

МОРФОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ РЕЛЬЄФУ ДНА АКВАТОРІЙ ЗАСОБАМИ ГІС (НА ПРИКЛАДІ РАЙОНУ УКРАЇНСЬКОЇ АНТАРКТИЧНОЇ СТАНЦІЇ «АКАДЕМІК ВЕРНАДСЬКИЙ»)

Дослідження рельєфу дна акваторій визначено в Україні одним із заходів Державної цільової науково-технічної програми проведення досліджень в Антарктиці на 2011-2020 роки. Авторами статті обґрунтовується доцільність врахування особливостей рельєфу дна при аналізі просторового розподілу бентосних угруповань. У статті наведені результати моделювання та морфометричного аналізу рельєфу дна акваторій у районі Української антарктичної станції «Академік Вернадський», зокрема для пробної ділянки досліджень у межах протоки Meek Channel між островами Galindez, Grotto і Corner (Аргентинські острови, Західна Антарктика). За даними ехолотної зйомки акваторій, здійсненої під час українських антарктичних експедицій, побудовано цифрову модель рельєфу (ЦМР) дна акваторій із застосуванням засобів геоінформаційних систем, зокрема програмного комплексу ArcGIS. На основі ЦМР укладено батиметричну карту та тривимірні моделі, побудовано поперечні профілі протоки Meek Channel, розраховано кути нахилу поверхні та глибину розчленування рельєфу дна. Виконано оцінку потенційного накопичення донних відкладів. Результати представлених розробок можуть бути використані у перспективних дослідженнях геохімічних зв'язків між суходолом і водним середовищем, для потреб подальшого вивчення бентосних угруповань.

Ключові слова: рельєф, цифрова модель рельєфу, морфометричний аналіз, геоінформаційні системи (ГІС), Західна Антарктика, українські антарктичні дослідження.

Е. И. Сенная, В. С. Попов, А. Ю. Утевский. МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА ДНА АКВАТОРИЙ СРЕДСТВАМИ ГИС (НА ПРИМЕРЕ РАЙОНА УКРАИНСКОЙ АНТАРКТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ «АКАДЕМИК ВЕРНАДСКИЙ»). Исследования рельефа дна акваторий определены в Украине одним из мероприятий Государственной целевой научно-технической программы проведения исследований в Антарктике на 2011-2020 годы. Авторами статьи обосновывается целесообразность учёта особенностей рельефа дна при анализе пространственного распределения бентосных сообществ. В статье приведены результаты моделирования и морфометрического анализа рельефа дна акваторий в районе Украинской антарктической станции «Академик Вернадский», в частности для пробного участка исследований в пределах пролива Meek Channel между островами Galindez, Grotto и Corner (Аргентинские острова, Западная Антарктика). По данным эхолотной съёмки акваторий, осуществлённой во время украинских антарктических экспедиций, построена цифровая модель рельефа (ЦМР) дна акваторий с применением средств геоинформационных систем, в частности программного комплекса ArcGIS. На основе ЦМР составлена батиметрическая карта и трёхмерные модели, построены поперечные профили пролива Meek Channel, рассчитаны углы наклона поверхности и глубина расчленённости рельефа дна. Выполнена оценка потенциального накопления донных отложений. Результаты представленных разработок могут быть использованы в перспективных исследованиях геохимических связей между суши и водной средой, для задач дальнейшего изучения бентосных сообществ.

Ключевые слова: рельеф, цифровая модель рельефа, морфометрический анализ, геоинформационные системы (ГИС), Западная Антарктика, украинские антарктические исследования.

Постановка проблеми. Морфометричний аналіз рельєфу орієнтований на визначення кількісних показників рельєфу поверхні суходолу та дна акваторій. Морфометричними показниками при цьому можуть бути довжини, площі, об'єми, крутизна та експозиція схилів, максимальні й мінімальні висоти, глибина та густина розчленування рельєфу (або ж вертикальне й горизонтальне розчленування) тощо. Загально, морфометричні дослідження рельєфу можна розділяти: за територією та об'єктами вивчення; просторовим охопленням, детальністю та масштабом досліджень; практичним призначенням розробок, напрямками їх використання. При цьому, часто саме остання категорія має ключове значення для інших, визначаючи перелік і детальність показників, які мають бути отримані за результатами застосування певних методик морфометричного аналізу рельєфу.

Рельєф дна акваторій може досліджуватися для широкого кола завдань. Для морських акваторій це можуть бути завдання безпечної навіга-

ції, аналізу циркуляції вод, виявлення течій, підводних западин та підвишень, моделювання крутизни схилів тощо. Під час українських антарктичних експедицій для завдань біологічних досліджень, а саме для вивчення бентосних угруповань, у межах акваторій в районі станції «Академік Вернадський» було здійснено зйомку рельєфу дна окремих ділянок приладом ехолот-картплотер Lowrance. Після чого, у камеральних післяекспедиційних дослідженнях постало завдання обробки даних польових досліджень, моделювання та аналізу рельєфу у контексті подальшого застосування результатів для потреб біологічних та інших досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В умовах розвитку сучасних технологій збору та обробку геоінформації, для моделювання та аналізу рельєфу в якості вихідних джерел даних часто використовуються дані дистанційного зондування Землі та існуючі картографічні матеріали, які можуть уточнюватися та перевірятися на ключових ділянках польовими методами. В ін-

женерних, прикладних вишукуваннях, що потребують актуальних та високоточних даних, як основне джерело даних застосовують результати висотної зйомки місцевості. При вивченні рельєфу дна акваторій, особливо для локального рівня досліджень, у переважній більшості випадків необхідними є польові дослідження, для чого найчастіше використовуються методи сучасного знімання ехолотом-картплотером.

Зарубіжний досвід моделювання та аналізу рельєфу акваторій в більшості випадків має суто практичне спрямування, зокрема для пошукових робіт. Вихідні сонарні дані для досліджень часто отримуються за технологією MBES (багатопроменеве сканування з високою роздільною здатністю), що дозволяє отримувати тривимірні моделі високої точності. Аналіз рельєфу акваторій у фундаментальних дослідженнях використовується для вирішення задач екологічного та біологічного змісту [17, 19, 20].

У вітчизняному досвіді досліджень значно більшу увагу приділяють наземному рельєфу, аніж підводному, для вирішення низки завдань, зокрема за напрямками структурно-геоморфологічного вивчення зв'язків тектонічної будови та форм рельєфу, гідролого-геоморфологічного аналізу, розв'язання прикладних завдань використання територій із врахуванням геоморфологічних показників та характеристик, аналізу еколого-природоохоронних питань тощо. До питань аналізу рельєфу дна акваторій в Україні звертаються при дослідженні штучно створених водойм [15], у роботах з вивчення озерних улоговин [5], у комплексних дослідженнях Чорного та Азовського морів [1, 2]. Геоморфологічні дослідження акваторій здійснювалися і в українських антарктичних експедиціях [3]. Проведення досліджень рельєфу поверхні дна і суходолу визначається як один із заходів у Державній цільовій науково-технічній програмі проведення досліджень в Антарктиці на 2011-2020 роки, а результати можуть бути застосовані для виконання кількох завдань програми, зокрема у межах напрямів геологічних та біологічних досліджень. Важливим завданням розвитку антарктичних досліджень є й вдосконалення системи картографічного та геоінформаційного супроводу досліджень, за різними тематичними напрямками [6, 11, 13]. Слід зазначити, що моделювання та аналіз як наземного, так і морського рельєфу, зокрема із застосуванням математичних та геоінформаційних засобів, є досить давнім і традиційним напрямом досліджень вчених-географів у межах геоморфологічної наукової школи Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна [14]. Тож склалися сприятливі передумови для реалізації ідеї геоморфологічного вивчення дна акваторій у

районі УАС з метою комплексного аналізу просторового розподілу бентосних угруповань.

Формулювання мети статті. Сутність дослідження на даному етапі була визначена необхідністю ГІС-обробки первинних даних зйомки та комплексного використання результатів моделювання рельєфу дна акваторій, отриманих у процесі українських експедиційних досліджень на станції «Академік Вернадський» у 2014-2016 р.р. Локальний рівень досліджень, приурочених до міжострівних проток в районі Української антарктичної станції (УАС) «Академік Вернадський», зумовлює досить високу деталізацію отримуваних результатів, які є придатними у подальшому для аналізу просторового розподілу бентосних угруповань, аналізу існуючих закономірностей і зв'язків. Відповідно, **метою даної статті** є висвітлення методичних підходів до морфометричного аналізу рельєфу дна акваторій засобами ГІС (зокрема програмного комплексу ArcGIS), апробованих на прикладі пробної ділянки дослідження, а саме – у межах протоки Meek Channel між островами Galindez, Grotto і Corner (Аргентинські острови, Західна Антарктика), а також окреслення подальших перспектив використання отримуваних результатів.

Виклад основного матеріалу. УАС «Академік Вернадський» розташована на о. Galindez. З початку 2000-х років у межах експедицій українських вчених одним із об'єктів біологічних досліджень стали бентосні угруповання міжострівних проток Marina, Stella Creek, Skua Creek, Meek Channel. Дослідження носять локальний характер, загально охоплюючи площу близько 3 км², хоча переважно приурочені до пробних ділянок зйомки та лінійних трансект вивчення біорізноманіття в окремих протоках. При цьому, незважаючи на порівняно незначну площу, були виявлені локальні відмінності у просторовому розподілі бентосних угруповань, якісних та кількісних характеристик біорізноманіття, що залежать від комплексу геоморфологічних, гідрологічних, мікрокліматичних умов у різних протоках. Потреба у комплексному вивченні угруповань із врахуванням сукупності факторів доводиться зарубіжними авторами [16, 18, 21] й для інших регіонів, методичні основи дослідження яких враховано в наших розробках. Бентосні угруповання в районі УАС є наочним індикатором екологічних змін, у зв'язку з чим обґрунтовується створення біогеографічних дослідницьких полігонів із зонами постійного моніторингу, які пропонується розглядати в якості специфічного виду морських охоронних районів [7, 10, 22]. Це поклало основу й більш детальним геоморфологічним дослідженням дна акваторій на основі зйомки ехолотом-картплотером з подальшою обробкою та інтерп-

ретацією результатів, а надалі й сучасному напрямку останніх досліджень – аналізу геохімічних зв'язків між суходолом та водним середовищем, на основі вивчення показників та характеристик примітивних ґрунтів островів, наземної та підводної біоти, донних відкладів проток [11, 12].

За даними геодезичної зйомки, найвища точка на суходолі у межах о. Galindez має абсолютну висоту 51 метр над рівнем моря, а найнижчі

точки в межах протоки Meek Channel досягають - 38 метрів. На основі даних ехолотної зйомки, із застосуванням ГІС-засобів було розроблено цифрову модель рельєфу (ЦМР) дна акваторій, на основі якої укладено батиметричні карти та тривимірні моделі (рис. 1). Детальніше алгоритми геоінформаційного моделювання розкриті у попередніх публікаціях [8, 9]. За результатами по-

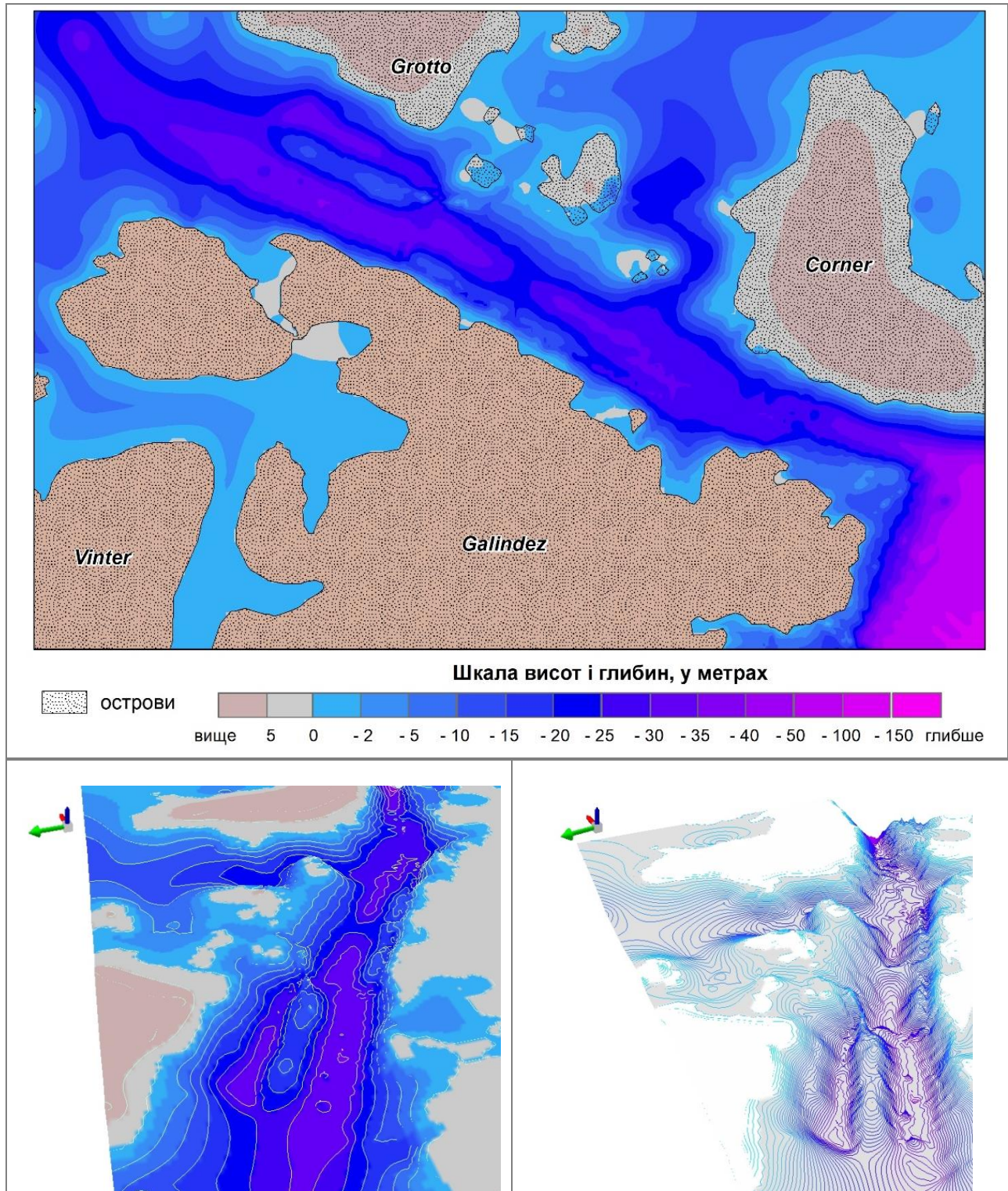


Рис. 1. Результати цифрового моделювання рельєфу дна акваторій (фрагменти карт та моделей – у межах протоки Meek Channel) (на 3D-моделях зеленим позначена стрілка на північ)

льових досліджень та моделювання рельєфу, у геоморфологічній структурі протоки Meek Channel загально можна виділити схили та днище з окремими мезо- та мікроформами рельєфу. Так, підводний схил з боку о. Galindez ускладнений терасою, яка проявляється на глибинах від -10 до -15 метрів. Загальна протяжність тераси вздовж берегової лінії складає близько 270 метрів, хоча місцями тераса переривається мікроформами у вигляді локальних знижень та поперечних борозд. На ряду з цим, між островами Galindez і Grotto було виявлено мезоформу рельєфу у вигляді окремого підводного підвищення, яке проявляється на глибинах від -9 до -25 метрів і має загальну протяжність близько 220 метрів. Для підводних схилів о. Grotto та о. Corner характерний рівномірно пологий підводний схил, крутизна якого збільшується ближче до протоки Penola.

На ділянці переходу/виходу протоки Meek Channel у більш глибоководну протоку Penola підводний схил о. Corner стає більш крутим, а напроти нього, для схилу о. Galindez – навпаки характерна виположена, слабопохила ділянка мілководдя. На основі цих даних, за сукупністю факторів, у тому числі за результатами досліджень бентосних угруповань, виділено межі біогеографічного полігону досліджень у протоці Meek Channel, запропоновано його зонування (рис. 2). Так, зона ядра полігону включає локальне підвищення в межах протоки та схили, прилеглі до о. Grotto. Моніторингова ділянка, в межах якої пропонуються періодичні спостереження за станом біоти, виділена на схилі о. Galindez, так як саме тут за робочою гіпотезою, у першу чергу, можна відслідкувати як динаміку гідрологічних змін, так і реакцію біоти на зовнішні впливи за геохімічними зв'язками із суходолом [11].

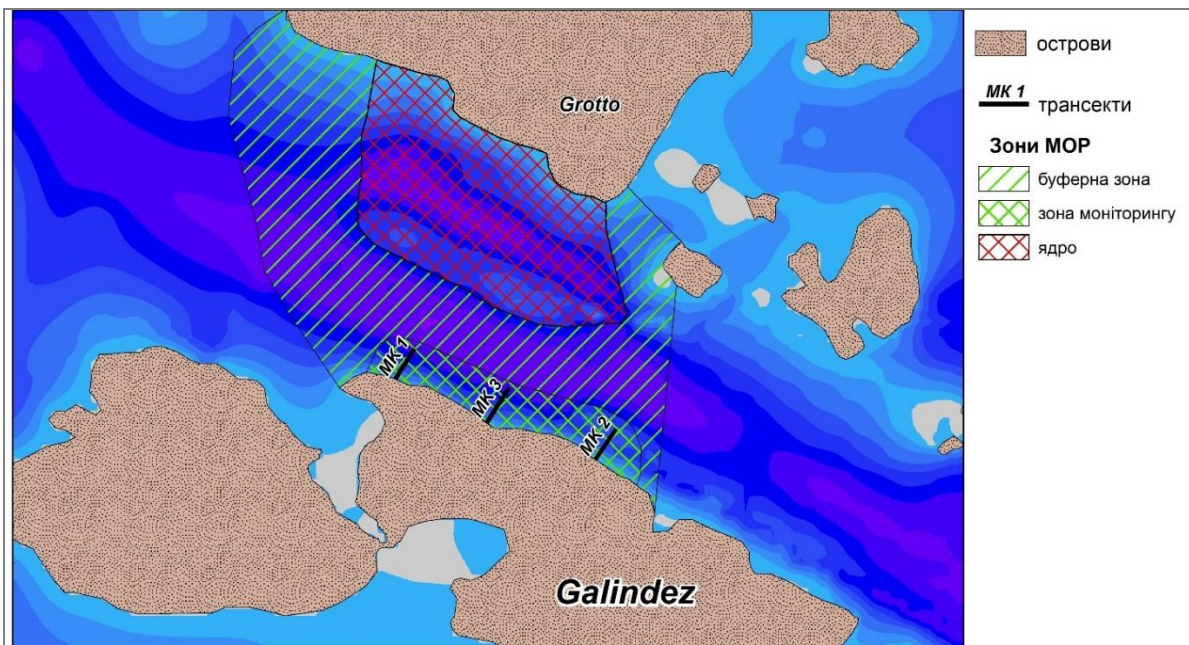


Рис. 2. Трансекти вивчення бентосних угруповань, пропонувані межі та зонування біогеографічного дослідного полігону (морського охоронного району – МОР) у межах Meek Channel

На основі ЦМР розраховано значення кутів нахилу поверхні рельєфу дна акваторій, що коливаються в межах від менше 1° до більше, ніж 60°, досягаючи на окремих ділянках 75° (рис. 3). Додатково побудовано поперечні гіпсометричні профілі рельєфу (рис. 4).

Встановлено, що на різних ділянках протоки Meek Channel має прояв асиметрія схилів: переважно більш крутим є підводний схил о. Galindez, ніж протилежний, за виключенням ділянки протоки Meek Channel, де вона переходить у протоку Penola.

Для розрахунку глибини розчленування рельєфу дна протоки було застосовано апробовані раніше алгоритми ГІС-аналізу [4], які базуються

на використанні ГІС-інструментів алгебри карт. Показник глибини розчленування визначається як величина різниці максимальних та мінімальних значень абсолютних висот, розрахована на певну одиницю площу. Враховуючи локальний рівень досліджень, високу точність первинних даних, а також потреби біологічних досліджень, за яких вивчення біоти за трансектами виконується через кожні 5 метрів, а іноді – частіше, було вирішено виконати розрахунок глибини розчленування рельєфу в одиницях м/10 м². У ГІС-середовищі розрахунок глибини розчленування рельєфу здійснено шляхом послідовної побудови серії растрових поверхонь: за допомогою інструментів зональної статистики в ArcGIS, за сіткою

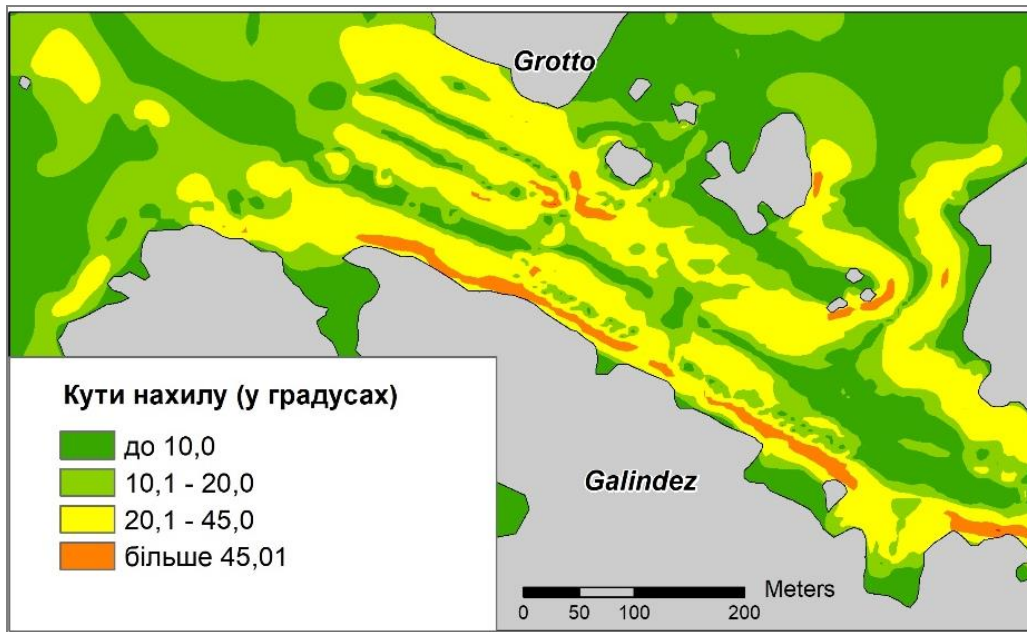


Рис. 3. Розрахунок за ЦМР кутів нахилу рельєфу дна протоки Meek Channel

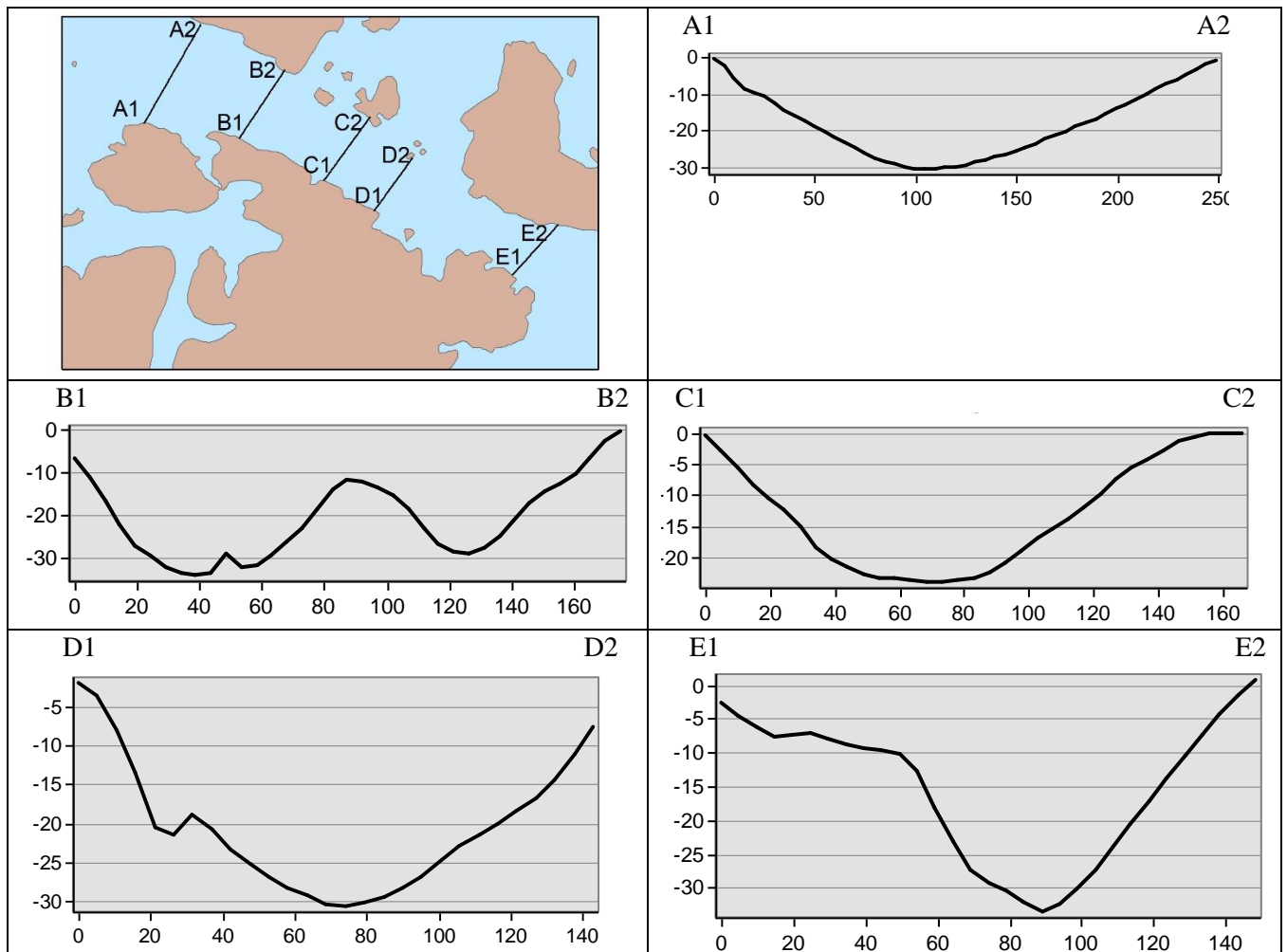


Рис. 4. Поперечні гіпсометричні профілі схилів протоки Meek Channel

квадратів з розміром квадрату 10 м^2 , визначено максимальні значення висоти у кожному квадраті; аналогічно визначено мінімальні значення висот; за допомогою калькулятора растрів розрахо-

вано різницю максимального та мінімального значень; засобами конвертації геоданих растрові дані переведено в точки; інтерпольовано значення глибини розчленування рельєфу методом IDW,

що дало змогу отримати результуючу растрову поверхню значень показника (рис. 5).

Висновки і перспективи. Однією із похідних задач на основі визначення кутів нахилу та

глибини розчленування рельєфу було моделювання ймовірного накопичення та розподілу донних відкладів (рис. 6).

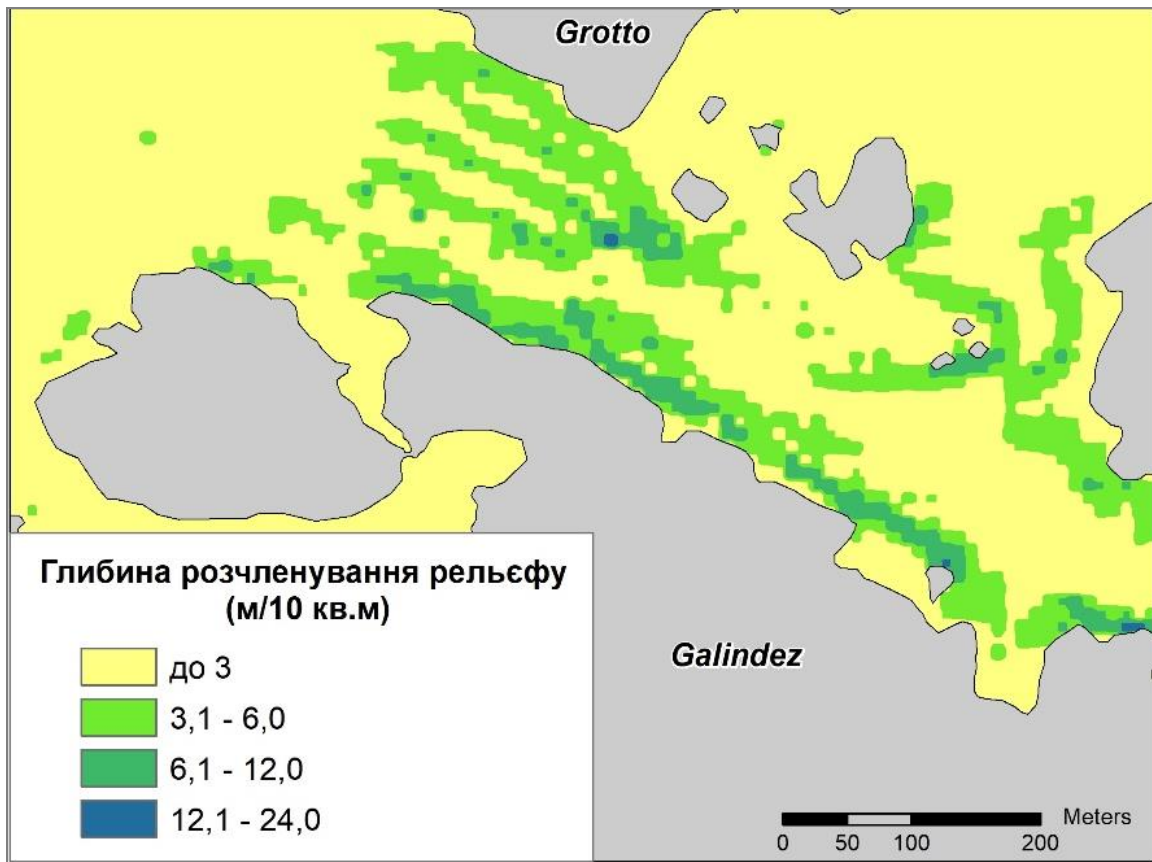


Рис. 5. Результат розрахунку глибини розчленування рельєфу у межах протоки Meek Channel

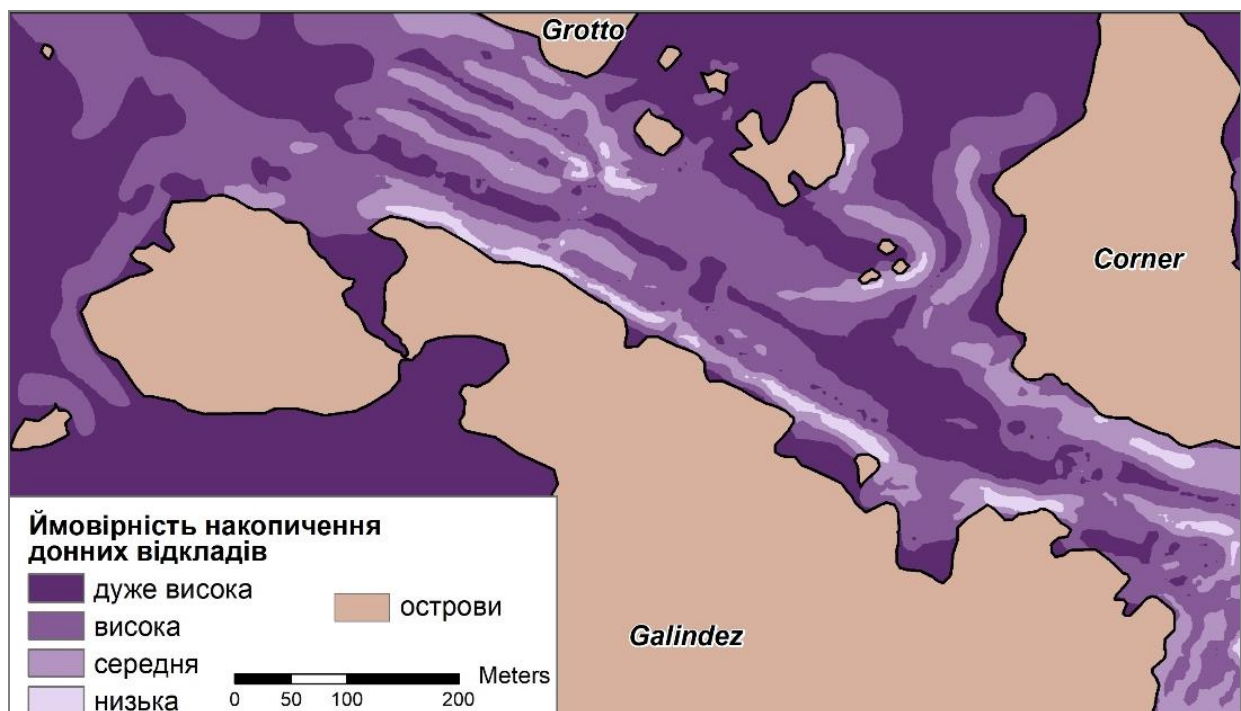


Рис. 6. Оцінка потенційного накопичення донних відкладів у межах протоки Meek Channel (на основі ймовірного моделювання за ЦМР, із залученням розрахункових даних кутів нахилу поверхні та глибини розчленування рельєфу)

Отримані результати мають лише гіпотетичний характер і потребують подальшої перевірки в польових умовах, що є однією із перспективних задач досліджень у межах сезонної експедиції на УАС у 2018 р.

Для дослідження передумов формування бентосних угруповань, а також існуючих геохімічних зв'язків між суходолом і водним середовищем передбачається здійснити визначення товщі донних відкладів і відбір зразків донної речовини.

Апробовані методичні основи до обробки даних ехолотної зйомки, моделювання та морфометричного аналізу підводного рельєфу засобами ГІС будуть використані для подальших досліджень рельєфу дна акваторій району УАС. Перспективним напрямом геоморфологічних досліджень є продовження зйомок даного району для загальної характеристики рельєфу дна міжострівних проток, якісного (морфографічного) аналізу із виділенням основних форм рельєфу, встановлення впливу геоморфологічних особливостей на формування бентосних угруповань.

Врешті-решт, слід зазначити, що карти й моделі рельєфу та похідних показників, обрахованих на їх основі, є лише деяких відбитком реального світу у заданих нами умовах, величинах та зображувальних засобах. Однак сучасна ГІС та веб-індустрія в області картографії та геомодельювання, на ряду із все більшою математизацією та технічним ускладненням, прагне до якомога більш реалістичного показу об'єктів та явищ, у тому числі з метою популярного представлення наукових результатів широкому колу користувачів. У рамках антарктичних експедиційних досліджень підводного біорізноманіття прибережних вод о. Galindez здійснено фото- та відеознімання за трансектами вивчення бентосних угруповань. Логічним та цікавим завданням на перспективу вбачається залучення із цих матеріалів даних щодо особливостей рельєфу для розробки наочних гібридних моделей, що поєднують технології реалістичної зйомки із результатами ГІС-моделювання рельєфу.

Публікація містить результати досліджень, проведених за грантом Президента України за конкурсним проектом № Ф70/137-2017 Державного фонду фундаментальних досліджень (№ держреєстрації НДР 0117U003557). Автори також висловлюють подяку Національному антарктичному науковому центру МОН України за підтримку досліджень.

Література

1. Авдеев, А. И. Морфометрические характеристики и расчлененность рельефа дна северной части Черного моря / А. И. Авдеев, В. Н. Белокопытов // *Морской гидрофизический журнал*. – 2011. – №4. – С. 43-63.
2. Блінкова, О. А. Чисельний аналіз рельєфу морського дна (на прикладі Західно-Чорноморської ділянки Чорного моря): автореф. дис... канд. геогр. н. – К. : ІГ НАН України, 2003. – 18 с.
3. Карта рельєфу дна мелководної зони архіпелага Аргентинських островів в районі української антарктичної станції Академик Вернадський / П. Ф. Гожик, Р. Х. Греку, В. П. Усенко та ін. // *Геологічний журнал*. – 2002. – № 1. – С. 128–131.
4. Курлович, Д. М. Морфометрический ГИС-анализ рельефа Беларуси / Д. М. Курлович // *Земля Беларуси*. – 2013. – № 4. – С. 42-48.
5. Левчук, Ю. Морфолого-морфометричний аналіз озерних улоговин / Ю. Левчук. – Луцьк, 2011. – 33 с.
6. Ляшенко, Д. О. Українські антарктичні дослідження. Антарктичний півострів [карта] / Д. О. Ляшенко, А. П. Федчук // *Національний атлас України*. – К. : ДНВП «Картографія», 2007. – 33 с.
7. Оцінка стану морських охоронних районів «Stella Creek» і «Skua Creek». Закладання нових морських охоронних районів : звіт про НДР (закл.) / ХНУ ім. В. Н. Каразіна ; керівн. А. Ю. Утевський; викон. О. І. Сінна та ін. – Харків, 2014. – 36 с.
8. Геоінформаційне моделювання рельєфу дна акваторій у районі о. Галіндез (Аргентинські острови, Західна Антарктика) / О. І. Сінна, А. Ю. Утевський, Є. А. Островерх, та ін. // *Фізична географія та геоморфологія*. – 2017. – Вип. 3(87). – С.140-147.
9. Сінна, О. І. Цифрове моделювання рельєфу дна акваторій у районі української антарктичної станції «Академік Вернадський» / О. І. Сінна, А. Ю. Утевський, В. С. Попов // *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць*. – Харків : ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2015. – Вип. 21. – С. 31-35.
10. Створення біогеографічного полігону Penguin Point: модельний профіль та його характеристика : звіт про НДР (закл.) / ХНУ ім. В. Н. Каразіна; керівн. А. Ю. Утевський; викон.: О. І. Сінна та ін. – Харків, 2015. – 40 с.
11. Тривимірний модель о. Галіндез: біорізноманіття та середовище : звіт про НДР (закл.) / ХНУ ім. В.Н. Каразіна ; керівн. А. Ю. Утевський; викон. : О. І. Сінна та ін. – Харків, 2016. – 16 с.
12. Моделирование наземных и подводных биотопов о. Галиндез (Аргентинские острова, Западная Антарктика) с использованием геоинформационных систем / А. Ю. Утевский, Е. И. Сенная, А. Е. Берёзкина, В.С. Попов // *Український антарктичний журнал*. – 2016. – №15. – С. 96-105.
13. Федчук, А. П. Стан картографічного забезпечення Антарктики / А. П. Федчук // *Часопис картографії*. – 2013. – Вип. 6. – С. 84-93.
14. Черваньов, І. Г. Дослідження рельєфу представниками харківської геоморфологічної школи / І. Г. Черваньов // *Український географічний журнал*. – 2012. – № 4. – С. 3-7.

15. Визначення актуальних екологічних параметрів Дніпровських водосховищ за допомогою геоінформаційних технологій / А. Г. Шапар, О. О. Скрипник, О. С. Тараненко, Д. Д. Дубовик // *Екологія і природокористування*. – 2014. – Вип. 18. – С. 139-146.
16. Craig, R. Smith et al (2006) A synthesis of benthic-pelagic coupling on the Antarctic shelf: Food banks, ecosystem inertia and global climate change // *Deep-Sea Research II* 53, 875–894 p.
17. Distribution and environmental relationships of three species of wolffish (*Anarhichas* spp.) in the gulf of St. Lawrence. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. // J. Dutil, S Proulx, P. Chouinard, etc. – 2014. – 24(3). – P. 351-368. doi:10.1002/aqc.2370
18. Murphy, E. J. et al. Developing integrated models of Southern Ocean food webs: Including ecological complexity, accounting for uncertainty and the importance of scale // *Progress in Oceanography*. – 2012. – 102. – P. 74–92.
19. Olivier, Musard et al. *Underwater Seascapes: From Geographical to Ecological Perspectives* // Springer. – 2014. – P. 293.
20. Malaysia airlines flight MH370 search data reveal geomorphology and seafloor processes in the remote southeast Indian Ocean / K. Picard, B. P. Brooke, P. T. Harris, etc. // *Marine Geology*. – 2017. – P. 395, 301-319. doi:10.1016/j.margeo.2017.10.014
21. Stefanie, Kaiser et al. Is there a distinct continental slope fauna in the Antarctic? // *Deep-Sea Research II* 58. – 2011. – P. 91–104.
22. Utevsky, A. Yu. Development of the Marine Protected Area Network in the Argentine Islands area (Akademik Vernadsky Station, Ukraine) / A. Yu. Utevsky, M. Yu. Kolesnykova, D. V. Shmyrov, O. I. Sinna // *Ukrainian Antarctic journal*. – 2014. – № 13. – P. 225–230.

УДК 551.589.6:551.515.7:551.50

Є. В. Самчук, науковий співробітник,
Український Гідрометеорологічний інститут

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА МІНЛИВІСТЬ АТМОСФЕРНОГО БЛОКУВАННЯ НА ТЕРИТОРІЇ ЄВРОАТЛАНТИЧНОГО СЕКТОРУ ПІВНІЧНОЇ ПІВКУЛІ ЗА ПЕРІОД 1976-2015 РОКИ

На сучасному етапі розвитку кліматології атмосферне блокування лишається недостатньо вивченим явищем: відсутнє об'єктивне визначення цього поняття, не сформульовано єдиної теорії, що пояснювала б його природу, підходи до здійснення усіх етапів його вивчення відрізняються у різних дослідженнях, а наявні результати мало придатні для взаємного співставлення. У статті сформульовано об'єктивний критерій виділення блокуючих антициклонів на території Євроатлантичного сектору Північної півкулі, що враховує тривалість їхнього існування та величину просторового зміщення. Сформульовано вибірку з 210 епізодів блокування за період 1976-2015 роки з використанням тривимірного підходу до ідентифікації баричних утворень у нижній та середній тропосфері. Розраховано та проаналізовано характеристики блокуючих антициклонів за досліджуваній період. Встановлено закономірності просторового розподілу випадків атмосферного блокування. Виділено три осередки з підвищеною повторюваністю випадків атмосферного блокування на території Євроатлантичного сектору. Простежено часову мінливість характеристик блокуючих антициклонів в кожному з трьох регіональних осередків блокування. Встановлено зменшення тривалості існування блокуючих антициклонів, максимальної площі, охопленої блокуванням, та максимальної аномалії геопотенціалу в зоні присутності блокуючого антициклону.

Ключові слова: атмосферне блокування, баричне утворення, реаналіз, просторово-часова мінливість, методика, критерій, антициклон, характеристика.

Є. В. Самчук. **ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА АТМОСФЕРНОГО БЛОКИРОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРОАТЛАНТИЧЕСКОГО СЕКТОРА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ ЗА ПЕРИОД 1976-2015 ГОДЫ.** На современном этапе развития климатологии атмосферное блокирование остается недостаточно изученным явлением: отсутствует объективное определение этого понятия, не сформулирована единая теория, объясняющая его природу, подходы к осуществлению всех этапов его изучения отличаются в разных исследованиях, а имеющиеся результаты мало пригодны для взаимного сопоставления. В статье сформулирован критерий выделения блокирующих антициклонов на территории Евроатлантического сектора Северного полушария, который учитывает продолжительность их существования и величину пространственного смещения. Сформирована выборка из 210 эпизодов атмосферного блокирования за период 1976-2015 годы с использованием трехмерного подхода к идентификации барических образований в нижней и средней тропосфере. Рассчитаны и проанализированы характеристики блокирующих антициклонов за исследуемый период. Установлены закономерности пространственного распределения эпизодов атмосферного блокирования. Выделены три очага повышенной повторяемости эпизодов атмосферного блокирования на территории Евроатлантического сектора Северного полушария. Прослежена временная изменчивость характеристик блокирующих антициклонов в каждом из трех региональных очагов блокирования. Зафиксировано уменьшение длительности существования блокирующих антициклонов, максимальной площади, охваченной блокированием, и максимальной аномалии геопотенциала в зоне присутствия блокирующего антициклона.

Ключевые слова: атмосферное блокирование, барическое образование, реанализ, пространственно-временная изменчивость, методика, критерий, антициклон, характеристика.

Постановка проблеми дослідження. Атмосферне блокування як один із нехарактерних для помірних широт Північної півкулі циркуляційних режимів є об'єктом наукових досліджень ще з середини ХХ ст. [1]. Такий стійкий інтерес до цього явища в першу чергу пояснюється його значним впливом на погоду і клімат великих територій та в цілому аномальною природою. Зага-