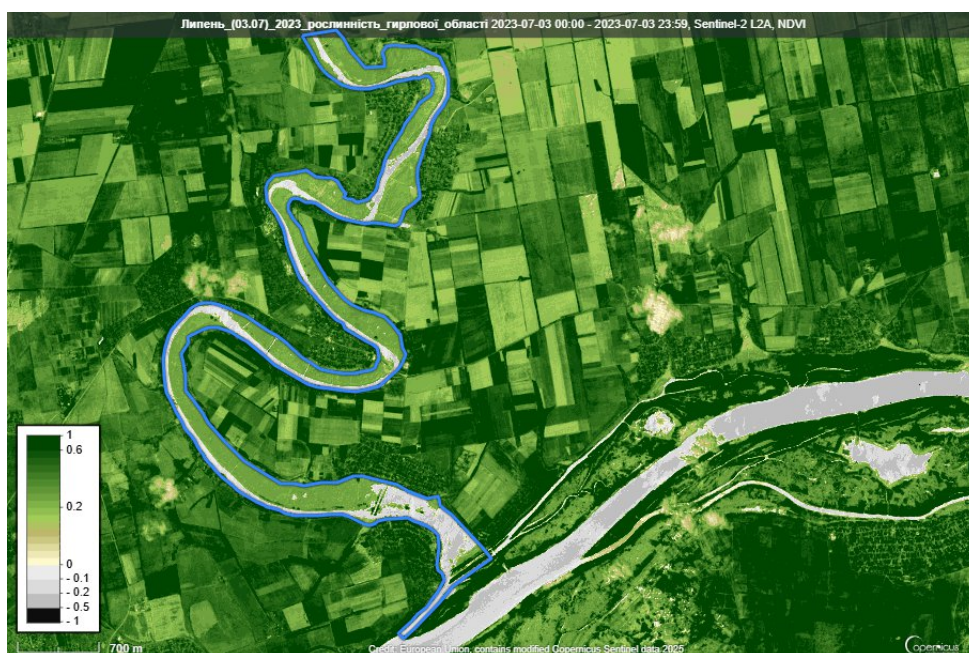


Рисунок 4.27 – Район дослідження (гирлова та пригирлова область річки Інгулець) щодо показника рослинності станом на 03.07.2023 р. [47]

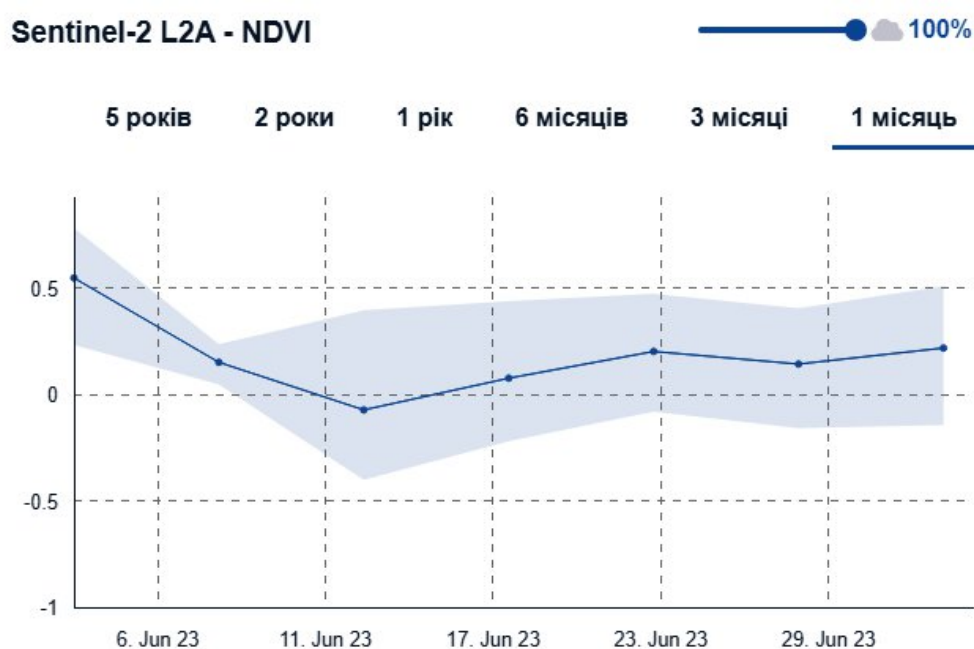


Рисунок 4.28 – Скриншот графіку показника рослинності NDVI за період спостереження на 03.07.2023 р. зі сайту Copernicus Browser

Як видно на графіку рисунку 4.28 показник (коефіцієнт) рослинності району дослідження станом на 3 липня 2023 року поступово вирівнювся та коливався в межах 0,15 – 0,25. Кольорова гама на рисунку 4.27 виділеної

області показує, що показник знаходиться на рівні додатніх коефіцієнтів, але район дослідження ще оговтується від затоплення і рослинність на більшості території зруйнована під дією потужної товщі (маси) води (внаслідок затоплення). В даному контексті розуміється, що заплавна рослинність зазнала більшого впливу, а водна, тобто та, що розташовується у водній товщі річки (річкові водорості і т.д.), зазнала меншого впливу (та, що добре укорінилася).

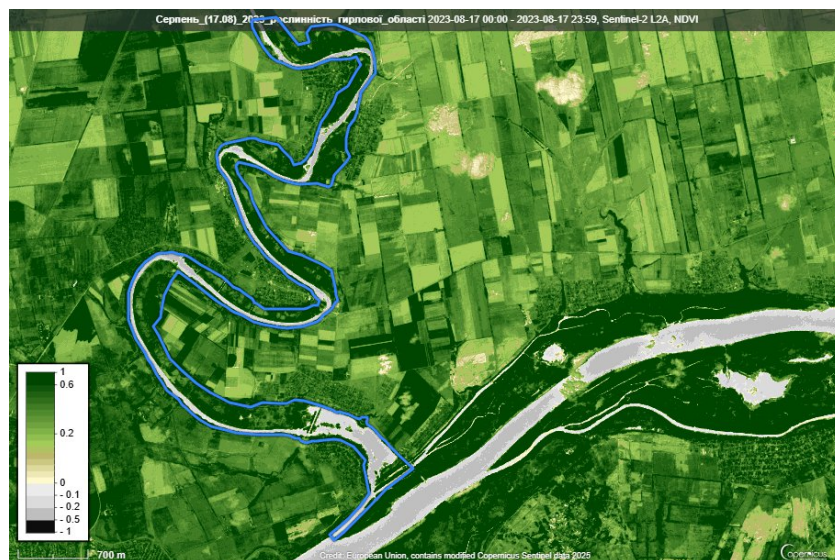


Рисунок 4.29 – Район дослідження (гирлова та пригирлова область річки Інгулець) щодо показника рослинності станом на 17.08.2023 р. [48]

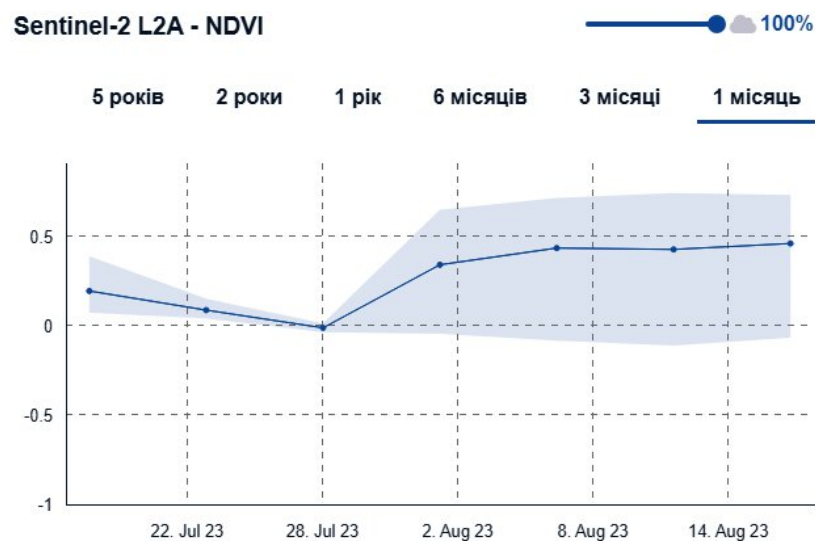


Рисунок 4.30 – Скриншот графіку показника рослинності NDVI за період спостереження на 17.08.2023 р. зі сайту Copernicus Browser

Як видно на графіку із рисунку 4.30, показник рослинності на кінець липня 2023 року все-таки впав до нульової відмітки, проте через деякий час почав реабілітуватися та відновився до своїх природніх значень на відмітці в межах 0,40 – 0,50. Даний спад пов'язаний як з кліматичними умовами, пожежею (внаслідок вибуху снарядів на території Дар'ївської громади в межах гирлової та пригирлової області долини річки Інгулець), так і поступовим логічним процесом в'ялення рослинності після повного спаду рівня води після затоплення. Таким чином, поєднання декількох факторів зумовило тимчасовий спад, але після триденних опадів у вигляді дощу все почало відновлюватися.

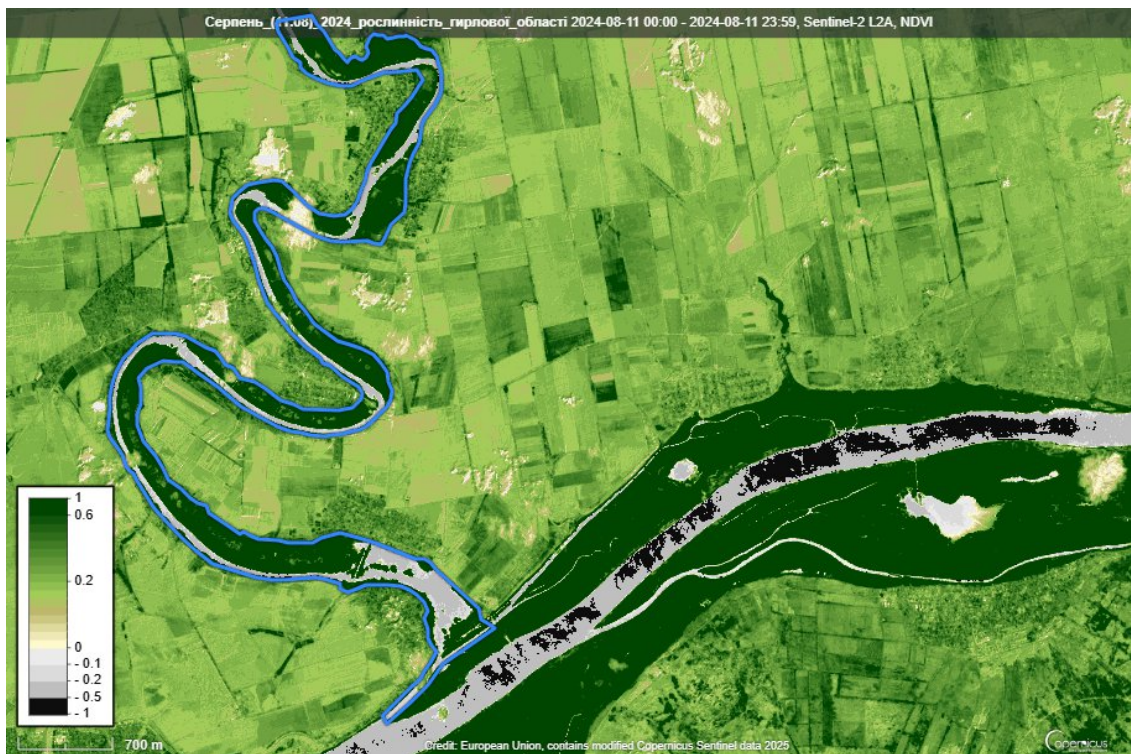


Рисунок 4.31 – Скриншот району дослідження (гирлова та пригирлова область річки Інгулець) щодо показника рослинності станом на 11.08.2024 р. зі сайту Copernicus Browser

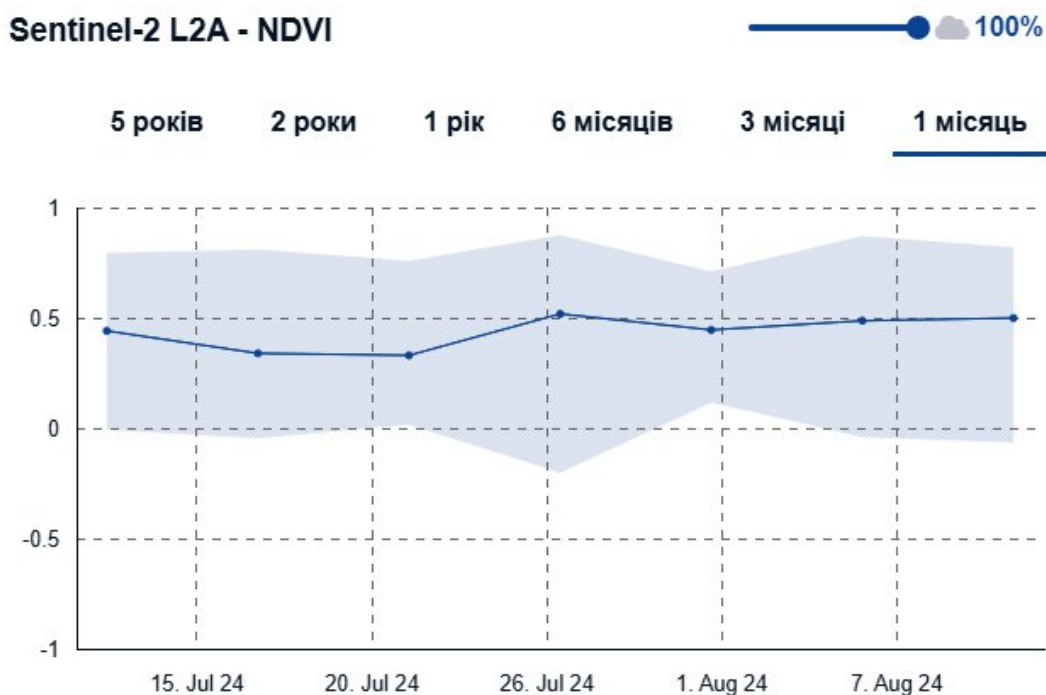


Рисунок 4.32 – Скриншот графіку показника рослинності NDVI за період спостереження на 11.08.2024 р. зі сайту Copernicus Browser

Аналізуючи даний графік рисунку 4.32 можна сказати, що після року Каховської катастрофи, показник рослинності не тільки коливається в межах 0,25 – 0,50, але й поступово регулюється на рівні (відмітці) 0,50. Тому, можна вважати, що це гарний показник, який показує відновленість рослинного покриву на території району дослідження, тобто у гирловій та пригирловій області.

Звичайно, що вегетаційний період на більшій частині території України починається в кінці березня, а закінчується в кінці жовтня. На зміну вегетаційному періоду приходить період спокою у рослин [49]. Відповідно, не оминається дана констатація й гирлової та пригирлової області річки Інгулець.

Щодо коливань коефіцієнту показника рослинності NDVI, то вони спричинені у більшості випадків (якщо взяти до уваги довоєнний період) кліматичними умовами та пожежами (час від часу). Під час окупації даний показник більш-менш знаходився на нормальному (спокійному) природньому постійному стані. Проте в період деокупації показник мав характер серйозних

змін, які були спричинені у більшості випадків через антропогенне втручання, тобто внаслідок бойових дій (у вигляді пожеж спричинених вибухами снарядів) та через Каховську катастрофу (яка, у свою чергу, логічно відбулася через дій окупаційних військ на території Херсонської області).

Щодо рослин, які зростають на території гирлової та пригирлової області річки Інгулець, то можна сказати наступне. Всі види зазнали руйнівних (деградаційних) змін, але завдяки своїй кореневій структурі змогли «перетерпіти» дані зміни, і, відповідно, відродитися, та ще й у більшій щільності. Адже під час затоплення відбулося не тільки забруднення річкової долини гирлової та пригирлової області важкими металами, сміттям та іншими забруднювачами, але й накопичення (під час спаду рівня води) на мулових ділянках поживних речовин, якими скористалися рослинні угруповання.

Особливо, це стосувалося таких видів рослин, як рогіз, очерет, сусак звичайний [19], осока рання, осока колхідська, стрілолист звичайний, латаття жовте [10]. Серед найбільш поширеними рослинами плавневого лісу це стосувалося верби білої, верби тритиченкової, верби гостролистої, тополі чорної (осокір) та в'язу гладенького [15, 19]. Останній, разом із кленом гостролистим та ясенелистим, стали найбільш стійкими до даних змін, що навпаки, тільки покращило їх стан, та навіть щільність нових паростків на побережжі річки (згідно власних спостережень).

Отже, підсумовуючи можна сказати, що моніторинг навколишнього середовища гирлової області річки Інгулець з 2020 по 2024 рік показав, що зміни були здебільшого у літній період та стосувалися здебільшого рослинного покриву (так як було обрано саме аналіз рослинного покриву гирлової та пригирлової області річки Інгулець), та були спричинені декількома факторами (чинниками), що було вже роз'яснено у вищевказаній інформації (аналізу).

ВИСНОВКИ

На основі проведеного нами дослідження ми дійшли наступних висновків:

1. Проаналізували природні особливості гирлової області річки Інгулець.

Інгулець впадає в Дніпро, формуючи специфічну гирлову область. Головна відмінність, що приймаючою водоймою є водоток, але при цьому перед впадінням у водотік сформоване розширення, яке зовні нагадує лиман. Це зумовлено розширенням русла річки в нижній частині та відокремленням від долини Дніпра кількома акумулятивними островами. Пригирлова ділянка долини поширюється до села Новогредневе.

Гирлова область річки Інгулець розташована в місці її впадіння в річку Дніпро в межах Причорноморської низовини на висоті 0,1 м. Розташування в сухостеповій зоні з температурними показниками від 17°C до 24°C та опадами від 575 мм до 425 мм. Річка Інгулець замерзає в грудні, відтає – у березні. Живлення ріки переважно за рахунок снігу. Характерні яружно-балкові процеси (площинна ерозія) в гирловій області долини Інгульця. Для плавнів характерне численне біорізноманіття рослинного та тваринного світу.

2. Охарактеризували методологічні особливості дослідження гирлової області річки Інгулець.

Переважаючою методикою виконання даної роботи було використання аналізу літературних джерел, дистанційного дослідження за допомогою ресурсу Google Earth, аналізу супутникових знімків за допомогою баз даних супутникових знімків (платформ-хабів) Sentinel-Hub EO Browser та Copernicus Browser, та аналіз картографічного матеріалу.

3. Проаналізували та описали зміни навколишнього середовища гирла річки Інгулець за період дослідження.

Щодо геологічних змін на території гирлової та пригирлової області річки Інгулець, то окрім затоплення/підтоплення території та ерозії ґрунту, не було ніяких змін.

Що стосується гідрологічних змін, то до основних гідрологічних змін у гирлі Інгульця можна віднести наступні критерії:

- 1) зарегульованість річкового стоку;
- 2) зміна напрямку течії;
- 3) гідрохімічні характеристики;
- 4) гідроморфологічні особливості;
- 5) вплив екстремальних гідрологічних явищ.

Відповідно, дані критерії змін гідрологічного середовища річки Інгулець існували як у довоєнний етап, так і у докатастрофічний, проте у післякатастрофічному етапі ці зміни майже не проявляються. Окрім деяких гідрохімічних особливостей – частина забруднюючих часток від Криворізького промислового району потрапляють за течією до гирлової області, але показники забруднюючих речовин знаходяться на рівні довоєнного етапу. Тобто, можна сказати, що долина річки Інгулець, в тому числі і гирлова область, повернулася до свого довоєнного природного існування та антропологічного навантаження у вигляді як водокористування, так і водоспоживання. Наразі забруднення гирлової області відбувається за рахунок вибухів снарядів на території долини річки в межах Дар'ївської територіальної громади. Дане забруднення представлене важкими металами.

Головними для дослідження були саме біологічні зміни, які характеризувалися показником рослинного покриву (або рослинності) NDVI.

Щодо коливань коефіцієнту показника рослинності NDVI, то вони спричинені у більшості випадків (якщо взяти до уваги довоєнний період) кліматичними умовами та пожежами (час від часу). Під час окупації даний показник більш-менш знаходився на нормальному (спокійному) природньому постійному стані. Проте в період деокупації показник мав характер серйозних змін, які були спричинені у більшості випадків через антропогенне втручання,

тобто внаслідок бойових дій (у вигляді пожеж спричинених вибухами снарядів) та через Каховську катастрофу (яка, у свою чергу, логічно відбулася через дій окупаційних військ на території Херсонської області).

Щодо рослин, які зростають на території гирлової та пригирлової області річки Інгулець, то можна сказати наступне. Всі види зазнали руйнівних (деградаційних) змін, але завдяки своїй кореневій структурі змогли «перетерпіти» дані зміни, і, відповідно, відродитися, та ще й у більшій щільності. Адже під час затоплення відбулося не тільки забруднення річкової долини гирлової та пригирлової області важкими металами, сміттям та іншими забруднювачами, але й накопичення (під час спаду рівня води) на мулових ділянках поживних речовин, якими скористалися рослинні угруповання.

Отже, підсумовуючи можна сказати, що моніторинг навколишнього середовища гирлової області річки Інгулець з 2020 по 2024 рік показав, що зміни були здебільшого у літній період та стосувалися здебільшого рослинного покриву (так як було обрано саме аналіз рослинного покриву гирлової та пригирлової області річки Інгулець), та були спричинені декількома факторами (чинниками), що було вже роз'яснено.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Літовченко О.Ф., Сорокін В.Г. Гідрологія і гідрометрія. К.: Вища школа, 1985. 240 с.
2. Сайт Google Gemini. Що таке річка? Унікальність гирл річок. // Офіційний сайт URL: https://gemini.google.com/app/18f71bb18e2f33fc?utm_source=app_launcher&utm_medium=owned&utm_campaign=base_all (дата звернення: 02.01.2025).
3. Сайт Google Gemini. Екосистеми гирл річок. // Офіційний сайт URL: https://gemini.google.com/app/b6c1ab336c2bd8a0?utm_source=app_launcher&utm_medium=owned&utm_campaign=base_all (дата звернення: 09.01.2025).
4. Лисогор С.М. Загальна гідрологія/ С.М. Лисогор —. К.: Фітосоціоцентр, 2000. - 264 с.
5. Сайт Вікіпедія. Моніторинг довкілля. // Офіційний сайт URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B3_%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F (дата звернення: 11.01.2025).
6. Сайт Вікіпедія. Річка Інгулець. // Офіційний сайт URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/%D0%91%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%B9%D0%BD_%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BA%D0%B8_%D0%86%D0%BD%D0%B3%D1%83%D0%BB%D0%B5%D1%86%D1%8C.jpg (дата звернення: 15.01.2025).
7. Сайт Вікіпедія. Річка Інгулець. // Офіційний сайт URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B3%D1%83%D0%BB%D0%B5%D1%86%D1%8C_\(%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BA%D0%B0\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B3%D1%83%D0%BB%D0%B5%D1%86%D1%8C_(%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BA%D0%B0)) (дата звернення: 15.01.2025).
8. Україна : комплексний атлас. – [наук. редкол. Шищенко П.Г., Шаблій О.І.]. – К.: ДНВП «Картографія», 2005. – с. 18 – 25, 27, 40, 42.
9. Річка Інгулець. Площа та межі гирлової і пригирлової області. Сервіс Google Планета Земля. // Електронний ресурс URL:

<https://earth.google.com/web/@47.01816916,32.81861069,3.53745314a,11196.8208612d,30y,0h,0t,0r/data=CgRCAggBMikKJwolCiExSUFOOWFTZndZLVRxW1XTDF2ZmF5VnhvQThpLXYxUFEgAToDCgEwQgIIAEoICMa0tZIGEAE>

(дата звернення: 15.01.2025).

10. Клименко В.Г. Гідрологія України: Навчальний посібник для студентів-географів / В.Г. Клименко – Х.: Освіта 2010 . - 124 с.

11. Андрощук А.І. Геологічна будова та тектоніка Херсонщини / А.І. Андрощук . – Х.: ХМТ, 2010. – 100с.

12. Алифанов О.П. Геологические памятники Херсонщины. – Херсон: кафедра екології та географії ХГУ, 2001. – 87 с.

13. Природа Херсонської області. Фізико-географічний нарис (Відп. ред. М. Ф. Бойко). – К.: Фітосоціоцентр, 1998. – 120 с.

14. Маринич О.М. Географічна енциклопедія України: в 3-х т. / Відп. ред. О. М. Маринич. – К., 2000. – 410 с.

15. Зуб Л.М., Малі річки України: характеристика, сучасний стан, шляхи збереження / Л. М. Зуб, Г.О. Карпова – Х.: Освіта, 1991. – 360 с.

16. Яцик О.В. Водне господарство в Україні/За ред. О. В. Яцика, В. М. Хорєва. – К.: Генеза, 2000. – 255 с.

17. Бойко М.Ф., Чорний С. Г. Екологія Херсонщини. – Навчальний посібник. – Херсон:, 2001. – 156с.

18 – 32. Річка Інгулець. Площа, глибина, довжина та ширина. Сервіс Google Планета Земля. URL: <https://earth.google.com/web/@46.76266398,32.73299647,48.97561044a,9190.28602101d,30y,0h,0t,0r/data=OgMKATA> (дата звернення: 13.02.2025).

33. Хільчевський В. К. Інгулець // Велика українська енциклопедія. Електронний ресурс URL: <https://vue.gov.ua/Інгулець> (дата звернення: 16.02.2025).

34. Хільчевський В.К., Кравчинський Р.Л., Чунарьов О.В. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу. Київ: Ніка-центр, 2012. 180 с.

35. Сайт Вікіпедія. Інгулецька зрошувальна система. // Офіційний сайт URL:

https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B3%D1%83%D0%BB%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%B7%D1%80%D0%BE%D1%88%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0 (дата

звернення: 16.02.2025).

36. Криворізький Державний Педагогічний Університет. Природничий факультет / Головна / Природа Криворіжжя / Фізико-географічна характеристика / Водні геосистеми / Поверхневі води Криворіжжя. // Офіційний сайт URL: <https://kdpu.edu.ua/pryroda-kryvorizhzhia/fizyko-heohrafichna-kharakterystyka/vodni-heosystemy/1255-poverkhnevi-vody-kryvorizhzhia.html> (дата звернення: 16.02.2025).

37. UNGG Українська природоохоронна група / Новини / Якими є наслідки російського теракту на Каховській ГЕС для дикої природи? // Офіційний сайт URL: <https://uncg.org.ua/iakymy-ie-naslidky-rosijskoho-teraktu-na-kakhovskij-hes-dlia-dykoi-pryrody/> (дата звернення: 16.02.2025).

38. Сайт Вікіпедія. Підлив Каховської ГЕС. // Офіційний сайт URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%B8%D0%B2_%D0%9A%D0%B0%D1%85%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D1%97_%D0%93%D0%95%D0%A1#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Flood_in_Kherson_Oblast,_2023-06-10.jpg (дата звернення: 16.02.2025).

39. Сайт Вікіпедія. Підлив Каховської ГЕС. Мапа підтоплення/затоплення. // Офіційний сайт URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%B8%D0%B2_%D0%9A%D0%B0%D1%85%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D1%97_%D0%93%D0%95%D0%A1#/map/0 (дата звернення: 16.02.2025).

40. Державна екологічна інспекція Південного округу. // Офіційний сайт URL: <https://www.pivden.dei.gov.ua/> (дата звернення: 16.02.2025).

41. Державна екологічна інспекція Південного округу. / Новини. // Офіційний сайт URL: <https://www.pivden.dei.gov.ua/post/2216> (дата звернення: 16.02.2025).

42. Copernicus Browser. Пошук. Серпень (07.08) 2020. // Офіційний сайт URL: https://browser.dataspace.copernicus.eu/?zoom=12&lat=46.74974&lng=32.84878&themeId=DEFAULT-THEME&visualizationUrl=U2FsdGVkX19W7AV%2FZDYwrcZnA%2B73ApphX1UriF29xtSKnMaP5ic8LNzjX0bGZZDgybqq6oxS4gim4OVsTN%2FJzL0FusyTgr8tdyrK3%2FSp4PHCNM%2FRTRSJ17S%2Fvmln%2Fw&datasetId=S2_L2A_CDAS&fromTime=2020-08-07T00%3A00%3A00.000Z&toTime=2020-08-07T23%3A59%3A59.999Z&layerId=3_NDVI&demSource3D=%22MAPZEN%22&cloudCoverage=0&dateMode=TIME%20RANGE (дата звернення: 08.04.2025).

43. Copernicus Browser. Пошук. Серпень (17.08) 2021. // Офіційний сайт URL: https://browser.dataspace.copernicus.eu/?zoom=12&lat=46.75303&lng=32.83298&themeId=DEFAULT-THEME&visualizationUrl=U2FsdGVkX1%2B9%2F%2BXJLTJF7oW6Zt1c1nYbGAWpWIUX9JjktPZEdlk6R9DGk4Cq8%2BxRo35T2%2F%2F%2Bvcg5KXT10uk5XGgFiK%2BuuqMHpc27r4MbPVI%2FcnMLb3LK96gypPvjFstj&datasetId=S2_L2A_CDAS&fromTime=2021-08-17T00%3A00%3A00.000Z&toTime=2021-08-17T23%3A59%3A59.999Z&layerId=3_NDVI&demSource3D=%22MAPZEN%22&cloudCoverage=0&dateMode=TIME%20RANGE (дата звернення: 09.04.2025).

44. Copernicus Browser. Пошук. Серпень (07.08) 2022. // Офіційний сайт URL:

https://browser.dataspace.copernicus.eu/?zoom=12&lat=46.75209&lng=32.83539&themeId=DEFAULT-THEME&visualizationUrl=U2FsdGVkX1%2BqOCERXiR37WoHb8NDzuSXCc1BO8R22V2QbmhDnOUwxp3jupNeHk7fePjtLVzsdOvERyJW4XwOjoT1JeyNCgzxrOukbTNw2m%2BocsznM4PlsC91lvxanl6&datasetId=S2_L2A_CDAS&fromTime=2022-08-07T00%3A00%3A00.000Z&toTime=2022-08-07T23%3A59%3A59.999Z&layerId=3_NDVI&demSource3D=%22MAPZEN%22&cloudCoverage=0&dateMode=TIME%20RANGE (дата звернення: 10.04.2025).

45. Copernicus Browser. Пошук. Червень (03.06) 2023. // Офіційний сайт URL:

https://browser.dataspace.copernicus.eu/?zoom=12&lat=46.74951&lng=32.8323&themeId=DEFAULT-THEME&visualizationUrl=U2FsdGVkX1%2FL44%2B3p3m%2BYKct9gK%2BQng%2BUr0Ej120Xek8rtEE1y7w0ODFgIQNg7qx%2Bw0l0z05yk%2FJDlrkBFrjOt6IEuNz8J%2BENZ5j6NvUzFhRfFMDO6tnPTqvRvfC%2FCpm&datasetId=S2_L2A_CDAS&fromTime=2023-06-03T00%3A00%3A00.000Z&toTime=2023-06-03T23%3A59%3A59.999Z&layerId=3_NDVI&demSource3D=%22MAPZEN%22&cloudCoverage=0&dateMode=TIME%20RANGE (дата звернення: 11.04.2025).

46. Copernicus Browser. Пошук. Червень (23.06) 2023. // Офіційний сайт URL:

https://browser.dataspace.copernicus.eu/?zoom=12&lat=46.75256&lng=32.84431&themeId=DEFAULT-THEME&visualizationUrl=U2FsdGVkX1%2FTrke7nQjCHb90AtTxt9kJJf9PNgSIHf2ZsvZsbuv%2B9aS3VxtAn56MTJRvIVyn8LixyYMBn9Bkn4paZRVcVYTZAkBVJAiypb2Ga4qwHArcJuPmz0%2FhuF&datasetId=S2_L2A_CDAS&fromTime=2023-06-23T00%3A00%3A00.000Z&toTime=2023-06-23T23%3A59%3A59.999Z&layerId=3_NDVI&demSource3D=%22MAPZEN%22

[2&cloudCoverage=0&dateMode=TIME%20RANGE](#) (дата звернення: 12.04.2025).

47. Copernicus Browser. Пошук. Липень (03.07) 2023. // Офіційний сайт URL:

https://browser.dataspace.copernicus.eu/?zoom=12&lat=46.75092&lng=32.84328&themeId=DEFAULT-THEME&visualizationUrl=U2FsdGVkX1%2BPsVaxwINaYCvsVFSpvqRlmYiAOTFGaTfA%2BnyUZEYBMXghJQjGkFzHWApurk8sSwvIcYDgoiDXmXkw1NeufOA5OGIz3nAhU%2FnU2lOwS7ZoO6gX62QNSbQB&datasetId=S2_L2A_CDAS&fromTime=2023-07-03T00%3A00%3A00.000Z&toTime=2023-07-03T23%3A59%3A59.999Z&layerId=3_NDVI&demSource3D=%22MAPZEN%2

[2&cloudCoverage=0&dateMode=TIME%20RANGE](#) (дата звернення: 13.04.2025).

48. Copernicus Browser. Пошук. Серпень (17.08) 2023. // Офіційний сайт URL:

https://browser.dataspace.copernicus.eu/?zoom=12&lat=46.74904&lng=32.84878&themeId=DEFAULT-THEME&visualizationUrl=U2FsdGVkX195HolSGGGuDSmBEIlgRkP1QrWcVa6vP2yUcY6XN7Zbw6U4IsnFJl3Z7L%2BK%2FVs8hf1VclHGjoVq7ZsIZcXLOxEtI9H8g%2FJzmCe%2BLXuX32XIF2x2dj2MnhaqT&datasetId=S2_L2A_CDAS&fromTime=2023-08-17T00%3A00%3A00.000Z&toTime=2023-08-17T23%3A59%3A59.999Z&layerId=3_NDVI&demSource3D=%22MAPZEN%2

[2&cloudCoverage=0&dateMode=TIME%20RANGE](#) (дата звернення: 14.04.2025).

49. Сайт Вікіпедія. Вегетаційний період. // Офіційний сайт URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%BE%D0%B4 (дата звернення: 15.04.2025).