

УДК 55 (091)

**Бортник С.Ю.,**  
Університет Яна Кохановського  
в Кельцах (Польща)

**Бортник С.С.,**  
Київський національний університет  
імені Тараса Шевченка

## **НАУКОВА СПАДЩИНА ЕДУАРДА ЗЮССА ТА ЇЇ РОЛЬ У РОЗВИТКУ ГЕОМОРФОЛОГІЇ**

*Ключові слова:* Едуард Зюсс, історія геоморфології, теорія геоморфології, наукова спадщина



**Історична довідка:** 26 квітня 2014 року минає 100 років з дня смерті **Едуарда Зюсса** (Eduard Suess, 20 серпня 1831, Лондон – 26 квітня 1914, Відень) – видатного австрійського геолога та громадського діяча. Е. Зюсс розробив контракційну теорію утворення Землі, висунув гіпотези про існування суперконтиненту Гондвани (1861) та океану Тетис (1893), першим запропонував і увів у науковий обіг термін «біосфера».

**Актуальність теми.** Роль наукової спадщини Е. Зюсса у становленні та науковому розвитку геології та геоморфології важко переоцінити. Вчений систематизував знання про планетарні форми рельєфу, вказав на їх нерозривний взаємозв'язок з внутрішньою будовою Землі та космічним

розвитком планети. Своїми численними науковими працями Е. Зюсс фактично започаткував основи тектоніки і структурної геології.

Класична чотирьохтомна праця Зюсса «Das Antlitz der Erde» («*The Face of the Earth*», російською «*Лик Земли*») стала підсумком розвитку світової геології другої половини XIX століття. На відміну від багатьох інших класичних праць зарубіжних геологів, вона ніколи не була перекладена на російську чи українську мову, і лише вибірково цитувалась із вторинних джерел. Тому вивчення наукової спадщини Е. Зюсса є особливо цікавим та актуальним, особливо з точки зору розвитку української теоретичної геоморфології.

### **Виклад основного матеріалу.**

**Перші дослідницькі пошуки Е. Зюсса.** Поштовхом до захоплення Едуарда Зюсса геологічними науками стало його ознайомлення з колекцією скам'янілостей Богемського музею в Празі та організована його доглядачем геологічна екскурсія. Спочатку сферою його захоплення була палеонтологія, результатом чого стала його перша наукова робота про граптолітів (1850). Рідкісне різноманіття і контраст рельєфу та геологічної будови його батьківщини сприяли подальшому

зацікавленню геологією та стратиграфією. Особливо різкі відміни між смугою гірських порід, що складають Карпати та Альпи і північним Богемським масивом, Судетами і рівнинами Галіції надихнули молодого дослідника на створення міжнародного товариства для вивчення Альп на всій протяжності гірської системи – від Ліону і Генуї до Відня. З цією метою вчений під час природничої конференції в Швейцарії в 1856 році розробив статут товариства і план його діяльності.

Через два роки, в околицях Еггенбурга, Е. Зюсс, спостерігаючи за поширенням осадових порід на схилах древнього Богемського масиву, дійшов висновку, що така рівномірність залягання шарів може бути пояснена лише виходом їх на денну поверхню в результаті зниження рівня моря, але ніяк не через підняття суші. Цей висновок заперечував загальні погляди геологів того часу і вимагав перевірки фактами. Як доказ, Е. Зюсс наводить переконливий факт, що острови, які знаходяться в океані, зазвичай мають рослинний і тваринний світ тотожний з сусідніми материками, а, значить, можуть вважатися їх частинами, що відрізані від материка внаслідок зміни рівня моря. Адже флора і фауна не могла піднятися з моря. Цю гіпотезу про коливання рівня світового океану вчений ще детально досліджував впродовж 15 років.

**Науково-педагогічна діяльність Е. Зюсса** розпочалась з прикрого враження від байдужості багатьох видатних вчених до прикладного застосування науки (вони пропагували модну тоді так звану «чистоту науки»). Однак, в той час були вже вдумливі і талановиті педагоги, наприклад геолог А. Г. Вернер, який захоплював учнів всієї Європи доступним викладанням, підкріпленим переконливими прикладами економічного значення розвитку гірської справи, впливу гірських порід на рельєф, архітектуру, тобто залежності людини від навколишнього природного середовища.

Без сумніву, Е. Зюсс також належав до когорти таких прогресивних педагогів. Поряд з педагогічною діяльністю, він взявся й за серйозне практичне завдання, яке невтомно вирішував в період 1855 – 1872 рр., а саме, дослідження проблеми водопостачання м. Відня, обґрунтування та будівництво найдовшого водопроводу альпійської джерельної води для міста.

Цікавим як з наукової, так і з практичної точки зору стало його дослідження «Походження і властивості ґрунтів Відня та їх взаємодія у житті городян» («Der Boden der Stadt Wien, nach seiner Bildungsweise, seiner Beschaffenheit und seinen Beziehungen zum bürgerlichen Leben»(1862)). Більша частина Відня розташована на блакитній водонепроникній глині (т.зв. тегель). Решта території – на рівнині по берегах Дунаю, де тегель залягає глибше і перекритий товщею водонепроникних річкових відкладів. Тобто води, придатної для пиття, у місті фактично не було. Вода, якою користувалось в той час місто, фільтрувалась через приповерхневі шари ґрунтів, в тому числі міських кладовищ, через що не відповідала жодним нормам і ставала причиною багатьох інфекцій. Е. Зюсс був переконаний, що для водогону міста слід постачати воду з альпійських джерел. В 1863 році вчений був обраний членом міської Думи, а його проект водопостачання Відня було визнано найкращим серед 56 запропонованих. Після відкриття збудованого за його проектом Віденського водопроводу Е.Зюссу було присвоєно звання почесного громадянина міста, а жителі Відня пишаючись своєю водою, називали її «водою Зюсса».

Під час тривалого дослідження природних умов для прокладення Віденського водопроводу Е. Зюссом було здійснено класифікацію джерел підземних вод на нисхідні та висхідні, а перших, в свою чергу, – на пластові (що течуть по водонепроникних нахилених пластах гірських порід і виходять на поверхню в місцях зрізу обривом), переливні (у випадку зігнення пластів) і тріщинні

(ті, що виходять із тріщин). Цей поділ ввійшов до усіх підручників. Також було встановлено розташування Відня на площі глибоко опущеної частини Альп, обмеженої з півдня великим розломом, з якого витікають гарячі мінеральні джерела і який отримав назву термальної лінії. Підтвердилось і припущення Е.Зюсса про опускання Судетських гір під край Карпат.

Як справжній науковець і педагог, Е. Зюсс збирав приклади для свого підручника з геології спеціально відвідуючи різні регіони й підтверджуючи, таким чином, велике значення порівняльної регіональної геології в отриманні достовірного наукового знання, на яке мала спиратися тогочасна глобальна геологія. Зокрема, результатом ґрунтовних експедиційних досліджень стала і праця «Походження Альп» («Die Entstehung der Alpen»), що побачила світ у 1875 р. У той час геологи ставилися досить побіжно до питань горотворення. Наприклад, в трактаті Ч. Лайєля «Принципи геології», який фактично визначав розвиток геології у першій половині XIX ст., ці питання взагалі не розглянуто. Здебільшого, у тогочасних підручниках ланцюги гірських систем розглядались як підняття центральної осі, з обох сторін оточені паралельними симетричними поясами гірських порід. Досліджуючи різні частини Альп, Е.Зюсс спростував це твердження й показав уявність симетричності Альп. На його думку, Альпи утворені не внаслідок дії сили, що підняла їх знизу і не бічним тиском, що йшов від вулканічної осі, а тангенційним напором з півдня. «...Вже при перших спостереженнях все чіткіше видає себе те, що рівноформні рухи великих мас в горизонтальній площині мали набагато суттєвіший вплив на сучасне оформлення Альпійської системи ніж вертикальні рухи окремих частин, на яких дотепер занадто наголошувалось ...» – писав Зюсс (Suess, 1875, с.25). Дослідник вважав, що вивержені породи в Альпах, як і в інших горах відіграють пасивну роль, вирішальне значення у з'ясуванні їх будови має не мережа геометричних ліній, а своєрідне відношення простягання складчастості щодо передгір'я (Vorland) Альп, тобто до місцевості, розташованої перед ними, оскільки складки прилягали до більш жорстких ділянок земної кори, які не брали участь в складкоутворенні. Яскраво виражена ж різниця в будові молодих східних Альп та прилеглого давнього Богемського масиву спричинена абсолютно відмінною геологічною історією цих тектонічних областей.

**Дослідження вулканізму.** У 1871 році, досліджуючи ритми виверження вулкану Везувію і його незалежність від ритму виверження паразитичного вулкану, Е.Зюсс зробив припущення, що маса водяної пари, яку викидає вулкан, це не морська вода, що проникає в вулкан, як було написано в підручниках, а вода що виходить з надр і приводить до збільшення запасів води в океані. Це значить, що морська вода є продуктом виділення газів і пари з земних надр. Саме Зюссу належить термін «ювенільна вода» – вода що виділяється при застиганні розплавлених мас.

Подорожі Італією показали досліднику, що вулкани, являючи собою другорядні утворення, приурочені, як правило, до внутрішньої сторони гірських ланцюгів.

**Регулювання Дунаю.** У складі Комісії регулювання Дунаю Е. Зюсс зайнявся цією непростою проблемою. В результаті глибоких наукових досліджень було обґрунтовано і споруджено нове русло річки довжиною 67 км і шириною 284,5 м., а також залишено площу шириною 514 м для затоплення під час повеней. Під час впровадження проекту вчений відвідував Суецький канал, де детально досліджував його гідротехнічні умови. Результат був позитивним – місто перестало підтоплюватись, вивільнились для використання значні земельні ресурси.

«Das Antlitz der Erde» («Обличчя Землі», англ. «The Face of the Earth», рос. «Лик Земли») Е.Зюсса – результат тридцятирічної наукової діяльності вченого. В цій фундаментальній праці Е. Зюсс зобразив картину будови та розвитку земної кори з позицій контракційної гіпотези, згідно якої процес охолодження земної кулі супроводжувався зменшенням її об'єму, внаслідок чого земна кора спочатку повсюдно «стиснулася», «зморщилася» в складки – в одних місцях утворилися гори, а в інших відбувся процес прогинання земної кори з утворенням морських западин. Цю гіпотезу активно підтримував А. П. Карпинський, який також вважав, що рушійною силою деформацій земної кори було стиснення Землі в результаті контракції. В свій час обидва вчені активно спілкувались і працювали у спільному напрямку.

Цікаво, що термін **«Руська платформа»** теж вперше був запропонований Е. Зюссом [Suess, 1904, 1908] для докембрійського блоку, що включав Балтійський щит, центральна частина якого покрита кембрійськими і молодшими осадами та південну, розчленовану частину Росії, де виявлені відслонення докембрійських порід. Вірогідно, що Е. Зюсс посилався на праці А.П. Карпинського [1883], який досліджував цей регіон, але не дав йому певної назви. Очевидно, що Е. Зюссу були добре відомі відкриття А. П. Карпинського. Наприклад, в третьому томі він детально розглядав докембрійські структури меридіонального простягання, зображені на карті, опублікованій А. П. Карпинським [1887] для визначення походження Уральських гір. Не дивлячись на те, що Е. Зюсс використав додаткові матеріали, все ж ідея А.П. Карпинського, залишилась без суттєвих змін.

В свою чергу, Е. Зюсс також вплинув на А. П. Карпинського. В своїх публікаціях останній підтримував концепцію Е.Зюсса про еволюцію Азії. Так, А.П. Карпинський відніс Уральські гори до алтаїдів і зробив припущення, що коливальні рухи всередині Руської платформи були наслідком поширення хвиль алтаїдів у внутрішні регіони кратону. Знамениті лінії Карпинського, також інтерпретувались, як результат еволюції алтаїдів. Описуючи кряжеутворення на півдні Руської платформи, А. П. Карпинський показав накладеність цього процесу на структури фундаменту, сформовані в силурі (реактивація древніх структур). До речі, саме Е. Зюсс назвав виділену Карпинським зону кряжеутворення «Лінією Карпинського», яка з того часу ввійшла в наукову літературу під цією назвою. Ідеї Зюсса і А.П. Карпинського про морфоструктуру і еволюцію Руської платформи виключно цікаві і потребують подальшого розвитку.

**Концепція хвиль складчастості.** Як відомо, Е.Зюсс висунув концепцію хвиль складчастості. Розвинув ці ідеї російський вчений С.Н.Бубнов. Він виділив Скіфське підняття – широку, молоду додатну структуру в тілі Руського кратону. Скіфське підняття включає в себе Український щит, Поліську антеклізу і Балтійський щит. Це підняття розділяє дві великі западини, а саме Московську і Білоруську (Польсько-Німецьку) синеклізи. На сході Скіфське підняття продовжується до Мангишлака. На захід і північний схід від Скіфського підняття С.Н. Бубнов прослідкував ланцюг додатних структур, що повторюють його контури (обриси). В принципі, узгоджуються з цим підняттям і уральські структури, що формують дугу, окремі частини якої не мають однакової геологічної та тектонічної передісторії, однак об'єднані циклічно повторюваними виникненням і поширенням напруг. Всі ці спостереження майже не відрізняються від концепції хвиль складчастості Зюсса, хоч Бубнов, на відміну від Зюсса, вважав, що хвилі діють всередині давніх структур (Руська платформа) і також впливають на європейські герциніди, де підпорядковуються їх первинній тектонічній структурі.

В XVII ст. гірські хребти вважались основними для розуміння тектонічної структури і кожен хребет розглядався як деякий еквівалент складчастому поясу в

сучасному розумінні. Ця концепція з'явилась вперше в Європі, де тісні взаємозв'язки між топографією і тектонічною структурою характерні для Альп та інших гірських хребтів.

У третьому томі Е. Зюсс часто використовував напрям хребтів для інтерпретації тектонічної структури. Наприклад, межі плоского підняття Східного Сибіру (Сибірський кратон) він визначив за дугами Таймиру та Верхоянського хребта. Описуючи Алтай, Е. Зюсс підтримує думку Ф. А. Геблера, який «висунув чудову ідею про дугоподібний план гір, що узгоджується з простяганням порід» (Suess, 1908, с.157). Ці уявлення Е.Зюсса слугують засадами й для сучасного морфоструктурного аналізу.

**Внесок Е. Зюсса у вчення про диз'юнктивні дислокації.** Е.Зюсс описав два напрямки докембрійських складок на заході і сході від о. Байкал і відзначив, що аналогія між напрямками багатьох долин рік і складок очевидна. При детальнішому аналізі стає зрозумілим, що риси рельєфу фактично контролюються протяжними розломами і зонами опускання. Е.Зюсс підкреслював, що російські вчені використовують дуже влучний термін «диз'юнктивні дислокації» для опису взаємозв'язків між древніми складками і молодшими структурами, що контролюють рельєф.

**Висновки.** Едуард Зюсс справедливо вважається одним з найвидатніших геологів в історії. Найхарактернішими рисами його наукової діяльності були такі:

- незалежність від певної наукової школи;
- використання власної порівняльно-оціночної методики дослідження („vergleichend-beurteilenden Methodik“);
- широта сфер дослідження як результат зосередження на проблемах, а не дисциплінах чи методах;
- концентрація на базових закономірностях геологічних процесів та актуалізм як основа досліджень.

Е. Зюсс систематизував знання про найважливіші форми земної поверхні, показав закономірний зв'язок сучасного розподілу морів, океанів, материків і гірських ланцюгів з геологічною історією Землі. Вчений об'єднав в загальну струнку систему геологічні знання свого часу. Окремі елементи рельєфу вчений розглядав як пам'ятки історичного розвитку земної кори, створених спільною роботою внутрішніх сил Землі і її зовнішніх оболонок, включаючи оболонку органічного життя, що тісно пов'язане з рельєфом земної поверхні. Середовище активного життя на Землі Е. Зюсс назвав біосферою. Його уявлення, які у свій час були прогресивними та революційними залишаються цікавими та актуальними й сьогодні.

Наукова спадщина видатного вченого заслуговує на детальне дослідження і переосмислення з позиції сучасної науки, що сприятиме розвитку як теорії геоморфології, так і її практичного застосування.

#### **Список літератури**

1. Suess, E. (1875): Die Entstehung der Alpen. 2. Suess, E. (1908): The Face of the Earth (Das Antlitz der Erde). 3. Celal A.M. Engör Grundzüge der geologischen Gedanken von Eduard SUESS Teil I: Einführung und erkenntnistheoretische Grundlagen // Jahrbuch Der Geologischen Bundesanstalt – Dezember 2006. – Band 146, Heft 3+4. – S. 265–301.
4. Обручев В. А. Эдуард Зюсс / В. А. Обручев, М. В. Зотина. – М. : Журн.-газ. объединение, 1937. – 232 с.
5. Natal'in B. A. Edward Suess and Russian geologist / B. A. Natal'in // Geodynamics & Tectonophysics. – 2011. – Vol.2, Issue 3. – P. 289-323.

**Бортник С.Ю., Бортник С.С.** Наукова спадщина Едуарда Зюсса та її роль в розвитку геоморфології. Висвітлено основні напрямки та найхарактерніші риси наукової діяльності видатного австрійського геолога Е. Зюсса, прослідковано їх вплив на розвиток сучасної теорії геоморфології.

*Ключові слова:* Едуард Зюсс, історія геоморфології, теорія геоморфології, наукова спадщина.

**Bortnyk S. Y., Bortnyk S.S.** The scientific legacy of Edward Suess and its role in the development of geomorphology. The basic trends and the most characteristic features of the scientific work of the famous Austrian geologist E. Suess, examined the impact on the development of the modern theory of geomorphology.

*Keywords:* Eduard Suess, the history of geomorphology, Geomorphology theory, scientific heritage.

**Бортник С.Ю., Бортник С.С.** Научное наследие Э.Зюсса и его роль в развитии геоморфологии. Отражены основные направления и характерные черты научной деятельности выдающегося австрийского геолога Э. Зюсса, прослежено их влияние на развитие современной геоморфологии.

*Ключевые слова:* Эдуард Зюсс, история геоморфологии, теория геоморфологии, научное наследие.

**Надійшла до редколегії 19.03.2014**