

© Науменко А.В., Капочкіна М.Б.

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЄКТУВАННЯ ДНОПОГЛИБЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ У РУСЛАХ РІЧОК

Оптимізація проєктування днопоглиблювальних робіт у руслах річок досягається шляхом узгодження з фізичними законами формування русла. Загальновідомо, що річкові русла формуються під впливом сили тяжіння, тобто у відповідності з нахилом земної поверхні. Враховано також, що природні річкові русла прокладені вздовж кордонів тектонічних блоків, тому нами досліджено вплив блокової подільності твердої оболонки Землі на формування руслових процесів. Базові принципи блокової структури літосфери були визначені в рамках ротаційної теорії структуроутворення, розробленої К.Ф. Тяпкіним. Зазначена теорія охоплює до десятка епізодів швидкоплинних змін у процесі структуроутворення нашої планети, відповідно до яких були сформовані мережі блокової подільності літосфери. Завдяки цьому виникли перспективи підвищення ефективності днопоглиблювальних робіт під час штучної оптимізації русла річки. Задіяння на практиці теоретичних знань стосовно природних процесів руслоутворення є впливовим чинником покращення стратегії планування вантажоперевезення річковим транспортом.

Ключові слова: річкові транспортні коридори, безпека судноплавства, днопоглиблювальні роботи, процеси руслоутворення, геоморфологія, ротаційна теорія структуроутворення, морська навігація.

Вступ. У роботі [1] розглянуто проблематику вантажоперевезень річковими транспортними коридорами (шляхами). На карті (рис. 1) показано, що найбільш розгалуженою є мережа річкових транспортних шляхів у центральній і північній Європі.

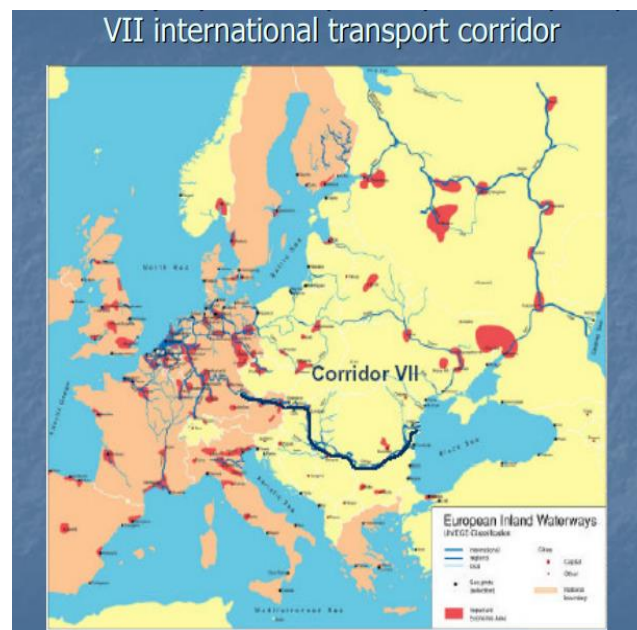


Рисунок 1 – Карта-схема сьомого міжнародного транспортного коридору [2].

На карті показано канали, що з'єднують Каспійське море з Азовським (довжина 101 км) і Білим морями, Балтійське море з Білим морем. Як приклад, 7-й міжнародний транспортний коридор по річці Дунай пов'язує порти Чорного моря з Європейськими країнами (показаними рожевим кольором).

Динаміка розвитку судноплавних каналів Дунай-Чорне море, нажаль, свідчить про те, що Румунія значно випереджає Україну у створенні логістичних шляхів сьомого міжнародного транспортного коридору.

Слід вважати, що річкові транспортні шляхи України, як складова Європейської транспортної системи, у майбутньому мають певну перспективу конкурувати з автомобільними і авіаційними перевезеннями. Але слід враховувати, що ефективність судноплавства по річках України дуже сильно залежить від щорічного зменшення їх водності у посушливий сезон. В умовах, коли навігація на річках погіршується, підвищується актуальність днопоглиблювальних робіт. За таких умов виникає необхідність вирішення головної проблеми: визначити, яким чином штучне втручання в руслові процеси матиме мінімальну собівартість за рахунок максимального наближення до природних процесів, тобто, бути науково-обґрунтованим. Зараз, у зв'язку з певними досягненнями у напрямку гідрології руслових процесів, зазначені задачі можуть бути виконані зі значно більшою ефективністю, ніж у минулому.

Стан вивченості проблеми. В останні роки в Україні у галузі геоморфології та гідрогеології опубліковані нові наукові результати пріоритетного характеру, які можуть бути успішно реалізованими на практиці як результат формування нового підходу до проектування днопоглиблювальних робіт у руслах річок. Зміна парадигми днопоглиблювальних робіт базуватиметься на раніше невідомих особливостях процесів руслоутворення.

На схемі (рис. 2) показана класична схема руслоутворення річки, що враховує лише вплив сили тяжіння на рух води, тобто рельєф місцевості [3].

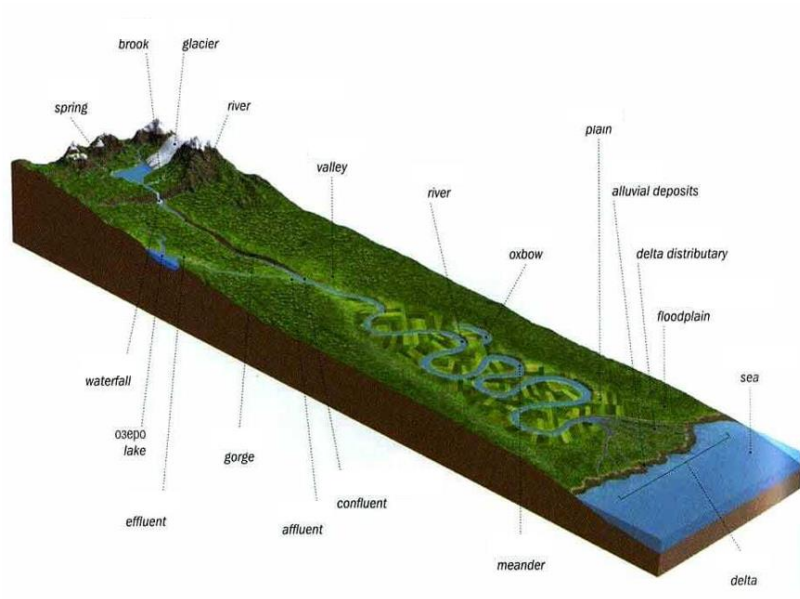


Рисунок 2 – Схема утворення русла річки [3].

Зазначена схема не враховує вплив на руслові процеси блокової подільності твердої оболонки Землі, яка є динамічною, і сприяє трансформації рельєфу суходолу [4]. Слід враховувати, що тектонічні процеси діють у сукупності з гідрогеологічними процесами, формуючи ендегенну флюїодинамічну теорію безперервної трансформації річкової мережі [5]. Флюїодинамічні природні процеси суттєво впливають на трансформацію річкового русла, що найчастіше проявляється на дельтових ділянках русел. В монографії [6] декларуються базові положення ендегенної теорії рельєфоутворення. Її авторами в першу чергу були узагальнені результати наукових досліджень, виконаних Інститутом геологічних наук НАНУ, [7], інших авторів [5,8,9].

Важливі дані про ендегенну природу формування рельєфу на узмор'ї узагальнені в роботі Ключової В.О. [10], де багато років тому було звернуто увагу на системне чергування в рельєфі

суходолу північного Приазов'я горстів і грабенів (рис. 3), уздовж яких, так само системно, відбувається формування вздовжберегових прямолінійних акумулятивних форм типу кіс.

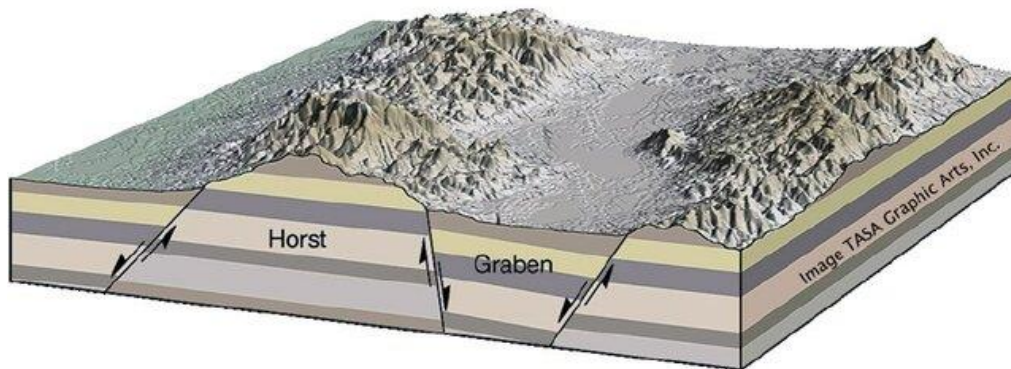


Рисунок 3 - Схема геологічних структур горстів та грабенів [11]

В останні роки, завдяки науковому внеску відомого українського вченого К.Ф. Тяпкіна [4], виникло підґрунтя для ревізії екзогенної гіпотези формування річкових русел. К.Ф. Тяпкін, врахувавши ротаційні ефекти, на базі даних емпіричних досліджень встановив, що за сучасного положення Земної осі генерується поділ поверхні Землі на квадратні блоки з орієнтацією виключно 0° і 270° . У геологічному минулому, коли положення осі обертання Землі неодноразово змінювалося, в рельєфі були сформовані прямокутні блоки з іншими азимутами простягання: 17° і 287° ; 35° і 305° ; 45° і 315° ; 62° і 332° ; 77° і 347° . Результати геологічного картографування на щитах та кристалічних масивах суходолу показують, що підпорядкованість розломів і блоків відповідає теорії фракталів і вони є частковими до основного базового просторового масштабу (140 ± 10 км). Це блоки, що мають розміри: 70; 35; 17,5; 8,7; 4,4; ... км. Завдяки науковому відкриттю К.Ф. Тяпкіна, є можливість не тільки районування територій за ознакою блокової подільності Земної кори, а й перспективи прогнозування напрямків майбутніх трансформацій суходолу. Вперше це було виконано на прикладі півдня Одеського регіону (рис. 4), а результати дослідження були опубліковані у монографії [12].

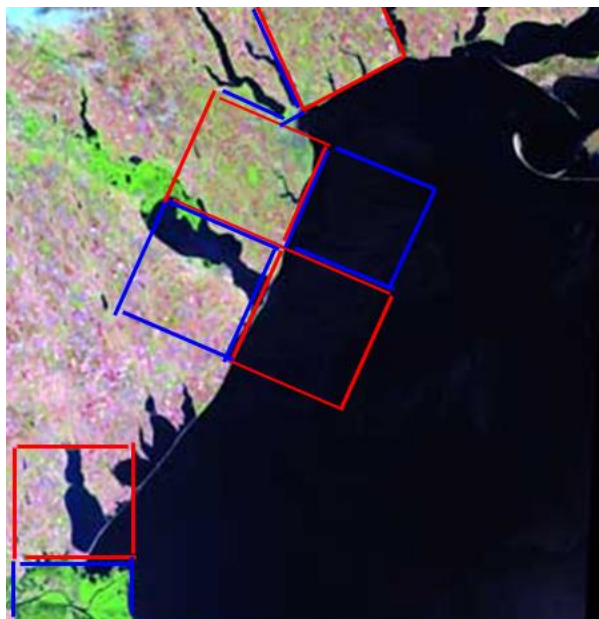


Рисунок 4 - Схема районування півдня Одеського регіону за ознакою блокової подільності твердої оболонки Землі (синім показані блоки, що занурюються, червоним, що піднімаються) [12].

На схемі показано, що у Придунав'ї, в районі найбільшої річки України, рельєф суходолу вже встиг перебудуватися відповідно до сучасної орієнтації блокової подільності літосфери, тобто 0° і 270° . У Придністров'ї ще збереглася діагональна орієнтація блокової подільності.

Зазначений принцип блокової подільності твердої оболонки Землі відкриває методичні спроможності для районування території всієї України (рис. 5).



Рисунок 5 - Топографічна карта України Maps [13].

На карті, прямолінійними ділянками русла Дніпра проявлений вплив блокової подільності літосфери на річкову мережу. Результати наукових досліджень Інституту геологічних проблем НАН України [7,14] об'єктивно обґрунтовують науковий напрямок, що розглядає геофлюїдодинамічні структури, як канали вертикальної міграції пластових та глибинних флюїдів, які відіграють активну роль у формуванні річкової мережі.

Приуроченість певних ділянок річкового русла до геофлюїдодинамічних структур літосфери обумовлює їх прямолінійність (або прямолінійність їх окремих фрагментів), схожість геометрії їх контурів та періодичну повторюваність, характерну для лінійних зон розривних порушень земної кори.

Нами для районів акваторій сформульовано нову парадигму акумулятивного рельєфоутворення, в основі якої лежить блокуючий ефект вертикальних потоків рідини в гідросфері над зонами розломів, який призводить до трансформування горизонтальних течій зазначеними вертикальними потоками флюїдів. За таких умов зниження швидкості горизонтального потоку, особливо в придонному шарі, де концентрація завислих наносів зазвичай максимальна, призводить до випадання з течії зваженої речовини на дно. А у тому місці, де перетинаються розломи (у вузлі їх перетину), течія має змінити напрямок руху. Результати математичного гідродинамічного моделювання зазначеного процесу свідчать про те, що відкладення наносів перед прямолінійною зоною розвантаження підземних вод значно ослаблюється, що компенсується лавиноподібним відкладенням наносів поза зазначеною зоною [9,15].

Для умов суходолу нами пропонується використовувати зазначені природні процеси для вдосконалення теорії руслоутворення, і на її основі - розробки практичних методів підвищення ефективності днопоглиблювальних робіт. Фізична модель впливу геофлюїдодинамічних структур на формування рельєфу суходолу враховує процеси тектонічного розщільнення порід [7,14].

Це призводить до різкої гіпсометричної та морфометричної диференціації рельєфу в межах геофлюїдодинамічних структур. При цьому характерно, що орієнтування осьової лінії кожної з цих форм рельєфу відповідає азимуту простягання однієї з лінійних зон горизонтальної напруги у літосфері, що формують геофлюїдодинамічні структури. Важливо розуміти, що прояви підземного водообміну диференційовані у просторі та максимально помітні у зонах підвищеної проникності земної кори, тобто, у геофлюїдодинамічних структурах. У межах геофлюїдодинамічних структур вертикальна міграція пластових та глибинних флюїдів посилює ефект ландшафтного проявлення цих структур.

Геофлюїдодинамічні структури пов'язані з процесами перезволоження ґрунтів суходолу. Активний прояв геофлюїдодинамічних структур на сучасному етапі зумовлює їх вплив практично на всі компоненти сучасних ландшафтів (рельєф, річкова гідрмережа, конфігурація берегової смуги).

Зазначена фізична модель руслоутворення була реалізована у вигляді запропонованого авторського проєкту судноплавного каналу Дунай- море [16]. Розглядалося декілька різних варіантів. Проєкт під умовною назвою “Канал Дунай-Сасик-Чорне море”, автором якого був Капочкін Б.Б., передбачав днопоглиблення існуючого каналу “Дунай-Сасик”, який на той час вже втратив свою функцію подачі дунайської води в Сасик, з подальшим виходом у Чорне море (рис. 6). Важливою особливістю проєкту було коректне обрання траси каналу. У даному випадку канал, що був побудований для наповнення озера Сасик дунайською водою, за азимутом співпав з азимутом простягання пересипу, що відділяє озеро Сасик від моря, тобто є паралельним напрямку берегової смуги, яка існувала до 1700 р. [17]. Зазначена берегова смуга на сучасному геодинамічному етапі на суходолі проявлена береговими піщаними морфотформами (дивись рис. 3), що мають місцеву назву «Гринду». У нашій монографії [6] доведено, що усі без виключення надводні акумулятивні утворення формуються геофлюїдодинамічними процесами. З'єднувальний канал Дунай - Сасик за азимутом співпадає з руслом Очаківського рукава Дунаю, що сформований геофлюїдодинамічними процесами.

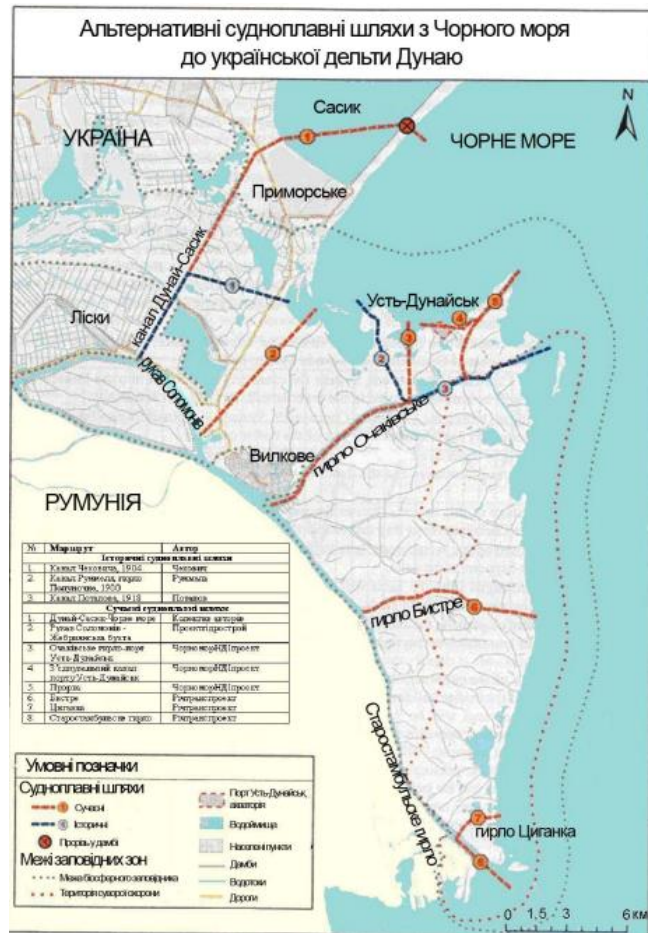


Рисунок 6 – Схема судноплавних шляхів з Української дельти Дунаю до Чорного моря [18].

Отримані результати. Відповідно до методичного рішення щодо районування суходолу за критерієм блокової подільності літосфери, наведеного у монографії [12] нами виконано районування Причорномор'я та північної Добруджі (рис. 7).



Рисунок 7 – Схема блокової подільності регіону Причорномор'я та Північної Добруджі [19]

На схемі показані два тектонічні блоки базового розміру 140x140 км. У регіоні Причорномор'я тектонічний блок з заходу обмежений меридіонально зорієнтованою ділянкою русла річки Прут, а у Північній Добруджі - меридіонально зорієнтованою ділянкою русла річки Дунай. На зазначеній ділянці річки Прут та Дунай течуть назустріч одна одній у кордонах меридіонально зорієнтованої (сучасної) *геофлюїодинамічної структури, довжиною приблизно 280 км*, і в районі міста Рені змінюють напрямок на 90° , повертаючи на схід. На цій ділянці річка Дунай стає південною межею Причорноморського блоку та, одночасно, північною межею блоку Добруджі. В кордонах Причорноморського тектонічного блоку існуюча мережева система малих річок та Придунайських озер сформована вздовж сучасної системи розломів, тобто в системі 0° і 270° . Безпосереднє русло Дунаю досі знаходиться у стані трансформації відповідно широтної орієнтації.

Слід зазначити, що максимальну здібність до трансформації мають ділянки річок, що протікають алювіальними рівнинами та у районах дельт. Дельта Дунаю є типовим алювіальним конусом виносу. Важливо констатувати, що в районі Кілійської дельти, східний кордон якої має меридіональну орієнтацію, відповідно до східного кордону блоку 140x140 км у Північній Добруджі досі збереглися прояви діагональної (62° і 332°) блокової подільності (проявлені напрямками прямолінійних взаємно перпендикулярних фрагментів рукавів Дунаю (рукава Очаківський і Старостамбульський) (рис. 8).

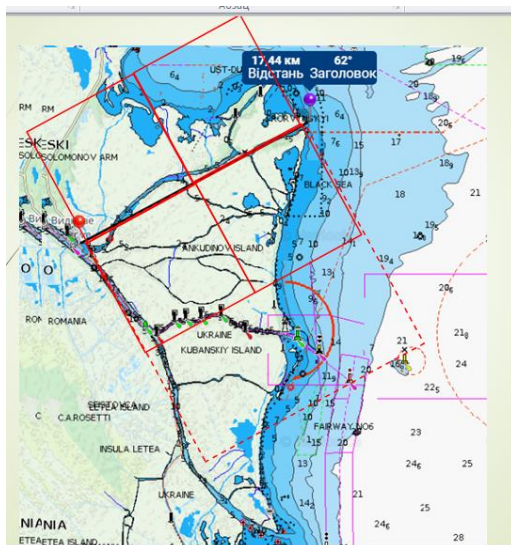


Рисунок 8 - Схема блокової подільності у Кілійській дельті Дунаю (просторовий масштаб 17,5x17,5 км, орієнтація 62° і 332°).

Відповідно до ротаційної теорії рельєфоутворення, зазначені ділянки рукавів згодом неминуче зникнуть, натомість посиляться рукава відповідно до блокової подільності, що має орієнтацію 0° і 270° .

Таким чином, перспективні судноплавні шляхи повинні проєктуватися лише вздовж сучасної системи розломів, тобто 0° і 270° , як це показано на рис. 9.

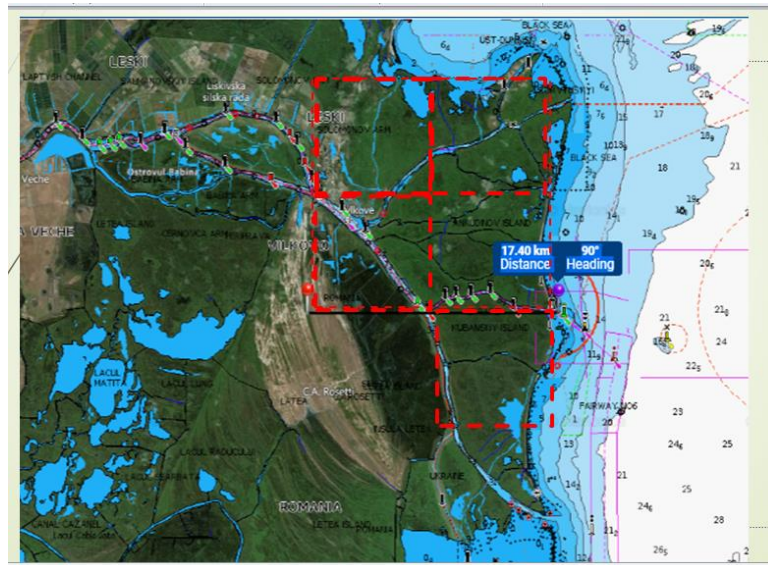


Рисунок 9 – Схема блокової подільності у Кілійській дельті Дунаю просторовим масштабом 17,5x17,5 км і орієнтацією 0° і 270° .

Відповідно до схеми сучасної блокової подільності (рис. 9), очікується посилення водності у рукавах меридіональної орієнтації: Білгородський, Полуночний, Шабаш; та широтної орієнтації: Середній, Бистрий, Східний.

Відповідно до методичного рішення районування суходолу за критерієм блокової подільності літосфери, наведеного у монографії [12], нами виконано районування Придніпров'я. Результати виконаного дослідження є актуальними, бо у майбутньому цей річковий судноплавний шлях потребуватиме відновлення. За сучасних умов, що склалися після руйнування греблі Каховської ГЕС, відновлення русла Дніпра повинно здійснюватися з урахуванням існуючої та перспективної гіпсометричної та морфометричної диференціації рельєфу в межах геофлюїдодинамічних структур, тобто, має бути науково обґрунтованим. Враховуючи зазначене, нами розроблені певні пропозиції методичного характеру, що базуються на наукових досягненнях останніх років в області геофлюїдодинаміки.

Досліджено, яким чином блокова подільність літосфери впливає на руслові процеси Дніпра, що протікає по Українському кристалічному щиту. У першу чергу, звертає на себе увагу прямолінійний характер русла Дніпра на ділянці довжиною до 300 км - від Канева до Дніпра (рис. 10). На цій ділянці у морфометрії проявляються 4 тектонічні блоки, розмірами приблизно 140x140 км, що сформувалися під кутом, близьким до 305° . Це у руслі Дніпра проявлено на ділянках Канів-Кременчук і Кременчук - Дніпро. На північний схід від русла Дніпра, малі річки та балки сформовані за азимутом 35° , тобто, у тій самій системі. Таким чином, замість того, щоб від Канева текти у найкоротшому напрямку до Чорного моря - на Вознесенськ у Південний Буг, або у напрямку Херсону, Дніпро «використовує обхідні шляхи» - геофлюїдодинамічні структури.

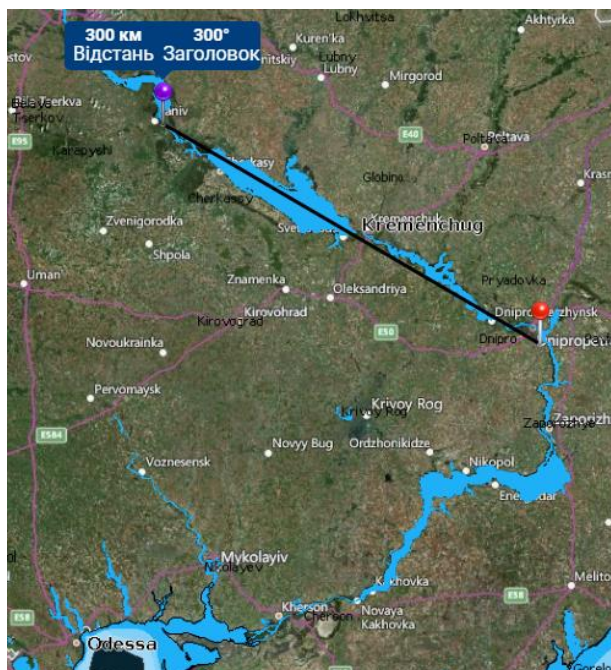
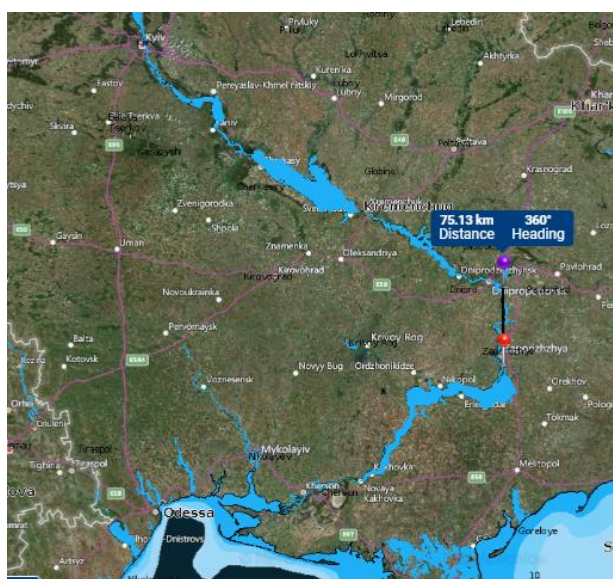
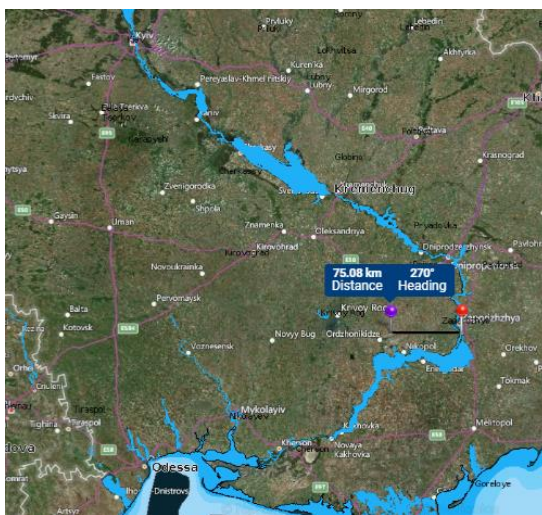


Рисунок 10 – Карта- схема ділянки русла р. Дніпро від Канева до Дніпра [20].

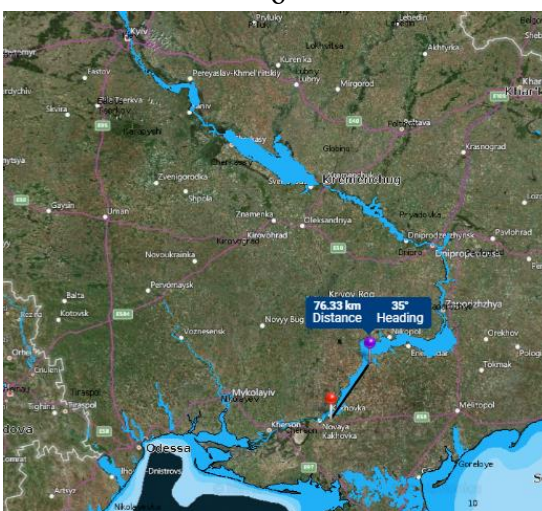
Далі за течією, напрямок русла Дніпра 4 рази різко змінюється і починає рух під кутами простягання 180° , 270° , 35° і 77° (рис.11). Усі прямолінійні ділянки русла Дніпра мають приблизно однакову довжину 75 км, що відповідає фрактальному характеру блокової подільності твердої оболонки нашої планети.



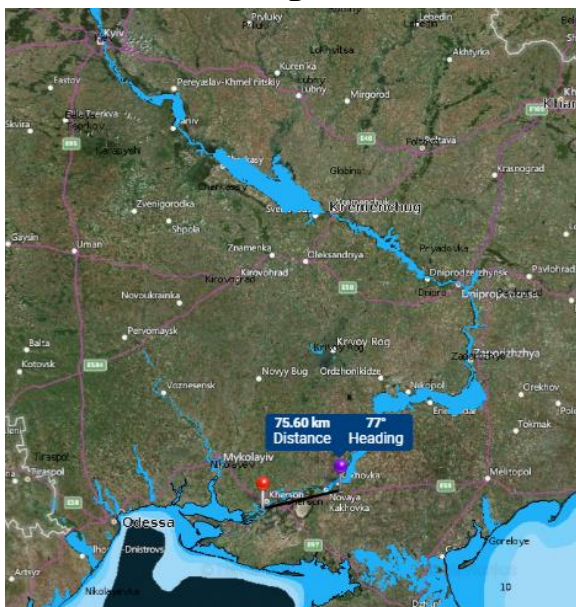
а



б



в



г

Рисунок 11 - Карта-схема ділянки русла р. Дніпро від м. Дніпро до м. Херсон (прямолінійні ділянки русла Дніпра мають приблизно однакову довжину 75 км та кути напрямку: а - 180°, б - 270°, в - 35°, г - 77°) [20].

На рис. 12 показана схема блокової подільності твердої оболонки Землі, яку «використовує» русло р. Дніпро, рухаючись у полі сили тяжіння до Чорного моря, тобто, від м. Дніпро до м. Херсон.

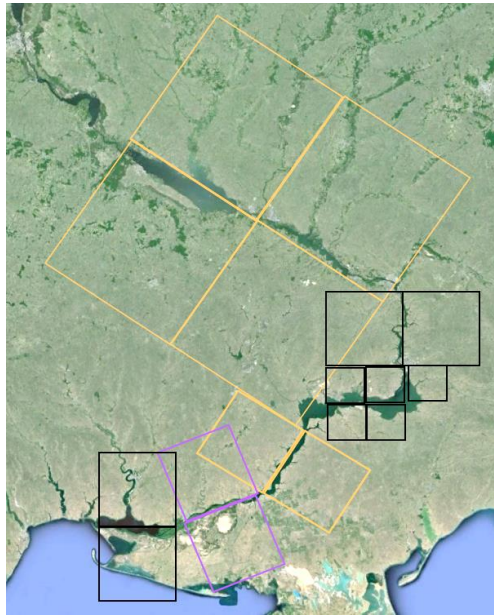


Рисунок 12 – Карта-схема блокової подільності твердої оболонки Землі, які «використовує» русло річки Дніпро від Канева до Херсону (чорний – 0° і 270°); жовтий – 35° і 305°); фіолетовий – 77° і 347°).

На рис. 12 можна побачити певну закономірність. Центральна частина Українського кристалічного щита є тектонічно найменш розщільненою і складається з фрагментів базового масштабу 140×140 км, що логічно. За таких флюїдодинамічних умов скорочення русла Дніпра у напрямку Чорного моря теоретично можливе лише від м. Кременчук за азимутом 210° на відстань 140 км.

На південному кордоні Українського кристалічного щита блокова подільність вдвічі більша і значно більша тектонічна розщільненість.

Головним висновком ми вважаємо наявність прояву формування блокової подільності сучасної геологічної епохи відповідно системи 0° і 270° , що проявлена на південь від м. Дніпро. Аналіз карти схеми, що наведена на рисунку 12, дає підстави для формування уяви про те, що тектонічні структури азимутом простягання 305° «старіші» за структури, що зорієнтовані під кутом 77° і 347° .

З метою підтвердження того, що ротаційна теорія рельєфоутворення К.Ф.Тяпкіна має глобальний характер і може бути використана для будь-якої річкової системи Землі, нами виконано районування суходолу в кордонах русла р.Ніл (рис. 13).

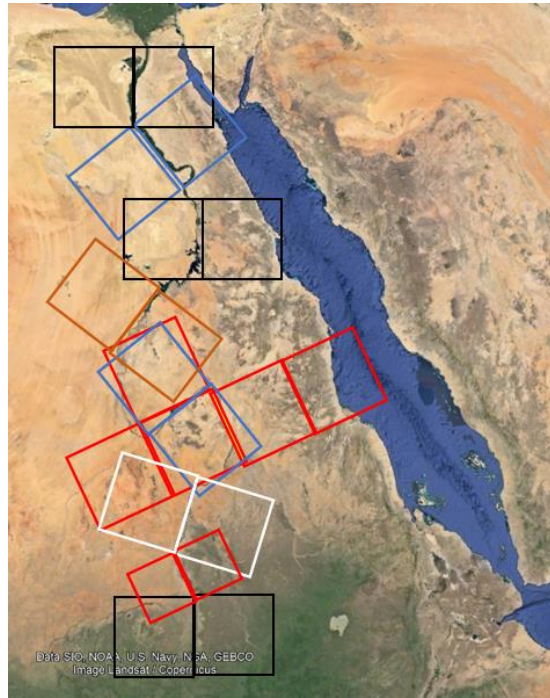


Рисунок 13 - Схема блокової подільності твердої оболонки Землі для русла Нілу: чорний – (0° і 270°); білий – (17° і 287°); коричневий – (35° і 305°); синій – (45° і 315°), червоний – (62° і 332°).

Річка Ніл обрана не випадково. На відміну від інших річок, ця річка немає водозбору і тому напрямок її русла формується виключно підземним живленням, яке відбувається виключно у зонах підвищеної проникності земної кори, тобто, у зонах геофлюїдодинамічних структур [9]. Слід зауважити, що карта - схема охоплює значний простір і не відповідає Меркаторській проекції, тому значення кутів є дещо штучно викривленими.

На карті-схемі показано блокову подільність твердої оболонки Землі, яку «використовує» русло найдовшої річки у світі - Нілу. Води Нілу, рухаючись у полі сили тяжіння до Середземного моря, тобто від Асуану до Александрії, 9 разів змінюють свій напрямок руху. У тектонічному плані, регіон північно-східної Африки та Аравійського півострова знаходиться в умовах формування Червономорського рифту, що простягається під кутом 332° (виділено червоними квадратами). Незважаючи на те, що рифтові зони є найпотужнішими, тобто мають найвищий ранг у геотектонічній класифікації, основний напрямок течії Нілу - з півдня на північ. На схемі червоними квадратами підтверджено, що у районі, де русло повертає на південний-захід (азимут 215°), напрямком блокової подільності контролюється геофлюїдодинамічними процесами Червономорського рифту.

Що стосується азимуту блокової подільності (35° і 305°), який формує ділянку русла Дніпра, довжиною 280 км (рис.12), то відповідно до схеми (рис. 13) цей напрямок був сформований одночасно з формуванням трансформного розлому Мертвого моря, який на схемі проявлений затокою Акаба.

На дистанції 6 тис. км Ніл 10 разів змінює напрямок, використовуючи п'ять з п'яти напрямків блокової подільності літосфери, однак зберігаючи генеральний (сучасний) 0° і 270° , відхиляючись від нього не більше, ніж на 100-200 км. Слід підкреслити, що блокові подільності 0° і 270° строго відповідає північний, південний фрагменти, та ділянка русла перед Луксором.

Спробуємо застосувати на практиці теоретичні знання, обґрунтовані К.Ф.Тяпкіним у його «Новій ротаційній гіпотезі структуроутворення твердої оболонки нашої планети». У найближчій перспективі може стати актуальною задача забезпечення вантажоперевезень р. Дніпро з порту Генічеськ у Азовському морі. Це пов'язано з ускладненням навігації нижче Запоріжжя, що викликано наслідками підриву греблі Каховської ГЕС (рис. 14) [21].



Рисунок 14 - Карта-схема поточних змін руслових процесів на Дніпрі, пов'язаних з руйнуванням греблі Каховської ГЕС [21].

На карті-схемі (рис. 14) чітко проявлені фрагменти новоутвореного русла Дніпра, які обрали «нові» геофлюїдодинамічні структури азимутом (0° і 270°).

На нашу думку, зазначені проблеми ускладнення навігації можуть бути вирішені шляхом оптимізації русла з урахуванням теоретичних положень флюїдодинамічної теорії формування руслових потоків. Як було доведено, за умов сучасного положення осі обертання Землі, тектонічна подільність флюїдодинамічних структур формується відповідно до блоків, що мають орієнтацію південь-північ та захід-схід. Як альтернативу, пропонується розглянути передпроектне рішення щодо обрання русла каналу, який може з'єднати Дніпро з Азовським морем. Передпроектне рішення ґрунтується на запатентованій технології [22].

Теоретично, науково обґрунтований напрямок каналу повинен використовувати існуючі флюїдодинамічні структури, бажано «нові», тобто азимутом, що відповідає (0° і 270°). Ділянка русла від м. Дніпро до м. Запоріжжя проявлена і далі на південь мережею малих річок, русла яких мають орієнтацію північ-південь (рис. 15).

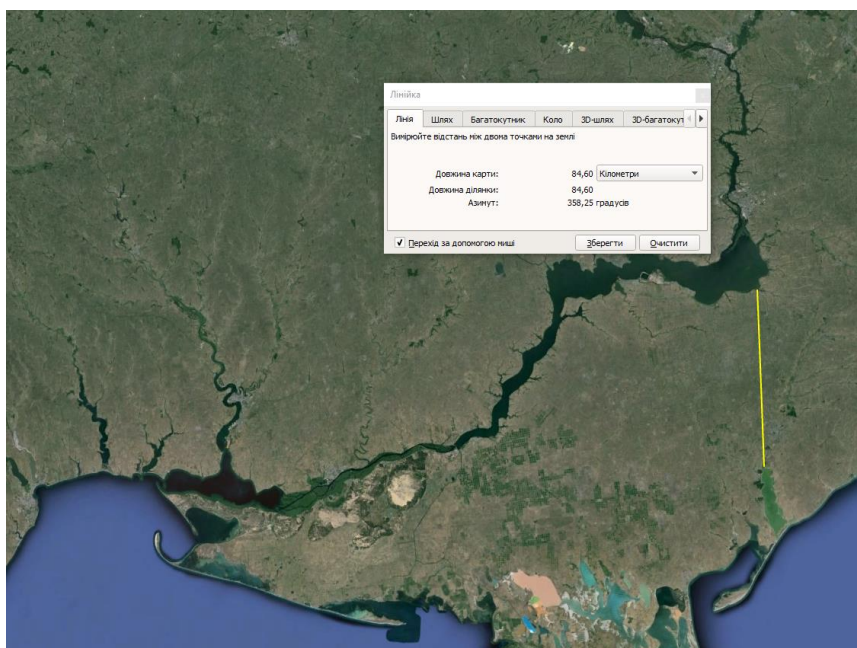


Рисунок 15 – Схема перспективного судноплавного шляху (каналу) Дніпро-Азовське море

Важливо зауважити, що цей варіант є найкоротшим і, відповідно найменш витратним. Додатково довжина судноплавного каналу скорочена на 35 км орографічними особливостями рельєфу суходолу

завдяки тому, що в межах блокової подільності на півдні фдьюїодинамічної структури, що починається в районі м. Дніпро, вже сформувався лиман, зорієнтований з півночі на південь довжиною 35 км, яка відповідає масштабу блокової подільності літосфери. Перспективний судноплавний канал (логістичний шлях) може ефективно задіяти логістичні можливості, вже існуючого і захищеного від вітрів та хвиль (косою Бірючий острів), Генічеського морського торговельного порту на Азовському морі.

Підтвердженням коректності обрання напрямку прокладення судноплавного каналу є наявність на тектонічній карті розлому Сумський (№37 на рис.16).



Рисунок 16 - Схема розташування основних розломів та розломних зон трансконтинентального лінеаментного поясу Карпінського [23].

Висновки. Наведені в роботі схеми районування територій, за ознакою блокової подільності твердої оболонки Землі, фактично є складовою частиною науково обґрунтованої методики прогнозування поточних змін русел річок в умовах сучасної епохи структуроутворення нашої планети. Тяпкін К.Ф. запропонував концепцію розвитку блокової подільності планети в різні геологічні епохи, що базується на ротаційній гіпотезі структуроутворення Земної поверхні [24]. Таким чином, у історичному минулому утворювалася мережа розломів різних порядків (рангів), орієнтованих у напрямку, перпендикулярному до напрямку поступального руху полюсів по поверхні Землі. Мережа розломів утворювалася за фрактальним принципом у відповідності до принципу ізостазії. Розподіл напруги завжди призводить до виникнення мережі розломів меридіонального напрямку.

Важко переоцінити теоретичні та практичні наслідки впровадження ротаційної теорії структуроутворення, яка дозволяє з єдиної геодинамічної позиції показати причинно-наслідковий зв'язок між геотектонікою та іншими процесами в тектоносфері, у тому числі з процесом руслоутворення річок, трансформації берегової смуги морів, акумулятивних форм мілководдя, природних жолобів на морському дні. Також потребує уваги вплив нерівномірності обертання Землі на ці процеси.

На сучасному науковому рівні у теорії руслових процесів домінує екзогенна гіпотеза утворення русел річок. Однак, нами були використані, як наукове підґрунтя для підвищення ефективності керування річковими транспортними шляхами, результати досліджень видатного українського вченого К.Ф. Тяпкіна. Він запропонував теорію про те, що блокова подільність Земної кори не хаотична, а характеризується декількома фіксованими просторовими орієнтаціями мереж тектонічних блоків (0° і 270° ; 17° і 287° ; 35° і 305° ; 45° і 315° ; 62° і 332° ; 77° і 347°) [24]. Річкові русла формуються вздовж кордонів зазначених мереж тектонічних блоків у полі сили тяжіння (з врахуванням нахилу). Тобто, штучна оптимізація русла річки має бути узгодженою з виявленими законами формування русла.

Нами досліджено вплив блокової подільності на формування дельти Дунаю, русел Дніпра та Ніла. Ротаційна теорія структуроутворення К.Ф. Тяпкіна охоплює до десятка епізодів швидкоплинних змін у структуроутворенні нашої планети. Завдяки цьому, виникла перспектива побудови науково

обґрунтованої методики прогнозування поточних змін русел річок в умовах сучасної епохи у структуроутворенні нашої планети. З цим пов'язані і перспективи підвищення ефективності днопоглиблювальних робіт під час штучної оптимізації русла річки в умовах зменшення її водності. Зазначене є впливовим фактором покращення стратегічного планування вантажоперевезення річковим транспортом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Науменко А.В., Капочкіна М.Б. Науменко Теоретичні питання підвищення ефективності проектування підхідних та судноплавних каналів з урахуванням флюїдо-гідродинамічних процесів. Збірник тез доповідей XI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та молодих вчених "Проблеми і перспективи розвитку транспорту". 21 квітня 2023 року, с. 106-109 URL: <https://oarp.nau.edu.ua/storage/2023/11/Prohrama-konferentsii.pdf> (дата звернення 01.01.2025).
2. VII international transport corridor. URL: <https://www.icpdr.org/sites/default/files/Olena%20PROSKURA%20Ukraine%20web%20size.pdf> (дата звернення 09.01.2025).
3. Visual Dictionary Online. URL: <https://visualdictionaryonline.com/earth/geology/watercourse.php> (дата звернення 09.01.2025).
4. Тяпкин К.Ф. Блоки земной коры с позиций новой гипотезы структурообразования. Киев: Геологический журнал, №4, 1993. С.10-20.
5. Михайлов В.И., Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Взаимодействие в системе "Литосфера - гидросфера" : Монография. Одесса : Астропринт, 2010. 154 с.
6. Гладких І.І., Капочкіна М.Б., Кучеренко Н.В., Капочкін Б.Б. Нова парадигма формування акумулятивного рельєфу мілководних ділянок океанів і морів. Том 3. Раніше невідомі аспекти формування клімату, погоди, в тому числі природні небезпеки: монографія – Одеса : НУ "ОМА", 2021. 199 с.
7. Перерва В.М., Лялько В.И., Шпак П.Ф. Новые данные о разломно-блоковой структуре северо-западного шельфа Черного моря по данным аэрокосмических исследований (в связи с нефтегазоносностью). Геологический Журнал №4, 1994. С. 78-84.
8. Войтенко С.П., Учитель И.Л., Ярошенко В.Н., Капочкин Б.Б. Геодинамика. Основы кинематической геодезии: монография - Одесса: Астропринт, 2007. - 264 с.
9. Kapochkin A., Kapochkin B., Kucherenko N., Uchytel I. Floods and droughts as a result of deformability of the geological environment Meteorology Hydrology and Water Management. 3(2), p. 3-7. DOI: <https://doi.org/10.26491/mhwm/58810>.
10. Ключева В.О., Фуртес В.В. Відображення неотектонічних і сучасних рухів земної кори в морфології північного берега Азовського моря. Геологія узбережжя і дна Чорного і Азовського морів в межах УРСР. К., Вид-во Київського ун-ту, 1970. Вип. 4. С. 34-39.
11. The Preston Geothermal Resources; Renewed Interest in a Known Geothermal Resource Area. URL: https://www.researchgate.net/figure/Extent-and-borders-of-the-Basin-and-Range-province-Red-dot-represents-the-location-of_fig7_273060246 (дата звернення 09.02.2025).
12. Михайлов В. И., Дорофеев В. С., Ярошенко В. Н., Капочкин Б. Б., Кучеренко Н. В. Современные изменения уровня Черного моря как основа стратегии строительного освоения прибрежий : монография - О. : Астропринт, 2010. - 165 с.
13. Of The-World URL: <https://www.maps-of-the-world.org/maps/europe/ukraine/large-relief-map-of-ukraine.jpg> (дата звернення 10.01.2025).
14. Перерва В.М., Лялько В.И. Об эндогенной составляющей в температурной дифференциации поверхности Черного моря. Геологический журнал. 1996. №3/4. С. 123-128.
15. Kapochkin B., Kucherenko N., Kapochkina M. Regularities in the transformation of coastal and accumulative forms of sea bottom relief, with application for water management. Meteorology Hydrology and Water Management. February 2014. 2(2), p. 43-48 DOI: <https://doi.org/10.26491/mhwm/36422>.

16. Из Дуная в Черное море по Быстрому или как-то иначе. URL: <https://topor.od.ua/ru/iz-dunaya-v-tchernoe-more-v-po-bstromu-ili-kak-to-inatche/> (дата звернення 12.12.2024).
17. Науменко А.В., Капочкіна М.Б. теорія і практика оптимізації проектування морських днопоглиблювальних робіт. Водний транспорт. Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій. – К.: ДУІТ, 2025. Випуск 1 (42). С. 210-226 с. <https://doi.org/10.33298/2226-8553.2025.1.42>
18. Стале судноплавство в Україні альтернативні судноплавні шляхи в українській дельті Дунаю. URL: https://awsassets.panda.org/downloads/sustainable_navigation_on_the_danube_study_summary.pdf (дата звернення 10.02.2025).
19. Фізична карта України. URL: <https://abal.com.ua/ru/fizicheskaya-karta-ukraini.html> (дата звернення 10.01.2025).
20. Планета Земля. URL: <https://www.google.com.ua/earth/> (дата звернення 15.12.2025).
21. Каховське водосховище перетворюється на річку — НАН України. URL: <https://kherson.rayon.in.ua/news/611300-kakhovske-vodoskhovishche-peretvoryuetsya-na-richku-nan-ukraini> (дата звернення 15.01.2025).
22. Науменко А.В., Капочкіна М.Б., Калініченко Є.В. Спосіб визначення місця прокладання траси підхідного каналу. Патент на корисну модель від 08.01.2025 № 158155.
23. Ломакин И.Э., Покалюк В.В., Кочелаб В.В., Ломакин И.Э. Линеамент Карпинского – структурный элемент древнего регматогенного тектонолинеаментного каркаса Евразии. Геохимия техногенезу. С. 5-17. URL: <http://znp.igns.gov.ua/wp-content/uploads/2019/10/302.1-1.pdf> (дата звернення 15.01.2025).
24. Довбнич М.М., Тяпкин К.Ф. Новая ротационная гипотеза структурообразования и ее роль в развитии наук о Земле: учебник. Донецк. Издание:, 2009 ., 339 с.

REFERENCES

1. Naumenko A.V., Kapochkina M.B. Naumenko Theoretical issues of increasing the efficiency of designing approach and navigation channels taking into account fluid-hydrodynamic processes. Collection of abstracts of the reports of the XI All-Ukrainian scientific and practical conference of students and young scientists “Problems and prospects of transport development”. April 21, 2023, pp. 106-109 URL: <https://oarp.nau.edu.ua/storage/2023/11/Prohrama-konferentsii.pdf> (access date 01.01.2025).
2. VII international transport corridor. URL: <https://www.icpdr.org/sites/default/files/Olena%20PROSKURA%20Ukraine%20web%20size.pdf> (access date 09.01.2025).
3. Visual Dictionary Online. URL: <https://visualdictionaryonline.com/earth/geology/watercourse.php> (access date 09.01.2025).
4. Тяпкин К.Ф. Blocks of the earth's crust from the standpoint of the new hypothesis of structural formation. Kyiv: Geological Journal, No. 4, 1993. P.10-20.
5. Mykhailov V.Y., Kapochkina A.B., Kapochkin B.B. Interaction in the system "Lithosphere - Hydrosphere": Monograph. Odesa: Astroprint, 2010. 154 с.
6. Gladkikh I.I., Kapochkina M.B., Kucherenko N.V. Kapochkin B.B. A new paradigm of the formation of accumulative relief of shallow-water areas of oceans and seas. Volume 3. Previously unknown aspects of climate and weather formation, including natural hazards: monograph – Odesa: National University "OMA", 2021. 199 p.
7. Pererva V.M., Lyalko V.I., Shpak P.F. New data on the fault-block structure of the north-western shelf of the Black Sea according to the data of aerospace studies (in connection with oil and gas capacity). Geological Journal No. 4, 1994. P. 78-84.
8. Voitenko S.P., Uchitel I.L., Yaroshenko V.N., Kapochkin B.B. Geodynamics. Fundamentals of kinematic geodesy: monograph - Odesa: Astroprint, 2007. 264 p.

9. Kapochkin A., Kapochkin B., Kucherenko N., Uchytel I. Floods and droughts as a result of deformability of the geological environment *Meteorology Hydrology and Water Management*. 3(2), p. 3-7. DOI: <https://doi.org/10.26491/mhwm/58810>.
10. Klyueva V.O., Furtes V.V. Reflection of neotectonic and modern movements of the earth's crust in the morphology of the northern coast of the Sea of Azov. *Geology of the coast and bottom of the Black and Azov Seas within the borders of the Ukrainian SSR*. K., Kyiv University Publishing House, 1970. Issue 4. Pp. 34-39.
11. The Preston Geothermal Resources; Renewed Interest in a Known Geothermal Resource Area. URL: https://www.researchgate.net/figure/Extent-and-borders-of-the-Basin-and-Range-Province-Red-dot-represents-the-location-of_fig7_273060246 (access date 09.02.2025).
12. Mikhailov V. I., Dorofeev V. S., Yaroshenko V. N., Kapochkin B. B., Kucherenko N. V. Modern changes in the Black Sea level as a basis for the strategy of coastal construction development: monograph - O.: Astroprint, 2010. - 165 p.
13. Of The-World URL: <https://www.maps-of-the-world.org/maps/europe/ukraine/large-relief-map-of-ukraine.jpg> (access date 10.01.2025).
14. Pererva V.M., Lyalko V.I. On the endogenous component in the temperature differentiation of the Black Sea surface. *Geological journal*. 1996. №3/4. P. 123-128.
15. Kapochkin B., Kucherenko N., Kapochkina M. Regularities in the transformation of coastal and accumulative forms of sea bottom relief, with application for water management. *Meteorology Hydrology and Water Management*. February 2014. 2(2), p. 43-48 DOI: <https://doi.org/10.26491/mhwm/36422>.
16. From the Danube to the Black Sea via the Bystroy or some other way. URL: <https://topor.od.ua/ru/iz-dunaya-v-tchernoe-more-v-po-bstromu-ili-kak-to-inatche/> (access date 12.12.2024).
17. Naumenko A.V., Kapochkina M.B. Theory and practice of optimization of marine dredging design. *Water transport. Collection of scientific papers of the State University of Infrastructure and Technologies*. – K.: DUIT, 2025. Issue 1 (42). P. 210-226 <https://doi.org/10.33298/2226-8553.2025.1.42>
18. Sustainable Navigation in Ukraine: Alternative Navigation Routes in the Ukrainian Danube Delta. URL: https://awsassets.panda.org/downloads/sustainable_navigation_on_the_danube_study_summary.pdf (access date 10.02.2025).
19. Physical map of Ukraine. URL: <https://abal.com.ua/ru/fizicheskaya-karta-ukraini.html> (access date 10.01.2025).
20. Planet Earth. URL: <https://www.google.com.ua/earth/> (access date 12.15.2025).
21. Kakhovske reservoir turns into a river — NAS of Ukraine. URL: <https://kherson.rayon.in.ua/news/611300-kakhovske-vodoskhovishche-peretvoryuetsya-na-richku-nan-ukraini> (access date 15.01.2025).
22. Naumenko A.V., Kapochkina M.B., Kalinichenko E.V. A method for determining the location of laying the route leading to the canal. Patent for the corysna model dated 01/08/2025 No. 158155.
23. Lomakin I.E., Pokalyuk V.V., Kochelab V.V., Lomakin I.E. Karpinsky Lineament – a structural element of the ancient regmatogenous tectonic-lineament framework of Eurasia. *Geochemistry of technogenesis*. pp. 5-17. URL: <http://znp.igns.gov.ua/wp-content/uploads/2019/10/302.1-1.pdf> (access date 15.01.2025).
24. Dovbnich M.M., Tyapkin K.F. New rotational hypothesis of structure formation and its role in the development of Earth sciences: textbook. Donetsk. Edition:, 2009., 339 p.

Naumenko A.V., Kapochkina M.B.

THEORY AND PRACTICE OF OPTIMIZATION OF DESIGN OF DREDGING ROBOTS IN THE CHANNELS OF THE RIVER

Optimization of dredging design in river beds is achieved by harmonizing with the physical laws of bed formation. It is well known that river beds are formed under the influence of gravity, i.e. in accordance with the slope of the earth's surface. It was also taken into account that natural river beds are laid along the boundaries of tectonic blocks, so we investigated the influence of the block divisibility of the Earth's solid shell on the formation of bed processes. The basic principles of the block structure of the lithosphere were determined within the framework of the rotational theory of structure formation, developed by K.F. Tyapkin. This theory covers up to a dozen episodes of rapid changes in the process of structure formation of our planet, according to which networks of block divisibility of the lithosphere were formed. Due to this, prospects have arisen for increasing the efficiency of dredging during artificial optimization of the river bed. The practical application of theoretical knowledge regarding natural channel formation processes is an influential factor in improving the planning strategy for freight transportation by river transport.

Keywords: *river transport corridors, navigation safety, dredging, channel formation processes, geomorphology, rotational theory of structure formation, maritime navigation.*

Стаття прийнята 15.03.2025