



# ПО ШОВКОВОМУ ШЛЯХУ

Професор *Тандонг Уао\** та професор *Фаху Чен\*\** описують, як зростає розуміння наслідків зміни клімату в регіоні пан-третього полюсу і обговорюють дві стратегії по

долання проблеми та дослідницькі ініціативи, важливі для цієї найбільшої посушливої області північної півкулі (за матеріалами журналу *Academia* Польської АН, 1/6/2019).



\*Професор *Тандонг Уао* – китайський гляціолог, член Академії наук КНР (CAS) та Почесний директор Інституту досліджень Тибетського плато. Він – перший азієцький науковець, який здобув у 2017 р. престижну медаль Vega в галузі антропології та географії за свій внесок у дослідження льодовиків та довкілля на Тибетському плато.

\*\*Професор *Фаху Чен* – директор Інституту досліджень Тибетського плато Академії наук КНР. В основному він вивчає зміни клімату та археологію навколишнього середовища в посушливих районах центральної Азії та мусонних районах Китаю. Йому належить вагомий внесок у вивчення західного кліматичного режиму у посушливих районах центральної Азії та дослідження періоду ранньої людської колонізації Тибетського плато і суборбітальних масштабів різких змін клімату на північному заході Китаю.

**Р**егіон пан-третього полюса простягається від західних районів Тибету (гора Джомолунгма, найвища вершина Землі – «третьий полюс Землі») до Карпат, включаючи Памір, Гіндукуш, Іранське плато та Кавказ (див. карту). Район займає понад 20 млн кв. км і містить щонайменше 20 країн з населенням близько 3 млрд. Історично, як ключовий коридор, що сполучає західну та східну культуру й економіку, цей мегарегіон сприяв розвитку людської цивілізації. І нині він є основною зоною економічного поясу Шовкового шляху. Зміни довкілля в регіоні пан-третього полюса має надзвичайно важливе значення для подолання певних викликів, що стоять перед країнами Шовкового шляху. Дослідження цих змін забезпечує реалізацію ініціативи «Один пояс – один шлях», яка спрямована на здійснення спільного розвитку та процвітання на континентах Азії, Європи та Африки.

Довкучжя пан-третього полюса, як правило, характеризується сухим і відносно прохолодним кліматом, а в зв'язку із загальним потеплінням стає більш спекотним. Порівняння з історичними реконструкціями клімату показує, що потепління ХХ століття, яке спостерігається у пан-третьому полюсі Землі, перевищило будь-які природні перепади температури за останні 2000 років. Крім того, темпи потепління в регіоні за останні кілька десятиліть були вдвічі швидшими за середній показник у світі, а це означає, що в цьому районі температура підвищиться на 4 °С, якщо в майбутньому на Землі стане на 2 °С тепліше. Оподи в регіоні проявляють велику просторову неоднорідність. Ця різка зміна клімату, що характеризується незвичайним потеплінням, вже викликала низку екологічних проблем і становить велику загрозу для місцевих ресурсів та екосистем в цьому регіоні. Щоб забезпечити економічно здоровим регіон, важливо з наукових позицій зрозуміти зміни клімату та їх вплив на людські та природні системи.

### Зміни клімату в минулому та людська цивілізація

Регіон пан-третього полюса на даний час є найбільшою середньоширотною посушливою областю північної півкулі. Приблизно 6000 років тому клімат у цьому регіоні став відносно теплим і вологим, що сприяло росту трав і гірських лісів та розвитку людської цивілізації. Вологий клімат та впровадження нових методів землеробства і скотарства сприяли інтенсивному обміну продуктами в центральнo-азіатських степах протягом наступних двох тисячоліть. Посіви проса, пшениці і ячменю, які були вперше одомашнені як на сході, так і на заході Євразії, поширювались і зійшлися в Центральній Азії 4500 років тому. Агропастирські нововведення, здійснені в умовах тепловологого клімату центральних євразійських степів, сприяли розширенню ямної культури (5600–4200 років тому), яка значною мірою вплинула на культурні та генетичні особливості Євразії в період пізнього неоліту та раннього бронзового віку.

Транс'євразійський культурний обмін активізувався після четвертого тисячоліття і ще більше змінив еволюцію цивілізації у Старому світі. Наприклад, ячмінь і пшениця були ввезені на північний захід Китаю близько 4000 років тому. Використання цих холодостійких західних культур сприяло постійному заселенню людей на Тибетському плато 3600 років тому. Незважаючи на те, що вплив кліматичних змін у регіоні пан-третього полюса на формування Шовкового шляху детально не досліджено, головна магістраль

транс'євразійського обміну перемістилася з євразійських степів і пішла по маршруту озерного бісеру в третьому тисячолітті, коли клімат у районі Сінцзяну був набагато вологішим, ніж до четвертого тисячоліття. Ця трансформація в просторово-часовій схемі обміну культур між Заходом та Сходом Євразії започаткувала формування стародавнього Шовкового шляху, який був одним із головних центрів світової цивілізації за останні 2000 років. Піднесення та падіння стародавніх цивілізацій уздовж Шовкового шляху також знаходилися під впливом змін клімату. Існує думка, що задовільні кліматичні умови були важливим фактором, який сприяв безпрецедентним зв'язкам стародавньої цивілізації та технологій Шовковим шляхом через регіон пан-третього полюса. Водночас крах добре розвинуеного осередку сільського господарства, такого, як у регіоні Королівство Луолань (176 рік до н. е. – 630 рік н. е.), може бути наслідком сильних антропогенних змін навколишнього середовища.

### Недавній вплив змін на водні ресурси

Тибетське плато, описане як «Азіатська водонапірна башта» (так ще називають Тибетське нагір'я), утворює ядро регіону пан-третього полюса і містить численні льодовики, озера та річки. Окрім регіонів Північного та Південного полюсів тут розміщується льодовик з найбільшою площею (> 100 000 км<sup>2</sup>). Відступ льодовика, викликаний потеплінням, повені та зміни рівня води дестабілізують «водонапірну башту», впливаючи на добробут людини вздовж «Пояса і шляху». Наслідки драматичної зміни клімату спостерігаються в льодовиках на Тибетському плато. Надзвичайне потепління призвело до різкого скорочення більшості льодовиків за останні кілька десятиліть. Наприклад, маса льодовика Тянь-Шань, який є життєво важливим водним ресурсом для Казахстану, Киргизстану, Узбекистану та автономного регіону Сінцзян-Уйгуру, зменшилася на 27 ± 15 % від 1960 до 2012 року. Льодовики в цьому регіоні відступають так швидко, що, за найгіршим сценарієм, після 2100 року прогнозується зникнення 64 відсотків маси льодовика. Таке швидке танення льодовиків може мати руйнівні наслідки. У засушливих і напівзасушливих регіонах вода з льодовикового розплаву може створити буфер для нестачі води в сухі сезони або посушливі роки, але за прогнозами, буферна здатність у майбутньому через потепління сильно знизиться. Крім того, швидке танення льодовика може призвести також до катастрофічних сніжних лавин. Щоб пристосуватися до змін клімату в майбутньому, повинні бути створені системи раннього попередження місцевих органів влади для реагування на ці безпрецедентні випадки природних небезпек.

Порівняно з льодовиками реакція озер регіону пан-третього полюса на зміни клімату демонструє великі просторові коливання. Озера на Тибетському плато розширюються, але в Центральній Азії швидко скорочуються. Наприклад, за останні 40 років площа озер Тибетського плато збільшилася з 29 278 до 37 867 кв. км, а середній рівень води зростав на 0,20 м на рік. На протигагу цьому Аральське море в Середній Азії, колись четверте за величиною внутрішнє море у світі (66000 кв. км у 1960 р.), втратило до 2010 року понад 90 % своєї площі. Усадку Аральського моря Генеральний секретар Організації Об'єднаних Націй **Антоніо Гутерреш** описав як «найбільшу екологічну катастрофу сучасності».



Потрібне глибоке розуміння закономірностей та основних механізмів змін водних ресурсів в умовах швидкої зміни клімату. Необхідно докласти багато зусиль для наукових досліджень, щоб забезпечити науково обґрунтовані прогнози та підтримку науково-обґрунтованих розробок для регіону пан-третього полюса Землі.

### Вплив на екосистеми та біорізноманіття

Потепління разом з підвищенням концентрації CO<sub>2</sub> в атмосфері та збільшенням осадження азоту, як правило, стимулює ріст рослинності та посилює поглинання вуглецю у високогірних районах пан-третього полюса. Наприклад, чиста первинна продуктивність на Тибетському плато зросла на 13,3 % за останні 30 років. Це спричинене потеплінням збільшення виробництва може сприяти покращенню екосистемних послуг, які необхідні для життєдіяльності та соціального розвитку. Однак на Тибетському плато розміщена найбільша площа вічної мерзлоти поза Полярними регіонами. Продовження потепління пришвидчить відтавання вічної мерзлоти і випустить «старий вуглець», похований під вічною мерзлотою, що потенційно може перекрити збільшення поглинання вуглецю, викликане потеплінням. Крім того, у деяких ключових районах луки, що є важливим типом екосистеми на території регіону пан-третього полюса, потерпають від антропогенної деградації. Важливо зрозуміти, як екосистемні послуги реагують на майбутні зміни клімату, щоб мати можливість направляти населення для підтримки їхньої діяльності в межах пропускну здатності екосистеми.

Вплив швидкої зміни клімату спостерігається не лише в змінах екосистем, а й у зміні біорізноманіття. Пан-третій полюс має велику кількість ендемічних видів, зберігає біологічне різноманіття 7-и зон із 36-и світових зон та утворює унікальний природний банк генів у високогірних хребтах. Але в останні десятиліття близько 10,6 % ендемічних видів рослин в Західній Азії опинилися під загрозою через різкі зміни клімату та посилене втручання людини. Крім скорочення кількості ендемічних видів, чисельність інвазивних чужорідних видів постійно збільшується. Наприклад, лінія дерев у східних Гімалаях за минуле століття піднялася на 110 м. Таке поширення порід дерев низового масиву створить подальшу сприятливу нішу для вторгнення видів в умовах швидких змін клімату. Однак сучасні знання про біорізноманіття та його реакцію на зміни клімату все ще фрагментовані, тому потрібні ретельніші дослідження.

### Рішення кліматичних проблем

Оскільки зміни клімату стали серйознішими в останні роки, кардинальні зміни екосистем, спричинені цим фактором, та стихійні лиха (такі, як посуха, повені, піщані бурі та крижані лавини) почали створювати велику загрозу для країн на маршрутах «Один пояс – один шлях». Щоб краще зрозуміти зміни клімату та їх вплив на екосистему та діяльність людини в регіоні пан-третього полюса, Китайська академія наук (CAS) ініціювала проведення програми «Навколишнє середовище третього полюса» (Third Pole Environment (TPE) у 2009 році. Ця програма призначена для заохочення всесвітньо відомих учених та установ досліджувати процеси та механізми взаємодії між атмосферою – водою – льодом – рослинністю – діяльністю людини в регіоні пан-третього полюса. У 2011 році TPE отримало фінансування у розмірі 0,12 млрд. юанів від CAS для програми

стратегічних пріоритетних досліджень «Багатосферна взаємодія земної системи на Тибетському плато та її вплив на ресурси та навколишнє середовище».

У міру подальшого розвитку досліджень TPE зростає усвідомлення, що зміни навколишнього середовища у третьому полюсі можуть мати далекосяжний вплив на регіони, які не обмежуються третім полюсом. У 2016 році TPE запропонував дослідження «Пан-третій полюс», яке також повинно охоплювати регіони, включаючи Східну, Південну, Середню Азію, Східну Європу тощо. Пропонований пан-третій полюс охоплює економічний пояс Шовкового шляху і включає всі країни регіону «Один пояс – один шлях».

Незабаром дослідження пан-третього полюса отримало значне фінансування як від урядових структур, так і від CAS. У 2017 році Китайська академія наук розпочала проведення Другої всебічної наукової експедиції до третього полюса Землі, після чого в 2018 році Міністерство науки і технологій Китаю оголосило, що в найближчі п'ять-десять років буде інвестовано 4,4 млрд у наукові дослідження для досягнення всебічного розуміння змін клімату, водних джерел, екосистеми, біологічного різноманіття та діяльності людини на третьому полюсі та прилеглих територіях. Нещодавно CAS ініціювала стратегічну Програму пріоритету А «Дослідження змін навколишнього середовища на третьому полюсі для розвитку зеленого Шовкового шляху» за фінансової підтримки у 1,68 млрд юанів. Загальна мета цієї програми – забезпечити екологічне зростання в регіоні пан-третього полюса, використовуючи умови природних ресурсів та пропускну екологічну здатність, розкрити механізми змін довкілля та запропонувати наукову стратегію розвитку зеленого Шовкового шляху. Уникнення найгірших наслідків зміни клімату також потребуватиме широкого міжнародного співробітництва між науковими установами та країнами пан-третього полюса. Щоб забезпечити зелене зростання, у листопаді 2018 року CAS створила Альянс міжнародних наукових організацій (ANSO) у регіоні «Один пояс – один шлях». Створення ANSO об'єднає міжнародне наукове співтовариство та мобілізує зусилля для спільного вирішення проблем, пов'язаних зі зміною клімату.

На симпозіумі «Захист нашого клімату, розвиток нашого суспільства», який відбувся у Катовіце 10 грудня 2018 року, вчені зауважили, що у нас ще є можливість взяти на себе відповідальність та уникнути кліматичної кризи, але це вікно швидко закривається. Третій полюс разом із Північним та Південним полюсами є регіонами найбільш вразливими та чутливими до швидких змін клімату. Існують переконливі наукові докази того, що три полюси (північний, південний та третій) швидко прогриваються, і багато з наслідків зміни клімату вже є негативними для екосистем та людини (наприклад, незворотна трансформація екосистеми, вимирання видів та підвищення рівня моря). Отже, вкрай важливо мати міцну наукову базу, щоб дії на захист клімату могли бути зрозумілі і поширені. Наразі уряд Китаю просуває програму триполярного довкілля та зміни клімату (TRPC), яка зосередить увагу на кліматичних змінах трьох полюсів, їхньому впливі на регіональне/глобальне середовище та зв'язках між трьома полюсами шляхом створення багатомірних систем спостереження. Реалізація цього проекту допоможе забезпечити наукову та технічну підтримку щодо подолання кліматичних катастроф, захисту полярної безпеки та врешті-решт побудови «*рומади зі спільним майбутнім для людства*». ■