

## Синергетическая тектоника. 3. Основная тектоническая закономерность в строении континентальных окраин

© И. В. Карпенко, 2013

ДП «Науканафтогаз» НАК «Нафтогаз Украины», Киев, Украина  
Поступила 8 июня 2012 г.

*Представлено членом редколлегии В. И. Старостенко*

Тектонічну еволюцію континентальних окраїн (КО) розглянуто як результат саморозвитку у зв'язку з періодичною ортогональною зміною положення власної осі обертання Землі — тектонічними (Т) стадіями. Досліджено зв'язок Т-стадій із складчастостями, їх організуючу роль у циклі Вільсона і, відповідно, у будові КО. Запропоновано модель еволюції КО, проаналізовано властиві їй типи кристалічної кори, осадових басейнів, орогенів. Показано важливу роль горизонтальних і вертикальних рядів Т-стадій у вивченні еволюції та сучасної будови КО. Основні положення тектоніки рядів тектоностадій розглянуто на прикладах тектонічного розвитку південної та західної КО Східноєвропейської плити.

Tectonic evolution of continental outskirts (CO) is considered as a result of self-development in relation with periodical orthogonal change of the Earth's proper rotation axis position — tectonic (T) stages. Relation of T-stages with folding, their organizing role in the Wilson cycle and accordingly in CO structure is under investigation. A model of CO evolution is proposed, inherent types of crystalline crust, sedimentary basins, orogenies are under analysis. Important role of horizontal and vertical sets of T-stages in the studies and contemporary CO structure has been shown. Basic provisions of tectonics of the sets of tectonic stages are demonstrated on examples of tectonic development of south and west CO of East European plate.

**Введение.** Теоретические представления о тектонических моделях развития континентальных окраин на территории Украины все еще пребывают в процессе становления и достаточно острой дискуссии между сторонниками различных и нередко почти что противоположных по идейной сущности тектонических гипотез. Так, геологические гипотезы, основывающиеся на концепциях так называемого фиксизма, опираются на положения о преимущественно вертикальных движениях земной коры и отрицание существенных горизонтальных перемещений блоков земной коры. При этом используются учения о геосинклиналях, глубинных разломах, глобальных циклах и фазах складчатости, планетарных системах трещин-разломов, разломно-блоковой модели строения земной коры. В последние десятилетия эти концепции эволюционируют в сторону большего или меньшего признания многих тектонических феноменов, положенных в основу тектоники литосферных плит или ее более современных структурно-мобилистских модификаций.

Классический пример модели формирования континентальной окраины на основе

концепции тектоники литосферных плит в виде схемы раскрытия — закрытия океана на протяжении одного цикла Вильсона представлен в работе [Обстановки..., 1990]. Основная идея этого процесса состоит в следующем. На континентальной коре вследствие определенных внутриземных процессов появляются две рифтовые зоны. На базе одной зарождается океанический хребет, на базе другой — пострифтовый бассейн. Спрединг в океаническом хребте приводит к раскрытию океана, а пострифтовый бассейн трансформируется в задуговой бассейн сжатия. Также в зоне субдукции образуются задуговой рифт, внешняя дуга, преддуговой бассейн, вулканическая дуга, задуговой магматический пояс.

По истечении некоторого времени океан переходит в стадию закрытия, связанного с отрывом вулканической островной дуги от одной из окраин и продвижением ее в сторону другой, вследствие чего раскрывается следующий океанический бассейн. Закрытие океана сопровождается возникновением в зоне коллизии межгорных грабенных, складчато-надвигового пояса, разных типов осадочных бассейнов.

Подобная схема использована для пояснения геодинамики формирования континентальной окраины юга Украины в мезокайнозойе [Юдин, 2008]. В качестве островных дуг, раскрывающихся и закрывающихся последовательность океанов — Палеотетиса, Тетиса, Мезотетиса, Паратетиса, выступают террейны Скифия, Украина, Понтия, Крымия. Отличие данной геодинамической модели от других, основанных на концепциях фиксизма, структурного мобилизма и тектоники плит, по мнению автора концепции, в первую очередь состоит в обосновании и прослеживании разновозрастных коллизионных швов. Последние сопровождаются надвигами, шарьяжами, микститамы и закономерно приуроченными к ним литодинамическими комплексами. Микститы рассматриваются как отдельный тип не стратиграфических, а тектонических объектов. В зависимости от направления наклона сутур в их автохтоне размещены пассивные окраины, а в аллохтоне — активные. На пассивные окраины в коллизионные этапы наложены краевые прогибы, а на активные — конвергентный магматизм и тыловые прогибы. Данная концепция названа автором актуалистической геодинамикой.

Разработанная В. Юдиным геодинамическая модель эволюции и современного строения Черноморского региона включает три цикла Вильсона (раннепалеозойско-триасовый, поздне триасово-раннемеловой и мелово-четвертичный), которые, с его точки зрения, сформировали дивергентные и конвергентные структурные комплексы скифид, киммерид и неокиммерид. С точки зрения автора настоящей статьи, здесь имеет место некорректное использование понятия цикла Вильсона, а именно: в данном случае цикл Вильсона применяется не к таксону стадия, определяющему последовательность раскрытия океанических систем, а к таксону тектоническая эпоха, с помощью которого описывается последовательность раскрытия и закрытия задуговых морей на протяжении только одной тектоностадии, в данном случае — конвергентной.

Главным проблемным вопросом в различных мобилистических концепциях является постулируемость основных теоретических положений — физического механизма раскрытия океанической системы, задуговых и других окраинных морей, орогенов и т. д. Создается впечатление, что нет единой причины, из которой следует логически обусловлен-

ная и более-менее продолжительная цепочка следствий, как это должно быть при корректных теоретических построениях. Каждое тектоническое событие не столько выводится из последовательности предыдущих событий, сколько вводится как новая причина для объяснения следующего тектонического феномена и т. д.

Вторым методологическим упущением мобилизма, особенно в его крайних проявлениях, является игнорирование многих теоретических разработок геосинклинальной теории. Отметим, что в развитии геодинамической теории В. Е. Хаин — один из наиболее авторитетных исследователей в области тектоники не придерживался крайних геосинклинальных или плейттектонических позиций, а стремился к созданию, условно говоря, «синтетической» модели динамики Земли, которая вобрала бы в себя все лучшее, что присутствует в каждой из названных гипотез [Хаин, 2010]. В этом же направлении на примере южной и восточной окрестностей Восточно-Европейской платформы (ВЕП) предлагается развитие теории тектоники континентальных окраин, базирующееся на представлениях о цикле Вильсона, горизонтальных и вертикальных рядах тектоностадий в строении континентальных окраин.

**Постановка задачи.** В тектонике литосферных плит с помощью цикла Вильсона описывается процесс раскрытия и закрытия океанов в геологической истории Земли. Считается, что образованная на дивергентном этапе развития океана океаническая кора по окончанию цикла практически полностью уничтожается в процессе субдукции на конвергентном и коллизионном этапах формирования окраины. Что касается самой континентальной окраины, то на протяжении цикла Вильсона она постоянно видоизменяется — образуются вулканические и невулканические островные дуги, задуговые и преддуговые осадочные бассейны, орогены. В следующем цикле образованная континентальная окраина снова полностью переформируется и от нее в строении новообразованной окраины остаются только отдельные останцы коры предыдущего океана — офиолиты [Юдин, 2008].

Однако, как показывает изучение континентальных окраин, полного уничтожения предыдущей континентальной окраины не происходит. Всегда остается определенный и часто довольно значительный фрагмент ново-

образовавшейся континентальной коры, который латерально наращивает материнскую континентальную плиту. Этот фрагмент-останец закономерно видоизменяется в процессе дальнейших преобразований, проходя последовательные во времени состояния, которые можно назвать вертикальным рядом тектоностадий (Т-стадий) для данной континентальной окраины. Соответственно латеральная последовательность образованных континентальных окраин, которые наращивают друг друга, в конечном счете увеличивая площадь континентальной плиты, называется горизонтальным рядом континентальных окраин, или же горизонтальным рядом состояний (Т-стадий).

Подтверждением сделанного вывода служит омоложение возраста кристаллической коры континентальных окраин от центральных частей континентальных плит (щитов) в сторону их периферий. Континентальная окраина формируется посредством наращивания все более молодыми окраинными фрагментами, которые последовательно проходят стадии своего развития от океанической коры через субокеаническую ее разновидность, субконтинентальную до собственно континентальной коры [Геология..., 1987; Чекунов, 1987; Оровецкий и др., 2001]. Такая временная последовательность изменения состояний для каждой отдельной окраины и рассматривается как вертикальный ряд Т-стадий, а латеральная последовательность состояний разновозрастных окраин составляет горизонтальный ряд Т-стадий.

Закономерности строения и направленные изменения Т-стадий в вертикальном и горизонтальном рядах континентальных окраин и являются, с одной стороны, предметом изучения в проблеме континентальных окраин, а с другой, отражают сущность основной тектонической закономерности, присущей эволюции и современному строению этих окраин. В прикладном отношении закономерности строения рядов Т-стадий определяют типы существующих осадочных нефтегазоперспективных бассейнов, осадочных комплексов и отдельных объектов, которые рассматриваются в качестве ловушек углеводородов или других полезных ископаемых.

Таким образом, можно говорить о тектонике рядов тектоностадий, в которой каждой стадии соответствует часть сформированной на ее протяжении континентальной окраины, которая впоследствии при раскрытии следу-

ющей океанической системы частично уничтожается, а оставшаяся часть претерпевает дальнейшие преобразования. Континенты растут путем приращения все более молодых геосинклиналей к их окраинам. Этой точки зрения придерживались такие известные геологи, как Зюсс, Штилле и другие [Обстановки..., 1990]. Однако сохранные от деструкции останцы все равно имеют настолько значительное территориальное распространение, что представляют интерес как с точки зрения познания закономерностей формирования земной коры, так и поиска полезных ископаемых.

Первые вопросы, которые возникают в сформулированной проблеме, — чем вызвано последовательное изменение Т-стадий в цикле Вильсона, как изменяется длительность Т-стадий с течением геологического времени и какими тектоническими событиями сопровождается изменение одной стадии на другую.

**Длительности тектонических стадий и их связь со складчатостями.** Каждое раскрытие новой океанической системы определяется фактом ортогонального изменения положения собственной оси обращения Земли с приблизительной периодичностью 200 млн лет. Теоретическое обоснование такой возможности приведено в работе [Карпенко, 2004]. Экспериментальное подтверждение, основанное на изучении распределения направлений систем трещин в коре Земли, содержится в работе [Гинтов, 2005], в заключительной части которой автор высказывает предположение в пользу реальности периодического ортогонального изменения положения оси вращения Земли. Каждая такая смена инициирует появление новой тектонической стадии в геологической истории Земли. В геологической теории и практике большое распространение приобрело понятие складчатости или орогении, под которым понимается наиболее крупные изменения в залегании горных пород в земной коре под влиянием тектонических движений и отчасти экзогенных процессов [Геологический..., 1978]. Естественно ожидать непосредственной связи Т-стадий со складчатостями, а также с такими событиями, как глобальный рифтогенез, раскрытие и закрытие океанов и другими тектоническими феноменами общеземного проявления.

Наиболее изучены альпийская, герцинская, каледонская и байкальская складчатости. В геосинклинальной теории считается, что дли-

тельность каждой из первых трех складчатостей (альпийской, герцинской и каледонской) 180—200 млн лет, тогда как для байкальской складчатости она не определена. В мобилистской теории складчатостям как составляющим непрерывной эволюции неуничтожимой части континентальной окраины уделяется меньше внимания или не уделяется совсем.

Согласно работе [Зоненшайн, Кузьмин, 1993], всплески проявления континентального рифтогенеза зафиксированы: 1) между ранним и поздним вендом; 2) в начале девона; 3) в начале юры. В геологическом времени это приблизительно 590, 386 и 178 млн лет назад [A Geologic..., 1989]. Согласно приведенным данным средняя продолжительность стадии в фанерозое равна  $(590-178)/2=206$  млн лет. Результаты определения времени начала каждой Т-стадии, ее продолжительности и геологического возраста представлены в табл. 1 [Карпенко, Приходченко, 2009, 2011].

Выделение Т-стадий базировалось на следующих положениях.

1. Всплески рифтообразования по всей поверхности Земли совпадают с границами Т-стадий.

2. Смена одной стадии другой связана с периодической ортогональной сменой оси собственного вращения Земли, которая синхронизируется переменным гравитационным полем Вселенной с частотной, составляющей примерно 400 млн лет, определяемой особенностями дискретного строения Вселенной; каждый полупериод этой составляющей и определяет протяженность Т-стадии и соответственно периодичность раскрытия океанических систем Земли. Увеличение длительности Т-стадий с течением геологического времени определяется скоростью расширения Вселенной, т. е. увеличением расстояний между наиболее крупными составляющими в ее ячеистой структуре.

Как показывают расчеты, за последние ~2000 млн лет длительность Т-стадий увеличилась примерно с 183 до 210 млн лет. Поскольку каждая стадия содержит геосинклинальную и орогенную подстадии, то складчатости (орогении) должна соответствовать вторая половина временного интервала стадии. В данном случае важно, что количество определенных стадий и количество складчатостей совпадают, особенно для последних 1500 млн лет, где

**Т а б л и ц а 1.** Тектонические стадии и их соответствие складчатостям Западной Европы

Т-стадии			Складчатость, соответствующая Т-стадии
Начало, млн лет	Продолжительность, млн лет	Геологический возраст	
32,5	210,50	Средняя юра — четвертичная	Альпийская
-178,00	207,75	Поздний девон—ранняя юра	Герцинская
-385,75	205,00	Кембрий—средний девон	Каледонская
-590,75	202,25	Поздний неопротерозой	Байкальская
-793,00	199,50	Ранний неопротерозой	Гренвилльская
-992,50	196,75	Поздний мезо-протерозой	Свеконорвежская
-1189,25	194,00	Средний мезо-протерозой	Готская
-1383,25	191,25	Ранний мезо-протерозой	Свекофенская
-1574,50	188,55	Поздний палеопротерозой-2	Позднекарельская
-1763,00	185,75	Поздний палеопротерозой	Раннекарельская
-1948,75	183,00	Средний палеопротерозой	Эбурнейская
-2131,75			

точность установления как тех, так и других намного выше. Это свидетельствует в пользу достоверности полученного ряда Т-стадий, который и является основной временной закономерностью в теории рядов Т-стадий.

**Цикл Вильсона и модель эволюции континентальной окраины.** Циклом Вильсона обычно описывается история раскрытия и закрытия океанических систем. В тектонике рядов понятие цикла Вильсона понимается шире и распространяется также на геологическую историю формирования континентальной окраины — как материальное свидетельство процесса, остающееся после раскрытия и закрытия океана.

Краткое содержание этапов шестистадийного, а с пенепленизацией — семистадийного цикла Вильсона представлено на рис. 1. Считается, что для любой составляющей континентальной окраины как члена горизонтального ряда тектонофазий, за временной промежуток цикла Вильсона примерно в 1200 млн лет происходят три этапа цикла Вильсона — дивергентный, конвергентный и коллизионный. Каждый этап цикла Вильсона состоит из двух стадий: дивергентный этап — из стадий зарождения и раскрытия нового

океана; конвергентный — из стадий сокращения океанической впадины и термального погружения ее территории; коллизионный — из стадий инверсии и надвига.

**Типы орогений.** В общем случае орогении присущи, как уже упоминалось выше, второй половине времени каждой Т-стадии, хотя по интенсивности проявления они отличаются. На дивергентной стадии эволюции интенсивность орогении наименьшая, проявляется она в самом конце стадии. Пример дивергентной орогении — срединно-атлантический хребет, т. е. это орогения не континентальной окраины, а океанической коры. На последующих стадиях цикла Вильсона увеличивается интенсивность орогении, а также ее продолжительность, достигая максимальных значений на конечных стадиях — инверсной и надвиговой. В этом проявляется смысл подстадий Бертрана: геосинклинальный для начальной части Т-стадии и орогенный для конечной.

Пример орогении конвергентной стадии — Альпийско-Гималайская горная система как результат закрытия Тетиса. Орогения термальной стадии наблюдается в Складчатом Донбассе и Преддобруджском прогибе. Оба бассейна в позднем палеозое — раннем

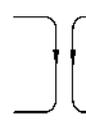
Модель эволюции литосферы, по [Ханн, 2001]		Рассматриваемая модель эволюции			
Геосинклинальная	Плейтотектоническая, «Цикл Вильсона»	Этап цикла Вильсона	Субэтап (стадия), время, млн лет	Направление движения коромантийного вещества под континентальной окраиной	Содержание стадий
Внутриматериковое поднятие	Раскол материка	Дивергентный	0		Внутриматериковое поднятие, раскол материка, образование внутриконтинентальной субширотной рифтовой системы
			200		
Геосинклинальная стадия	Развитие молодой океанической впадины, которая заполняется осадками, а также континентального склона и подножья молодого океана	Конвергентный	400		Закрытие океана. Формирование системы задуговых бассейнов и субконтинентальной коры
			600		
Частичная инверсия	Полное закрытие на некоторых участках океанической впадины, столкновение между собой двух континентальных окраин и формирование горно-складчатого пояса	Коллизионный	800		Подъем территории «термальной» осадочных бассейнов вследствие растворения в горячей мантии нижней тяжелой части погружившегося в нее холодного корового вещества.
			1000		
Полная инверсия			1200		Надвиг инверсионной части коры на периферийные участки континентальных окраин и формирование новой континентальной коры.
Пенепленизация горно-складчатого сооружения, переход к платформенному этапу		Пенепленизация горно-складчатого сооружения, переход к платформенному этапу		Пенепленизация горно-складчатого сооружения, переход к платформенному этапу	

Рис. 1. Сравнение различных моделей эволюции океанической системы и формирующейся континентальной окраины.

мезозое находились на термальной стадии развития и, начиная с перми, претерпели герцинскую орогению, выразившуюся инверсией и размывом несколькокилометровой толщи доюрских отложений. В настоящее время оба бассейна находятся на инверсной стадии развития, по-видимому, в начале орогенной подстадии. Орогения надвиговой стадии имеет место в Карпатском регионе.

**Типы коры.** Каждая стадия характеризуется также присущим ей типом коры. На стадии раскрытия океана в районе зоны спрединга и собственно океана образуется океанический тип коры, а вблизи континента — субокеанический. В процессе закрытия океана формируется кора субконтинентального типа, в состав которой кроме переработанной и облегченной субокеанической коры входит и осадочный материал преддуговых и особенно задуговых бассейнов. В последующие Т-стадии происходит постепенное формирование коры континентального типа. В дальнейшем осуществляется пенепленизация — как завершающий этап формирования континентальной окраины и коры континентальных платформ.

Кристаллический фундамент в пределах континентальных окраин имеет два возрастных диапазона — дивергентной стадии на территориях, где сохранилась первичная океаническая кора (по-видимому, в преддуговых частях океанического бассейна), и более молодой конвергентной стадии в местах раскрытия задуговых бассейнов. Раскрытие в конвергентную стадию эволюции также сопровождается образованием и консолидацией кристаллической коры. Возраст этой коры примерно на 200 млн лет моложе коры, образовавшейся в начале дивергентного этапа, и примерно на 100 млн лет моложе коры окраинно-континентального рифта.

**Окраинно-континентальный рифт и островная вулканическая дуга.** В конце дивергентной стадии, когда расталкивающая континенты сила спрединга ослабевает и расхождение континентов останавливается, усиливается субдукция океанической коры под новообразованную субокеаническую кору. Эта субдукция становится причиной заложения окраинно-континентального рифта, который впоследствии, практически на протяжении первой сотни миллионов лет, эволюционирует в островную вулканическую дугу, разделяющую задуговую и преддуговую части образующейся континентальной окраины. Возраст коры кристаллического фундамента в пределах рифта примерно соответствует возрасту второй половины дивергентной стадии.

**Древние останцы в составе коры новообразованной окраины.** Каждая следующая стадия в эволюции континентальной окраины является следствием процессов, которые происходили на предыдущих стадиях (вертикальный ряд Т-стадий) и происходят на континентальной окраине в данный момент (горизонтальный ряд Т-стадий). Пример взаимодействия составляющих в горизонтальном ряде: при раскрытии нового океана происходит частичное, а в отдельных местах полное уничтожение континентальной окраины, образованной на предыдущем этапе примерно 400 млн лет назад. Обломки этой более древней коры интегрируются в кору образующегося океана.

Поскольку удельный вес породы более древней коры меньше, чем новообразованной океанической, то сближенные лентоподобные совокупности этих обломков впоследствии образуют цепочки островов и валов в погребенном состоянии. Примерами таких

**Т а б л и ц а 2.** Время формирования океанической коры океанов и приуроченная к этому времени складчатость (дивергентная стадия в цикле Вильсона)

Океан	Время, млн лет	Возраст	Складчатость
Атлантический (Неояпетус)	0—178,0	Мезо-кайнозой	Альпийская
Тетис	178,0—385,75	Поздний палеозой	Герцинская
Япетус	385,75—590,75	Ранний палеозой	Каледонская
Прототетис II	590,75—793,0	Неопротерозой — ранний венд	Байкальская
Протояпетус II	793,0—992,50	Поздний рифей	Гренвильская
Прототетис I	992,50—1189,25	Средний рифей	Свеконорвежская
Протояпетус I	1189,25—1383,25	Средний рифей	Готская

погребенных валов являются Каламитско-Центральноазовский в составе Скифской плиты на юге Украины и валы Андрусова, Шатского, Тетяева в Черном море. В их основании присутствуют обломки более древней коры Протоскифии преимущественно с байкальским возрастом консолидации фундамента.

**Очередность в раскрытии океанов Земли.**

В теории тектоники рядов Т-стадий раскрытие океанов с одной и той же стороны континента происходит один раз за приблизительно 400 млн лет [Карпенко, 2004]. Со стороны южной окраины ВЕП раскрывающимися океанами были (табл. 2): Тетис с раскрытием в позднем палеозое — ранней юре (386—178 млн лет назад), Прототетис II с раскрытием в неопротерозое — раннем венде (793—591 млн лет) и Прототетис I с раскрытием в среднем рифее (992,50—1189,25 млн лет).

Подтверждением этого вывода является Атлантический океан, который начал раскрываться в среднеюрское время, т. е. ~178 млн лет назад, и все еще раскрывается в настоящее время. Его предшественник — Протоатлантический океан, или Япетус, раскрывался в раннем палеозое (591—386 млн лет) и конечным результатом его эволюции стала Западно-Европейская плита с сохранившимися фрагментами океанической коры раннепалеозойского возраста. Поэтому несколько океанов, раскрывающихся на протяжении мезо-кайнозоя с южной стороны ВЕП, с точки зрения теории тектоники рядов Т-стадий можно воспринимать только как задуговые моря [Юдин, 2008]. Отметим, что в своих последних еще не опубликованных работах В. Юдин также начинает характеризовать эти бассейны как задуговые моря.

Сделаем уточнение. Деление палеоокеанов Земли на Тетисы и Япетусы является условным и оправданным лишь с точки зрения определенной, хоть и еще неустоявшейся, традиции использования этих или подобных к ним названий, а также очевидного терминологического удобства. З геологической точки зрения, возможно, более правильным было бы оперирование понятием единой океанической системы для всей Земли — понятием Мирового океана с выделением пассивных (дивергентных) и активных (конвергентных) континентальных окраин для рассматриваемого времени. Но в таком случае все равно необходим поиск названий для более древних континентальных окраин, находящихся на

стадиях термального погружения, инверсии, надвиговой и пенепленизации.

Следующее отличие модели формирования континентальной окраины в теории ТРТ от геодинамической [Юдин, 2008] состоит в том, что раскрытие задуговых бассейнов не сопровождается миграцией террейнов (островных дуг) на тысячи километров от континентальных окраин. Для реализации процесса раскрытия задугового бассейна латеральная миграция террейнов может быть и незначительной, поскольку задуговые бассейны, как и орогены, формируются преимущественно путем вертикальных перемещений соответствующих территорий. Распространенный аргумент в пользу того, что согласно палеомагнитным данным Криму перемещалась с юга на север и наоборот на расстояние до 2000 км, имеет достаточно простое объяснение. До среднеюрского времени ось обращения Земли находилась в современной экваториальной плоскости и имела координаты примерно 70° с.ш. и 110° в.д. После изменения в средней юре положения оси на современную разницу в расстояниях от Крыма до полюса предыдущей оси (70° в.д.) и до современного полюса (0°) как раз и равняется примерно этой величине, а точнее — 1750 км. Полученная разница в несколько сотен километров как раз и должна соответствовать ширине раскрытия задугового бассейна.

**Горизонтальные и вертикальные ряды в строении континентальных окраин.** Реализовывается следующая закономерность между стадиями и простираем океанов: для непарных стадий (зарождения, конвергентной, инверсной) океаны, а также их родственные реликты — останцы континентальных окраин, оставшиеся после их закрытия, имеют субширотное простираем, тогда как континентальные окраины, находящиеся на парных стадиях (дивергентной, термального погружения, надвиговой) — субмеридианное. В настоящее время субширотное простираем имеют континентальные окраины тетических палеоокеанов, субмеридианное — континентальные окраины палеоокеанов-япетусов. Отметим, что этот практически наблюдаемый факт в свою очередь подтверждает гипотезу ортогонального периодического изменения положения оси вращения Земли с периодичностью Т-стадий.

Особенности формирования континентальной окраины продемонстрируем на примерах схем тектонического развития южной

(рис. 2) и западной (рис. 3) континентальной окраины ВЕП. Эволюции палеоокеана Тетис соответствует формирование Скифской континентальной окраины, Прототетиса II — Протоскифской II (Складчатый Донбасс, кряж Карпинского), Прототетиса I — Протоскифской I (остаточный фрагмент окраины — Прикаспийская впадина) и т. д.

Зарождение Тетиса как внутриконтинентального моря, подобного современному Красному морю, состоялось в раннем палеозое (591—386 млн лет назад) (см. рис. 2). Раскрытие Тетиса в полноценный океан (подобный современному Атлантическому океану) происходило в позднем палеозое — ранней юре (386—178 млн лет). В это время возле

окраин Лавразии и Гондваны, которые расходились при раскрытии Тетиса, формировалась субокеаническая кора Тетиса, а во внутренних частях океана вокруг зоны спрединга — океаническая кора. Начиная со средней юры, Тетис закрывается с образованием субконтинентальной коры, орогенов Крыма и Большого Кавказа, преддуговых и задуговых осадочных бассейнов.

Другой пример касается Прототетиса II, от которого в пределах южной континентальной окраины ВЕП остались территории Донбасса, кряжа Карпинского, Преддобруджья, Добруджи и Преддобруджского прогиба. Как внутриконтинентальный рифт Прототетис II зародился в верхнерифейское время (993—

Время, стадии, млн лет	Стадии цикла Вильсона							
	Зарождение	Дивергентная	Конвергентная	Термального погружения	Инверсии	Надвигающая	Пенипленизации (I стадия)	Пенипленизации (II стадия)
0,00			С		II		I	Альпийская
178,00		TI		TIC		С		Герцинская
385,75	TE		TE		И			Каледонская
590,75		TO		T				Байкальская
793,00	ПРО		TE					Гренвильская
992,50		TO						Свекононорвежская
1189,25								Готская
1383,25	ПРО							

Рис. 2. Схема тектонического развития южной континентальной окраины ВЕП: по горизонтали — горизонтальные ряды Т-стадий и возраст складчатости, по диагонали — вертикальные ряды Т-стадий. От палеоокеана Тетис на южной континентальной окраине ВЕП осталась Скифская плита, от Прототетиса II — Донбасс, Преддобруджский прогиб и кряж Карпинского, от Прототетиса I — территория севернее Донбасса и кряжа Карпинского и т. д.

793), раскрылся между рифеем и вендом (793—591), точнее в неопротерозое—раннем венде. Этим временем датируется возраст образовавшейся океанической и субокеанической коры Прототетиса II. В позднем венде — раннем палеозое (591—386) произошло закрытие Прототетиса II с образованием системы преддуговых и задуговых осадочных бассейнов. Во временном промежутке позднего палеозоя — ранней юры (386—178) территория Прототетиса II претерпела термальное погружение с образованием мощной осадочной толщи каменноугольного возраста. Начиная со средней юры (178 млн лет) континентальная окраина, образованная на месте Прототетиса, находится на стадии инверсии.

Горизонтальные ряды Т-стадий выглядят следующим образом. В настоящее время Тетис находится на стадии закрытия, окраина Прототетиса II — на стадии инверсии. В позднем палеозое — ранней юре Тетис раскрылся, окраина Прототетиса II находилась на стадии термального погружения, а ее предшественница — окраина Прототетиса I — на стадии надвига. Еще раньше — в позднем венде — раннем палеозое горизонтальный ряд Т-стадий имел следующий вид: Тетис зарождался, Прототетис II закрывался, а окраина Прототетиса I инвертировала.

В соответствии с рассматриваемой схемой кору, которая начала формироваться в течение раскрытия Тетиса, будем называть позд-

Время стадии, млн лет	Стадии цикла Вильсона							
	Зарождение	Дивергентная	Конвергентная	Термального погружения	Инверсии	Надвиговая	Пенипленизации (I стадия)	Пенипленизации (II стадия)
0,00		океан		С		II		I Альпийская
178,00	Атлантический		IV		С		С	Герцинская
385,75		IIIЕ		IV		IV		Каледонская
590,75	Я		ЯПЕ		IIIЕ			Байкальская
793,00		TO		Я				Гренвильская
992,50	ПРО		TO					Свеконорвежская
1189,25		ПРО						Готская
1383,25								

Рис. 3. Схема тектонического развития западной континентальной окраины ВЕП: по горизонтали — горизонтальные ряды Т-стадий и возраст складчатости, по диагонали — вертикальные ряды Т-стадий. От палеоокеана Япетус на западной континентальной окраине ВЕП осталась Западно-Европейская плита, от Протояпетуса II — Карпаты и Днестровский прогиб, от Протояпетуса I — Волыно-Полесский прогиб.

непалеозойской или герцинской Скифской плитой. Для окраины Прототетиса II (Прото-скифской плиты) возраст начала образования коры будет байкальским (793—591). Для окраины Прототетиса I кора имеет среднерифейский или свеконорвежский возраст (1189—993).

Следующий пример — система океанов Япетус с субмеридианным простирием (см. рис. 3): 1) Атлантический океан (Неояпетус) пребывает на дивергентной стадии (раскрытия); 2) его предшественник (Япетус) в раннем палеозое сформировал часть западной окраины — современную Западно-Европейскую плиту, которая прошла конвергентную стадию развития в позднем палеозое, а сейчас находится на стадии термального погружения; 3) Протоаяпетус II, от которого в структуре западной континентальной окраины остались Карпаты и Предкарпатский прогиб, в позднем рифее прошел стадию раскрытия с формированием океанической коры, до середины венда завершилась конвергентная стадия, в раннем палеозое — стадия термального погружения, в позднем палеозое — стадия инверсии, а сейчас эта часть континентальной окраины находится на надвиговой стадии развития; 4) и, наконец, восточнее Карпат и Предкарпатского (Днестровского) прогиба находятся реликты континентальной окраины среднерифейского палеоокеана Протоаяпетус I (Вольно-Полесский рифейский прогиб), находящиеся на второй стадии пенепленизации.

**Идентификация континентальных окраин.** Для определения перспективности какой-либо континентальной окраины на наличие тех или иных полезных ископаемых необходимо знать на какой стадии тектонического развития она находится и соответственно через какие стадии эволюции она прошла в геологическом прошлом. По-видимому, наиболее доступный способ решения этой задачи заключается в определении возраста консолидации кристаллического фундамента континентальной окраины. Однако, как упоминалось выше, фундамент континентальной окраины является гетерогенным не только по вещественному составу, но и по возрасту консолидации. Следует различать возраст блоков-останцев, включенных в дивергентную стадию в состав новообразованной коры в результате деструкции предыдущей континентальной окраины, образованной 400, 800, 1200 и так далее млн лет раньше. Необходи-

мо также учитывать, что возраст собственной океанической коры новообразованной окраины совпадает со временем дивергентной стадии, тогда как возраст фундамента задуговых бассейнов — со временем конвергентной стадии.

В табл. 3 приведены тектонические стадии и времена консолидации фундамента современных осадочных бассейнов и континентальных окраин юга и запада ВЕП. В таблице присутствуют все тектонические типы кристаллического фундамента с их привязкой к стадиям тектонической эволюции осадочного бассейна или вмещающей его континентальной окраины. Таблица, с одной стороны, представляет собой модель строения конкретной континентальной окраины, а с другой, позволяет идентифицировать континентальную окраину по присутствующему в ней набору разновозрастных кристаллических пород фундамента.

На стадии зарождения нового океана находится рифтовый бассейн Красного моря. В настоящее время он генерирует кристаллическую кору альпийского возраста, которая в будущем после раскрытия океанического бассейна узкой полосой будет обрамлять фрагменты бортов рифта, разрушенных в процессе дивергентной стадии эволюции нового Красноморского океана.

На дивергентной стадии эволюции находится Атлантический океан. В центральной его части в зоне спрединга образуется океаническая кора современного альпийского возраста. В состав образующейся коры включены обломки предыдущей Западно-Европейской континентальной окраины, океаническая кора которой образовалась примерно на 400 млн лет раньше — в позднем венде — раннем девоне (каледонский возраст консолидации), а также обломки-фрагменты еще более древних континентальных окраин. Фрагменты-обломки окраинно-континентального рифта также с каледонским возрастом консолидации фундамента, эволюционировавшего в островную вулканическую дугу, пошли на образование складчатых сооружений Британских островов, Скандинавии, северного запада Африки, а в Западном полушарии — Гренландии, Северных Аппалачей [Геологический..., 1978; Кэри, 1991]. До раскрытия Атлантики это была единая горная система. В состав коры Атлантики входят и останцы задуговых бассейнов с герцинским возрастом консолидации фун-

Т а б л и ц а 3. Тектонические стадии и времена консолидации фундамента осадочных бассейнов и континентальных окраин юга и запада ВЕП

	Океан; осадочный бассейн — как останец континентальной окраины, континентальная окраина или ее останец	Время консолидации фундамента		
		Останцов в составе окраины (бассейна)	Океанической коры и окраинно-континентального рифта (дивергентная стадия)	Задутых бассейнов (конвергентная стадия)
Современная тектоническая стадия	Океан; осадочный бассейн — как останец континентальной окраины, континентальная окраина или ее останец	—	—	—
Стадия зарождения	Рифтовый бассейн Красного моря	—	—	—
Стадия раскрытия (дивергентная) океана	Атлантический океан	Герцинское, каледонское и более Древнее	Альпийское	—
Стадия закрытия (конвергентная) океана	Тетис; Скифская плита, Горный Крым и Большой Кавказ в ее составе	Каледонское, байкальское и более Древнее	Герцинское	Альпийское
Стадия термального погружения	Ялтегус; Западно-Европейская плита	Байкальское, гренвилльское и более Древнее	Каледонское	Герцинское
Стадия инверсии	Протогетис II; Донбасс, кряж Карпинского, Преддобруджский прогиб	Гренвилльское, свеконоврежское и более Древнее	Байкальское	Каледонское
Стадия надвига	Протогетис II; Карпаты, Днестровский (Прикарпатский) прогиб	Свеконоврежское, готское и более Древнее	Гренвилльское	Байкальское
Первая стадия пенепленизации	Протогетис I; Прикаспийская впадина	Готское, свекофенское и более Древнее	Свеконоврежское	Гренвилльское
Вторая стадия пенепленизации	Протогетис I; Вольно-Полесский рифтовый прогиб	Свекофенское, позднекарельское и более Древнее	Готское	Свеконоврежское

дамента. Фрагменты континентальной коры в составе коры Атлантики можно видеть на тектонической карте Атлантического океана [Пушаровский, 2001].

На конвергентной стадии (закрытия Тетиса) находится Скифская плита вместе с оротонами Крыма, Большого Кавказа, задуговыми Каркинитско-Северокрымским, Индоло-Прикерченским, преддуговым Восточно-Черноморским осадочными бассейнами, а также остаточным морем Тетиса — Западно-Черноморской впадиной. Как уже упоминалось, раскрытие Тетиса произошло в среднем девоне — ранней юре, поэтому океаническая кора здесь имеет герцинский возраст консолидации. В ее составе присутствуют блоки-останцы Протоскифии байкальской и более древней консолидации, а также останцы задуговых бассейнов Протоскифии с каледонской консолидацией. Фундамент задуговых бассейнов Скифии (Каркинитско-Северокрымский, Индольско-Прикерченский) консолидирован в альпийскую Т-стадию.

На стадии термального погружения находится Западно-Европейская плита. Дивергентную стадию она прошла в позднем венде — ранней юре, т. е. имеет каледонский возраст консолидации океанической коры. В ее составе присутствуют блоки-останцы континентальной окраины палеоокеана Протояпетус II с байкальским возрастом консолидации (останцы задуговых бассейнов) и гренвильским (останцы океанической коры), а также более древние. Собственные задуговые бассейны континентальной окраины Япетуса имеют герцинский возраст консолидации. Подтверждение сделанных выводов можно видеть на предкайнозойской геологической карте Западной и Центральной Европы [Хаин, 2001].

На инверсной стадии эволюции континентальной окраины палеоокеана Прототетис II находятся ее фрагменты-останцы — Донбасс, кряж Карпинского, Преддобруджский прогиб. Океаническая кора фундамента здесь имеет байкальскую консолидацию, задуговые бассейны — каледонскую. Блоки-останцы предыдущей континентальной окраины Прототетиса I имеют гренвильский возраст консолидации фундамента в останцах задуговых бассейнов и свеконорвежский в останцах океанической коры.

На надвиговой стадии эволюции континентальной окраины палеоокеана Протояпетус II находятся Карпаты и Предкарпатский прогиб, на первой стадии пенепленизации —

Прикаспийская впадина, второй — Вольно-Полесский прогиб.

**Выводы.** Тектоническая жизнь Земли осуществляется без влияния внешних силовых воздействий на основе саморазвития в условиях изменяющегося внешнего несилового гравитационного поля. Результатом такого саморазвития является периодическое ортогональное изменение положения собственной оси вращения Земли, определяющее величину периода (Т-стадий) в цикле Вильсона и соответственно закономерности в эволюционном развитии континентальных окраин.

Вследствие этого происходит омоложение возраста континентальных окраин в направлении периферии континентов, что позволяет ставить задачу изучения окраин на теоретической основе вертикальных и горизонтальных рядов Т-стадий. С этой целью предложена модель эволюции континентальной окраины, которая включает шесть стадий тектонического развития — от стадии зарождения нового океана и его раскрытия до стадии полной инверсии с надвигом. Стадиям поставлены в соответствие типы коры, которая образовалась и преобразовывалась на протяжении каждой стадии (океаническая, субокеаническая, субконтинентальная, континентальная).

Следствием самоорганизации является и предложенная геологическая шкала Т-стадий цикла Вильсона, для которых установлены временные границы (начало и конец) для последних 2000 млн лет. Вместе с разработанной моделью эволюции континентальной окраины она позволяет перевести изучение строения континентальных окраин на теоретическую базу закономерностей перехода горизонтальных рядов Т-стадий в вертикальные и наоборот.

Разработанная модель эволюции континентальной окраины в практическом отношении создает возможности для исследования эволюции и современного строения континентальных окраин. Предложены вертикальные и горизонтальные ряды тектоностадий для континентальных окраин запада и юга ВЕП, сформированных в фанерозое. Для запада рассмотрены останцы континентальных окраин, образованные на протяжении эволюции палеоокеанов Протояпетус I (Вольно-Полесский рифейский прогиб), Протояпетус II (Днестровский поздневендско-раннедевонский прогиб и Карпатское складчатое сооружение), Япетус (Западно-Европейская плита). Для юга рас-

смотрены останцы континентальных окраин, сформированные на протяжении эволюции палеоокеанов Прототетис I (Прикаспийская

впадина), Прототетис II (Донбасс, кряж Карпинского, Преддобруджский прогиб), Тетис (Скифская плита).

### Список литературы

- Геологический словарь*: В 2 т. — Москва: Недра, 1978. — Т. 2. — С. 347—348.
- Геология шельфа УССР. Тектоника*/Отв. ред. В. Б. Соллогуб. — Киев: Наук. думка, 1987. — 152 с.
- Гинтов О. Б.* Полевая тектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры Украины. — Киев: Феникс, 2005. — 568 с.
- Зоненшайн А. П., Кузьмин М. И.* Палеогеодинамика. — Москва: Наука, 1993. — 192 с.
- Карпенко И. В.* Физическая природа циклов Вильсона, Бертраана, Штилле // Эволюция тектонических процессов в истории Земли: Матер. 37-го тектон. совещания. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. — С. 217—220.
- Карпенко И. В., Приходченко Е. Е.* Ряды тектонофагий в строении континентальных окраин // Современное состояние наук о Земле: Матер. междунар. конф., посвященной памяти В. Е. Хаина. — Москва: Изд-во Моск. ун-та, 2011. — С. 1504—1508.
- Карпенко И. В., Приходченко О. С.* Тектоностадії циклу Вильсона // Зб. наукових праць УкрДГРІ. — Київ, 2009. — № 3. — С. 96—107.
- Кэрри У.* В поисках закономерностей развития Земли и Вселенной: История догм в науках о Земле. — Москва: Мир, 1991. — 447 с.
- Обстановки осадонакопления и фации*: В 2 т. / Под ред. Х. Рединга. — Москва: Мир, 1990. — Т. 1. — 352 с.
- Орвецкий Ю. П., Кобелев В. П., Старостенко В. И.* Черноморская впадина в контексте идеи горячих поясов земли // Геодинамика и нефтегазовые системы Черноморско-Каспийского региона. — Симферополь: Таврия-Плюс, 2001. — С. 118—126.
- Пуцаровский Ю. М.* Тектонические феномены океанов // Фундаментальные проблемы общей тектоники. — Москва: Научный мир, 2001. — С. 174—230.
- Хаин В. Е.* Об основных принципах построения подлинно глобальной модели динамики Земли // Геология и геофизика. — 2010. — 51, № 6. — С. 753—760.
- Хаин В. Е.* Тектоника континентов и океанов (год 2000). — Москва: Научный мир, 2001. — 606 с.
- Чекунов А. В.* Проблемы Черноморской впадины // Геофиз. журн. — 1987. — 9, № 4. — С. 9—23.
- Югин В. В.* Геодинамика Черноморско-Каспийского региона. — Киев: Изд. УкрДГРІ, 2008. — 117 с.
- A Geologic Time Scale* / W. B. Harland, R. L. Armstrong, A. V. Cox, L. E. Craig, A. G. Smith, D. G. Smith. — Cambridge: Cambr. Univer. Press., 1989. — 54 p.