

нові місця, де очікується наявність шлейфів соляних штоків і пов'язаних з ними перспектив пошуку покладів вуглеводнів. Цілеспрямоване розміщення на прогнозних об'єктах свердловин пошукового та розвідувального буріння суттєво підвищить ефективність робіт.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Галицкий И. В. Некоторые особенности строения и истории развития солянокупольных структур юго-восточной части ДДВ/И. В. Галицкий//Геологический журнал. – 1963. – Т. 23. – Вып. 3. – С. 48–61.
2. Коган В. Д. Возраст диапировых структур восточной части Приднепровского грабена/В. Д. Коган, В. И. Андреева//Геология нефти и газа. – 1963. – № 4. – С. 47–51.
3. Брекчиевидные песчаники и гравелиты – свидетели конседиментационного роста штоков девонской соли в раннепермское время//Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур: Материалы Первого Симпозиума (г. Львов, [15–25 окт.] 1964 г.)/АН УССР. Ин-т геологии и геохимии горючих ископаемых. М-во геологии СССР. Укр. науч.-исслед. геологоразвед. ин-т; отв ред. В. И. Китык. – Киев, 1966. – С. 216–222.
4. Коган В. Д. Основные ритмы хемогенной толщи донецкой перми/В. Д. Коган//Советская геология. – 1964. – № 9. – С. 5–10.
5. Яковлев О. Э. О возможности поисков газовых залежей в славянской толще нижней перми юго-восточной части Днепровско-Донецкой впадины. – Геология и разведка газовых, газоконденсатных и морских нефтяных месторождений/О. Э. Яковлев//Транспорт и хранение газа: реф. сб./ВНИИЭГазпром. – Москва, 1983. – № 1. – С. 8–15.

#### REFERENCES

1. Galickij I. V. Some features of the structure and history of the development of salt-dome structures of the south-eastern part of the DDD/I. V. Galickij//Geologicheskij zhurnal. – 1963. – Vol. 23. – Iss. 3. – P. 48–61. (In Russian).
2. Kogan V. D., Andreeva V. I. Age diapir structures of the eastern part of the Dnieper graben//Geologija nefiti i gaza. – 1963. – № 4. – P. 47–51. (In Russian).
3. The body in the form of breccia sandstone grits - witnesses education during the Devonian deposits of rock salt stocks growth in Early Permian time//Uslovija obrazovanija i osobennosti neftegazonosnosti soljanokupolnyh struktur: Materialy Pervogo Simpoziuma (g. Lvov, [15–25 okt.] 1964 g.)/AN USSR. In-t geologii i geohimii gorjuchih iskopajemyh. M-vo geologii SSSR. Ukr. nauch.-issled. geologorazved. in-t; otv. red. V. I. Kityk. – Kiev, 1966. – P. 216–222. (In Russian).
4. Kogan V. D. Basic rhythms chemogenic Permian strata Donetsk/V. D. Kogan//Sovetskaja geologija. – 1964. – № 9. – P. 5–10. (In Russian).
5. Jakovlev O. Je. On the possibility of gas deposits prospecting in Slavic thicker Lower Permian south-eastern part of the Dnieper-Donets Depression. – Geology and exploration of gas, gas condensate and offshore oil fields/O. Je. Jakovlev//Transport i hranenie gaza: ref. sb./VNIIEGazprom. – Moskva, 1983. – № 1. – P. 8–15. (In Russian).

Рукопис отримано 13.05.2016.

УДК 55 (092)

Н. Н. ШАТАЛОВ, д-р геол.-минерал. наук, старший научный сотрудник (Институт геологических наук НАН Украины)

## ГЕНИАЛЬНЫЙ ТЕКТОНИСТ ЭДУАРД ЗЮСС (к 185-летию со дня рождения)

(Матеріал друкується мовою оригіналу)

В истории развития геологической мысли середины XIX и начала XX веков творчество члена всех существовавших тогда всемирных академий наук, профессора и академика Венской академии Эдуарда Зюсса (1831–1914 г.) занимает особое, несомненно, выдающееся место. Не существовало в то время ни одного значимого вопроса геологии, которого бы не коснулся своей гениальной мыслью Эдуард Зюсс. Он был палеонтологом и стратиграфом, гидрогеологом и инженерным геологом, минералогом и петрографом, геологом-рудником и тектонистом. Современники при жизни называли его гением. Более пятидесяти лет имя Зюсса вызывало гнев или восторг. Это был гигант мысли – возмутитель спокойствия, генератор идей, философ и поэт геологии. Ортодоксальные оппоненты метали в его адрес огненные стрелы, но дальнейшее развитие геологии не заставило усомниться ни в одной из его смелых мыслей; оно лишь прибавляло новые факты, новые концепции, но не откинуло “зюссовских идей”.

Эдуард Зюсс родился 20 августа 1831 г. в Лондоне. Геологии, минералогии и другим естественным наукам обучался в Праге и Вене, где закончил всего лишь университетские курсы. В 1849 году, в возрасте 18 лет он опубликовал свою первую научную работу, посвященную геолого-минералогическому очерку г. Карлсбада. Она была напечатана в путеводителе по минеральным водам Богемии и выдержала целый ряд новых изданий. Затем вышли в свет несколько мелких заметок Э. Зюсса и более крупная статья о граптолитах.

В 1851 г. учёный представил в Австрийской академии наук свой труд о *Terebratula diphyu* и прочитал ряд докладов о брахиоподах. В том же году Гайдингер и Гауэр открыли ему дорогу в Общество любителей естествознания и Геологическое учреждение Австрии. С этого момента Э. Зюсс принимал участие в полевых работах, в составлении геологического профиля Альп и занимался проблемой горообразования.

В 1854 г. он был избран ассистентом при минералогическом кабинете Венского университета, с 1956 г. – экстраординарным профессором палеонтологии, в 1961 г. – первым профессором геологии самостоятельной кафедры, а в 1967 г. назначен ординарным профессором Венского университета. В 1967 г. Э. Зюсс стал действительным членом Венской академии наук, а с 1898 г. по 1911 г. руководил ею в качестве президента.

Огромный вклад Зюсса в одно из направлений геологии – палеонтологию. Им опубликован длинный список монографий, посвященных брахиоподам, спириферам, аммонитам,



граптолитам, третичным позвоночным и др. Эти монографии поражают глубиной познания предмета и естественно-философским осмыслением. На его трудах учились многие палеонтологи нашей планеты. Благодаря только этим работам Зюсса следует признать выдающимся исследователем.

Гигантом же мысли Э. Зюсс предстает перед будущими поколениями ученых-геологов, опубликовав книги по проблемам геологии и тектоники. Увидевшая свет в 1873 г., т. е. более 140 лет назад, его маленькая изящная книга *“Die Entstehung der Alpen”* впервые в мире заложила основание для синтеза явлений горообразования и строения земной коры. Точным и образным языком в монографии даны первые представления о последовательности земных тектонических движений (волн) на поверхности Земли, о единстве горных систем, зарождающихся около более прочных платформенных участков планеты под воздействием одностороннего давления. В книге ученый впервые высказал мысль о латеральной неоднородности земной коры, слабые участки которой способны сжиматься под действием надвигающихся на них более прочных участков земной коры. Э. Зюсс показал также, что на границе складчатых хребтов и плоских предгорий наблюдается тенденция к образованию надвигов, сдвигов, сбросов. В ней же гениальный ученый первым сделал шаг к выделению на нашей планете пограничных структур между платформой и орогеном (складчатой областью). Зюсс предложил теорию *“орогенеза”* и ввел в геологическую литературу понятие передовой (Forland) и тыловой (Ruckland) сторон горных цепей, что указывало на разный тип их сочленения с платформами. Он считал, что дугообразность складчатых систем определяется влиянием древних твердых и жестких массивов. Впоследствии эта идея Зюсса в умах тектонистов обособилась в учение о краевых прогибах, расположенных на границе платформ и складчатых областей (орогенов). В своей монографии Зюсс также впервые обратил внимание на зеленокаменные основные изверженные породы как на характерную черту альпийской складчатой зоны.

Монументальным считается труд Э. Зюсса *“Das Antlitz der Erde”*, в котором автор излагает свою теорию о динамике Земли во всем объеме этого термина, т. е. впервые в мире приводит сведения о тектонике, вулканизме, трансгрессиях

и регрессиях моря, закономерностях изменения рельефа на поверхности планеты, об особенностях изменения органического мира. Материалом для написания этого гениального труда служили не только личные его наблюдения и размышления, но и опубликованные исследования естествоиспытателей всего мира. Ученый талантливо проанализировал, осмыслил и синтезировал накопленные данные, отбросил ненужное и развил главное, фундаментальное. В труде, под его напором, рушились многие устои старых представлений и рождались новые, в частности идеи и представления об особенностях геологического и тектонического строения Земли, о горообразовании, о процессах осадконакопления и формирования рельефа, об эволюции органического мира и т. д. Другими словами Зюсс, как гениальный художник, написал свою собственную картину эволюции и лика планеты Земли. В результате высказанных им идей (в период господства теории контракции) во второй половине XIX столетия геология и тектоника сделали гигантский шаг вперед, что нашло отражение в широком развитии геологического картирования. Оно сопровождалось изучением складчатой структуры регионов, описанием фауны и флоры, литологии пород и последовательности геологических напластований. Использование методов геологического картирования привело к появлению в геологии новых концепций о характере процессов и исторических причинах их вызывающих.

В геотектонике возникло представление о двух типах геологических структур – геосинклиналях (геоантиклиналях) и платформах. Термины “геосинклиналь” (зона мощного прогибания и осадконакопления) и “геоантиклиналь” (обширные зоны воздымания) в геологическую литературу впервые были введены американским геологом Дж. Дена. Второй тип структур Э. Ог именовал “континентальная площадь”; Э. Зюсс – *“плита”*; а впоследствии к нему был применен термин *“платформа”*. В дальнейшем, представления о геосинклиналях, геоантиклиналях и платформах являлись краеугольным камнем почти всех разделов геотектоники. В них рассматривались взаимоотношения платформ, геоантиклиналей и геосинклиналей во времени и пространстве, механизм формирования геосинклинальной складчатости, особенности строения коры геосинклиналей и платформ, характер глубинных процессов, приводящих к образованию указанных тектонических структур и т. д.

Зюсс стоял также у истоков формирования взглядов на срединные массивы. Впервые он выделил *“срединные массы”* (например, плато Колорадо и др.), которые по своему геологическому строению чужды обтекающим их складчатым поясам. Позднее установлено, что срединные массивы занимают как бы промежуточное положение между геосинклиналями и платформами. Они входят в состав геосинклинального пояса, но в то же время имеют тектоническое строение и историю, близкие к платформенным структурам.

Эдуард Зюсс, вместе с А. П. Карпинским и Э. Огом, сыграл ведущую роль в формировании современного понятия *“платформа”*. В 1880 г. А. П. Карпинский пришел к новому для того времени выводу о важнейшей структурной особенности платформ – двухъярусном их строении: внизу – складчатый метаморфический фундамент, а на нем – полого залегающий осадочный чехол. Зюссом же, в 1883 г., были предложены специальные термины для обозначения рассматриваемых структур. Он предложил выделять плиты, называя ими тектонические элементы, в пределах которых прекратились все горообразовательные процессы. В частности, большую

часть Украины и европейской России Зюсс назвал Русской плитой. При переводе в 1897 г. *“Лика Земли”* Э. Зюсса с немецкого языка на французский слово “плита” было заменено термином “платформа”. Для выделения крупных положительных структур (“кристаллических горстов”) в пределах платформ Э. Зюсс предложил термин *“цим”*; который в современной геологической литературе получил наибольшее распространение. Платформам и щитам Эдуард Зюсс противопоставлял складчатые области разного возраста – каледонские, герцинские, альпийские.

Огромное внимание в своем труде *“Лик Земли”* Э. Зюсс уделяет *“проблеме тектонических движений”*. Он рассматривал процесс складкообразования и сопутствующего ему горообразования как результат тангенциального сжатия. Одновременно он уделил большое внимание исследованию трансгрессий и регрессий морских бассейнов. В частности, рассмотрел проблему современного колебания уровня моря – перемещение береговых линий в Южной и Северной Европе, в Америке и на других континентах. Изменения береговой линии ученый объяснил поднятием и опусканием уровня гидросферы, а не наоборот – разнонаправленными движениями суши.

Ученому часто ставили в упрек отрицание разнонаправленных тектонических движений, однако далеко не всегда при этом обращалось внимание, что Зюсс впервые в мире, в четкой и развернутой форме, поставил в тектонической науке вопрос о связи изменения объема океанических впадин со смещением береговой линии. В связи с его идеями в геологической литературе появилось понятие об эвстатических колебаниях, которые Зюсс разделил на эпизодические отрицательные и хронические положительные. По его данным, первые происходят вследствие сокращения объема земного шара, вызывая опускание морских бассейнов и, следовательно, понижение уровня моря. Процесс непрерывного накопления осадков в морях и океанах, по мнению исследователя, обуславливает противоположное изменение, т. е. повышение уровня моря. Идеи Э. Зюсса о связи эвстатических колебаний уровня океана с изменением объема океанических впадин были подтверждены лишь спустя сто лет. Так, по данным бурения океанического дна, проведенного в 70–80-х годах XX столетия, были установлены грандиозные изменения объема океанов, что подтвердило правильность идей ученого.

Краеугольный камень Э. Зюсс заложил также в идеи *“о смене геосинклинальной стадии развития Земли платформенной”*. В частности, вслед за Дж. Холлом и Дж. Дена он дал общую картину эволюции крупных элементов лика Земли. Э. Зюсс показал, что отдельные древние ядра материков (Евразия, Лаврентия, Гондвана, Австралия и Антарктида), представляющие собой зачатки континентов, последовательно *“обрастали”* различными по конфигурации, более молодыми складчатыми зонами. Процесс роста платформ за счет отмирания геосинклиналей наиболее ярко может быть продемонстрирован в пределах Европы. Здесь, в фанерозое происходило постепенное отмирание каледонских, герцинских, а затем и альпийских геосинклинальных областей и их *“причленение”* к древней платформе. Концепция роста платформ за счет геосинклиналей получила широчайшее признание среди тектонистов планеты. До настоящего времени она лежит в основе легенды тектонических карт всех континентов Земного шара.

Гениальную идею *“о возрождении геосинклинального режима”* Э. Зюсс также впервые в мире высказал в 1883 г.

в своей монографии *“Лик Земли”*. Так, обосновывая выделение Русской плиты, сложенной внизу гранитогнейсами, обнажающимися в Финляндии, а сверху – полого залегающими формациями силура и девона, он показал, что эти же осадочные образования (в том числе характерные красные песчаники девона) распространены также к югу от Карпатской дуги. Этот геологический факт привел Зюсса к выводу, что осадочные породы, слагающие чехол Русской плиты, под Карпатами глубоко погружены и перекрыты более молодыми отложениями. Ученый писал: *“Все обстоятельства приводят к предположению о том, что часть Русской плиты была переработана карпатской складчатостью”*. Проблема периодического обновления (*регенерации*) геосинклиналей получила свое дальнейшее развитие по мере накопления материала касательно геологической истории планеты, а главное – в связи с успехами в расчленении докембрия континентов.

Проблема *“цикличности тектонических движений”* в полной ее широте также впервые была поставлена Э. Зюссом. Ученый пытался ее наметить на основе реконструкции морских трансгрессий и регрессий. Колебания уровня моря он объяснял изменением объема океанических бассейнов. Опускание океанического дна вызывало на континенте регрессию. Вследствие понижения базиса эрозии снос осадков в морские бассейны резко усиливался. Вытесняемая осадками вода являлась причиной трансгрессии. Новая фаза обрушения океанического дна вызывала следующую регрессию. Следовательно, Э. Зюсс назвал два важнейших фактора, обуславливающих колебания уровня Мирового океана, – опускание дна океана и накопление осадков. Он считал, что вследствие названных причин эвстатические колебания проявляются на всей Земле одновременно и с одним знаком. Представления Э. Зюсса о четкой периодичности в проявлении тектонических движений позже детально разработал Г. Штилле в статье *“Основные вопросы сравнительной тектоники”*, опубликованной в 1924 г. Развитие идей Зюсса привело выдающихся тектонистов планеты к признанию того, что регрессии и трансгрессии отражают *пульсации* – чередование периодов сжатия и расширения земного шара.

Э. Зюссом высказаны также оригинальные представления о *“направленности в эволюции Земли”*. Они выражаются в неравномерном, но последовательном проседании разных участков планеты в ходе ее эволюции. В частности, в протерозое преобладали поднятия, а в рифее и фанерозое – опускания. Следовательно, тектонический процесс в земной коре, по крайней мере в позднюю ее историю, в основном определяется образованием впадин и рифтов. Впоследствии его мысли были развиты учеными, однако до сих пор причины такой тектонической направленности процессов на Земле все еще остаются невыясненными. Известны лишь некоторые следствия этого процесса, протекающие в литосфере на протяжении последних миллионов лет. В природе, вероятно, существуют общепланетарные эпохи усиления и ослабления разнонаправленных тектонических движений.

Мысль о том, что *“океаны – это опустившиеся материки”* также впервые высказал в своем труде *“Лик Земли”* Э. Зюсс. По сути, он предложил новое научное направление, утверждающее отсутствие принципиальных различий в строении и истории развития тектоносферы материков и океанов. Он указал на различия в строении Атлантического и Тихоокеанского побережий: первое ограничено разломами, а

второе – геосинклинальным поясом, расположенным на границе между континентом и океаном. Связывая образование атлантического побережья с глубинными разломами, ученый полагал, что формирование Атлантического океана было вызвано опусканием существовавшей на его месте суши. Весьма детально характер обрушения суши и формирования на ее месте глубоководных впадин описан Э. Зюссом на примере Средиземного моря. Им подробно прослежены стадии обрушения континентальных участков суши в пределах Средиземноморского пояса и возникновение на их месте морских бассейнов – Эгейского и Черного морей. Таким образом, ученый выдвинул и обосновал концепцию, согласно которой океаны рассматриваются как впадины, возникшие на месте материков в результате контракции земной коры. Основным возражением против концепции Э. Зюсса явились геофизические данные о разном строении коры под континентами и океанами. Гипотеза океанизации, развивавшаяся в рамках историко-геологической теории, оказалась в противоречии с геофизическими представлениями о разных типах земной коры – континентальном и океаническом. В этих условиях идеи Э. Зюсса с трудом пробивают себе дорогу, хотя в их пользу свидетельствуют результаты бурения во всех океанах – Тихом, Индийском, Атлантическом. Под глубоководными отложениями везде были вскрыты осадки, образовавшиеся на мелководье и в континентальных условиях. Из чего следовало, что на месте современного океана раньше (50–150 млн лет назад) был материк.

Ученый высказал также оригинальную мысль “*об унаследованности тектонических структур*” и о “*принципе разрастания материков за счет океанов*”. Э. Зюсс полагал, что современные материки частично образовались вследствие сокращения и утолщения океанической коры. Континенты наращиваются за счет постепенного “припаивания” к ним новых поясов горных цепей, возникших в океанах в результате геосинклинальных процессов. Идея разрастания континентальных глыб за счет океанов развивалась позднее М. Бертраном, Л. Кобером, И. Д. Лукашевичем и другими.

Э. Зюсс, вместе с А. П. Карпинским, стоял у истоков возникновения представлений “*о линеаментах*”. В его книге сформулировано представление о линеаментах (или глубинных разломах) как о протяженных структурных линиях на теле нашей планеты. Он считал, что одной из важнейших особенностей структуры земной коры является ее неоднородность, прежде всего наличие протяженных тектонически ослабленных зон. Обобщая геологические данные о Земле в целом, Э. Зюсс наметил платформы, простирающиеся основных горных цепей и складчатых зон, показал их линейность и значительную протяженность. Ученым впервые была выделена система глубинных разломов, пересекающих Восточную Африку и прослеживающихся через Красное море на Синайский полуостров.

Э. Зюссу принадлежит также первая попытка выделения активных в современных условиях тектонических линий по расположению эпицентров землетрясений. Нанеся на карту местоположение эпицентров землетрясений, происшедших в Нижней Австрии, ученый установил три прямолинейные линии, к которым приурочено большинство эпицентров землетрясений: 1 – линия р. Камп; 2 – линия теплых ключей; 3 – линия р. Мюрц. При этом две последние совпадали с современными интенсивными дислокациями Восточных Альп.

Представления Э. Зюсса и А. П. Карпинского – основоположников учения “*о линеаментах*” широко развиты в научных трудах тектонистов планеты.

Гениальным Зюссом были также предложены плодотворные идеи по проблеме “*тектонического районирования*”. На раннем этапе развития геотектоники Э. Зюсс сформулировал один из важнейших принципов, открывших путь к выяснению связей в пространственном распределении крупных тектонических структур. Ученый вложил в представление о рельефе земной поверхности структурное понятие, считая возможным проследить по простирающему хребты, депрессии, плиты и другие тектонические структуры. Первое тектоническое районирование континентов Э. Зюсс выполнил путем проведения линий, обозначающих простирающиеся тектонических структур разного строения и возраста. В основу тектонического районирования Европы ученый положил возраст геологической складчатости. Важно подчеркнуть, что этот принцип остается ведущим не только для современных тектонических карт Европы, но и мира.

Э. Зюсс подчеркнул основные черты тектонического строения Северной и Южной Америки, а именно: наличие внутри каждой из них древних устойчивых масс (плит, платформ) – Канадской и Бразильской. Для Северной Америки он показал единство и постоянство структурного плана, по которому происходило последовательное наращивание складчатых зон в течение геологической истории. На составленной им тектонической карте Европы представлена древнейшая область – Русская равнина, куда включен Балтийский щит. На северо-западе, в Норвегии, в обрамлении щита, им выделены каледонские горы – область, испытывавшая складчатость перед началом девонского периода. Южнее – армориканские и варисские горы со складками каменноугольного возраста. На юге четко выделены контуры области молодой послемезозойской складчатости. Сравнение карты Э. Зюсса с составленными позднее тектоническими картами Европы свидетельствует о высочайшем уровне проведенного им тектонического районирования. Он правильно уловил важнейшие особенности тектоники и истории геологического развития Европы по весьма скудным данным. Его гениальное предвидение, заключающееся в правильном оконтуривании большинства тектонических структур и зон, просто поражает.

Впервые в геологической науке для Северного полушария Э. Зюссом были выделены следующие тектонические элементы: 1 – система уралов, от Новой Земли до Мугоджар; 2 – Таймырская и Верхоянская дуги на севере Сибири; 3 – Прибайкальский центр (“древнее темя Азии”) в Восточной Сибири; 4 – область складчатых дуг по границе Азии и Тихого океана; 5 – в пределах Центральной Азии подробно намечена система Тянь-Шаня и выяснена ее связь с Гималаями и Гиндукушем.

Не имея сейсмических данных о строении планеты, Э. Зюсс, кроме того, построил историко-геологическую модель Земли. Он разделил землю на три концентрических слоя: верхний – “*сиаль*”, нижний “*сима*” и центральную часть планеты – “*нифе*”. Под сиалем он понимал “гранитизированную” земную кору, а слой сима относил к подкоровому субстрату, т. е. к базальтовому слою. Ученый развил представление о постепенном затвердевании коры, ее латеральной неоднородности и природе тектонических движений.

Новые данные о стратиграфии, условиях залегания пластов горных пород, закономерностях формирования горных складчатых структур и платформ позволили Э. Зюссу на рубеже веков создать первую сводку геологических знаний для всей планеты Земля (Suess E. “*Das Antlitz der Erde*”, 1883–1909 гг.).