



## EDWARD SUESS AND RUSSIAN GEOLOGISTS

Boris A. Natal'in

*Faculty of Mines, Istanbul Technical University, Ayazağa, Istanbul, Turkey*

**Abstract:** The publication is devoted to the history of one of the greatest concepts of tectonics of Asia, that has been widely accepted and yet obliterated with time, while the splendors of this concept are doubtful. Numerous citations in the Russian papers to «The Face of the Earth» by Edward Suess and the fact that he was elected a Corresponding Member of the Imperial Saint Petersburg Academy of Sciences clearly demonstrate how highly Suess's contribution to studies of the structure and geological evolution of Asia was valued by the Russian geological community. Suess's letters to Vladimir A. Obruchev give evidence how close and productive the relationship between Edward Suess and the Russian researchers was in the late 19th and the early 20th centuries and also illustrate how the great tectonic concept of Asia [Suess, 1908] was born and developed. The idea of centrifugal propagation of tectonic waves of the Altai from a continental node located somewhere in Siberia was mainly inspired by Suess's profound scientific intuition. The idea matured after Edward Suess got acquainted with Ivan D. Chersky's paper [Черский, 1886] that greatly facilitated in shaping and improving this idea. It was mailed to Suess by Vladimir A. Obruchev who translated the paper, attached his own map and provided explanations to Chersky's ideas. The available historical documents suggest that Vladimir A. Obruchev facilitated communication between the Russian geologists, on the one side, and Edward Suess and other Austrian geologists who conducted geological studies in Asia, on the other side. Being actively involved in exchange of publications and cooperation in field data processing, Edward Suess was aware of all the details of the Russian geological studies.

In addition to the concept of tectonic arcs of the Altai and descriptions of main geological structures located in Northern Asia and China, Edward Suess adopted a concept of disjunctive dislocations proposed by the Russian geologists. While interpreting the structure of huge territories of Asia that were poorly studied then, he stuck to the orometric geometry principles and thus, unfortunately, missed the Russian conclusions on disagreement between belts and mountain ridges, superimposed folding, mélanges etc., and such features were not incorporated in his concepts.

Papers of Edward Suess, including «The Face of the Earth» which was very positively accepted by the geological scientific community, have never been translated into Russian, unlike other foreign publications. In 1930–1940, the name of Edward Suess gradually vanished from references in the Soviet scientific papers. Such a lapse seems to have resulted from the fact that Suess's papers were misinterpreted and misunderstood by scientists who adhered to the geosyncline theory. Examples of such errors can be easily discovered by reviewing the history of development of concepts of the Siberian and Russian cratons.

The truly gentlemanly behavior demonstrated by the key researchers of geology of Asia in the late 19th and the early 20th centuries is highly educative and commendable. It is worth studying the scientific reports of Edward Suess and his Russian colleagues with a more detail and comprehensive approach.

*Key words:* Edward Suess, tectonics of Asia, Altai, history of geology.

**Recommended by** E.V. Sklyarov 25 August 2011.

**Citation:** Natal'in B.A. Edward Suess and Russian geologists // *Geodynamics & Tectonophysics*. 2011. V. 2. № 3. P. 289–323. doi:10.5800/GT-2011-2-3-0047.

## ЭДУАРД ЗЮСС И РОССИЙСКИЕ ГЕОЛОГИ

Б.А. Натальин

*Стамбульский технический университет, Стамбул, Турция*

**Аннотация:** История возникновения, широкого признания и забвения одной из величайших концепций тектоники Азии – цель предлагаемой работы. Многочисленные цитаты и ссылки в российских публикациях на работу Э. Зюсса «Лик Земли» и его избрание членом Императорской Санкт-Петербургской академии наук являются свидетельством того, насколько высоко российские геологи оценили вклад Э. Зюсса в понимание строения и геологической эволюции Азии. Письма Э. Зюсса к В.А. Обручеву показывают, насколько близкими и продуктивными были его отношения с российскими учеными в конце XIX – начале XX века. Из них становится понятным, как зародилась и как развивалась концепция тектоники Азии [Suess, 1908]. Во многом интуитивная идея Э. Зюсса о центробежном распространении тектонических волн алтаид от некоего континентального ядра, расположенного где-то в Сибири, получила четкие очертания после его знакомства с более конкретными идеями И.Д. Черского [1886]. В.А. Обручев не только перевел эту статью для Э. Зюсса, но и приложил к переводу свою собственную карту и дал пояснения идеям И.Д. Черского. По-видимому, В.А. Обручев был главным связующим звеном между русскими геологами с одной стороны и Э. Зюссом и другими австрийскими геологами, вовлеченными в геологические исследования Азии, – с другой. Обмен публикациями и данными позволил Э. Зюссу быть в курсе всех деталей русских геологических исследований.

Кроме тектонических дуг алтаид и описаний большинства геологических структур, расположенных в Северной Азии и Китае, Э. Зюсс заимствовал у российских геологов концепцию дизъюнктивных дислокаций. Вынужденно следуя принципам оротметрической геологии для понимания структуры огромных слабоизученных пространств Азии, Э. Зюсс, к сожалению, не уделил должного внимания российским открытиям несогласованности направлений складок и направлений горных хребтов, наложенной складчатости, структур меланжевого типа и др., и они не были учтены в его построениях.

Несмотря на высокую оценку, труд Э. Зюсса «Лик Земли», в отличие от многих классических трудов зарубежных геологов, никогда не был переведен на русский язык. В 1930–1940 гг. имя Э. Зюсса постепенно исчезло из списков литературы в советских публикациях. По-видимому, это было связано с неправильными толкованиями и ошибками в понимании его трудов сторонниками геосинклинальной теории. Примеры таких ошибок можно легко обнаружить, рассматривая историю развития идей о Сибирском и Русском кратонах.

Действительно, джентльменское поведение основных исследователей Азии в конце XIX – начале XX века очень поучительно и достойно восхищения. Труды Э. Зюсса и его коллег из России заслуживают дальнейшего более подробного изучения.

**Ключевые слова:** Эдуард Зюсс, тектоника Азии, алтаиды, история геологии.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Эта работа во многом наследует мою ранее опубликованную статью [Natal'in, 2006], написанную для симпозиума, организованного Геологической службой Австрии и посвященного научной деятельности Э. Зюсса (1831–1914). Она ориентирована на зарубежного читателя и содержит, может быть, излишнюю информацию о русских геологах. Изначально я собирался исключить эти разделы, но передумал, просмотрев списки литературы в некоторых недавних работах по тектонике Северной Азии.

### 1.1. КАК Я УЗНАЛ ОБ Э. ЗЮССЕ

Моя первая курсовая работа в Санкт-Петербургском (Ленинградском) университете называлась «Происхождение горных поясов: история тектонических идей». Мой научный руководитель профессор Георгий Сергеевич Поршняков настоятельно рекомендовал мне монографию академика В.А. Обручева «Образование гор и рудных месторождений», которая была впервые опубликована в 1932 г. [Обручев, 1942]. Сейчас я с трудом могу припомнить, о чем писал в той курсовой работе, но имя великого австрийского геолога Э. Зюс-

са я запомнил именно по прочтении этой книги.

В.А. Обручев детально рассматривает разнообразные тектонические гипотезы, начиная с гипотез Ксенофана, Геродота и других великих мыслителей античности и средних веков. Он придерживается нейтральной позиции в отношении к идеям ученых древности, но подвергает критике гипотезы, которые предлагались начиная с XVII века, при этом чем современнее гипотезы, тем сильнее его критика.

Говоря о Э. Зюссе, В.А. Обручев лишь отмечает, что некоторые из его утверждений, возможно, подтвердятся, когда будут получены новые данные по тому или иному региону. Для меня такая безобидная критика показалась несколько странной, поскольку, по В.А. Обручеву, Э. Зюсс создал первый синтез тектонического строения земной коры, а я уже слышал о сравнении тектоники с сумасшедшим домом, сделанном М.М. Тетяевым. В.А. Обручев [1942, с. 32] с уверенностью подчеркивает, что

*«... «Лик Земли» надолго останется сокровищницей, из которой поколения геологов будут черпать знание геологических идей прошлого и находить задачи будущего. Труд этот должен быть настольной книгой каждого геолога с широким кругозором, ее полезно перечитывать время от времени.»*

Должен признать, что за время обучения в университете я не очень многое узнал о Зюссе. Переехав на Дальний Восток, в Хабаровск, я познакомился с Р.Ф. Черкасовым, который много лет проработал на Алдане, не имея доступа к хорошим библиотекам (его личная библиотека была уникальна). Он говорил об Э. Зюссе с большим благоговением. Обеспокоенный собственным невежеством, я направился в библиотеку, но не обнаружил в каталоге публикаций автора с фамилией Зюсс. Его публикации не были переведены на русский язык, хотя статьи, книги и даже избранные произведения многих других зарубежных геологов были доступны в переводах.

В дальнейшем я встречал ссылки на Э. Зюсса в разных публикациях и таким образом постепенно познакомился с его идеями о древнем темені Азии, постепенно разраставшемся за счет более молодых складчатых сооружений, об асимметрии структур складчатых зон, эвстатических колебаниях уровня Мирового океана, о концепции океана Тетис и др. К сожалению, все эти сведения пришлось собирать из вторичных источников.

## 1.2. ОТНОШЕНИЕ К Э. ЗЮССУ В РОССИЙСКОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЕ

В любой энциклопедии, изданной в России, можно найти статью об Э. Зюссе (рис. 1), в которой говорится, что он внес исключительно большой вклад в геологию, а также ввел понятие «биосфера» (любой образованный россиянин уверен, что основоположником науки о биосфере является В.И. Вернадский (1863–1945)). Читатель также узнает, что Э. Зюсс был связан с открытием радиоактивности, поскольку он отправлял урановую руду супругам Кюри.

В 1887 г. Э. Зюсс был избран членом-корреспондентом, а в 1901 г. получил звание Почетного члена Физико-математического отделения Императорской Санкт-Петербургской академии наук. Фотографию и краткие биографические сведения об Э. Зюссе можно найти на сайте РАН [<http://www.ras.ru/members/personalstaff1724/correspondentmembers.aspx>]. В 1902 г. за третий том «Лица Земли» Э. Зюсс получил золотую медаль им. П.П. Семенова (-Тянь-Шанского) от Русского географического общества.

Интересно, что другие европейские геологи, к примеру Ганс Штилле (Hans Wilhelm Stille), Леопольд Кобер (Leopold Kober), Эмиль Арган (Émile Argand), не были выбраны в Русскую академию, хотя отношение к их научным трудам было исключительно позитивным, наиболее важные публикации были переведены на русский язык и стали широко известны российским геологам. Очень популярной была концепция Г. Штилле об этапах складкообразования, на базе которой был разработан простой метод корреляции геологических тел. Интерес к этой концепции в 1950–1960-х годах был проявлен не только со стороны ученых-геологов.



**Рис. 1.** Эдуард Зюсс (1831–1914), член-корреспондент (1887) и почетный член физико-математического отделения Императорской Санкт-Петербургской академии наук.

**Fig. 1.** Edward Suess (1831–1914), Corresponding Member (1887) and Honorable Member of the Physical-Mathematical Division of the Imperial Saint Petersburg Academy of Sciences.

Для картирования всей территории страны требовалось создать метод, который бы удовлетворял неизменному условию «чем дешевле, тем лучше». Г. Штилле был единственным зарубежным геологом, избранные труды которого были опубликованы Академией наук СССР [Штилле, 1964].

Мне не известна сколь-нибудь обстоятельная критика работ Э. Зюсса со стороны российских геологов, исключая концепцию древнего темені Азии. В то же время можно легко найти статьи, в которых говорится, что идеи Ж. Кювье не совместимы с современной геологией, концепция Г. Штилле об орогенических фазах ошибочна, а интерпретация Э. Огом геосинклинального развития слишком схематична. Вскоре после выхода третьего тома «Лица Земли» [Suess, 1908]<sup>1</sup> появи-

<sup>1</sup> На немецком языке 3-й том «Лица Земли» был опубликован в 1901 г.

лись очень положительные рецензии [Бельский, 1902; Богданович, 1902]. Можно найти и статьи, опубликованные в научных журналах, о жизни и научных исследованиях Э. Зюсса [Хомизури, 2002]. Вышли два издания книги В.А. Обручева и М. Зотиной об Э. Зюссе [Обручев, Зотина, 1937; Обручев, 1964].

Итак, с одной стороны, мы видим очень позитивное отношение российских ученых к Э. Зюссу, а с другой стороны, его труды не переводили на русский язык, и в связи с этим большинство цитат взято из «вторичных» источников.

*«Русского перевода этого классического сочинения до сих пор нет, хотя попытки организовать его были как до, так и после революции. Но такой перевод должен быть снабжен многочисленными дополнениями и представляет поэтому огромный труд. Переводчику пришлось бы изучить новую литературу всего земного шара, сильно разросшуюся в западных странах после 1909 года, а в СССР еще больше после 1925 года в связи с огромным развитием исследований нашей территории при советском правительстве. Для одного ученого эта работа является уже непосильной, тем более что советские геологи сильно загружены своими прямыми задачами»* [Обручев, Зотина, 1937, с. 206].

Примером такого перевода с дополнениями является труд К. Риттера (1779–1859) «Азия», начатый по инициативе П.П. Семенова (-Тян-Шанского). По-видимому, так наши предшественники различали ценные и бесценные работы.

Начало XX в. было периодом практически «обязательного» цитирования публикаций Э. Зюсса в российской геологической литературе. Уважительное упоминание его трудов можно обнаружить в книгах и статьях В.А. Обручева, А.П. Карпинского, А.Д. Архангельского, А.П. Павлова и др. Из ссылок в российской литературе имя Э. Зюсса практически исчезло в 1930–1940 гг., иногда на него ссылались как на автора теперь уже забытой концепции древнего течения Азии. Полагаю, аналогичной была его судьба в то время и в иностранной литературе. И этому нет объяснений. В данной статье сделана попытка описать взаимоотношения, сложившиеся между Э. Зюссом и российскими геологами на рубеже XIX и XX вв., из которых становится понятным, почему к Э. Зюссу до сих пор проявляется глубокое уважение. Далее мною предложено возможное объяснение, почему его имя постепенно ушло из российских публикаций, посвященных региональной геологии и тектонике нашей страны и теперь уже ближнего зарубежья.

## 2. НАЧАЛО АЛТАИД

После краткого описания орографии Сибири Э. Зюсс [Suess, 1908, с. 9] пишет:

*«Так изменяется форма рельефа; только если бы было возможно отразить в цвете все контуры и со-*



Рис. 2. Иван Дементьевич Черский (1845–1892).

Fig. 2. Ivan Dementyevich Chersky (1845–1892).

*поставить залитые солнцем сады Бейтензорга, желтые трассированные ландшафты Китая, сложенные лессом, легкий туман, встающий над скованными льдом могилами благородных исследователей, коих немало в устье Лены, только тогда смогли бы мы получить хоть какое-то ясное представление о грандиозности, разнообразии и красоте предмета, которому посвящаются эта и последующие главы».*

Чьи это могилы? Полагаю, что Э. Зюсс думал, прежде всего, о И.Д. Черском, могила которого находится на берегу Колымы.

### 2.1. ИВАН ДЕМЕНТЬЕВИЧ ЧЕРСКИЙ (1845–1892)

Жизненный путь И.Д. Черского (рис. 2) был тяжелым и запутанным. Он родился в Витебской губернии в дворянской семье [Дыбовский, 1956; Обручев, 1956, 1962], учился в Правительственном (Шляхетском или Виленском) дворянском институте. 18-летним юношей И.Д. Черский принял участие в польском восстании 1863 г., был арестован, лишен дворянских привилегий, сослан в Сибирь и зачислен рядовым в Омский линей-

ный батальон. В Омске он отслужил пять лет и был оставлен в ссылке в Сибири.

Во время военной службы он увлекся естественными науками. От Г.Н. Потанина (1835–1920), под руководством которого были организованы несколько экспедиций в Центральную Азию и который неоднократно цитировался Э. Зюссом, И.Д. Черский получил список книг для самообразования, в том числе и учебник по геологии. Именно тот учебник и определил научное направление, которому И.Д. Черский посвятил свою жизнь. Г.Н. Потанин был руководителем первой научной работы И.Д. Черского, в которой он оспаривал идею А. Гумбольдта о связи между Арктическим океаном и Аральским морем.

В 1871 г. И.Д. Черский получил разрешение поселиться в г. Иркутске и поступил на работу в местный музей. При поддержке Сибирского отделения Российского географического общества он проводил исследования на озере Байкал и окружающих территориях, выезжал с экспедицией в Забайкалье, пересек Высокое плоскогорье [Кропоткин, 1875] Центральной Азии. В 1875 г. по ходатайству Географического общества некоторые ссыльные после польского восстания, принимавшие участие в экспедициях и работах Общества, получили полную амнистию, но И.Д. Черский был освобожден лишь в 1883 г. [Обручев, 1956]. В 1885 г. Академия наук попросила И.Д. Черского провести геологические исследования по дороге от Иркутска до Уральских гор. Такое исследование длилось один год [Черский, 1888], и его результаты признаны успешными [Обручев, 1962]. В 1886 г. по приглашению Российской академии наук И.Д. Черский приехал в Санкт-Петербург для научных занятий, где он поступил на работу в музей Академии наук.

На обработку накопленных полевых данных И.Д. Черскому потребовалось семь лет. Кроме того, он обработал данные, собранные экспедициями А.А. Бунге (1851–1930) и Э.В. Толля (1858–1902?) в Северную Якутию и на Новосибирский архипелаг Арктики (место захоронения Э.В. Толля, погибшего в походе на о. Беннета, начавшемся в 1902 г., неизвестно; считается, что он покойся на берегу р. Лены). И.Д. Черский опубликовал подробное описание четвертичных ископаемых останков и голоценовую историю Арктики.

Российская академия наук высоко оценила научный потенциал И.Д. Черского. Ему предложили руководить экспедицией в Якутию. В 1891 г. И.Д. Черский с женой и сыном отправились из Якутска через Оймякон в Верхнеколымск, где остановились на зимовку, дожидаясь вскрытия реки Колыма. Зимой 1892 г. он тяжело заболел, у него открылся туберкулез. Невзирая на мучительные и продолжительные приступы кашля, И.Д. Черский принял решение продолжить экспедицию. В мае 1892 г. он распорядился начинать спуск по реке Колыма. Несмотря на ухудшение состояния здоровья, он в течение двадцати шести дней сам вел наблюдения, затем эта обязанность перешла к его жене

Мавре Павловне, в то время как И.Д. Черский вносил записи в полевой дневник. Впоследствии и эта обязанность оказалась непосильной для него и перешла к 12-летнему сыну Александру.

И.Д. Черский скончался 25 июля 1892 г. и был похоронен на высоком берегу Колымы. М.П. Черская довела экспедицию до конца. Через 30 лет умер сын Черских, также во время экспедиции, но много дальше к востоку, на Командорских островах [Черская, 1956].

## 2.2. В.А. ОБРУЧЕВ ЗНАКОМИТ И.Д. ЧЕРСКОГО И Э. ЗЮССА

В третьем томе «Лица Земли» Э. Зюсс пишет, что короткая статья И.Д. Черского его вдохновила и дала понимание структуры Азии [Suess, 1908]. Эта статья [Черский, 1886] была опубликована в трудах Российского географического общества, которые не имели широкого распространения за рубежом.

В связи с этим представляются интересными обстоятельства, благодаря которым Э. Зюсс нашел эту статью, и здесь важны два факта. Во-первых, у Э. Зюсса уже была своя первоначальная концепция строения Азии, однако после знакомства со статьей И.Д. Черского он существенно переработал и улучшил ее. Во-вторых, эти обстоятельства помогли Э. Зюссу установить тесные связи с российскими геологами, которые во второй половине XIX в. активно исследовали Туркестан, Сибирь, Дальний Восток, Арктику, Монголию и Китай. Было большой удачей, что Э. Зюсс подружился с В.А. Обручевым, в то время еще молодым ученым, который впоследствии войдет в когорту великих русских геологов и географов. Ранее Э. Зюсс общался с русскими геологами более старшего возраста, в частности с И.В. Мушкетовым (1850–1902), А.П. Карпинским (1847–1936) и Г.Н. Потаниным. Через В.А. Обручева это общение вышло на более высокий уровень – кроме обмена публикациями Э. Зюсс получил доступ к свежим полевым данным и, в свою очередь, помогал российским ученым в определении ископаемых остатков.

В 1964 г. Академией наук СССР были опубликованы шесть томов избранных трудов В.А. Обручева. В 4-й том вошла «Переписка с Э. Зюссом (1891–1914)» [Обручев, 1964]. Она включает 60 писем от Э. Зюсса и только одно письмо от В.А. Обручева. Во введении к этому разделу С.В. Обручев, сын В.А. Обручева, который тоже был геологом и много работал в северо-восточных регионах России, пишет, что поиски других писем В.А. Обручева были безуспешны. Ольга Зюсс, вдова сына Э. Зюсса – Франца Эдуарда Зюсса, сообщила ему, что архивы Э. Зюсса хранились в их летнем коттедже, но были утрачены во время Второй мировой войны, когда дом был разрушен<sup>2</sup>. Сохранившиеся

<sup>2</sup> В эту историю трудно поверить, во-первых, потому что А. Толлманн [Tollmann, 1983] (рис. 3) приводит две копии писем В.А. Обручева к Э. Зюссу. Во-вторых, летний домик Э. Зюсса в местечке Марс сохранился до наших дней (А.М.С. Sengör, устное сообще-

Su-tschou 30. Mai 1894

sich der Sand abgelagert hat.  
Die Brunnen längs des Weges sind ziemlich zahlreich, nicht tief (gewöhnlich 4,5-9 Fuss, selten bis zu 24 Fuss), das Wasser meißt nicht salzig, aber verunreinigt; sie liegen in den flachen Depressionen des Bodens oder in den trockensten Rinnsalen zwischen Hügelchen; die Temperatur des Wassers steigt merklich nach Süden hin, von +1,5°C bis zu +7°C.

Auf der nördlichen Umrandung und im N von Unga finden sich noch schwache Spuren von basaltischen Ablagerungen, mehrschichtlich mit grösseren Blöcken.

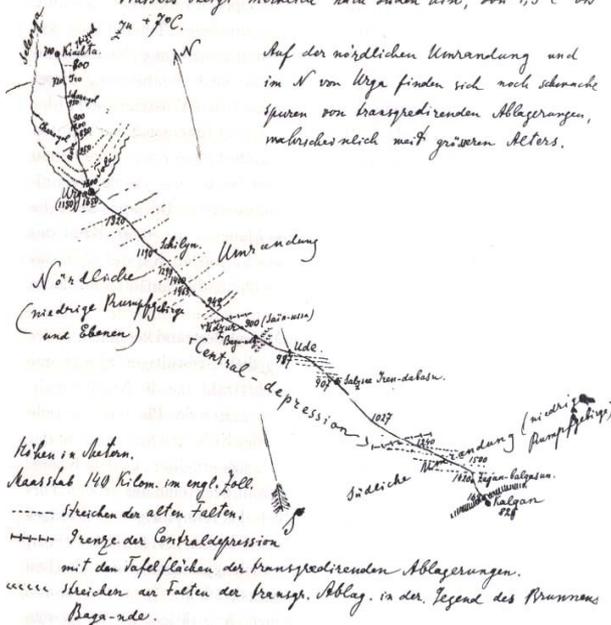


Abb. 9b: Aus Peking am 9. Jänner 1893 abgeschickt, enthält dieser Brief Routenskizze und zugehörige Erklärungen.

Hochgeachteter Herr Professor  
Vor sechs Wochen hatte ich bei meiner Durchreise in Lan-tschou das Vergnügen Ihren liebenswürdigen Brief vom 17. Januar d. J. zu erhalten. Ich habe benutzt ich einen kurzen Aufenthalt in Su-tschou, um Ihnen von Herzen zu danken für Ihre gute Meinung von meinen Arbeiten; einen ebenso aufmunternden Brief erhielt ich in Lan-tschou von Prof. Muckertoff. Sie können nicht glauben, wie sehr die Anerkennung seitens hoher Männer der Wissenschaft auf den Geist eines einsamen Reisenden ermunternd wirkt, welcher ganz allein unter Eingeborenen, mitten in ungeheuren Flächen geologisch unbekannter Gebiete, oft an den Resultaten seiner Anstrengungen zweifeln muss, dann bei einer so schnellen Reise wie die meinige, kann man nicht der Erforschung eines z. B. nur durchkreuzten Gebirges die nötige Zeit widmen und ist gezwungen, das, oft ungenügende, factische Material durch theoretische Voraussetzungen zu ergänzen; darin liegt eben das Schwierige bei einer solchen Forschungsreise; unterlässt man die Ergänzung - so bleibt der schmale erforschte Streifen zwischen grossen unbekanntem Flächen und man gewinnt keinen allgemeinen Ueberblick des Baues des durchkreuzten Gebietes; ergänzt man - so bleibt immer die Frage, ob diese Ergänzung vom objectiven Urtheil der wissenschaftlichen Kritik anderer Gelehrter bestätigt wird oder bezweifelt, als subjective, von Thatfachen zu wenig beschränkte, Meinung in Uebereinstimmung; also noch einmal herzlich Dank für Ihre Ermunterung.  
A propos! bei der Betrachtung einer Karte Ostasiens fiel mir der merkwürdige Umstand in die Augen, dass das, seinem Baue nach bis jetzt räthselhafte Thal des Baikal'ses, einen sonderbaren Parallelismus zeigt mit den beiden bekannten grossen Meridianen des grossen Kängarugebirges und des Jaklanowj-Stanowoi-Winkens; gleich diesen beiden Dis-

Abb. 9a, b: Zwei Seiten aus den Expeditionsbriefen des russischen Geologen W. Obrutschew an Ed. Suess in Zentralasien.

Abb. 9a: Ausschnitt aus Briefen von Su-tschou in Dankbarkeit für die briefliche Verbindung mit Ed. Suess auch im Gelände - der zu Beginn vom 30. Mai 1894 datierte Brief setzt allerdings auf Seite 6 erst am 23. Juli 1894 (bedingt durch Zeitmangel während der Forschungsreise) fort.

Рис. 3. Письма В.А. Обручева к Э. Зюсс, опубликованные в работе [Tollmann, 1983].

Fig. 3. Vladimir Afanasievich Obruchev's letters to Edward Suess (as published in [Tollmann, 1983]).

письмо В.А. Обручева от 20 апреля 1882 г. имеет исключительную ценность как свидетельство начала сотрудничества Э. Зюсса и российских ученых.

Переписка началась в декабре 1891 г., когда В.А. Обручев отправил Э. Зюссу свой отчет об изучении Олекмо-Витимского золотоносного района. Но, скорее всего, ее инициировал Э. Зюсс. Его первое письмо с вопросом к В.А. Обручеву о горных системах Сибири не сохранилось, но 2 мая 1892 г. В.А. Обручев пишет:

«...по-видимому, Вам [эта статья] незнакома, так как иначе я не могу объяснить, почему Вы обратились с Вашим лестным вопросом к такому новичку сибирской геологии, каким являюсь я, вместо того чтобы прибегнуть к наилучшему источнику - И.Д. Черскому» [Обручев, 1964, с. 244].

ние, 2005). Таким образом, поиск материалов переписки между Э. Зюссом и В.А. Обручевым необходимо продолжать в Австрии, Швейцарии и США, где сейчас проживают родственники Э. Зюсса, и такой поиск может оказаться успешным.

К этому письму В.А. Обручев приложил перевод статьи И.Д. Черского [1886], сопроводив его примечаниями и составленной им картой горных систем Сибири. Текст письма показывает, что Э. Зюсс уже имел концепцию тектонического устройства Азии, и, действительно, в письме, датированном 06 июля 1891 г., Э. Зюсс писал:

“У меня, в общем, получилось впечатление, что складки в Сибири очень древние и что они в целом образуют плавную дугу, выпуклую к югу, которая слагает высокогорье Центральной Азии<sup>3</sup>. Таким образом, от Сибири до Гималаев в основном существует одна и та же система складок, и внутренняя, т.е. северная сибирская, дуга - очень древняя, во всяком случае, более древняя, чем южная дуга Гималаев, где еще третичные отложения смяты в складки» [Обручев, 1964, с. 245].

И.Д. Черский [1886] выделял следующие орографи-

<sup>3</sup> Термин «Высокое плато» был предложен П.А. Кропоткиным [1875]. В современной литературе он не используется.

ческие регионы в Сибири:

- 1) плоскую возвышенность Восточной Сибири;
- 2) высокое плоскогорье, включающее Саяны, Байкальские и Олекминские горы, Яблоновый хребет, Хангай, Хэнтей и Танну-Ола;
- 3) возвышенность с низкими горами, охватывающую Гоби и Шамо, а также периферийный хребет Хинган;
- 4) юго-восточную плоскую возвышенность с низкими горами Сихотэ-Алиня.

Каждый из этих регионов имеет свои тектонические характеристики. Высокое плоскогорье представляет собой древний континент, сложенный архейскими (лаврентьевскими) породами и никогда не затоплявшийся палеозойскими морями. Для него характерны два направления складок – к востоку от южной оконечности озера Байкал складки имеют северо-восточные, байкальские, простирания, а к западу от Байкала – северо-западные, саянские, простирания. Древние складки не проявлены в рельефе и косо срезаются более молодыми разломами<sup>4</sup>. Возраст смещений по разломам был ясно не определен. Можно полагать, что они были активны и в палеозое, поскольку И.Д. Черский писал о периодических затоплениях морем при оседаниях по разломам обширной территории плоской возвышенности Восточной Сибири (Сибирского кратона, как мы теперь ее называем). Девонские моря также достигали южных и юго-западных границ высокого плоскогорья. Накопленные здесь осадки в дальнейшем трансформировались в горные хребты (зоны складчатости!). В отличие от высокого плоскогорья, эти хребты имеют характерные направления складок. Складки формируют систему дуг, предопределенную очертаниями высокого плоскогорья, с байкальскими и саянскими простираниями. Девонские алтайские дуги исчезают под мезозойской Западно-Сибирской впадиной. Располагающийся далее к западу хр. Тарбагатай, возможно, продолжается к озеру Балхаш. Далее к юго-западу расположены дуги Тянь-Шаня, которые, в свою очередь (и здесь И.Д. Черский цитирует Э. Зюсса [Suess, 1904]), через Парапамиз, Копетдаг, Кавказ и Балканский хребет простираются в Европу. Как показывает эта краткая характеристика, идея И.Д. Черского о структуре Северной Азии была лишь незначительно изменена Э. Зюссом в третьем томе «Лица Земли» [Suess, 1908].

В публикации И.Д. Черского не было рисунков. Как это следует из письма от 2 мая 1892 г., В.А. Обручев нарисовал геологическую карту Сибири и указал на

ней направления старых складок и современных хребтов, направления разломов, о которых писал И.Д. Черский, и распространение геологических формаций. Он также отметил, что высокое плоскогорье, по крайней мере, частично покрывалось морями в раннем палеозое (кембрии или раннем силуре), а в Северном Забайкалье и в горной стране Олекмы–Вилюя проявилось складкообразование, имевшее место в позднем силуре. В.А. Обручев добавляет, что современный рельеф высокого плоскогорья сформировался из обнаженной поверхности под влиянием палеозойского складкообразования. Таким образом, он обращает внимание на рассогласованность простираний древних складок и современных хребтов, чем ставит под сомнение широко применявшуюся в то время методику исследований в тектонике, разработанную Эли де Бомоном, А. Гумбольдтом и Ф. Рихтгофеном.

Э. Зюсс предложил название для высокого плоскогорья – «древнее темя Азии». В дальнейшем этот термин стал использоваться в геологических публикациях как в России, так и на Западе. Э. Зюсс [Suess, 1908] включил данные И.Д. Черского и В.А. Обручева, указывающие на различия простираний древних складок и современных структур рельефа, но его теоретическая интерпретация этих соотношений и их применение для изучения тектонической структуры Азии отличались от авторских. Эти различия будут рассмотрены ниже в разделе «Дизъюнктивные дислокации».

Сведения В.А. Обручева о палеозойских трансгрессиях в древнем темени и возможном складкообразовании в позднем силуре Э. Зюсс, к сожалению, не использовал в достаточной степени. В то время эти данные часто основывались на интуиции и литологическом сходстве с породами известного возраста, но обнаженными в другом регионе. Потрясающая интуиция Э. Зюсса в этом случае не сработала. Он признал трансгрессии девонских морей только по периферии древнего темени в Забайкалье, но считал, что северная часть древнего темени была поднятой территорией в течение всего докембрийско-палеозойского периода. Описывая древнее темя, Э. Зюсс говорил об архейском возрасте пород. И этот аспект приобрел важнейшее значение для последующих оценок труда Э. Зюсса российскими геологами, когда у них создалось впечатление, что Э. Зюсс представлял древнее темя как наидревнейшую часть Северной Азии. Его концепция была подвергнута критике, когда на древнем темени были обнаружены морские породы раннепалеозойского возраста. По моему мнению, именно критика, связанная с ошибочной трактовкой возраста пород, была основной причиной забвения работ Э. Зюсса российскими геологами после 1930-х годов. Эта проблема более детально будет рассмотрена ниже.

Здесь же важно отметить, что благодаря статье И.Д. Черского и общению с В.А. Обручевым, установились очень тесные научные связи между российскими геологами и Э. Зюссом. Самое время вспомнить,

<sup>4</sup> Несогласие структур рельефа и складчатости, которое особо отмечал И.Д. Черский [1886], имеет очень важное значение. В то время в основу всех тектонических построений были заложены орографические характеристики районов [von Humboldt, 1831, 1843a, b; Ritter, 1832; Richthofen, 1877] в соответствии с подходом, которому Гумбольдт дал название «орометрическая геология» (А.М.С. Şengör, неопубликованная рукопись по истории геологических исследований Азии) [Şengör, 1991]. В.А. Обручев [1942] тот же подход назвал топографической геологией.

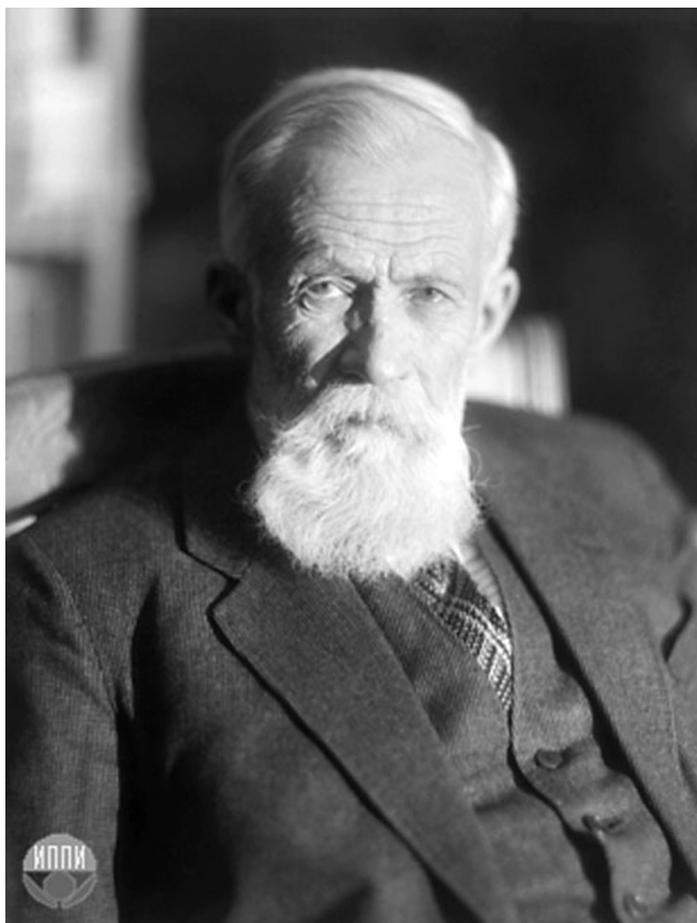


Рис. 4. Владимир Афанасьевич Обручев (1863–1956).

Fig. 4. Vladimir A. Obruchev (1863–1956).

что сам Э. Зюсс писал о значении сотрудничества с Россией для понимания структуры Азии:

*“Когда был опубликован второй том данного научного труда, было невозможно пытаться обобщать имеющиеся фрагментарные знания или разрабатывать какую-либо концепцию, поскольку центральные районы территории Азии, где нужно вести поиск сочленения дуг, а именно Сибирь и Монголия, были практически не изучены. Такая попытка стала сейчас возможной только благодаря последним открытиям российских исследователей» [Suess, 1908, с. 6].*

Прежде чем идти дальше, нужно рассказать о другом ключевом участнике этой истории.

### 2.3. ВЛАДИМИР АФАНАСЬЕВИЧ ОБРУЧЕВ (1863–1956)

Едва ли возможно охарактеризовать жизнь и достижения В.А. Обручева в небольшой статье. Он прожил 92 года, неустанно работая каждый день, опубликовал 650 книг и статей общим объемом порядка 30000 печатных страниц [Мурзаев и др., 1959]. По Азии он прошел 30000 км, значит, можно сказать, что

на каждый километр он дал описание на одну страницу! Им были закартированы 83000 км<sup>2</sup> в Забайкалье и 36000 км<sup>2</sup> в Джунгарии [Мурзаев и др., 1959] (рис. 4).

Обручев родился в 1863 г. в небольшом селе Тверской губернии (Центральная Россия). Его отец был военным, участвовал в Крымской войне 1854–1856 гг. Мать Обручева, Полина Карловна Гертнер, была немкой по происхождению, и благодаря ее воспитанию В.А. Обручев с детства свободно владел немецким и французским языками, а позднее выучил английский язык. Еще в школе В.А. Обручев проявлял большой интерес к естественным наукам и мечтал о путешествиях.

В 1881 г. он поступил в Санкт-Петербургский технологический институт. Однако изучение механики и химии не удовлетворяло его интересам, и в тот же год он перевелся в Горный институт Санкт-Петербурга, который в те годы в России был лучшим учебным заведением этого профиля. Учителями В.А. Обручева были И.В. Мушкетов (1850–1902), А.П. Карпинский (1836–1936), Г.Д. Романовский (1830–1906). Эти имена постоянно цитируются в «Лике Земли». После смерти отца семья Обручевых испытывала финансовые трудности. Чтобы поддержать В.А. Обручева, И.В. Мушкетов предложил ему переводить статьи иностранных авторов для публикации в российских геологических и географических журналах. Он дал ему для перевода первый том Ф. Рихтгофена «Китай», работа над которым навсегда связала В.А. Обручева с исследованиями Центральной Азии.

После окончания Горного института в 1886 г. В.А. Обручев вместе со своим сокурсником К.И. Богдановичем (1864–1947) с энтузиазмом принял предложение И.В. Мушкетова отправиться изучать пустыню Каракумы и низовья реки Амударья. К.И. Богданович впоследствии стал одним из великих исследователей Азии, и Э. Зюсс часто цитировал его труды. Такая экспедиция была важна для технического обслуживания недавно построенной Транскаспийской железной дороги от Ташкента до Красноводска. Там В.А. Обручев начал изучение происхождения лесса – темы, которая стала одной из центральных в исследованиях всей его жизни. Этот интерес был вдохновлен книгой Ф. Рихтгофена о Китае [von Richthofen, 1877[1971]]. В.А. Обручев опроверг общепринятое представление о том, что лесс покрывает большие территории в Монголии, и доказал, что сухой климат и преобладающие направления ветров привели к отложению лесса по периферии Центральной Азии [Обручев, 1911].

В 1888 г. В.А. Обручев переехал в г. Иркутск, где занял недавно открывшуюся должность в Иркутском горнодобывающем ведомстве. В 1888–1892 гг. его основные обязанности были связаны с геологоразведочными работами для промышленного освоения месторождений. Он занимался проверкой и оценкой угольных шахт, золотых приисков и карьеров строительных материалов. Общие проблемы геологии, тем не менее,

никогда не уходили из области его внимания. Он заинтересовался проблемой распространения последнего оледенения в Сибири и вел полемику с такими экспертами в этом вопросе, как П.А. Кропоткин (1842–1921), А.И. Войеков (1842–1916) и И.Д. Черский.

В мае 1892 г. Российское географическое общество предложило В.А. Обручеву принять участие в масштабной экспедиции в Монголию и Китай. Г.Н. Потанин был назначен руководителем экспедиции, но В.А. Обручев должен был работать по специальной программе, разработанной И.В. Мушкетовым. Экспедиция продлилась до октября 1894 г. Полученные результаты были чрезвычайно важны, несмотря на трудности, с которыми пришлось столкнуться участникам экспедиции. Проводя топографические, геодезические и геологические наблюдения, за день В.А. Обручев проходил в среднем по 30 км. Ночью он обрабатывал информацию, писал отчеты, статьи, письма коллегам, в том числе и Э. Зюссу. Такое расписание кажется приемлемым для исследователя, у которого есть ассистенты и помощники, но в силу сложившихся обстоятельств в 1894 г. В.А. Обручев уволил с работы последнего русского казака и остался в одиночестве среди местных жителей, зная всего несколько слов на китайском и монгольском языках. Тем не менее за время экспедиции и вскоре по ее окончании В.А. Обручев опубликовал исчерпывающий отчет [Обручев, 1901а, 1901б] и многочисленные статьи, которые принесли ему известность в международном геологическом сообществе.

После экспедиции в Центральную Азию В.А. Обручев работал в Забайкалье, где изучал дизъюнктивные деформации. В 1905, 1906 и 1909 гг. каждое лето он выезжал на полевые работы на северо-запад Китая для изучения Джунгарии. По воспоминаниям самого В.А. Обручева, на эти экспедиции его вдохновили дискуссии с Э. Зюссом во время переписки 1899–1900 гг. Э. Зюсс тогда написал ему:

*«Вот область Центральной Азии, о строении которой ничего не известно. На карте здесь нанесены горные цепи, но принадлежат ли они еще Алтаю или относятся уже к системе Тянь-Шаня, – никто не может сказать определенно. Сюда следовало бы послать русскую экспедицию. Ведь эта местность так близка к вашей границе с Китаем, что туда не трудно попасть»* [Мурзаев и др., 1959, с. 124].

Как писал сам В.А. Обручев [1946], в течение своей длительной и продуктивной жизни он занимался изучением пяти основных научных проблем:

1. Происхождение лесса (отстаивал эоловую теорию его происхождения).

2. Оледенение Сибири. В конце XIX века геологи и географы считали, что ледники не могли сформироваться в Сибири из-за чересчур сухого климата в регионе. В.А. Обручев, вслед за П.А. Кропоткиным, развил идею покровного оледенения Сибири. И здесь он ошибался, как мы теперь знаем (например [Гросвальд,

2002]).

3. Тектоника Сибири. Эта тема исследований слишком широка, чтобы суметь изложить ее кратко в нескольких предложениях. Некоторые достижения В.А. Обручева будут описаны в последующих разделах данной статьи. Я только упомяну здесь, что в 1948 г. В.А. Обручев ввел термин «неотектоника» [Мурзаев и др., 1959] для обозначения исследования структур, сформированных вследствие самых молодых деформаций конца третичного периода и в течение четвертичного периода.

4. Горная геология, в частности минерализация золота.

5. Древнее темя Азии. Примечательно название этой темы. Человек, чья слава и известность были огромны, вписал ее в число тех пяти научных проблем, которые определили его пожизненные научные интересы. Концепция древнего темени – это основа понимания Э. Зюссом структуры и эволюции Азии. Таким образом, указав эту тему, В.А. Обручев показал нам, насколько были близки его научные интересы и интересы Э. Зюсса. Э. Зюсс признавал этот факт несколько раз в третьем томе «Лица Земли». 7 февраля 1902 г. Э. Зюсс писал В.А. Обручеву:

*«Россия оказывает так много чести моей книге, что я не знаю, как и благодарить. Недавно газеты сообщили, что Петербургская академия наук избрала меня в почетные члены, а сегодня в газетах известие, что Географическое общество наградило меня золотой медалью. Это, конечно, совершенно исключительно и очень меня радует, но главное – Ваше участие в важнейших проблемах. Это, по меньшей мере, справедливо для Древнего темени и для гор Амура»* [Обручев, 1964, с. 271].

### 3. Э. ЗЮСС И ДРУГИЕ РУССКИЕ ГЕОЛОГИ

Отношения между Э. Зюссом и русскими геологами становятся очевидными из «Лица Земли». Здесь можно найти многочисленные ссылки и цитаты, указания на личные сообщения и рисунки, часть которых была получена Э. Зюссом прямо из полевых экспедиций. Письма Э. Зюсса к В.А. Обручеву проливают свет на дополнительные детали, представляющие научный интерес, но попутно они характеризуют личности как великого австрийского ученого, так и его близких друзей из России.

#### 3.1. ОБМЕН ПУБЛИКАЦИЯМИ

Начиная с 1893 г. Э. Зюсс регулярно отправлял в Томск и Иркутск публикации Королевской академии наук (г. Вена). Директор Геологического комитета России А.П. Карпинский отправлял Э. Зюссу публикации своего учреждения, а также материалы геологических исследований, проводившихся по линии Транс-

сибирской железной дороги.

### 3.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСКОПАЕМЫХ ОСТАТКОВ

В 1893 г. Э. Зюсс информировал В.А. Обручева, что он получил коллекцию куньлуньских остатков фауны от К.И. Богдановича. В.А. Обручев, А.П. Герасимов (1869–1942) и А.Е. Гедройц (1848–1909) также отправили свои коллекции в Вену. Э. Зюсс обрабатывал эти коллекции сам или привлекал лучших специалистов. Работа с русскими коллекциями не остановилась даже после доставки в Вену полной коллекции ископаемых, собранных Индийским геологическим комитетом в Высоких Гималаях. Возможно, в итоге Э. Зюсс был уже чересчур обременен обработкой этих коллекций и в одном из писем предложил В.А. Обручеву направить ископаемые русским специалистам, которые, по его мнению, были на равных с ним по мастерству. По-видимому, Э. Зюсс хорошо знал состояние палеонтологии в России. Одновременно с В.А. Обручевым он вел переписку с заведующей кафедрой палеонтологии Московского университета М.В. Павловой (1854–1938), и девять его писем хранятся в архиве РАН [Бесуднова, 2009].

Палеонтологическая работа Э. Зюсса с российскими данными приводила к настоящим открытиям. Коллекция остатков флоры, собранная в Печорском бассейне, была направлена киевскому палеоботанику И.Ф. Шмальгаузену (1849–1894), определившему остатки как юрские. Изучая ту же коллекцию, Э. Зюсс установил пермский возраст остатков и показал их сходство с флорой Кузнецкого бассейна Сибири [Пухонто, 2009].

### 3.3. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕДИЦИЙ В АЗИИ

Выше уже отмечена роль Э. Зюсса в экспедициях В.А. Обручева в Джунгарию. После успешного изучения В.А. Обручевым Наньшаня Э. Зюсс сделал попытку изменить план экспедиции К. Футтерера на Восточный Тянь-Шань, Турфанскую впадину и в Гоби. Он предложил К. Футтереру повернуть на юг от Кашгара, изучить триасовые отложения на Южном Памире и потом двинуться к Цайдаму. Причина была простой – Наньшань был уже достаточно хорошо изучен и мог подождать. К. Футтерер не принял совет Э. Зюсса. В ноябре 1897 г. Э. Зюсс сообщил В.А. Обручеву об этой экспедиции и предложил опубликовать как можно быстрее его данные о Люкчунском (Турфанском) грабене и Наньшане. Очевидно, что Э. Зюсс заботился о научном приоритете своего русского друга.

### 3.4. ЛИЧНЫЕ ОТНОШЕНИЯ

Обмен литературой и сотрудничество в обработке научных данных развивались на фоне прекрасных личных отношений Э. Зюсса и русских геологов.

А.А. Иностранцев (1843–1919) пишет о своей первой поездке в Европу в 1871 г.:

*«Первым делом я представился Э. Зюссу, этому светилу венских геологов, человеку крайне приветливому и доброжелательному, который, в противоположность другим иностранным ученым, очень хорошо был освоен с научными работами русских геологов. ... Познакомился с Г. Чермаком, Стихэ, Е. Титце, Паулем, Битнером, Тула, Д. Штуром и другими. Узнал здесь и М. Неймайера, женатого на красавице дочери Э. Зюсса и, кажется, уже приглашенного на кафедру геологии в Мюнхен. Со многими из них до их смерти производили обмен научными работами. Должен с удовольствием сказать, что вышеуказанные геологи, и даже те, с которыми я не был знаком, так радушно приняли меня в свою семью, что я этого никогда не забуду»* [Иностранцев, 1998, с. 96].

Ближе к концу своей жизни, объясняя неучастие в международных геологических конгрессах, А.А. Иностранцев отметил, что они «совершенно уклонились от первоначальной своей задачи по единообразию геологической терминологии» и переполнены сообщениями о результатах детальных исследований отдельных районов. О второй причине он писал так:

*«Особенно тяжело посещать конгрессы в последнее время, так как очень быстро стали убывать из этого мира мои старые приятели-геологи. Умерли Ф. Циркель, К. Креднер, А.О. Лаппаран, Кпелини, Э. Зюсс, Э. Мойсисович, Г. Чермак, Э. Коген, Лоза и др. Правда, взамен появились новые, но старые традиции и знакомство мое с такими выдающимися учеными как-то не особо увлекали на новые знакомства»* [Иностранцев, 1998, с. 178].

### 3.5. Э. ЗЮСС И РУССКИЙ ЯЗЫК

Любая работа в Азии, ни во времена Э. Зюсса, ни сейчас, невозможна без русских источников. В мае 1986 г. Э. Зюсс сообщил В.А. Обручеву, что нашел молодого человека, который знает русский и немецкий языки и теперь помогает ему каждый день читать труд К. Риттера «Азия»<sup>5</sup> в русском издании [Обручев, 1964]. В июне 1898 г. Э. Зюсс писал:

<sup>5</sup> В 1851 г. Российское географическое общество начало работу по переводу труда К. Риттера «Азия» на русский язык под названием «Землеведение Азии». Немецкая версия этой работы, изданная в 1832–1859 гг., включает девять томов. Как минимум пять томов были опубликованы с исчерпывающими дополнениями русских исследователей, включая И.Д. Черского. П.П. Семенов-Тянь-Шанский, бывший студент К. Риттера, был редактором, переводчиком и автором многих дополнений. Фактически ряд собственных данных он опубликовал как дополнения к труду К. Риттера. Отсюда понятно, почему Э. Зюсс начал читать русское издание «Землеведение Азии» К. Риттера и привлек в помощь переводчика.





Восточная часть хр. Зюсса съ куполообразными вершинами; видъ съ сѣвера, изъ долины Су-лей-чуань.

Рис. 6. Хребет Зюсса в горной системе Наньшань. Его нынешнее название Да Тонг Шан (Da Tong Shan).

Fig. 6. Edward Suess ridge (now Da Tong Shan) in Nan Shan.

сколько жаркой была дискуссия этих великих ученых. Э. Зюсс убеждал В.А. Обручева, что фрагменты Rhinoceros указывают на отсутствие моря Хан-Хай, а В.А. Обручев возражал и выдвигал аргументы, что выпадение гипса в осадок из пресной воды вряд ли было возможным. В конце концов, Э. Зюсс убедил В.А. Обручева, и их совместная статья вышла в свет. В этой статье Э. Зюсс указан как автор, а В.А. Обручев как соавтор. Интересно, что палеонтологическая часть, написанная Э. Зюссом, отделена от части, которую написал В.А. Обручев, и в ней содержатся все важнейшие научные выводы. Вот насколько крепка была дружба этих людей!

### 3.7. ХРЕБЕТ ЗЮССА

В 1893 г. В.А. Обручев дал имя Э. Зюсса одному из горных хребтов Наньшаня (рис. 5), который сегодня известен под названием Да Тонг Шан (Da Tong Shan), согласно Атласу Китайской Народной Республики [Xiudong, 1989]. На рис. 6 приведена сделанная В.А. Обручевым фотография восточной части хребта

Э. Зюсса, на которой видны его топографические особенности. Названия многим другим горным хребтам этой горной системы также были даны В.А. Обручевым.

Эти названия, как и многие другие географические названия, данные европейскими географами и геологами, встречались в научных публикациях практически до 1955 г.<sup>6</sup> [Обручев, 1964]. В 1940–1950-е годы, особенно в период хороших отношений между СССР и КНР, был шанс, что такие названия будут утверждены на официальном уровне. К примеру, С. Чу из Национального геологического института Академии наук Китая использовал те названия горных хребтов Наньшаня, которые им дал В.А. Обручев [Чу, 1937].

В силу своей личной скромности Э. Зюсс не мог использовать название «хребет Зюсса», когда давал описание Наньшаня. Он использовал все остальные названия, предложенные В.А. Обручевым, но хребет Зюсса в его тексте представлен с невыразительным названием «Четвертый горный хребет» [Suess, 1908].

<sup>6</sup> Они также использованы в «Атласе Центральной Азии» [Hedin, 1966] и в обзоре [Farquhar et al., 1967].

#### 4. ОСЛАБЛЕНИЕ ИНТЕРЕСА К Э. ЗЮССУ В РОССИЙСКОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЕ

История идей, связанных с установлением Русского и Сибирского кратонов, имеет два важных аспекта. Во-первых, она иллюстрирует, как обсуждение возраста древнего темени Азии, предмета, который никогда не был достаточно понят и, по сути, является локальной проблемой, постепенно отклонилось от принципиальной проблемы тектоники – механизма роста континентальной коры. Во-вторых, эта история, возможно, дает объяснение, почему имя Э. Зюсса постепенно исчезло из списков литературы в статьях российских геологов. Здесь я рассмотрю ещё два аспекта.

Первый касается вопроса установления Сибирского кратона, за который Э. Зюсса незаслуженно критиковали. Второй аспект связан с Русским кратоном, но здесь Э. Зюсса не критиковали напрямую, однако считали, что он ошибается. В обоих случаях критика исходила от Н.С. Шатского (1895–1960). В те годы он был заместителем директора Геологического института Академии наук СССР. Н.С. Шатский и А.Д. Архангельский (1879–1940) считаются основателями тектонической школы в СССР. И в те времена, и сейчас эта школа пользуется высоким уважением. Публикации этих двух ученых, а также их последователей определили развитие российских тектонических исследований на многие годы.

##### 4.1. СИБИРСКИЙ КРАТОН

Во многих публикациях о Сибирском кратоне дается ссылка на статью Н.С. Шатского, опубликованную в 1932 г., и указывается, что именно он впервые дал определение этого кратона. Статья вошла в сборник избранных трудов Н.С. Шатского [Шатский, 1964б], и по этому изданию я буду приводить ссылки и цитаты.

Необходимо осветить три важных момента. Во-первых, Н.С. Шатский неверно понимал роль, которую сыграл Э. Зюсс в установлении Сибирского кратона. Во-вторых, Н.С. Шатский критиковал В.А. Обручева, который в течение всей своей жизни поддерживал и развивал идею, выдвинутую Э. Зюссом [Мурзаев и др., 1959], за неправильную интерпретацию возраста складчатости в древнем темени. В-третьих, благоклонно воспринятые Н.С. Шатским иные подходы к тектонике Сибири [De Launay, 1913], по сути дела, являются геосинклинальной модификацией концепции Э. Зюсса, а все данные для этой модификации были почерпнуты из «Лица Земли».

Сегодня наше представление о Сибирском кратоне и его окружении значительно отличается от принятого в конце XIX – начале XX в. В состав основной части древнего темени входит Баргузинский микроконтинент и Тувино-Монгольский массив, основание которого сложено докембрийскими породами (рис. 7). Докембрийская история этого района до сих пор недоста-

точно ясна; недавний синтез был дан И.В. Гордиенко [2006]. Вместе с тем достаточно хорошо известно, что неопротерозойская орогения является результатом коллизии Баргузинского микроконтинента с Патомской пассивной континентальной окраиной Сибирского кратона [Berzin, Dobretsov, 1994; Şengör, Natal'in, 1996]. Осадки венда перекрывают шов между кратоном и микроконтинентом. После коллизии вдоль юго-восточной окраины микроконтинента шло развитие раннепалеозойских магматических дуг [Беличенко и др., 1988; Гордиенко, 1987].

Эволюция Тувино-Монгольского массива, образующего гигантскую ороклинальную складку, характеризуется миграцией шарнира ороклинали в западном направлении (современные координаты), в результате чего Баргузинский микроконтинент был перемещен еще дальше на север [Şengör, Natal'in, 1996]. Такие движения привели к преддевонским [Şengör, Natal'in, 1996] или позднепалеозойским [Парфенов, Кузьмин, 2001] деформациям прилегающих районов Сибирской платформы. Северные перемещения Баргузинского микроконтинента привели к формированию Байкало-Патомского складчато-надвигового пояса, левосторонним сдвиговым смещениям вдоль Ольхонской зоны (личные наблюдения, 2005 г.) и правосторонним смещениям вдоль Жуинского разлома [Şengör, Natal'in, 1996].

В венд-палеозойское время Тувино-Монгольский массив представлял собой массив магматической дуги. Ядро Тувино-Монгольской ороклинали состоит преимущественно из субдукционно-аккреционных комплексов, перекрытых мигрирующими в стороны Палеоазиатского океана магматическими дугами [Şengör, Natal'in, 1996]. Структурные соотношения достаточно сложны. Мозаичное расположение пород различного возраста и их разломные ограничения часто объясняются с позиций террейнового анализа [Badarch et al., 2002; Windley et al., 2007], который мало что объясняет. А.М.Д. Шенгёр и Б.А. Натальин [Şengör, Natal'in, 1996, fig. 21.53] предполагают возникновение мозаики «террейнов» за счет сдвиговых смещений в ходе замыкания Тувино-Монгольской ороклинали. Эта модель предполагает последовательный рост Тувино-Монгольского массива как части древнего темени за счет субдукции Палеоазиатского океана под Сибирский кратон в венде, палеозое и триасе.

В 1932 г. Н.С. Шатский дал характеристику двум группам идей о происхождении и границах Сибирской платформы. К первой группе были отнесены идеи И.Д. Черского, Э. Зюсса и В.А. Обручева. Считая, что Э. Зюсс полностью принял идеи И.Д. Черского о тектонической структуре и эволюции Северной Азии, Н.С. Шатский пишет, не давая никаких ссылок на работы Э. Зюсса:

«Азиатское сооружение Э. Зюсса представляет в основном складчатую область, отдельные сегменты которой возникли в различные периоды последо-

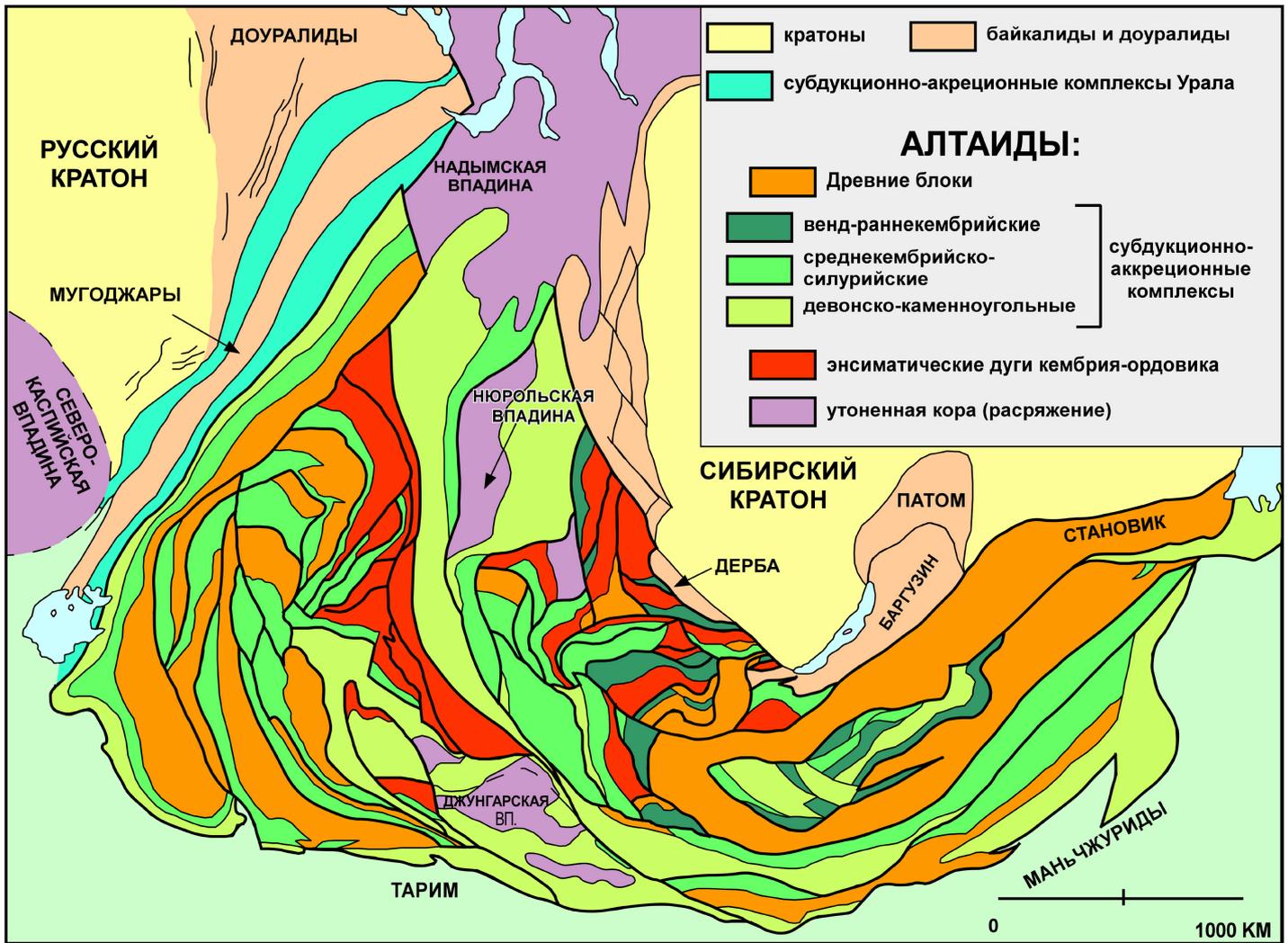


Рис. 7. Тектоническая схема алтаид [Şengör, Natal'in, 1996]. Древнее темя приблизительно соответствует Патомской пассивной окраине Сибирского кратона, Баргузинскому микроконтиненту и замку ороклинали, образованной Тувино-Монгольским массивом, который смыкается со Становиком.

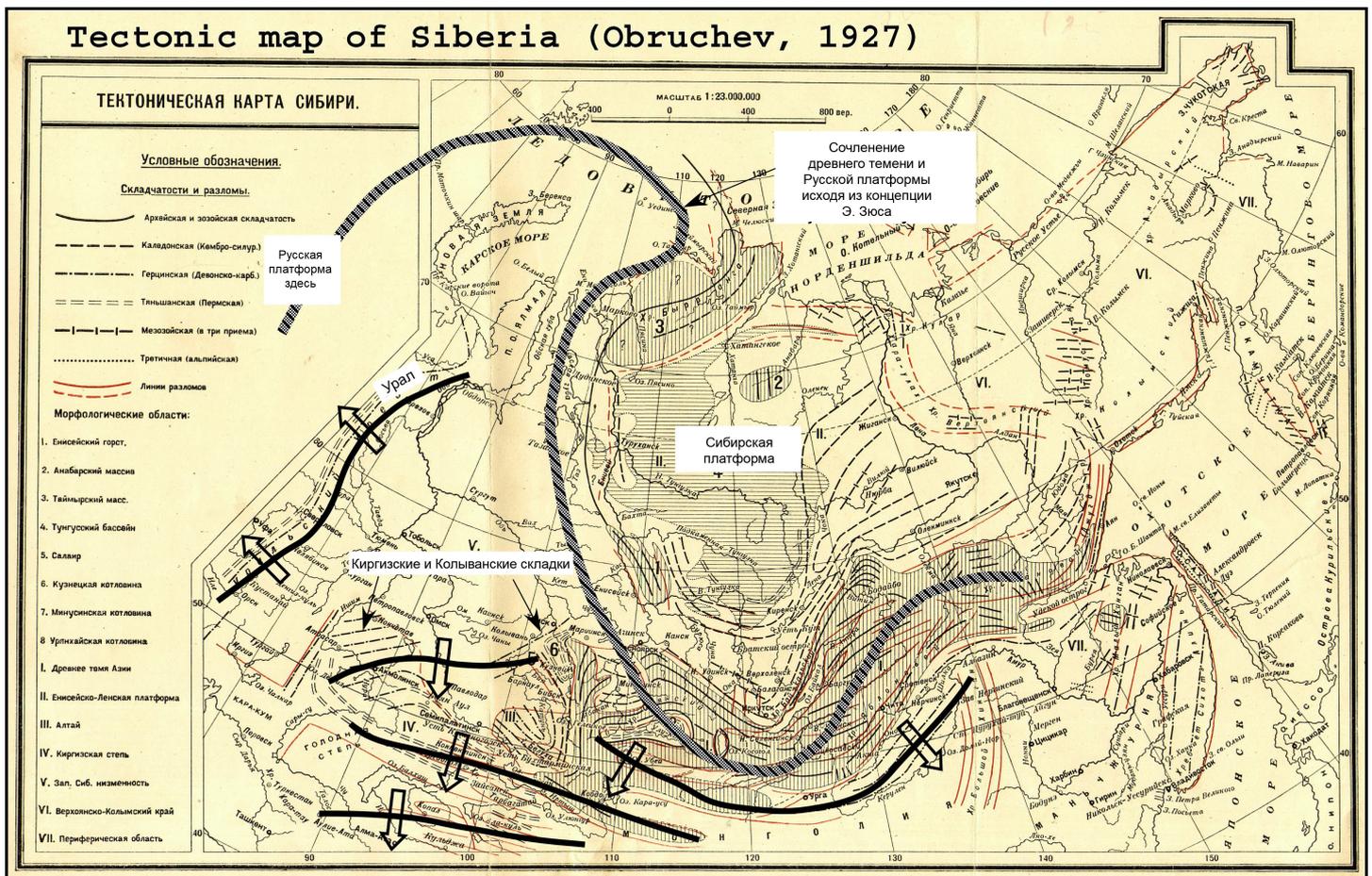
Fig. 7. The tectonical scheme of Altaids [Şengör and Natal'in, 1996]. The Ancient Vertex is roughly correspondent to the Patom passive continental margin of the Siberian craton, the Barguzin microcontinent, and the northern limb of the orocline including Tuva Mongol massif which is interlocked with Stanovik.

кембрийской истории земной коры, но, кроме этого, в него включается ряд древних, устойчивых докембрийских массивов. К последним в пределах Северной Азии относится древняя палеозойская платформа – земля Ангара, занимающая целиком плоскую возвышенность И.Д. Черского и, по Э. Зюссу, на довольно значительных пространствах слагающая Западно-Сибирскую низменность. На юге, ближе к Байкалу и Восточному Саяну, Ангарский континент образует складчатые горы, поднимающиеся амфитеатром над северной платформой. Эта складчатая дуга, названная Э. Зюссом Иркутским амфитеатром, была отмечена и И.Д. Черским.

Непосредственно к югу от амфитеатра, почти

посередине Азии, располагается и основная область Азиатского сооружения Э. Зюсса – древнее темя, вполне совпадающее с высоким плоскогорьем И.Д. Черского. Совпадение это не только морфологическое или орографическое; историю этой области Э. Зюсс рисует так же, как И.Д. Черский: уже в докембрийское время произошло опускание Иркутского амфитеатра, и древнепалеозойские моря, покрывавшие платформу, захватывали Иркутский амфитеатр, но не проникали в зону древнего темени, которое было берегом для наступающих морей» [Шатский, 1964б, с. 198].

Затем Н.С. Шатский пишет, что Обручев развил идеи И.Д. Черского и Э. Зюсса о древнем темени. Он



**Рис. 8.** Тектоническая карта Сибири [Обручев, 1927, с изменениями]. Вертикальной штриховкой обозначено древнее темя Азии. Соотношение древнего теменя с Русской платформой показано широкой искривленной линией с наклонной штриховкой. Следует отметить, что Э. Зюсс точно не определил позицию этого сочленения. Оно показано мною, исходя из логики модели алтаид [Suess, 1908] и некоторых современных данных, которые соответствуют этой модели. Жирные сплошные линии показывают упрощенную структуру алтаид по Э. Зюссу (сравнить с рис. 11). Вергентность структур обозначена широкими стрелками. Если Урал принадлежит алтаидам, как полагал А.П. Карпинский, то уральские структуры должны иметь восточную вергентность.

**Fig. 8.** Obruchev's tectonic map of Siberia (modified from [Обручев, 1927]). Vertical ruling indicates the Ancient Vertex of Asia. Thick curved line with slanted ruling shows the junction of the Ancient Vertex and the Russian craton; it should be noted that E. Suess determined its location incorrectly. In this schematic map, I show it as inferred from the Altaids model [Suess, 1908] and recent data sets which are consistent with this model. Thick lines show a simplified pattern of Altaids as suggested by E. Suess (compare with Figure 11). Vergence is shown by block arrows. Should the Urals belong to Altaids, according to A.P. Karpinsky, the Urals structures should have eastern vergence.

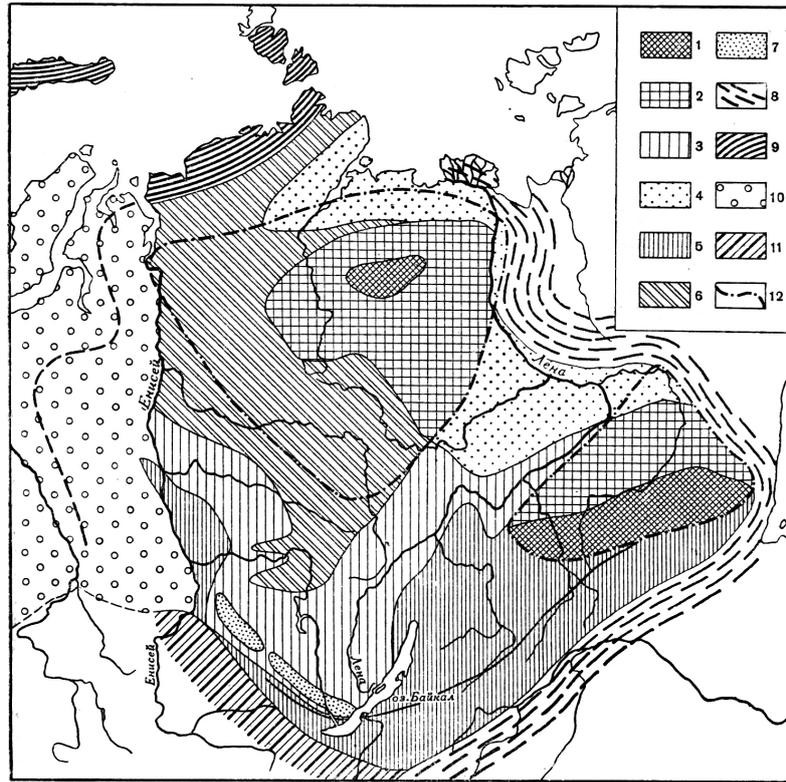
воспроизводит тектоническую карту В.А. Обручева (рис. 8), на которой древнее темя охватывает весь Алданский щит, Забайкалье, часть Буреинского массива, а также часть территории Алтая.

Н.С. Шатский подчеркивает, что, по В.А. Обручеву, древнее темя никогда не затоплялось морями, начиная с эозойской эры является континентальным блоком первого порядка по классификации С.Н. Бубнова и сопоставимо с Балтийским и Канадским щитами.

Здесь необходимо отметить ряд искажений Н.С. Шатским оригинальных идей Э. Зюсса. Во-первых, Э. Зюсс очень четко различал Западно-Сибирскую впадину и плоскую возвышенность Восточной Сибири (Сибирский кратон). Он никогда не писал, что

докембрийский фундамент подстилает Западно-Сибирскую впадину, а, напротив, указывал, что Киргизская (рис. 8) и Уральская дуги погружаются под мезозойскую впадину. Это означает, что основание впадины сложено породами палеозойского возраста. Э. Зюсс предполагал наличие связи между древним теменем и Русской платформой, но он никогда точно не указывал, где находится место такого сочленения.

Во-вторых, по Э. Зюссу, граница между Западно-Сибирской впадиной и плоской возвышенностью Восточной Сибири проходит по реке Енисей и представлена разломом (сбросом), протягивающимся, по крайней мере, до устья Подкаменной Тунгуски. Именно так эта граница указана на большинстве карт и схем в



**Рис. 9.** Тектоническая схема Сибирской платформы по Шатскому [Шатский, 1964б]. 1 – гнейсовые массивы глыб Северо-Сибирской и Алданской; 2 – древнепалеозойские поля этих глыб; 3 – Ленско-Енисейское кембрий-силурийское поле; 4 – Ленско-Вилуйская и Хатангская впадины; 5 – Байкальская складчатая зона; 6 – Тунгусская впадина; 7 – Иркутский и Канско-Енисейский мезозойские бассейны; 8 – альпийская окраинная складчатость; 9 – варисцийская складчатая зона; 10 – Западно-Сибирская низменность; 11 – каледонская зона Восточного Саяна; 12 – примерные границы Северо-Сибирской и Алданской глыб. Жирным пунктиром показана западная граница Сибирской платформы.

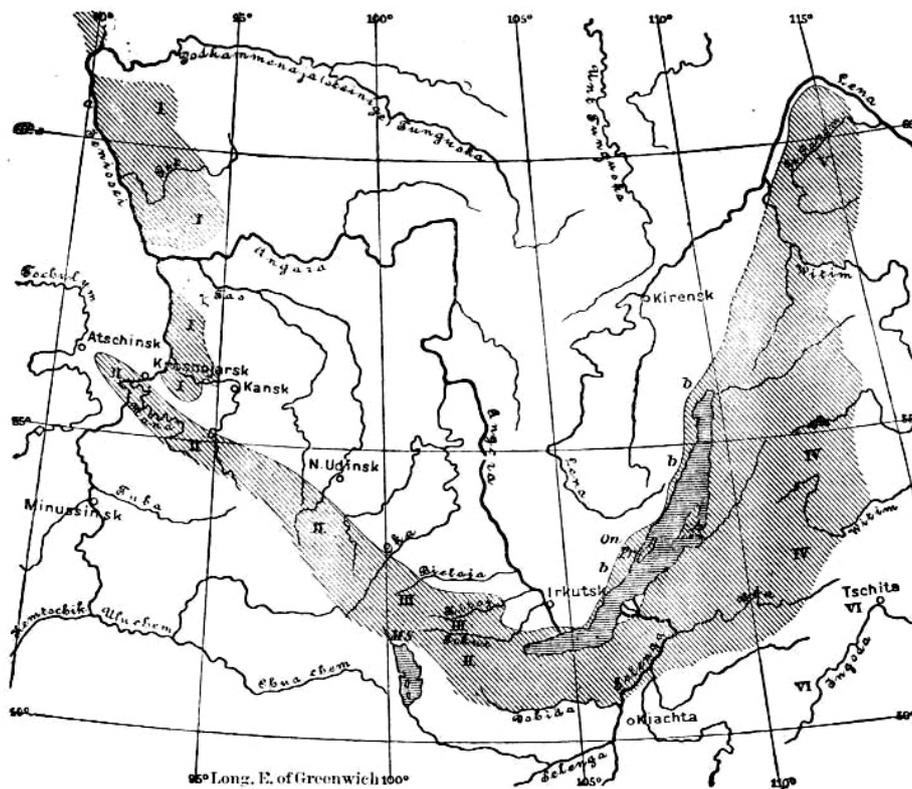
**Fig. 9.** Shatsky's tectonic map of the Siberian platform [Шатский, 1964б]. 1 – gneiss massifs constituting the North Siberian and Aldan blocks; 2 – early Paleozoic margins of these blocks; 3 – Lena-Yenisey Cambrian-Silurian zone; 4 – Lena-Vilyuy and Khatanga basins; 5 – Baikal folded zone; 6 – Tunguska basin; 7 – Irkutsk and Kansk-Yenisei Mesozoic basins; 8 – zone of marginal Alpine folding; 9 – zone of Variscan folding; 10 – West Siberian lowland; 11 – Caledonian zone of Eastern Sayan; 12 – boundaries of the North Siberian and Aldan blocks. The western boundary of the Siberian platform is shown by a thick dotted line.

современных публикациях [Зоненшайн и др., 1990; Короновский, 1984; Милановский, 1996]. Сам Н.С. Шатский [1964а] показал западную границу кратона на 100–150 км восточнее Томска (рис. 9). При таком варианте в фундамент кратона оказываются включенными палеозойские структуры, в том числе и офиолиты [Сурков, 1986; Сурков, Жеро, 1984; Vyssotski et al., 2006]. В этом вопросе Э. Зюсс был более прав, нежели Н.С. Шатский.

В-третьих, по мнению Э. Зюсса, земля Ангара – это континент, в соответствии с палеогеографическим и палеобиогеографическим значением этого термина. Этот континент был выделен в противовес Гондване, отделенной от него океаном Тетис [Suess, 1908, с. 19]. Земля Ангара представлена возвышенной частью Северной Азии, которая характеризуется присутствием ангарской серии – позднепалеозойских угленосных отложений. Э. Зюсс описывает ангарскую серию во мно-

гих местах за пределами Сибирского кратона.

В-четвертых, еще в 1892 г. В.А. Обручев указал Э. Зюссу, что на древнее темя оказали влияние трансгрессии раннепалеозойских морей и наличие силурийских деформаций [Обручев, 1964]. Впоследствии он изменил свое мнение и стал рассматривать древнее темя как регион, который не был вовлечен в орогенез, начиная с палеозоя. В то же время описывая различные районы древнего темени, Э. Зюсс отмечает присутствие складчатого кембрия юго-восточнее Красноярска (восточная граница Дербинского блока на рис. 7) и складчатого морского девона в Юго-Западном Забайкалье. Кроме того, восточная граница древнего темени предполагается Э. Зюссом у слияния Шилки и Аргуни. Что касается западной границы, то Э. Зюсс не относил Западный Саян и Танну-Ола к древнему темени (рис. 10), как это было позднее показано В.А. Обручевым [1915а] для разъяснения идей Э. Зюсса (рис.



**Рис. 10.** Схема древнего темени [Suess, 1908]. Это единственная карта древнего темени, но его размеры, судя по тексту, значительно больше. Следует обратить внимание, что и эти размеры были расширены В.А. Обручевым [1927].

**Fig. 10.** Suess's scheme of the Ancient Vertex [Suess, 1908]. This is the only schematic map showing the Ancient Vertex, yet its size is much larger, judging from the text. It should be noted that V.A. Obruchev [Обручев, 1927] considered a larger size of the Ancient Vertex.

11). В.А. Обручев в дальнейшем еще больше расширил размеры древнего темени (рис. 8) [Обручев, 1927].

В.А. Обручев игнорировал интерпретации, базирующиеся на находках ископаемых остатков, датированных палеозоем и мезозоем, в сильно деформированных породах на территории древнего темени. Такое поведение, возможно, раздражало его коллег, которые и дали ему прозвище «суперклассик» [Ингурев, 1948]. В 1946 г. по запросу Географического общества В.А. Обручев опубликовал свою автобиографию, в которой писал, что Э. Зюсс дал определение древнего темени как самой древней части Азии, которая увеличилась за счет примыкания к ней новых участков земной коры. В.А. Обручев писал:

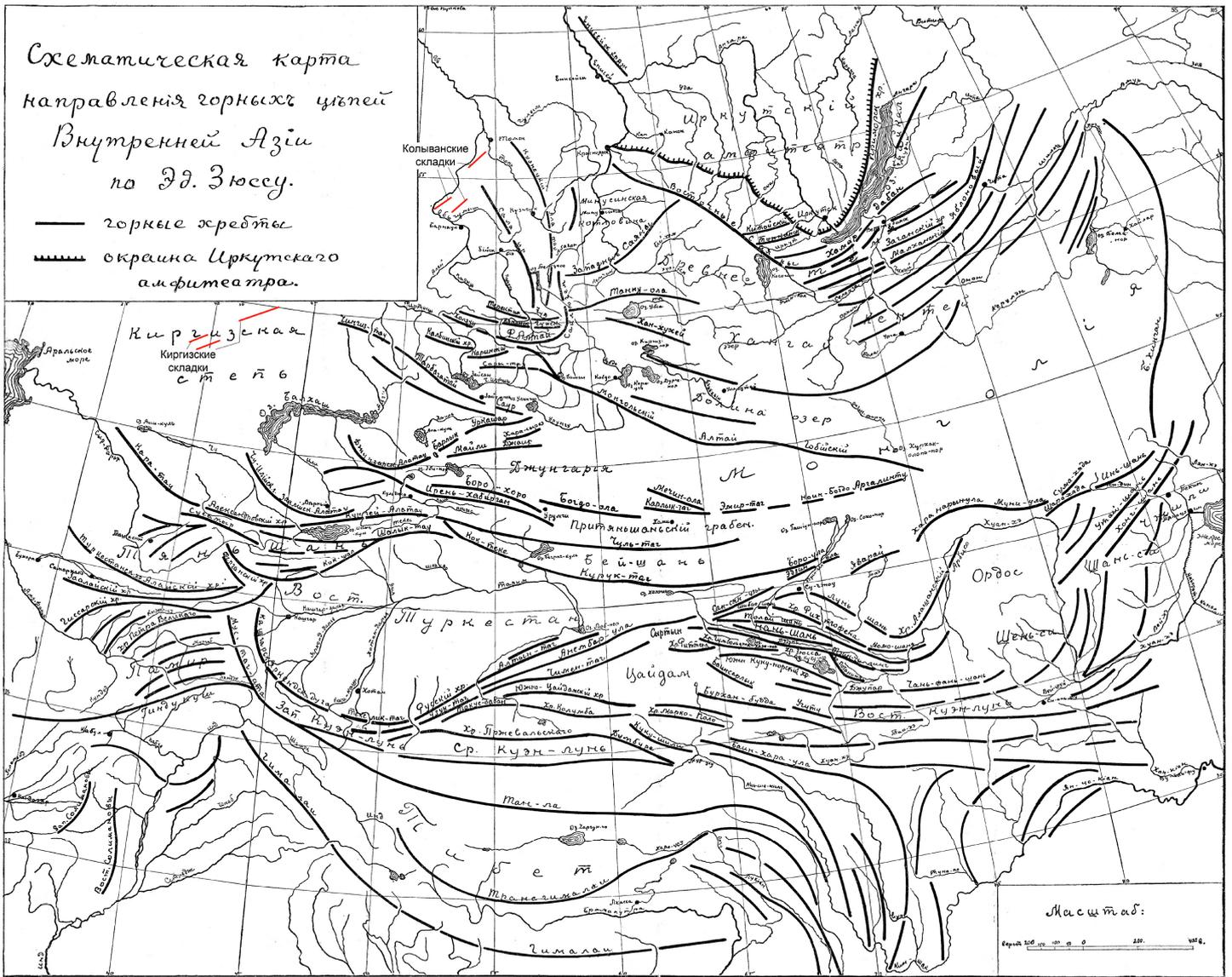
*«Я защищаю гипотезу, исключив по новым данным Восточный Саян из площади древнего темени, и считаю, что проблема может быть решена только открытием сильно нарушенных морских кембро-силурийских отложений на древнем темени, которые докажут, что последнее было покрыто морем древнего палеозоя и подверглось затем сильной дислокации каледонского цикла» [Обручев, 1964].*

Как видим, в 1930-е годы в отношении возраста складчатости идеи В.А. Обручева вступили в противо-

речие с новыми данными, но тектоническую суть древнего темени он продолжал понимать, с моей точки зрения, правильно.

Представляя идеи второй группы ученых о происхождении Сибирского кратона, Н.С. Шатский [19646] начал с детального описания идей А. Делонэ [De Launay, 1913]<sup>7</sup>. Как признают большинство геологов, основное различие идей А. Делонэ и Э. Зюсса состоит в том, что первый интерпретирует структуру Азии как замыкание геосинклинали, расположенной между Ангарским континентом и Гондваной [Обручев, 1937]. Н.С. Шатский приводит длинную цитату и тектоническую карту из статьи А. Делонэ для объяснения структуры Азии к югу от Сибирского кратона. В соответствии с картой, Сибирский кратон окружен каледонскими, герцинскими и альпийскими зонами, располагающимися примерно концентрически. Сама же цитата показывает, что Сибирский кратон рос за счет присоединения к нему все более и более молодых складчатых зон, включая Гималаи. По моему мнению, все самое лучшее, что смог найти Н.С. Шатский в публикации А. Делонэ – это точная копия концепции Э. Зюсса,

<sup>7</sup> Впервые эти идеи опубликованы в 1911 г.



**Рис. 11.** Орографическая карта горных цепей, а по сути разновозрастных складчатых зон, составленная В.А. Обручевым [1915a] для разъяснения идей Э. Зюсса и их сравнения с идеями А. Гумбольдта. Следует обратить внимание на весьма скромный размер древнего теменн Азии. На схему В.А. Обручева нанесены Кольванские и Киргизские складки (красный цвет), имеющие для Э. Зюсса большое значение для понимания соотношений Сибирского и Русского кратонов (см. текст).

**Fig. 11.** The orographic map of mountain ranges, i.e. folded zones. It was drawn by V.A. Obruchev [Obruchev, 1915a] in support of his explanations of Suess's ideas and also for comparison with A. Humboldt's ideas. Sizing of the Ancient Vertex of Asia here is quite small. Kolyvan and Kirgiz folds are shown in red; these folds were very important for E. Suess in consideration of relationships between the Siberian and Russian cratons (see text for details).

правда, декорированная геосинклинальной терминологией, которую Э. Зюсс не употреблял. Не обращая внимания на то, что идеи Э. Зюсса были просто перефразированы, и не замечая серьезных ошибок в карте, отмеченных В.А. Обручевым, Н.С. Шатский дает высокую оценку трудам А. Делонэ. Он также добавляет, что его идеи были позднее развиты М.М. Тетяевым [1916] и А.А. Борисяком [1923]. М.М. Тетяев был сторонником идеи о каледонском возрасте складчатости

внутри древнего теменн и интерпретировал метаморфические породы Забайкалья как огромный надвиг южной направленности.

На своей карте Н.С. Шатский показывает зону Байкальской складчатости (см. рис. 9). Он пишет, что в этой зоне кембрийские породы подверглись метаморфизму и сильным деформациям. Кембрийский возраст обосновывается налеганием метаморфических пород на ленские известняки с фауной, наблюдаемым от

устья Ангары до р. Жуя. Позднее было установлено, что эти породы в основном относятся к позднему докембрию. Н.С. Шатский включает в зоны Байкальской складчатости Енисейский горст, учитывая сильные деформации кембрийских пород. Таким образом, большая часть древнего темени интерпретирована Н.С. Шатским как зона каледонской, позднее байкальской, складчатости, добавленная к Сибирскому кратону. Если сравнить достижения Н.С. Шатского и Э. Зюсса, то Н.С. Шатский оказывается ближе к современным представлениям о возрасте деформаций региона. Выделенные им байкалиды прочно вошли в геологический обиход. Вместе с тем механизм роста Азиатского континента почти не обсуждается, а принятая модель просто повторяет открытие, сделанное Э. Зюссом на 30 лет ранее. Н.С. Шатский считал себя последователем учения А. Делонэ [*De Launay, 1913*] и А.А. Борисяка [1923], и, тем не менее, когда он цитирует А.А. Борисяка, мы видим, что приводится обобщение идеи Э. Зюсса:

*«... в центральной части между реками Енисеем и Леной и далее на юго-восток до бассейна р. Алдан располагается Сибирская платформа (Сибирский щит), столовая страна, сложенная спокойно залегающими древнепалеозойскими отложениями, частью прикрытыми более юными угленосными и другими осадками; с юга к ней примыкают складчатые зоны, последовательно, древняя, или каледонская («древнее темя Азии» Зюсса), и новая, или герцинская (алтаиды, граувакковая зона Зюсса); ныне области их пенепленированы и представляют высокие нагорья и гольцовые области, вновь обращенные в высокогорную страну эрозионными процессами, следовавшими позднейшим дизъюнктивным перемещениям (грабены и горсты); с запада Сибирская платформа граничит со складчатой (герцинской) областью между р. Енисеем и Уральским хребтом, почти на всем своем протяжении скрытой под новейшими осадками Западно-Сибирской низменности; с северо-востока к Сибирской платформе примыкает складчатая область Северо-Восточной Сибири, геологически почти совершенно не изученная» (цитировано по Н.С. Шатскому [1964б, с. 201]).*

Интересно, что, выступая против идей Э. Зюсса о возрасте складчатости и отнесении складчатых зон к геосинклинальным районам или к кратонам, Н.С. Шатский изменил свое мнение в 1934 г., когда совместно с А.Д. Архангельским опубликовал тектоническую схему территории СССР [Архангельский, Шатский, 1933]. На этой схеме зоны байкальской и каледонской (Э. Зюсс отмечал складчатый кембрий) складчатости древнего темени отнесены к докембрийской (?) Сибирской платформе. Таким образом, серьезных разногласий с Э. Зюссом, которые были больше условными, нежели реальными, не осталось. И даже если разногласия были реальными, в конце концов становится ясно, что Э. Зюсс был во всем прав, исклю-

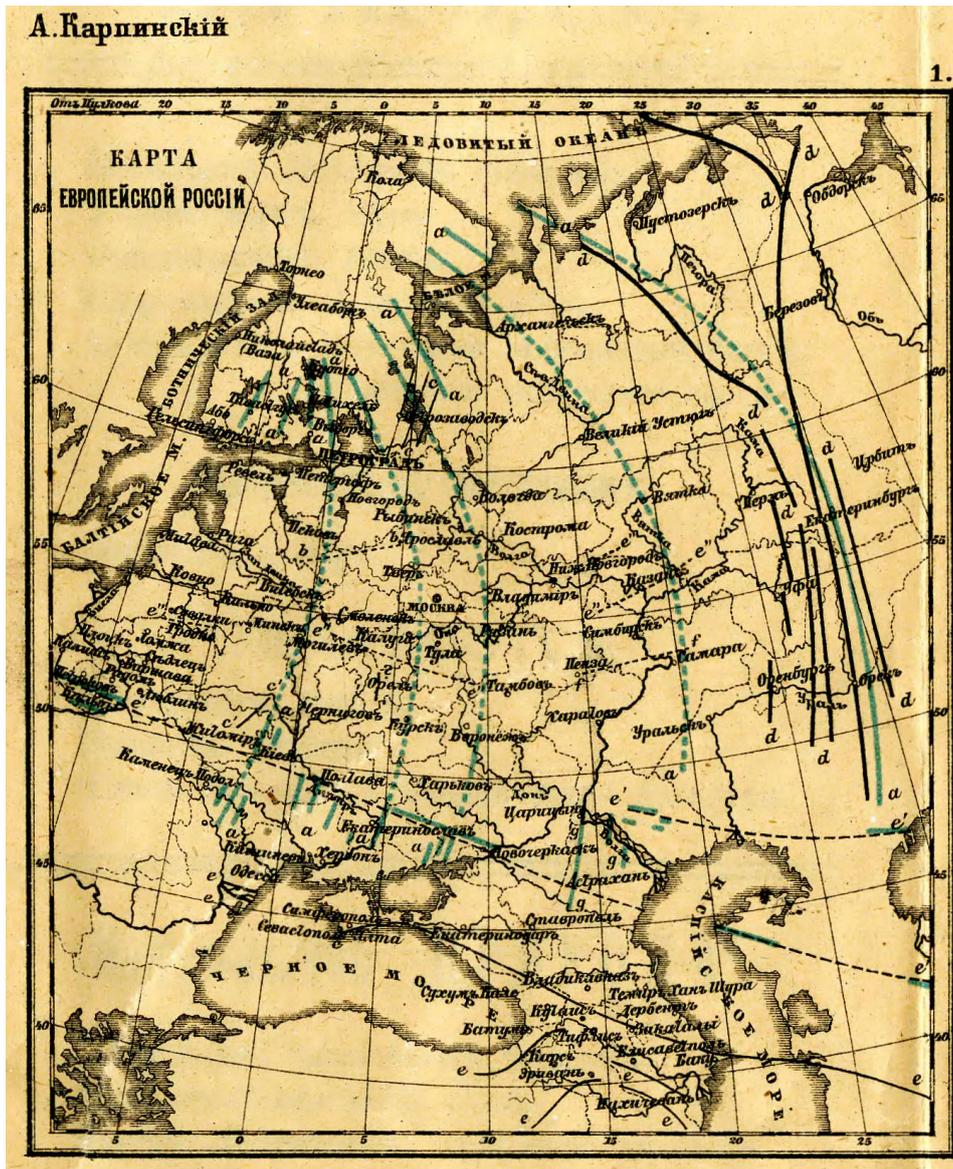
чая возраст последнего складкообразования в древнем темени, и никаким образом не заслуживал суровой критики.

## 4.2. РУССКИЙ КРАТОН

### 4.2.1. Э. Зюсс и А.П. Карпинский

Термин «Русская платформа» был предложен Э. Зюссом [*Suess, 1904, 1908*] для докембрийского блока, включающего Балтийский щит, центральная часть которого покрыта кембрийскими и более молодыми осадками, и южную раздробленную часть России, где выявлены обнажения докембрийских пород. Скорее всего, Э. Зюсс основывался на работе А.П. Карпинского [1883]<sup>8</sup>, изучавшего этот регион, но не давшего ему какого-либо названия. Согласно А.П. Карпинскому, этот регион представляет собой стабильную территорию, которая существенно отличается от зон складчатости (пликативных зон) и зон дизъюнктивов (опускание, сопровождающееся разломообразованием). А.П. Карпинский установил все указанные выше части платформы, описал структурные элементы разного порядка в платформенном чехле, предложил метод изучения эволюции этих структур с учетом палеонтологических и палеогеографических изменений и изменений фаций. Балтийский щит и южный блок, сложенный докембрийскими породами, рассматривались как горсты. Несмотря на большое расстояние между ними, их внутренние структурные элементы простираются в том же меридиональном направлении [Карпинский, 1887] (рис. 12). Основной целью более поздних исследований А.П. Карпинского были изучение структуры и эволюции седиментационного чехла центральной части платформы [Карпинский, 1894]. По палеогеографическим картам можно видеть, что в очертаниях морей Русского кратона имели место периодические изменения их форм. Периоды удлинения морей в меридиональном направлении сменялись периодами их удлинения в широтном направлении. А.П. Карпинский считал, что эти процессы контролировались орогеническими движениями на Урале и Кавказе. Он назвал изменения формы морей колебательными движениями, при этом рассматривая палеогеографию только об опусканиях. Как и Э. Зюсс, А.П. Карпинский полагал, что движущим механизмом деформаций было сжатие Земли в результате контракции.

<sup>8</sup> В разделе о Русской платформе прямые ссылки на работы отсутствуют. Они встречаются в главе 7, где рассматриваются соотношения Альпийских и Азиатских структур. Э. Зюсс ссылается на немецкую версию статьи А.П. Карпинского о характере дислокации пород в южной половине Европейской России, опубликованную в 1882 г. Хотя и не очень ясно, в этой статье говорится о двухъярусном строении платформы, о простирающихся структур фундамента и их реактивации.



**Рис. 12.** Структурная карта Русской платформы и прилегающих территорий [Карпинский, 1887]. Простирации докембрийских структур показаны зелеными пунктирными линиями. Следует обратить внимание на предполагаемое единство простираций Балтийского и Украинского щитов. Жирные черные линии обозначают структуры Урала. Тонкие сплошные и пунктирные линии указывают направления мезозойских структур.

**Fig. 12.** Karpinsky's structural map of the Russian platform and its adjacent territories [Карпинский, 1887]. Dashed green lines show trends of the Precambrian rocks. Note an inferred continuity of trends of the Baltic and Ukrainian shields. Thick black lines show the Urals structures. Thin solid and dashed lines show trends of the Mesozoic structures.

Создается впечатление, что Э. Зюсс принял многие из открытий А.П. Карпинского. К примеру, на карте (рис. 12), опубликованной А.П. Карпинским [1887], очень четко показано меридиональное простираение докембрийских структур. В третьем томе Э. Зюсс детально рассмотрел эти простираения, поскольку он использовал их для определения происхождения Уральских гор. Конечно, Э. Зюсс использовал дополнительные материалы, и всё же идея А.П. Карпинского, в общем, не претерпела существенных изменений. Но и

Э. Зюсс оказал большое влияние на А.П. Карпинского. Во втором издании труда 1894 г. и в других своих публикациях А.П. Карпинский [1919а, б, 1939] с энтузиазмом поддерживал концепцию Э. Зюсса об эволюции Азии. Он отнес Уральские горы к алтаидам и сделал предположение, что колебательные движения внутри Русской платформы были следствием распространения волн алтаид во внутренние регионы кратона. Известные линии Карпинского, расположенные в южной части Русской платформы (рис. 12), также интерпретиро-

вались как результат эволюции алтаид. В этом случае волны распространялись с юга. Идеи Э. Зюсса и А.П. Карпинского о структуре и эволюции Русской платформы исключительно интересны. Они и сейчас могут стимулировать новые исследования. К примеру, очевидное еще со времен А.П. Карпинского влияние эволюции Кавказа и Урала на колебательные движения Русской платформы почему-то отсутствует на стороне кратона, обращенной к европейским герцинидам. В чем состоит различие между сутурными зонами на Урале и Трансъевропейским швом? Согласно многим публикациям развитие последнего прошло через многофазные каледонские, герцинские и альпийские орогенетические циклы. Почему коллизии и другие тектонические события, происходившие на юго-западной стороне Русского кратона, не вызвали колебательных движений внутри кратона? Поиск ответов на эти вопросы требует новых исследований.

#### 4.2.2. А.Д. Архангельский и Н.С. Шатский о первенстве Э. Зюсса в определении Русского кратона

Некоторые российские геологи (к примеру [Мазарович, 1938]) признавали, что Э. Зюсс первым дал определение, а также и название Русской платформе. Некоторые искажали историю развития этих идей. В данном случае это не столь важно, хотя и вызывает определенный интерес. В ряде статей о Русской платформе, опубликованных в период с 1937 по 1960 г., Н.С. Шатский [1964a]<sup>9</sup> давал исторический обзор идей, однако никогда не упоминал первенство Э. Зюсса в установлении этого важного тектонического элемента. Исключением представляется его небольшая книга о Р. Мурчисоне [Шатский, 1941]. Любопытно, что в этой работе он использует термин, предложенный Э. Зюссом, а также термины «Восточно-Европейская плита» и «Восточно-Европейская платформа», которые предложил А.Д. Архангельский, как взаимозаменяемые. Вводя термин «Восточно-Европейская плита», А.Д. Архангельский [1932] сохраняет все элементы, которые Э. Зюсс включил в понятие Российской платформы (возраст, составные части, границы). Мотивация изменения названия объяснена так:

*«Что касается термина Русская плита, то он, несмотря на его приоритет, должен быть совершенно отброшен, так как название «русская» при современных условиях трудноприложимо ко всей рассматриваемой нами площади, а с другой стороны, и это главное, в понятие Русская плита в литературе никогда не включался Балтийский кристаллический щит» [Архангельский, 1932, с. 6].*

Эти соображения неоднократно повторялись другими исследователями. Первое возражение незначительное, а второе совершенно ошибочное. Во-первых, Э. Зюсс выделял Русскую платформу [Suess, 1904,

1908], а не плиту. Во-вторых, характеризуя платформу, Э. Зюсс писал:

*«Русская платформа представляет собой наиболее существенную часть (Альпийского) форланда. Начиная ее описание, мы должны продвинуться дальше на север. Давайте изучим карту Балтийской провинции, составленную Грювингом. Граниты и гнейсы слагают всю территорию Финляндии и северной части Ботнического залива. На южном берегу залива появляются горизонтально залегающие нижние силурийские отложения; верхний силур появляется дальше к югу и обнажен на берегах Чудского озера и к западу на о. Сааремаа» [Suess, 1904, с. 180–181].*

В дальнейшем описании платформа характеризуется как целостный тектонический элемент, включающий гнейсы и граниты, обнаженные на севере и юге России, и пологозалегающий чехол. В третьем томе «Лица Земли» еще раз указаны размеры Русской платформы [Suess, 1908], которые мало чем отличаются от современного понимания ее границ. Н.С. Шатский [1946] повторно ссылается на второй аргумент А.Д. Архангельского [1932]. К сожалению, последующие исследователи просто принимали этот аргумент или просто не беспокоились о приоритетах открытий. Термин А.Д. Архангельского стал широко применяться не только российскими, но и зарубежными геологами.

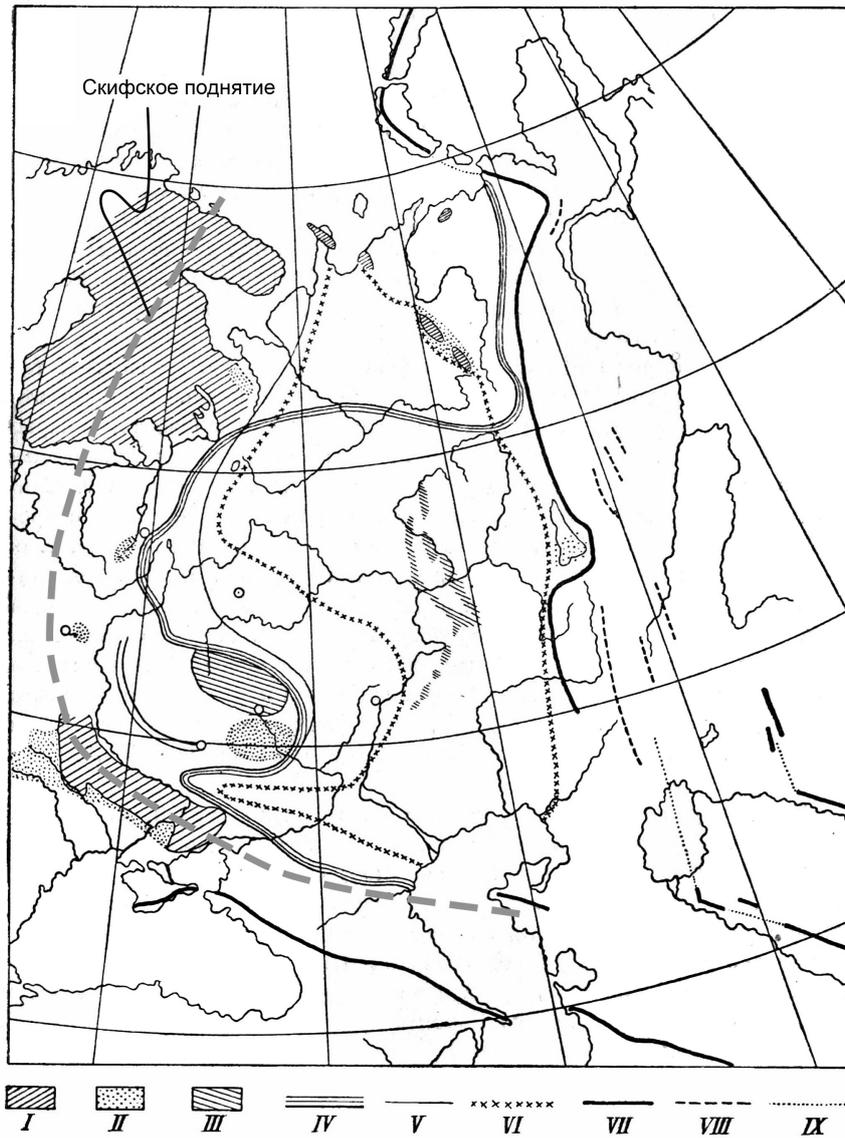
#### 4.2.3. Распространение волн и внутренняя структура платформы

Вопрос названия Русского кратона служит прелюдией к обсуждению более серьезной проблемы, а именно: является ли Русская платформа объектом, который может деформироваться, и если да, то каков механизм этой деформации?

Как было сказано выше, А.П. Карпинский [1887, 1894] связывал деформации осадочного чехла Русской платформы с орогенетическими процессами на Урале и Кавказе (рис. 13) и назвал их процессом «кряжеобразования»<sup>10</sup>. Э. Зюсс включил эту информацию в свой труд [Suess, 1904], однако мало ее использовал. Под влиянием Э. Зюсса во втором издании статьи 1984 г. А.П. Карпинский [1919a] привел более детальные по-

<sup>10</sup> Введение этого термина не очень понятно. С одной стороны, описывая кряжеобразование на юге платформы, Карпинский ясно показывает наложенность этого процесса на структуры фундамента, сформированные в досилурийское время. В 1882 г. эту информацию можно приравнять к открытию реактивации древних структур. С другой стороны, Южный Урал также был отнесен к продукту кряжеобразования. В связи с этим различия с широкоизвестным в те годы процессом горообразования стираются, как и принципиальная новизна структурных наблюдений. Как и в случае с Русской платформой, А.П. Карпинский не был особо изобретательным в создании терминов. Выделенная им зона кряжеобразования была названа Э. Зюссом [Suess, 1904] линиями Карпинского и вошла в литературу под этим названием.

<sup>9</sup> Статья впервые опубликована в 1937 г.



**Рис. 13.** Деформации осадочного чехла Русской платформы в соответствии с орогеническими событиями на Кавказе и Урале ([Карпинский 1919а с изменениями]). Скифский свод обозначен жирной пунктирной линией [von Bubnoff, 1926]. I – кристаллические горсты; II – погруженные части горстов; III – пологие антиклинали; IV – западная граница раннекаменноугольного бассейна; V – западная граница позднекаменноугольного бассейна; VI – граница пермского бассейна; VII – Урал (западное ограничение выходов карбона) и горные цепи Крыма и Кавказа; VIII – Мугоджары и структурные направления Восточного Урала; IX – предполагаемое сочленение уральских и азиатских структур.

**Fig. 13.** Deformations of the sedimentary cover of the Russian platform in accordance with orogenic movements in the Caucasus and the Urals (modified from [Карпинский, 1919а]). Thick dashed line shows the Scythian Swell [von Bubnoff, 1926]. I – crystalline horsts; II – submerged parts of the horsts; III – gentle anticlines; IV – the western boundary of the early Carboniferous basin; V – the western boundary of the late Carboniferous basin; VI – the boundary of the Permian basin; VII – the Urals (its western Carboniferous outcrops) and ranges in Crimea and Caucasus; VIII – Mugodzhars and structural trends in the Eastern Urals; IX – inferred connection of the Urals and Asian structures.

яснения относительно деформаций Русской платформы. Он проигнорировал точку зрения Э. Зюсса о тектоническом значении Уральских гор (см. ниже) и отнес Урал к периферийной дуге алтаид, и, следовательно, распространил их на запад до границы с Русской платформой, у которой остановились волны складчатости алтаид. Кристаллические горсты платформы оп-

ределили контуры связанных с Уралом деформаций, их сегментацию и дугообразную форму сегментов. Уральские волны создали цепь валов меридионального простирания в осадочном чехле.

А.Д. Архангельский принял идеи А.П. Карпинского о тектонике Восточно-Европейского кратона. Он объединил серию меридиональных складок в восточной

части платформы в главный свод с таким объяснением:

*«Из расположения, формы и интенсивности описанных выше дислокаций, даже без учета истории их развития, с полной очевидностью видно, как тесно они связаны в своем происхождении с движениями в Уральской геосинклинали и с сопротивлением горстов докембрийского фундамента. Связь эта была подчеркнута А.П. Карпинским... отсюда можно заключить, как это сделал А.П. Карпинский, что эти волны земной коры возникли под влиянием горообразовательных движений, исходящих из Уральской геосинклинали» [Архангельский, 1934].*

В этом объяснении мы видим связь с понятием о горообразующих волнах, о которых писал Э. Зюсс. М.М. Тетяев [1926; Tetyayev, 1912] продвинулся дальше и дал оценку пластичности Русской платформы, а также высказал предложение о том, что каледонские и варисцидские орогенические деформации создали систему широких и пологих складок чехла платформы. С.Н. Бубнов развил эти идеи и выделил Скифское поднятие – широкую, молодую, положительную структуру в теле Русского кратона [von Bubnoff, 1926, 1952]. Скифское поднятие включает в себя Украинский щит, Полесскую антеклизу и Балтийский щит. Это поднятие отделяет друг от друга две крупные впадины, а именно Московскую и Белорусскую (Польско-Германскую) синеклизы. На востоке Скифское поднятие продолжается до Мангышлака (рис. 13). К западу и северо-востоку от Скифского поднятия С.Н. Бубнов прослеживает цепь положительных структур, повторяющих очертания поднятия. В принципе, согласуются с этим поднятием и уральские структуры, формирующие дугу, круто изогнутую к югу от Аральского моря в районе Султануиздага. С.Н. Бубнов интерпретирует это поднятие как дугу, отдельные части которой не имеют одинаковую геологическую и тектоническую историю, но объединены циклически повторяющимися возникновением и распространением напряжений. Все это неотлично от концепции волн складчатости, предложенной Э. Зюссом, хотя С.Н. Бубнов, в отличие от Э. Зюсса, полагал, что волны действуют внутри древних структур (Русская платформа) и также затрагивают европейские герциниды, где подчиняются их первоначальной тектонической структуре.

#### 4.2.4. Н.С. Шатский выступает против теории волн и защищает независимые вертикальные движения

В отношении Скифского поднятия возражения Н.С. Шатского [1964a] плохо понятны. Он обвиняет С.Н. Бубнова в том, что тот объединил неоднородные структуры в единое поднятие, хотя именно поэтому концепция С.Н. Бубнова представляет интерес. Н.С. Шатский указывает на то, что в северной части Полесской антеклизы были открыты структуры широтного простирания, а это противоречит меридио-

нальному простиранию Скифского поднятия. Такой аргумент не является критичным, поскольку эти структуры могут свидетельствовать о возникновении новой альпийской волны на Скифское поднятие. И наконец, Н.С. Шатский привел объяснение структуры, согласно которому Полесская антеклиза является седлом единой Польско-Московской синеклизы северо-восточного простирания. Следует заметить, что геометрические соотношения четырех элементов, формы которых далеки от линейных, вряд ли представляют решающий аргумент. Н.С. Шатский критикует позиции А.П. Карпинского [1919a] и А.Д. Архангельского [1934a и б, 1923], которые связывали деформации Русского кратона с орогеническими процессами уралид. Он настаивает на том, что вертикальные движения платформы независимы от движений в соседних орогенических зонах и только они контролировали деформации платформенного чехла и эволюцию синеклиз и антеклиз. Более позитивно Н.С. Шатский воспринял публикацию А.Н. Мазаровича [1921], который интерпретировал морфологические структуры платформы как унаследованные древние хребты, погребенные под тонким слоем платформенных осадков. Мне не удалось разыскать статью А.Н. Мазаровича, на которую ссылается Н.С. Шатский, однако в более поздней работе А.Н. Мазарович [1938] высказывал свое весьма позитивное отношение к идеям А.П. Карпинского и А.Д. Архангельского.

Нет необходимости давать оценку этим разным подходам к тектонике Русской платформы с позиций современной геологии. В чисто философском плане оценка может быть целесообразна. Объяснения Н.С. Шатского очень просты, именно поэтому они привлекательны для многих геологов. Вместе с тем они кладут конец научному поиску и не призывают вести дальнейшие исследования. Идеи С.Н. Бубнова, а также концепции А.П. Карпинского и А.Д. Архангельского, созданные под влиянием работ Э. Зюсса, намного сложнее. Они предполагают различные последствия, которые требуют проверки дальнейшими исследованиями. В 1926–1932 гг. методов такой проверки просто не было. Они еще не были изобретены. И именно потому эти идеи для меня представляются более привлекательными.

## 5. ВЛИЯНИЕ РУССКИХ ГЕОЛОГОВ НА Э. ЗЮССА

### 5.1. ГОРНЫЕ ПОЯСА И ГОРНЫЕ ХРЕБТЫ

В XVII в. горные хребты считались основополагающими для понимания тектонической структуры и каждый хребет рассматривался как некий эквивалент складчатому поясу в нашем современном понимании. Эта концепция появилась впервые в Европе, где тесные взаимосвязи между топографией и тектонической структурой характерны для Альп и других горных

хребтов, таких, как Пиренеи. А. Гумбольдт и Ф. Рихтгофен описали аналогичные взаимосвязи между геологическими структурами и топографией в Азии. В третьем томе Э. Зюсс часто использует направления хребтов для интерпретации тектонической структуры (см. рис. 11). К примеру, Э. Зюсс определил границы плоской возвышенности Восточной Сибири (Сибирский кратон) по дугам Таймыра и Верхоянского хребта. Описывая Алтай, он поддерживает мнение Ф.А. Геблера, который

*«... выдвигает отличную идею о дугообразном плане гор, который согласуется с простираем пород»* [Suess, 1908, с. 157].

Представления о структуре и эволюции алтаид базировались на направлениях горных хребтов. Древнее темя также определялось на основании морфологических характеристик, поскольку оно совпадает с высоким плоскогорьем П.А. Кропоткина и И.Д. Черского. Все остальные волны складчатости в Азии определялись по горным хребтам. Решение исключительно сложной научной проблемы взаимосвязей между азиатской частью алтаид и структурами Европы было найдено посредством анализа горных хребтов.

Э. Зюсс дал описание дуг Тянь-Шаня, опубликовав письмо И.В. Мушкетова [Suess, 1904, с. 464–468]. Из этого описания видно, что большая часть Тянь-Шаньских хребтов северо-восточного простираения относятся к раннему триасу. На хребтах северо-западного простираения складчатость имела место после третичного периода; эти хребты выпуклы в северном направлении. Мангышлак, описанный А.П. Карпинским, интерпретируется как продолжение этих дуг, таким образом, структуры Мангышлака являются продолжением южных ответвлений Тянь-Шаньского орогена.

Э. Зюсс всегда использовал орографические характеристики как основу для определения направлений простираения орогенов, несмотря на то, что он тщательно ознакомился с трудом А.П. Карпинского [1883], и то, что ряд ученых, в том числе Е. Титце [Tietze, 1917], подвергали критике такой подход. А.П. Карпинский [1883] дал описание зоны деформации шириной 300 км, простирающейся в северо-западном направлении от Мангышлака через Днепр-Донецк в Силезию (знаменитые линии Карпинского [Suess, 1904]). Эта небольшая статья имеет большое значение, поскольку А.П. Карпинский оценил в ней роль эрозии. Если эрозия в процессе кряжеобразования очень сильная, то формирование горных хребтов невозможно. А.П. Карпинский предупреждает, что геолог должен проявлять наблюдательность, поскольку некоторые равнины гораздо ближе к орогену по своему происхождению, нежели гористые местности. Кроме этого важного замечания, в статье показано, что молодое кряжеобразование наложено под прямым углом на докембрийские структуры Украинского щита. В свою очередь, зона, известная под названием Эрге-

ни, наложена на линии Карпинского. Э. Зюсс дал описание этим наложенным структурам [Suess, 1904], но теоретически их не объяснил.

Едва ли нужно упоминать о том, что Э. Зюсс использовал широкий спектр геологических данных. Без них было бы невозможно установить длительную и последовательную эволюцию алтаид от докембрия в древнем темени до кайнозоя в Гималаях. Касаясь изучения структуры и тектонической истории Азии, можно сказать, что орографические методы Э. Зюсса работали хорошо, но их разрешение было бы еще выше, если бы Э. Зюсс уделил больше внимания полному диапазону данных и тем выводам, которые были опубликованы в российской литературе. Некоторые из них он проигнорировал, некоторые доработал и включил в «Лик Земли», так чтобы они не представили опасности для основной концепции.

## 5.2. Дизъюнктивные дислокации

Э. Зюсс дал описание двух направлений докембрийских складок на западе и востоке от Байкала и отметил, что аналогия между направлениями многих рек и складок очевидна [Suess, 1908, с. 40]. При более тщательном рассмотрении становится понятно, что черты рельефа фактически контролируются протяженными разломами и зонами опускания. Э. Зюсс [1908, с. 41] отмечал, что русские ученые используют очень хороший термин «дизъюнктивные дислокации» для описания взаимосвязей между древними складками и более молодыми структурами, которые контролируют рельеф. Он отмечал, что К.И. Богданович (для района Черного Иртыша) и Д.А. Клеменц (1848–1914) (для озерно-долинного района Монголии) впервые описали такие соотношения, а В.А. Обручев убедительно доказал их в Забайкалье при проведении экспедиций 1886–1888 гг.

Необходимо заметить, что уже в 1892 г. в письме к Э. Зюссу В.А. Обручев писал, что современный рельеф окружения озера Байкал сформировался на глубоко эродированной поверхности и что озеро Байкал, будучи наиболее ярко выраженной чертой рельефа, является грабеном. Переписка В.А. Обручева и Э. Зюсса очень показательна для понимания эволюции идей о важности более молодых деформаций в Центральной Азии. 21 февраля 1895 г. Э. Зюсс писал В.А. Обручеву:

*«Каждое Ваше письмо приносит неожиданности; то, что Вы говорите о грабене Люкчуна, делает его чрезвычайно важным элементом в структуре всего Центральноазиатского нагорья. Я надеюсь, что скоро мы получим карточку, на которой будет показано положение его более точно. Как я предполагаю, это действительно главное понижение, продольный грабен, в то время как большинство других поперечных грабенов направлено под острым углом к простираению»* [Обручев, 1964, с. 249].

В следующем письме к В.А. Обручеву [14 августа

1895 г.] Э. Зюсс писал:

«Грабены между азиатскими дугами, как Люкчун-Ханой<sup>11</sup> и другие, которые так хорошо показаны на Ваших схемах, замечательны и очень отличаются от африканских грабенов, которые не зависят от складчатости. Азиатские грабены связаны явно со складчатостью, но когда складчатость приводит к сжатию верхней части земной коры, погружение грабенов нельзя себе представить без ослабления напряжения. То же самое происходит в хребтах запада Северной Америки. В Ваших азиатских грабенах, как мне кажется, несмотря на их молодость, не проявились юные вулканические породы. Или я ошибаюсь в этом пункте?» [Обручев, 1964, с. 249].

Сейчас уже хорошо известно, что структуры растяжения Провинции Бассейнов и Хребтов простираются под небольшим углом к более древним структурам. Однако вернемся к дизъюнктивным дислокациям Азии. В третьем томе «Лица Земли» нет четкого разъяснения того, как Э. Зюсс понимал дизъюнктивные дислокации, кроме краткого абзаца:

«На самом деле было бы невозможно дать объяснение сериям суб-параллельных трещин и желобов, направление которых на протяжении больших расстояний совпадает с простираем древних складок, если не предположить, что имело место некоторое растяжение, действовавшее примерно в направлении древних складок» [Suess, 1908, с. 41].

Переписка с В.А. Обручевым вносит ясность в проблему азиатских грабенов, а также подтверждает, что Э. Зюсс размышлял о природе дизъюнктивных дислокаций в течение длительного времени. Об этом свидетельствует, а также дает ответы на вопросы, которые он поставил в третьем томе «Лица Земли», его третье письмо В.А. Обручеву, датированное 2 апреля 1896 г.:

«В последнем Вашем письме особенное мое внимание привлекло то обстоятельство, что в этих древних складчатых горах часто встречаются грабены простираения, т.е. грабены по простираению складок; это имеет большое значение. В наших молодых складчатых горах, например Альпах, Апеннингах и т. д., мы видим тесно сжатые складки, признак горизонтального сжатия, и там, где проявляются разломы, они также аморфные, или котлообразные, или поперечные к складкам, но никогда не вытянуты по простираению. Грабен простираения, т. е. опускание продольной глыбы, показывает, что складчатое сжимающее напряжение закончилось и что на его месте возникло, хотя и преходящее, ослабление напряжения, которое

сделало возможным опускание глыбы – и поэтому мне кажутся столь поучительными Ваши грабены простираения в древней складчатой стране» [Обручев, 1964, с. 251–252].

Таким образом, Э. Зюсс видел природу дизъюнктивных дислокаций Азии в тесной связи со складчатостью и рассматривал их как структуры, вызванные складчатостью. Эта точка зрения согласуется с сутью предложенной им концепции развития структуры Азии через распространение волн складчатости от общего центра к периферии.

К сожалению, нам неизвестно, чем была спровоцирована и почему была столь длительной эта дискуссия. Неизвестно, что писал В.А. Обручев в ответ на письма Э. Зюсса. И тем не менее ясно, что инициатором этой дискуссии был В.А. Обручев, когда после исследования Люкчунского (Турфанского) грабена он отправил Э. Зюссу свои еще неопубликованные данные [Suess, 1908, с. 167]. Эти данные были опубликованы позже, в 1901 г., в отчете об экспедиции в Центральную Азию [Обручев, 1901a].

Что же было известно Э. Зюссу? В Наньшане и в окружающих его регионах В.А. Обручев обнаружил юрские породы, которые он отнес к посткаменноугольным образованиям, а также гобийскую свиту третичного возраста. Кроме того, он установил, что юрские породы несогласно перекрывают угленосные породы каменноугольного возраста. В.А. Обручев проследил все эти стратиграфические единицы до Северного Наньшаня и районов вблизи Люкчунского грабена. Взаимоотношения между юрскими породами и гобийской свитой описаны следующим образом:

«... юрская свита была уже слабо деформирована до начала отложения гобийской. Кроме того постепенное уменьшение угла наклона в пределах гобийской свиты, по мере перехода от нижних горизонтов к верхним, указывает, что слабая постепенная дислокация продолжалась непрерывно во время отложений этих пород. Эта дислокация была складчатая, дизъюнктивная, произошла же после отложения верхнегобийских пластов и выразилась сбросами, местами простыми, местами ступенчатыми, разорвавшими плоскую антиклинальную складку, погружившими ее южную половину под поверхность дна Люкчунской впадины, т.е. обусловившими образование этой замечательной впадины» [Обручев 1901a, с. 615–616].

В предварительном отчете В.А. Обручева [1894] содержалась дополнительная информация об определении возраста дизъюнктивных дислокаций. В.А. Обручев описал направления простираения разновозрастных стратиграфических единиц, а также направления простираения разрывов и разломов, которые отличались своими простираениями от более ранних складок. Эти разломы имеют согласованные северо-западные простираения и контролируют орографические элементы с асимметричными профилями, а именно крутыми южными и пологими северными склонами. В.А. Обру-

<sup>11</sup> В тексте оригинала цитата о грабенах приведена как «Люкчун-Ханой и другие грабены». Это очевидная ошибка переводчика. Люкчунский, или Турфанский, грабен не имеет отношения к структурам Вьетнама. К тому же, едва ли возможно, чтобы В.А. Обручев обсуждал с Э. Зюссом структуру Юго-Восточной Азии. Скорее всего, ссылка была на названия Люкчун и Хами, т.е. на два города, расположенных в Турфанской впадине, которой Э. Зюсс впоследствии дал название «Предьяньшаньский грабен» [Suess, 1908, карта VII].

чев интерпретировал их как сбросы и полагал, что они сформировались в период после накопления каменноугольных свит (включая группу С) и трансгрессии моря Хан-Хай. Возможно, сброс север-северо-западного простирания контролирует широкую поперечную долину Чагрын-Гол, а также широкую и глубокую депрессию Ушилингского перевала в Мамошане. И наконец, сбросы меридионального и север-северо-западного простирания контролируют широтное понижение хребта Гумбольдта (отчет 1894 г., повторная публикация [Обручев, 1958]).

Гобийская свита имеет третичный возраст. Таким образом, растяжение было длительным, начиная с посткаменноугольного времени в Наньшане и до современного периода на Люкчунском грабене. Формирование сбросов было прервано сжатием, вызвавшим складкообразование юрских пород и гобийской свиты.

Из вышесказанного очевидно, что дизъюнктивные дислокации могут иметь два совершенно разных тектонических значения. Э. Зюсс предполагал наличие тесной геометрической связи между первичными складками, создавшими Алтайские дуги, и формированием грабенов. Следовательно, для определения тектонического каркаса можно использовать как направления складок, так и простирания дизъюнктивных дислокаций – грабены фактически маркируют оси складок. Э. Зюсс ясно писал об этом в третьем томе:

*«Эти длинные трещины иногда совпадают на значительных протяженных участках с простиранием складок; в других местах они пересекают простирание; но в целом, как мы наблюдали выше, они приводят к образованию такой конфигурации, которая напоминает о положении древних складок»* [Suess, 1908, с. 40].

Именно по этой причине дизъюнктивные дислокации показаны на тектонической карте алтаид [Suess, 1908].

Российские геологи, однако, описывают несогласие между простираниями дизъюнктивных дислокаций и древних складок. К.И. Богданович [1892] рассматривал Трабгатайский хребет как горст, ограниченный разломами, которые круто подрезают простирания складок. И.Д. Черский [1888] отмечал аналогичные взаимоотношения в районе озера Байкал и Тас-Кыстабытского хребта в Верхоянье. Во время экспедиции в Центральную Азию в 1893–1894 гг. В.А. Обручев описал исключительно сложную эволюцию структур горных хребтов. Он изучал взаимоотношения между орографическими особенностями и направлениями складок на Наньшане и в районе Люкчунского грабена, а также в провинциях Цайдам и Циньлин и установил их сходство, а именно то, что складки и разломы не всегда простираются параллельно друг другу.

Позднее В.А. Обручев [1915б] описал такие же взаимоотношения для Алтайского и Джунгарского районов, для которых он установил, что палеозойские складки были полностью разрушены эрозией, а совре-

менный рельеф контролируется более поздним разломообразованием. Согласно В.А. Обручеву, палеозойские породы всегда имеют сложный рисунок простираний складок с частными сменами направлений. В мезозое, а затем в третичный период эти складки были разорваны крутыми разломами, образующими веер, раскрывающийся в западном направлении. В.А. Обручев полагал, что эти разломы сформировались вследствие вертикальных движений. На протяжении почти 80 лет многие российские ученые поддерживали его интерпретацию. Только в 90-х гг. А.М.Д. Шенгёр и Б.А. Натальин [Şengör, Natal'in, 1996] и М.Б. Ален с соавторами [Allen et al., 1995] показали, что многие из этих разломов являются сдвигами, а сбросы отмечают присдвиговые зоны растяжения.

Российские геологи изучали дизъюнктивные дислокации в поле, где все сложности взаимоотношений складок и разломов очевидны. Э. Зюсс осуществлял синтез данных, в ходе которого некоторыми деталями необходимо пренебрегать. В Центральной Азии региональный параллелизм складок и дизъюнктивных дислокаций часто выдерживается. Именно поэтому идеи Э. Зюсса важны и интересны. С моей точки зрения, его идеи и объяснение механизма формирования центральноазиатских грабенов очень близки к тому, что мы сейчас называем концепцией орогенического коллапса [Coney, Harms, 1984; Dewey, 1988]. Именно поэтому А.М.Д. Шенгёр [Şengör et al., 1993] назвал орогенический коллапс «правилом Зюсса». Радует то, что В.А. Обручев сыграл главную роль при установлении этого правила [Suess, 1908].

## 6. Что Э. Зюсс пропустил в российских исследованиях?

### 6.1. Данные о составе пород для корреляции горных хребтов

Общепринято, что Э. Зюсс был первым, кто показал, что корреляция между горными поясами должна включать в себя стратиграфические и структурные данные. Тем не менее, анализируя структуру Азии, сам Э. Зюсс в основном полагался на направления горных хребтов, но при наличии данных он приводит исчерпывающую информацию о простирании пород и их возрасте. В то же время Э. Зюсс не обращал особого внимания на состав пород, приводя эту информацию как фон для описания, но редко ее используя для корреляции. К примеру, Э. Зюсс различал Русский Алтай и Горный Алтай. Согласно его описаниям, Русский Алтай сложен в основном сланцами, а Горный Алтай – архейскими гнейсами и породами [Suess, 1908, с. 159]. Второй пример – описание Наньшаня, где Пустынная долина, согласно В.А. Обручеву [1901], отделяет гнейсы в основном архейского возраста на юге от пород в основном палеозойского возраста на севере. Сейчас

эта зона неправильно интерпретируется как Дангхэ-Нань-Шаньская структура (например [Yin, Harrison, 2000])<sup>12</sup>.

Есть два аспекта, региональный и глобальный, в корреляции горных хребтов с учетом состава пород. Во времена, когда работал Э. Зюсс, глобальной корреляции не придавали большого значения, поскольку в конце XVIII – первой половине XIX в. было широко распространено представление, что горные пояса образовались вследствие поднятия первичных пород и их структура симметрична, как считали ученые того времени (Hutton, Michell, Pallas, von Buch) [Обручев 1942; Şengör, 1991].

В российских работах можно видеть другой подход. Так, П.А. Чихачёв (1801–1890) отмечал, что широкое распространение современных лав в Венгрии, Западной Турции, на о. Ява и Дальнем Востоке России не позволяет сопоставлять их с Алтаем [Tchihatcheff, 1845]. Он сравнивал Алтай со Сьерра-Невадой (Испания) с учетом широкого распространения глинистых сланцев. Через год после этой публикации Г. Щуровский [1846] также использовал состав пород и структуру хребта для корреляции Уральских гор и Кузнецкого Алатау. Оба хребта характеризуются меридиональным простиранием. Кроме схожей ориентации, которую отмечал также Г.П. Гельмерсен [1838], кристаллические породы этих двух хребтов не только обнажены вдоль центральной оси, как это в то время предполагалось для многих других хребтов, но и слагают восточные склоны до самых подножий. В Кузнецком Алатау вулканические породы доминируют над другими кристаллическими породами. Касательно осадочных и метаморфических пород Г. Щуровский писал, что в Уральских горах широко распространены аргиллиты, а также тальковые, хлоритовые и амфиболовые сланцы и серпентиниты. На Алтае же широко распространены известняки с подчиненным количеством глинистых с переходом в кремнистые сланцы. Г. Щуровский отмечал различия составов интрузивных пород, а также асимметрию распределения ряда основных составов пород в этих двух регионах. И наконец, он сопоставил металлогенические особенности

Уральских гор и Кузнецкого Алатау.

Региональная корреляция была очень важна при создании модели алтаид, в особенности для районов, где наблюдалась рассогласованность орографических элементов и простираний древних складок. В описании Уральских гор и Кузнецкого Алатау Э. Зюсс привел перечень тех же пород, но полагал, что сланцы доминируют. Как описано П.А. Чихачевым [Tchihatcheff, 1845] и Г. Щуровским [1846], на Кузнецком Алатау известняки распространены более широко, нежели сланцы, а вулканические породы Алтая и Кузнецкого Алатау различаются по составу. Сегодня некоторые геологи интерпретируют эти известняки как фрагменты морских возвышенностей венда [Dobretsov et al., 2004]. В целом магматические породы, связанные с субдукцией, больше распространены в Кузнецком Алатау, чем на Алтае, где доминируют субдукционно-аккреционные комплексы.

Необходимо отметить, что в поисках подобия тектонических направлений горных хребтов Э. Зюсс был иногда вынужден игнорировать структурные данные, но в описаниях конкретных районов он аккуратно воспроизводил имеющуюся информацию. К примеру, Э. Зюсс обратил внимание на сходность простираний складок Кольванского хребта с Киргизскими складками, распространенными в северных районах Казахстана [Suess, 1908, с. 163]. Однако в Кольванском хребте девонские и каменноугольные отложения вовлечены в складки, в то время как в Киргизских складках

«... девонский песчаник лежит практически горизонтально; известняками каменноугольного периода с *Productus giganteus* сложена очень мелкая впадина ...» [Suess, 1908, с. 162].

Хочу отметить, что во времена Э. Зюсса использование состава пород для корреляции горных поясов, разделенных огромными расстояниями, было не популярным. Подход российских геологов тогда не получил особого развития, но Э. Зюсс отметил, что П.А. Чихачев [Tchihatcheff, 1845] сравнил Алтай со Сьерра-Невадой (Испания), так как эти «... широкие однообразные хребты полностью сложены сланцами» [Suess, 1908, с. 157].

## 6.2. ЗНАЧЕНИЕ РАЗЛИЧИЙ ОРОГРАФИЧЕСКИХ И ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОСТИРАНИЙ

Согласно Д.И. Мушкетову [1935], наиболее важным вкладом Э. Зюсса в понимание Евразийской складчатой зоны является то, что он доказал сохранение единичного направления складчатости в течение значительного временного периода. Это не совсем согласуется с выводами его отца, И.В. Мушкетова [1886], который описал сложную историю формирования горных хребтов Тянь-Шаня. Он установил на Тянь-Шане практически все палеозойские, мезозойские и кайнозойские системы, за исключением кембрия и перми и поэтому точно знал геологическую ис-

<sup>12</sup> В этом районе нет передового прогиба, образование которого неизбежно при постулируемой коллизии. В статье [Şengör, Natal'in, 1996] Наньшань интерпретируется как палеозойский субдукционно-аккреционный комплекс, дуплексированный по сдвигам северо-западного простирания. В статье [Yin, Harrison, 2000] такая интерпретация подвергнута критике, ввиду того, что сдвиги, которые необходимы для модели А.М.С. Шенгёра и Б.А. Натальина, не были описаны ни в одном отчете о геологии Циляншаня. Это неправда. В.А. Обручев [1894, 1901a] описал многочисленные изменения простирания крутопадающей слоистости и дал им название «колленообразные изгибы простирания». Он также отмечал, что для таких изгибов характерна асимметричная форма. Для таких структур наиболее приемлемое объяснение – это сдвиг, параллельный простиранию орогена. Карта одного такого изгиба [Обручев, 1901a] указывает на левостороннее смещение и согласуется с моделью, предложенной А.М.С. Шенгёром и Б.А. Натальиным.

торию региона. Им было установлено, что мезозойские породы несогласно перекрывают палеозой и при этом сохраняют согласованные взаимоотношения с третичными отложениями. Отсюда он пришел к выводу, что процесс горообразования начался в конце третичного периода. Л.А. Вайнер [1956] дал хороший обзор по этому вопросу.

Д.И. Мушкетов выделил два тектонических направления в Тянь-Шане: палеозойское, северо-восточное, и третичное, северо-западное. Кроме того, выходы палеозойских магматических пород разного состава контролируются структурами различных простираций. Д.И. Мушкетов отметил асимметрию хребтов – северные склоны крутые и сложены массивными породами, а южные – пологие, характеризуются выходами рыхлых пород. С учетом предполагаемых Э. Зюссом тангенциальных [Suess, 1904, с. 468] напряжений эта асимметрия свидетельствует о северной вергентности структур. Это противоречит концепции!

Данные по Наньшаню, которые В.А. Обручев отправил Э. Зюссу, были такими же. Во время своей первой экспедиции в Центральную Азию в 1892–1894 гг. В.А. Обручев установил продолжительную геологическую историю, предшествовавшую формированию грабенов. История юрского Люкчунского грабена не была ясна для В.А. Обручева. Напротив, хорошо понятной представлялась история Наньшаня, и фактически даже сегодня ее описание выглядит очень современно [Обручев, 1894]. Стратиграфическая последовательность представлена таким образом:

- 1) гранитогнейсовый и гранитный комплекс;
- 2) комплекс архейских (?) гнейсов, амфиболовых и слюдяных сланцев и мраморов;
- 3) темно-зеленый сланцевый комплекс;
- 4) силурийские известняки, филлиты и сланцы с хорошо развитым кливажом;
- 5) девонские (?) красные аргиллиты и песчаники;
- 6) каменноугольные аргиллиты и песчаники;
- 7) несогласно залегающие угленосные посткаменноугольные пестроцветные аргиллиты и обломочные породы;
- 8) красноватые неконсолидированные угленосные отложения моря Хан Хай или гобийская свита.

Разные стратиграфические комплексы характеризуются разными структурными особенностями и ориентировкой структур. Гранитогнейсы и граниты имеют восток-северо-восточные простираения. Северо-западное простираение Наньшаня совпадает с простираениями второго и более молодых комплексов. Складки в этих комплексах имеют разную морфологию и упрощаются вверх по разрезу. Посткаменноугольные породы обычно формируют простые складки, имеющие меридиональные или северо-восточные простираения, но они часто сжаты и в этом случае простираются параллельно хребту Наньшань. В гобийской свите проявлена складчатость средней интенсивности с последующим разломообразованием. Сбросы характери-

зуются опусканием северных крыльев. В юго-западной части Наньшаня В.А. Обручев [1894] отметил необычную структуру силурийского комплекса, в котором ранние складки были изменены силами, ориентированными в ином направлении. Из описания совершенно ясно, что В.А. Обручев имеет в виду наложенные деформации.

Э. Зюсс не уделил особого внимания сложной истории Тянь-Шаня и Наньшаня, в которой направления складчатости разного возраста были изменчивы, несмотря на то, что эти данные ему были хорошо известны из работ И.В. Мушкетова и В.А. Обручева.

### 6.3. ПЕРВОЕ НАБЛЮДЕНИЕ МЕЛАНЖА

Описывая низовья реки Чуя, П.А. Чихачев [Tchihacheff, 1845] дал описание необычной позиции крупных массивов девонских известняков, окруженных силурийскими сланцами. Слоистость в известняках имела другую ориентировку, нежели слоистость сланцев. П.А. Чихачев предполагал, что сланцы интродировали перекрывающие известняки под действием тектонических сил. Последующий метаморфизм спаял контакты между породами различного возраста и состава. В других местах П.А. Чихачев описал фрагменты и блоки яшм в сланцах. Скорее всего, это первые описания меланжевых структур, которые, как теперь известно, широко распространены в этом районе. Э. Зюсс, который сам установил меланжевые структуры в северных районах Карпат [Suess, 1858; Şengör, 2003], похоже, не придавал значения тому, что описание П.А. Чихачева очень схоже с описанием зоны клиппенов, расположенных на севере Карпат и имеющих меланжевую структуру. Это довольно удивительно.

### 7. НАСКОЛЬКО ХОРОШО САМ Э. ЗЮСС РАЗОБРАЛСЯ С ПРОБЛЕМОЙ ДРЕВНЕГО ТЕМЕНИ АЗИИ?

Во введении к третьему тому Э. Зюсс указал на четкое различие между плоскогорьем и горной цепью и пояснил, что «...на контрасте между ними формируется основа для большинства отличных описаний местности» [Suess, 1908, с. 3].

Он далее пишет:

«... под этими плоскогорьями можно всегда и везде найти складчатые породы. Складкообразование может иметь место только на больших глубинах, но его безусловное присутствие связано с тем фактом, что все архейские породы Земли подвергались складчатости в связи с однородным сжатием...».

А на с. 4 мы читаем:

«... что сила складкообразования действовала когда-то по всему земному шару, но в настоящее время ограничивается только рядом регионов...».

Различие между плоскогорьями и горными цепями

и различие между складчатостью, охватившей весь земной шар, и складчатостью, проявленной только в каком-либо отдельном районе, имеют очень важное значение для интерпретации того, как Э. Зюсс понимал древнее темя. Существуют два варианта. Первый – это некое в какой-то степени инородное ядро, постепенно наращиваемое все более молодыми зонами складчатости. Второй – это точка начала роста. К сожалению, ясный выбор между двумя этими вариантами в работе Э. Зюсса отсутствует. Я только сделаю попытку показать, что первый вариант лучше согласуется с логикой «Лица Земли».

В российской литературе концепция древнего теменя всегда связана с Э. Зюссом, невзирая на то, что она была существенно переработана В.А. Обручевым. Как уже упоминалось выше, В.А. Обручев рассматривал работу над этой концепцией в ряду пяти принципиальных научных проблем, изучению которых он посвятил всю свою жизнь. В.А. Обручев писал о древнем темени Азии как о древнейшей части Азии, к которой приросли более молодые структуры в течение протерозоя и палеозоя. Он значительно расширил размеры древнего теменя [Обручев, 1927] (см. рис. 8) и отнес к нему Монгольский и Китайский Алтай, Кузнецкий Алатау, а также некоторые хребты Алтая. Алданский щит и Таймыр также были отнесены к древнему темени Азии. Изначально они были отделены от него архейскими геосинклиналями. После эозойского (протерозойского) закрытия геосинклинали между Анабарским щитом и древним теменем сформировалась Сибирская платформа. При таком подходе платформа должна считаться более молодым участком, сросшимся с древним теменем. Считалось, что Э. Зюсс придерживался именно такого понимания истории древнего теменя. О нем писали Н.С. Шатский [1964б], Д.И. Мушкетов [1935], но наиболее четко его сформулировал А.Н. Мазарович [1938, с. 425]:

«Э. Зюсс в своем замечательном труде “Лица Земли” ..., рассматривая структуру Азии, выделил докембрий Саяна, Хамар-Дабана, Хэнтея и других прилегающих хребтов вплоть до Нерчинской Даурии под именем “Древнего теменя Азии” (*Der alte Scheitel Asiens*): он считал этот район наиболее древней частью материка, тем ядром, вокруг которого нарастали складчатые волны, слагающие “Азиатское сооружение”. Вся область, расположенная между Енисеем и Леной, считалась им за образование более молодое, причлененное к “древнему теменю”».

Если с таким пониманием ознакомить геологов, которые никогда не читали труды Э. Зюсса, но работали в Сибири, открывая новые структурные взаимоотношения, обнаруживая в архейских или протерозойских породах палеозойские ископаемые остатки, то судьба концепции «древнего теменя» была бы в большой опасности.

Кроме того, необходимо помнить, что после кончины Э. Зюсса приобрела популярность концепция гео-

синклиналей<sup>13</sup>. В 1933 г. А.Д. Архангельский и Н.С. Шатский опубликовали первую схему тектоники СССР и обосновали основной принцип тектонической картографии, а именно: оконтуривание зон, характеризующихся одинаковым возрастом складчатости. Такой подход с готовностью был воспринят не только в России, но и в Европе, после того как он был утвержден Международным геологическим конгрессом как основной метод составления карты тектоники Европы. В этих условиях основной целью тектонических исследований орогенных поясов стал поиск несогласий. Однако алтаиды имеют значительные отличия от коллизионных орогенов. Субдукционно-аккреционные комплексы здесь составляют основной объем [Şengör, Natal'in, 1996]. Рост аккреционных призм сопровождается формированием множества угловых несогласий. Они располагаются в основании преддуговых прогибов на приостровных склонах дуг, причем осадки этих прогибов могут вновь вовлекаться во внутридуговые деформации. Миграция магматических фронтов дуг создает еще больший контраст в структурных стилях самой дуги и подстилающих комплексов преддуговых прогибов и аккреционных призм. Таким образом, алтаиды – это неистощимый источник открытий угловых несогласий и магматических пород, слабая деформация которых побуждает отнести их к продуктам коллизии. Каждое из подобных наблюдений в недалеком прошлом могло означать замыкание геосинклинали, а ныне «ложную» коллизию. Не хочу утверждать, что такие исследования бесполезны. Без них невозможно понять тектоническую историю аккреционных орогенов, к которым относятся алтаиды [Şengör et al., 1993; Şengör, Natal'in, 1996].

Концепция геосинклиналей предполагает, что древнейшими структурами на Земле являются кратоны. Древнее темя примыкает к Сибирскому кратону. Его интерпретация как древнейшей структуры, к которой присоединился кратон, выглядит как очень большая ошибка. Открытие неархейских эпизодов в складчатости древнего теменя еще больше усугубило эту ошибку. К сожалению, приходится признать, что разработка В.А. Обручевым концепции древнего теменя и его упорное неприятие новых данных [Ингирев, 1948] сыграли негативную роль в восприятии концепции алтаид Э. Зюсса.

## 7.1. ПЛОСКАЯ ВОЗВЫШЕННОСТЬ И ПЛАТФОРМА

Э. Зюсс также допустил ряд отклонений от центральной сути своей концепции, что привело к некой путанице. Во-первых, это разнобой в названиях двух крупнейших кратонов Северной Евразии – Русский кратон был назван платформой, а не плоской возвышенностью Восточной Сибири, как Сибирский кратон.

<sup>13</sup> Э. Зюсс никогда не работал в рамках геосинклинальной концепции. В его работах этот термин даже не встречается, за исключением случая, где он ссылается на работы Дэна.

Непонятно, почему возникли столь разные названия, поскольку Э. Зюсс ясно показал, что структуры Русской платформы и плоской возвышенности Восточной Сибири идентичны. Они имеют фундамент, сложенный породами докембрийского возраста, а их платформенный чехол сложен пологолежащими кембрийскими и более молодыми осадками.

Во-вторых, после обсуждения ориентировок тектонических линий в Западной Сибири и Казахстане Э. Зюсс выдвинул предположение, что Русская платформа может быть продолжением древнего темени Азии. К такому выводу он пришел с учетом ряда структурных данных. Северо-восточное простираание складок Кольванского хребта<sup>14</sup> не совпадает с северо-западными протираниями складок на Алтае и в Восточном Казахстане (см. рис. 11). На западе Кольванские складки погружаются под чехол Западно-Сибирской впадины. Э. Зюсс полагает, что западнее они обнажаются вновь, как Киргизские складки того же протирания. Такое предположение не противоречило имевшимся в то время данным. Если алтаиды ограничены с севера Кольвано-Киргизской дугой, то продолжение древнего темени Азии следует искать севернее Кольванских складок и даже севернее устья Подкаменной Тунгуски, куда протягивается сброс, ограничивающий кратон с запада [Suess, 1908, с. 12].

Единственная проблема такой интерпретации – это Уральские горы. С учетом результатов российских исследований Э. Зюсс описал структуры Урала как имеющие западную вергентность. Если Русская платформа является западным продолжением древнего темени, то такая вергентность не соответствовала модели (см. рис. 8). Э. Зюсс проанализировал простираания докембрийских пород, слагающих фундамент Русской платформы, и установил, что эти простираания параллельны простираанию Уральских гор. Исходя из параллельности этих протираний, Э. Зюсс предположил, что Уральские складчатые структуры являются постумными. Независимо от того, как Э. Зюсс пришел к этому выводу, нужно согласиться с его мнением о том, что Урал это не алтаиды [Şengör et al., 1993; Şengör, Natal'in, 1996]. Аккреционный ороген алтаид длительно развивался на окраине Палеоазиатского океана, а уралидами являются горы, сформированные в результате раскрытия и закрытия Уральского океана, т.е. они соответствуют простому циклу Уилсона (например [Puchkov, 2009]). Здесь Э. Зюсса не подвела интуиция.

Современные исследования частично подтверждают, что древнее темя имеет продолжение на Русской платформе, но не через Обский регион, как можно предполагать, читая Э. Зюсса, а далее к северу. Структуры доуралид в Печорском регионе являются продолжением структур байкалид, распространенных вдоль западной окраины Сибирского кратона. Однако такая протяженность может быть видна только на па-

линспастических реконструкциях, основанных на палеомагнитных данных [Şengör et al., 1993; Şengör, Natal'in, 1996; Cocks, Torsvik, 2005; Metelkin et al., 2005] (рис. 14).

## 7.2. КАК БЫ Я ИНТЕРПРЕТИРОВАЛ ДРЕВНЕЕ ТЕМЯ АЗИИ, БУДЬ Я НА МЕСТЕ Э. ЗЮССА?

Концепция древнего темени вызвала активные дискуссии в геологической литературе, которых хватило на целых полвека, но даже сегодня многим не ясно, что под этой концепцией подразумевал Э. Зюсс [Şengör, Natal'in, 2007; Şengör, 1983]. Ниже я приведу свою интерпретацию этой концепции, вообразив, что я оказался на месте Э. Зюсса.

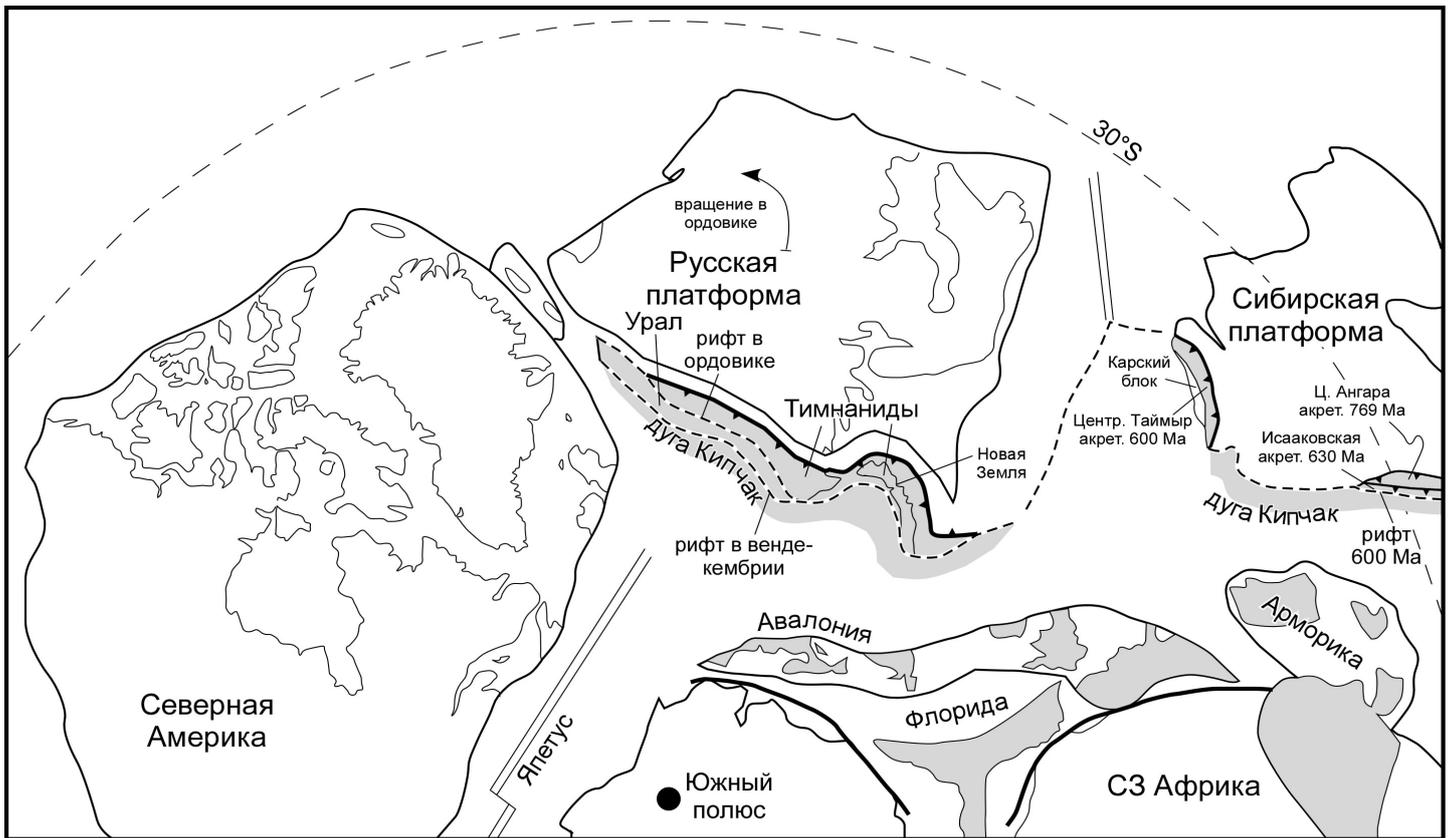
Как видно из цитаты в начале раздела 7, Э. Зюсс четко разделял повсеместное и однородное распределение архейских складок и их неоднородное распределение в более молодые отрезки времени. Он был сторонником контракционной гипотезы и, следовательно, предполагал изменение скорости сжатия с течением времени. В архее температура на поверхности Земли была выше, ее материал был пластичнее, и его остывание приводило к однородному сжатию (рис. 15). Направления сил и, соответственно, осей складок определить сложно, и они просто не рассматривались [Suess, 1908]. Более четкий рисунок проявился позже, при остывании внутренних слоев Земли. Деформации, связанные со сжатием, начали проявляться в отдельных регионах. Таким образом, я, следуя логике Э. Зюсса, полагаю, что древнее темя должно быть моложе архея, поскольку характеризуется высокоупорядоченной системой складок [Черский, 1886; Suess, 1908]. Оно было первой складкой или волной древней, но уже дискретной деформации (рис. 15). Почему же сместился акцент с первой складки на древнейшую часть Азии?

Во-первых, возможно влияние языкового барьера.

«Этот обширный регион, который будет рассмотрен далее, образует, в силу своего местоположения и структуры, самую древнюю вершину (vertex) евразийских складок» [Suess, 1908, с. 39].

В русском языке основное значение слова «vertex» – темя, т.е. наивысшая точка головы человека. Аллегорически оно применяется и для обозначения вершины высокой горы. Есть и ряд других значений, но ни одно из них не связано с понятием «складка». В то же время по своему значению это слово не связано ни с ядром, как центр роста, ни с образованием подобного ядра. Согласно базовым словарям немецкого языка, «der Scheitel» имеет очень схожее значение. Таким образом, термин, выбранный Э. Зюссом, был не самым лучшим. Я полагаю, что Э. Зюсс подразумевал под этим термином первую складку или волну складчатости. Это очевидно из его описания Алтайской дуги, которую он называет более молодым теменем (vertex). Западно-Саянская ороклиналь [Şengör, Natal'in, 1996] была

<sup>14</sup> Так Э. Зюсс назвал складки в районе Новосибирска.



**Рис. 14.** Реконструкция байкалид и доуралид (тиманид) на 550 млн лет [Natal'in et al., 2011]. Позиция главных континентов заимствована у Л. Кокса и Т. Торсвика [Cocks, Torsvik, 2005]. Большая часть того, что Э. Зюсс отнес к древнему темени Азии, имеет байкальский возраст. Реконструкция показывает, что предполагаемое им сочленение древнего темени и Русской платформы вполне возможно. Палеозойская часть алтаид, приращенная к древнему темени, показана как дуга Кипчак в соответствии с [Şengör, Natal'in, 1996].

**Fig. 14.** Baikaliids and Preuralids (Timanid) reconstructed for 550 mln years [Natal'in et al., 2011]. Positions of main continents are shown according to [Cocks, Torsvik, 2005]. The Ancient Vertex specified by E. Suess is mainly of the Baikalian age. Our reconstruction shows that a junction of the Ancient Vertex and the Russian platform, inferred by E. Suess, is highly probable. The Paleozoic Altaiids attached to the Ancient Vertex are shown as Kipchak arc, according to [Şengör, Natal'in, 1996].

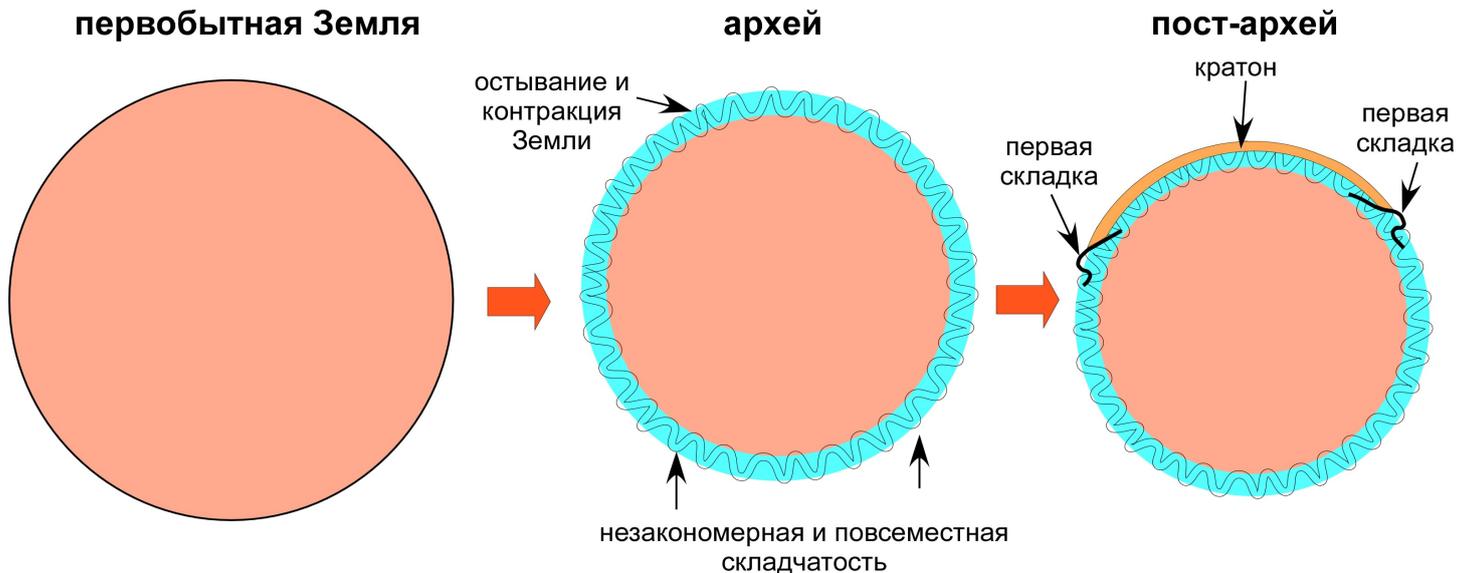
также определена Э. Зюссом как «vertex».

Во-вторых, в самом начале описания древнего темени Э. Зюсс [Suess, 1908, с. 39] ясно пишет, что «... породы и складки данной вершины (vertex) очень древние». Здесь мы видим определенное противоречие с цитатами, приведенными в начале раздела 7. Что это – безликие складки архейского возраста или евразийские складки с уникальным рисунком и местоположением? Описывая такие складки, Э. Зюсс всегда подчеркивал их правильную структуру, определяемую байкальскими и саянскими направлениями, которые смыкаются южнее озера Байкал. Из-за акцента на их древнейший возраст (архей) возникла путаница.

На самом деле Э. Зюсс имел данные об этапах складкообразования. К примеру, И.Д. Черским [1886] были выявлены два стратиграфических комплекса в породах архейского возраста Байкальского района. К более древнему комплексу отнесены гнейсы, грани-

тогнейсы и граниты. Для более молодого комплекса характерны мраморы. И.Д. Черский предположил, что эти комплексы отличаются по происхождению. Он отметил, что в нижнем комплексе складки очень сложные и имеют северо-восточные и северо-западные простирания, однако описал общие простирания архейских складок как северо-восточные.

Второй район – это Енисейский горст, где А.А. Ячевский [1894] выделил архейские и досилурские стратиграфические комплексы, разделенные несогласием. Он не дал описания структуры нижнего комплекса, но указал, что в верхнем комплексе складки имеют северо-западные простирания. Э. Зюсс использовал эти данные для описания структуры древнего темени в Енисейском горсте, но не придал значения несогласию в основании верхнего комплекса. К этим двум описаниям можно прибавить аналогичные примеры различий структурного стиля архейских и более



**Рис. 15.** Возможная интерпретация древнего темени в соответствии с данными, приведенными Э. Зюссом [Suess, 1908], но не полностью использованными в концепции. Остывание приповерхностной части только что созданной Земли в архее привело к незаконмерной складчатости, охватившей всю эту поверхность. Позднее, при остывании более глубоких горизонтов, складчатость проявлялась в отдельных районах, и складки в них имели закономерную ориентировку. И.Д. Черский, Э. Зюсс и В.А. Обручев описывали закономерную складчатость в древнем темени, и, следовательно, древнее темя можно рассматривать как первую послеперархейскую складку (волну складчатости) в алтаидах.

**Fig. 15.** Potential interpretation of the Ancient Vertex in consistency with data published by E. Suess [1908], yet not fully incorporated in his concept. In the Achaean, due to cooling of the newly-born Earth's subsurface, the whole surface was subject to irregular folding. Later on, upon cooling of deeper horizons, regional folding was manifested, and folds occurred in regular patterns. I.D. Chersky, E. Suess and V.A. Obruchev described regular folding of the Ancient vertex and, logically, the Ancient vertex can be regarded as the first post-Achaean fold (or folding wave) in Altai.

молодых образований в Олёкма-Витимском регионе и Забайкалье. Судя по ссылкам, все эти данные были известны Э. Зюссу. Мне представляется, что они важны для концепции древнего темени и различия между архейскими и евразийскими складками. Игнорирование этих данных Э. Зюссом можно рассматривать как свидетельство того, что он сам не полностью представлял важность этой проблемы для дальнейшего развития концепции.

Несмотря на прекрасное владение местным материалом, В.А. Обручев не помог Э. Зюссу более ясно изложить концепцию древнего темени. В своей первой книге о геологии Сибири он писал:

«Для ЮЗ Забайкалья мои исследования привели к выводу, что необходимо различать дислокации нижнего отдела (азоя) от таковых верхнего (археозоя). Для первых я не мог установить какого-либо преобладающего направления сланцеватости не только для всей страны, но даже для отдельных хребтов – повсюду оно колебалось слишком сильно...»

Для археозоя же оказалось возможным наметить преобладание саянского простирания на западе и байкальского на востоке, начиная уже с долины нижней Селенги, т.е. в общем наличие огромной дугообразной складки, обращенной вогнутостью на С» [Обручев, 1927, с. 19].

Здесь мы ясно видим сходное с Э. Зюссом понимание развития деформации в истории Земли и ясное различие между самыми ранними хаотичными деформациями и первым проявлением упорядоченных деформаций в более поздний период. На месте Э. Зюсса я бы принял эту информацию за основу для концепции древнего темени, тем более что он был знаком с ней по работам И.Д. Черского, А.А. Ячевского и В.А. Обручева. Э. Зюсс этого не сделал и подчеркивал древнейший возраст древнего темени.

Странно, что В.А. Обручев шел за ним до конца. В последней главе своей книги о Сибири, рассматривая определение тектоники, он пишет:

«Древнее темя, несомненно, является материковой глыбой или глыбой 1-го порядка, созданной уже в архейское время первыми орогеническими движениями и сопровождавшими их мощными интрузиями. Сильно сплюснутые, пронизанные изверженными массивами и перекристаллизованные древнейшие осадки образовали неподатливую для позднейшей складчатости глыбу, наиболее широкую в восточной Байкальской части и более узкую в Саянской» [Обручев, 1927, с. 318].

Как мы видим, в очень хорошую концепцию древнего темени внесена некая путаница. Это бывает даже

тогда, когда конечный результат поистине велик.

## 8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одна из величайших концепций истории тектоники была рождена как результат искреннего стремления вести научные исследования, невзирая на страны и языковые барьеры. По-настоящему джентльменское поведение основных участников научных дискуссий достойно высокого уважения. Труды Э. Зюсса и его русских друзей и коллег заслуживают дополнительных, более тщательных исследований. Все, что я смог здесь сделать, это только приоткрыть завесу неизвестности и наметить ряд проблем, которые требуют более профессионального подхода к истории геологии.

## 9. БЛАГОДАРНОСТИ

Приношу свою искреннюю благодарность доктору Тиллфриду Чернашеку за приглашение принять участие в конференции, посвященной Э. Зюссу, и предложение исследовать его взаимоотношения с русскими геологами. Я также благодарен проф. Джелалу Шенгёру, который вдохновил мой интерес к историческим исследованиям, и в особенности к роли Э. Зюсса в понимании тектоники Азии. Я благодарен ему за всесторонние обсуждения проблемы и за неограниченный доступ к его прекрасной библиотеке. Эта статья не увидела бы свет без участия чл.-корр. РАН Евгения Викторовича Склярова. Приношу ему мою искреннюю признательность за советы и редактирование рукописи. Ольга Бакшеева оказала большую помощь в подготовке текста.

## 10. ЛИТЕРАТУРА

Архангельский А.Д. Введение в изучение геологии Европейской России. М.: Госиздат, 1923. 88 с.

Архангельский А.Д. Геологическое строение СССР: европейская и среднеазиатская части. М.: Государственное научно-техническое геолого-разведочное изд-во, 1932. 425 с.

Архангельский А.Д. Геологическое строение СССР. Западная часть. Вып. 1. Москва–Грозный–Ленинград–Новосибирск: Горно-геолого-нефтяное изд-во, 1934а. 224 с.

Архангельский А.Д. Геологическое строение СССР. Западная часть. Вып. 2. М.–Л.: ОНТИ, Главная редакция геологоразведочной и геодезической литературы, 1934б. 427 с.

Архангельский А.Д., Шатский Н.С. Схема тектоники СССР // Бюллетень МОИП. 1933. Т. 2. № 4. С. 323–348.

Белченко В.Г., Шмотов А.П., Селько А.И., Ескин А.С., Васильев Е.И., Резницкий Л.З., Бус Р.Г., Матисон О.П. Эволюция земной коры в докембрии и палеозое (Саяно-Байкальская горная область). Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. 161 с.

Бельский П.А. Северная Евразия и ее геологическое строение по Зюссу // Землеведение. 1902. № 1. С. 28–85.

Бессуднова З.А. Павлова М.В. и ее переписка с зарубежными учеными (по архивным материалам) // 200 лет отечественной палеонтологии: Материалы Всероссийского совещания, Москва,

20–22 октября 2009 г. М., 2009.

Богданович К.И. Геологические исследования в Восточном Туркестане. Труды Тибетской экспедиции 1889–1890 гг. под начальством М.В. Певцова. СПб.: П Изд-во Российского географического общества, 1892. 167 с.

Богданович К.И. Отзыв о труде Э. Зюсса «Das Antlitz er Erde» // III Отчет Русского географического общества за 1901 год. СПб, 1902. С. 19–32.

Борисяк А.А. Геологический очерк Сибири. СПб., 1923. 140 с.

Вайнер Л.А. Очерк истории геологического изучения Средней Азии в дореволюционный период (с начала XIX века) // Очерки по истории геологического изучения Средней Азии / Под ред. К.М. Абдуллаева и др. Ташкент: Изд-во Академии наук Узбекской ССР, 1956. С. 61–117.

Гельмерсен Г. Об Урале и Алтае // Горный журнал. 1838. № 2. С. 1–23.

Гордиенко И.В. Палеозойский магматизм и геодинамика Центрально-Азиатского складчатого пояса. М.: Наука, 1987. 238 с.

Гордиенко И.В. Геодинамическая эволюция рифейских и венд-палеозойских островных дуг и краевых палеобассейнов в зоне взаимодействия Сибирского континента и Палеоазиатского океана // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту). Вып. 4. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2006. Т. 1. С. 70–74.

Гросвальд М.Г. Кропоткин П.А. и проблема древнего оледенения Сибири // Труды Международной научной конференции, посвященной 150-летию со дня рождения Кропоткина П.А. Идеи Кропоткина П.А. и естествознание. Вопросы биографии Кропоткина П.А. Вып. 4. М., 2002. С. 7–36.

Дыбовский Б. Ян Черский (биография) // И.Д. Черский. Неопубликованные статьи, письма и дневники. Статьи о И.Д. Черском и А.И. Черском / Под ред. С.В. Обручева. Иркутск: Иркутское книжное изд-во, 1956. С. 327–336.

Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натанов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. Кн. 1. М.: Недра, 1990. 327 с.

Ингирев З. Творческий путь В.А. Обручева. Л.: Государственное изд-во геологической литературы, 1948. 58 с.

Иностранцев А.А. Воспоминания (Автобиография) // Петербургское востоковедение. СПб., 1998. 272 с.

Карпинский А.П. Замечания о характере дислокации пород в южной половине Европейской России // Горный журнал. 1883. № 3. С. 434–445.

Карпинский А.П. Очерк физико-географических условий Европейской России в минувшие геологические периоды // Записки Академии наук. 1887. Т. 4. Прил. 8. 36 с.

Карпинский А.П. Общий характер колебаний земной коры в пределах Европейской России // Известия Российской академии наук. 1894. Т. 5. № 1.

Карпинский А.П. Очерки геологического прошлого Европейской России (Статьи 1883–1894 гг. сь дополнительными примечаниями) // Природа. Петроград, 1919а. 148 с.

Карпинский А.П. К тектонике Европейской России // Известия АН СССР. 1919б. Т. 6. № 13. С. 12–15.

Карпинский А.П. Общий характер колебаний земной коры в пределах Европейской России // А.П. Карпинский. Собрание сочинений / Под ред. А.А. Борисяк. М.–Л.: Изд-во Академии наук, 1939. С. 118–149.

Короновский Н.В. Краткий курс региональной геологии СССР. М.: Изд-во Московского университета, 1984. 334 с.

Косыгин Ю.А. Тектоника. М.: Недра, 1969. 616 с.

Кропоткин П. Общий очерк орографии Восточной Сибири // Записки ИРГО по общей географии. 1875. Т. 5. С. 1–91.

Мазарович А.Н. О плащеобразном залегании в области Поволжья // Геологический вестник за 1918–21 гг. 1921. Т. 4. № 1–6.

Мазарович А.Н. Основы геологии СССР. М.–Л.: Объединенное научно-техническое изд-во НКТП СССР, 1938. 544 с.

Милановский Е.Е. Геология России и ближнего зарубежья (Северной Евразии). М.: Изд-во Московского ун-та, 1996. 445 с.

Мурзаев Э.М., Обручев В.В., Рябухин Г.Е. Владимир Афанасевич Обручев. Жизнь и деятельность. М.: Изд-во Академии наук

- СССР, 1959. 302 с.
- Мушкетов И.В. Туркестан. Геологическое и орографическое описание по данным, собранным во время путешествий с 1874 по 1880 г. СПб., 1986. Т. 1.
- Мушкетов Д.И. Региональная геотектоника. М.: Главная редакция геолого-разведочной и геодезической литературы, 1935. 529 с.
- Обручев В.А. Орографический очерк Наньшаня: письмо на имя председательствующего в Отделении географии физической И.В. Мушкетова из Сучжоу от 22 августа (3 сентября 1893 г.) // Известия Русского географического общества. 1894. Т. 30. № 1. С. 42–112.
- Обручев В.А. Центральная Азия, Северный Китай и Нань-Шань // Отчет о путешествии, совершенном по поручению Императора. Рус. геогр. о-ва в 1892–94 г., горн. инж. В.А. Обручева, д. чл. Импер. Рус. геогр. о-ва. Путевые дневники, касающиеся Центральной Монголии, Джунгарии и горных систем Бей-шаня, Нань-Шаня, Восточного Тянь-Шаня и Цзинь-Линь-Шаня. Т. 2, 2. СПб.: Тип. М.М. Стасюлевича, 1901а. XXVI. 686 с.
- Обручев В.А. Центральная Азия, Северный Китай и Наньшань // Отчет о путешествии, совершенном по поручению Русского географического общества в 1892–1894 гг.: Путевые дневники, касающиеся Центральной Монголии, Джунгарии и горных систем Бэйшаня, Наньшаня, Восточного Тянь-Шаня и Цзинлиншаня. СПб.: РГО, 1901б. Т. 1. 689 с.
- Обручев В.А. К вопросу о происхождении лёсса (в защиту эоловой гипотезы) // Известия Томского технологического института. 1911. Т. 23. № 3. С. 1–38.
- Обручев В.А. Алтайские этюды. О тектонике Русского Алтая // Землеведение. 1915а. № 3. С. 1–71.
- Обручев В.А. Изменение взглядов на рельеф и строение Центральной Азии от А. Гумбольдта до Э. Зюсса // А. Гумбольдт. Центральная Азия: исследование о цепях гор и по сравнительной климатологии / Под ред. Д.Н. Анучина. М., 1915б. Т. 1. С. ССXXXIV–СCLXII.
- Обручев В.А. Геологический обзор Сибири. М.: Госиздат, 1927. 360 с.
- Обручев В.А. История геологического исследования Сибири. Период четвертый (1889–1917) (систематических государственных исследований). М.–Л., 1937. 574 с.
- Обручев В.А. Образование гор и рудных месторождений. М.–Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1942. 199 с.
- Обручев В.А. Страницы из моей жизни // Известия Всесоюзного географического общества. 1946. Т. 78. № 3. С. 261–272.
- Обручев В.А. Орографический очерк Наньшаня (письмо на имя председательствующего в Отделении географии физической И.В. Мушкетова, из Сучжоу от 22 августа (3 сентября) 1893 г.) // Академик В.А. Обручев. Избранные труды / Под ред. С.В. Обручева. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1958. С. 372–419.
- Обручев В.А. Черский И.Д. (1845–1892). Люди русской науки. Очерки о выдающихся деятелях естествознания и техники // Кн. 2. Геология. География. М., 1962. С. 38–45.
- Обручев В.А., Зотина М. Эдвард Зюсс. М., 1937. 232 с.
- Обручев С.В. Основные этапы жизни и творчества И.Д. Черского // И.Д. Черский. Неопубликованные статьи, письма и дневники. Статьи о И.Д. Черском и А.И. Черском / Под ред. С.В. Обручева. Иркутск: Иркутское книжное изд-во, 1956. С. 9–28.
- Обручев С.В. Переписка с Зюссом // Академик В.А. Обручев. Избранные труды / Под ред. С.В. Обручева. М.: Наука, 1964. С. 242–273.
- Парфенов Л.М., Кузьмин М.И. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). М.: МАИК «Интерпериодика», 2001. 571 с.
- Пухонто С.К. История развития палеоботаники в печорском крае // 200 лет отечественной палеонтологии: Материалы Всероссийского совещания, Москва 20–22 октября 2009 г. М., 2009.
- Сурков В.С. Мегакомплексы и глубинная структура земной коры Западно-Сибирской плиты. М.: Недра, 1986. 149 с.
- Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. М.: Недра, 1984. 143 с.
- Тетяев М.М. К геологии Прибайкалья // Геологический вестник. 1916. № 5-6. С. 241–247.
- Тетяев М.М. К тектонике Украины // Известия Украинского отделения Геологического комитета. 1926. № 9.
- Хомизури Г.П. Слово об Эдуарде Зюссе // Вестник отделения наук о Земле РАН. 2002. Т. 1. № 20.
- Черская М.Н. Воспоминания о А.И. Черском // И.Д. Черский. Неопубликованные статьи, письма и дневники. Статьи о И.Д. Черском и А.И. Черском / Под ред. С.В. Обручева. Иркутск: Иркутское книжное изд-во, 1956. С. 354–357.
- Черский И.Д. К геологии Внутренней Азии // Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей. 1886. Т. 17. № 2. С. 52–58.
- Черский И.Д. Геологическое исследование Сибирского почтового тракта от озера Байкал до восточного склона хр. Уральского, а также путей, ведущих к Падунскому порогу на р. Ангаре и в г. Минусинск. Приложения к LIX тому Записок Академии наук. СПб., 1888. 145 с.
- Чу С. Оrogenические фазы в Китае // Международный геологический конгресс. Отчет XVII сессии. Союз Советских Социалистических Республик / Под ред. В.Н. Васильева. М.: ГОНТИ, 1937. С. 531–570.
- Шатский Н.С. Родерик Импи Мурчисон Р.И. (1792–1871) // Московское общество испытателей природы. М., 1941. 68 с.
- Шатский Н.С., Основные черты строения Восточно-Европейской платформы // Известия АН СССР. 1946. Сер. геол. № 1. С. 5–62.
- Шатский Н.С. О тектонике Восточно-Европейской платформы // Академик Н.С. Шатский. Избранные труды / Под ред. Н.А. Штрейса. М.: Наука, 1964а. Т. 2. С. 229–250.
- Шатский Н.С. Основные черты тектоники Сибирской платформы // Академик Н.С. Шатский. Избранные труды / Под ред. Н.А. Штрейса. М.: Наука, 1964б. Т. 2. С. 195–228.
- Штилле Г. Избранные труды. М.: Мир, 1964. 887 с.
- Щуровский Г. Геологическое путешествие по Алтаю с историческими и статистическими сведениями о Колывано-Воскресенских заводах. М.: Московский университет, 1846.
- Ячевский Л.А. Северный Енисейский горный округ. Краткий предварительный отчет // Горный журнал. 1894. Т. 1. № 2. С. 125–144.
- Allen M.B., Şengör A.M.C., Natal'in B.A. Junggar, Turfan and Alakol basins as Late Permian to Early Triassic extensional structures in a sinistral shear zone in the Altaid orogenic collage, Central Asia // Journal of the Geological Society of London. 1995. V. 152. P. 327–338. doi:10.1144/gsjgs.152.2.0327.
- Badarch G., Cunningham W.D., Windley B.F. A new terrane subdivision for Mongolia: implications for the Phanerozoic crustal growth of Central Asia // Journal of Asian Earth Sciences. 2002. V. 21. № 1. P. 87–110. doi:10.1016/S1367-9120(02)00017-2.
- Berzin N.A., Dobretsov N.L. Geodynamic evolution of Southern Siberia in Late Precambrian-Early Paleozoic // Reconstruction of the Paleozoic Asian ocean. VSP Utrecht, The Netherlands / Ed. R.G. Coleman, 1994. P. 53–70.
- Cocks L.R.M., Torsvik T.H. Baltica from the late Precambrian to mid-Palaeozoic times: The gain and loss of a terrane's identity // Earth-Science Reviews. 2005. V. 72. № 1–2. P. 39. doi:10.1016/j.earsci-rev.2005.04.001.
- Coney P.J., Harms T.A. Cordilleran metamorphic core complexes: Cenozoic relics of Mesozoic compression // Geology. 1984. V. 12. P. 550–554. doi:10.1130/0091-7613(1984)12<550:CMCCCE>2.0.CO;2.
- De Launay L. La science geologique. Colin, Paris, 1913. P. 775.
- Dewey J.F. Extensional collapse of orogens // Tectonics. 1988. V. 7. P. 1123–1139. doi:10.1029/TC007i006p01123.
- Dobretsov N.L., Buslov M.M., Yu U. Fragments of oceanic islands in accretion-collision areas of Gorny Altai and Salair, Southern Siberia, Russia: early stages of continental crustal growth of the Siberian continent in Vendian – Early Cambrian time // Journal of Asian Earth Sciences. 2004. V. 23. № 5. P. 673–690. doi:10.1016/S1367-9120(03)00132-9.
- Farquhar D.M., Jarring G., Norin E. Sven Hedin Central Asia Atlas

- Memoir on Maps. Vol. II. Index of Geographical names: Reports from the scientific expedition to the North-Western Provinces of China under the leadership of Dr. Sven Hedin. The Sino-Swedish Expedition – Publication 49, I. Geography 3. Sven Hedin Foundation, Statens Etnografiska Museum, Stockholm. 1967. 92 p.
- Hedin S. Sven Hedin Central Asia Atlas: Reports from the scientific expedition to the North-Western Provinces of China under the leadership of Dr. Sven Hedin // The Sino-Swedish Expedition – Publication 47. The Sven Hedin Foundation, Statens Etnografiska Museum. Stockholm. 1966.
- Metelkin D.V., Vernikovskiy V.A., Kazansky A.Y., Bogolepova O.K., Gubanov A.P. Paleozoic history of the Kara microcontinent and its relation to Siberia and Baltica: Paleomagnetism, paleogeography and tectonics // Tectonophysics. 2005. V. 398. № 3–4. 225 p. doi:10.1016/j.tecto.2005.02.008.
- Natal'in B.A. E. Suess and Russian geologists // Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt. 2006. V. 146. № 3–4. P. 217–243.
- Natal'in B., Sunal G., Satir M., Toraman E. Tectonics of the Strandja Massif, NW Turkey: History of a long-lived arc at the northern margin of Paleo-Tethys // Turkish Journal of Earth Sciences. 2011. doi:10.3906/yer-1006-29 (in press).
- Puchkov V.N. The evolution of the Uralian orogen // Geological Society, London, Special Publication. 2009. V. 327. P. 161–195. doi:10.1144/SP327.9.
- Ritter C. Die Erdkunde von Asien, Bd. I (Der Norden und Nord-Osten von Hoch-Asien). Berlin: G. Reimer, 1832. 1143 p.
- Şengör A.M.C. Some current problems on the tectonic evolution of the Mediterranean during the Cenozoic // Recent evolution and seismicity of the Mediterranean region / Ed. E. Boachi, E. Mantovani, A. Morelli. Kluwer Academic Publisher. 1983. P. 1–51.
- Şengör A.M.C. Plate tectonics and orogenic research after 25 years: Synopsis of a Tethyan perspective // Tectonophysics. 1991. V. 187. № 1–3. P. 315–330. doi:10.1016/0040-1951(91)90427-T.
- Şengör A.M.C. The large wavelength deformations of the lithosphere: Materials for a history of the evolution of thought from the earliest times to plate tectonics // Geological Society of America Memoir 196. 2003. 365 p.
- Şengör A.M.C., Natal'in B.A. Palaeotectonics of Asia: fragments of a synthesis // The tectonic evolution of Asia. Rubey Colloquium / Ed. A. Yin, M. Harrison. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. P. 486–640.
- Şengör A.M.C., Natal'in B. Eduard Suess and the Altaids: What is in a name? // Magmatism and metallogeny of the Altai and adjacent large igneous provinces with an introductory essay on the Altaids, IAGOD Guidebook Series 16. CERCAMS/NHM / Ed. R. Seltmann, A. Borisenko, G. Fedoseev. London, 2007. P. 185–294.
- Şengör A.M.C., Natal'in B.A., Burtman V.S. Evolution of the Altaid tectonic collage and Palaeozoic crustal growth in Eurasia // Nature. 1993. V. 364. P. 299–307. doi:10.1038/364299a0.
- Suess E. Brachiopoden der Stramberger // Beiträge zur Paläontographie von Österreich / Ed. F. Hauer. 1858. V. I. P. 15–58.
- Suess E. The Face of the Earth. Oxford: Clarendon Press, 1904. V. I. 604 p.
- Suess E. The Face of the Earth (Das Antlitz der Erde). Oxford: Clarendon Press. 1908. V. 3.
- Tchihatcheff P.D. Voyage scientifique dans l'Altai oriental et les parties adjacentes de la frontiere de Chine. V. 2. Paris, 1845.
- Tetyayev M.M. Les grandes lignes de la geologie et de la tectonique des terrains primaires de la Russie d'Europe // Ann. Soc. geologique Belgique. 1912. V. 39. P. 142–238 + map.
- Tietze E. Einige seiten über Eduard Suess – Ein Beitrag zur Geschichte der Geologie // Jb. k.k. geol. R.-A. 1917. V. 66. P. 333–556.
- Tollmann A. Eduard Suess – Geologe und Politiker // Edward Sueß zum Gedenken: Österreichische Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-Historische Klasse, Sitzungsberichte, 4222. Band; Veröffentlichungen der kommission für Geschichte der mathematik, Naturwissenschaften und Medizin, Heft 41. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften / Ed. G. Hamann. Wien, 1983. P. 27–78.
- von Bubnoff S. Geologie von Europa (Erster Band: Einführung, Osteuropa, Baltischer Schild) // Gebrüder Borntraeger. Berlin. 1926. 322 p.
- von Bubnoff S. Fennosarmatia – Geologische Analyse des Europäischen Kerngebietes. Akademie-Verlag. Berlin. 1952. 450 p.
- von Humboldt A. Fragmens de Geologie et de Climatologie Asiatiques, tome premier. A. Pihan Delaforest, Delaunay. Paris: Gide, 1831. 309 p.
- von Humboldt A. Asie Centrale – Recherches sur les Chaines des Montagnes et la Climatologie Comparee, tome deuxieme. Paris: Gide, 1843a. 558 p.
- von Humboldt A. Asie Centrale – Recherches sur les Chaines des Montagnes et la Climatologie Comparee, tome premier. Paris: Gide, 1843b. 571 p.
- von Richthofen F. China. Ergebnisse Eigener Reisen und Darauf Ge-gründeter Studien. Erster Band. Einleitender Theil: Dietrich Reimer. Berlin. 1877 [1971]. 758 p.
- Vyssotski A.V., Vyssotski V.N., Nezhdanov A.A. Evolution of the West Siberian basin // Marine and Petroleum Geology. 2006. V. 23. № 1. P. 93–126. doi:10.1016/j.marpetgeo.2005.03.002.
- Windley B.F., Alexeiev D., Xiao W., Kröner A., Badarch G. Tectonic models for accretion of the Central Asian orogenic belt // Journal of the Geological Society of London. 2007. V. 164. P. 31–47. doi:10.1144/0016-76492006-022.
- Xiudong S. Atlas of the People's Republic of China. Beijing: Foreign Language Press, 1989. 122 p.
- Yin A., Harrison T.M. Geologic evolution of the Himalayan–Tibetan orogen // Annual Review of Earth and Planetary Sciences. 2000. V. 28. № 1. P. 211–280. doi:10.1146/annurev.earth.28.1.211.



**Натальян Борис Алексеевич**, профессор, канд. геол.-мин. наук  
Стамбульский технический университет  
Стамбул, Турция  
✉ e-mail: natalin@itu.edu.tr

**Natal'in, Boris A.**, Professor, Candidate of Geology and Mineralogy  
Istanbul Technical University, Faculty of Mines  
Ayazağa, Istanbul, Turkey  
✉ e-mail: natalin@itu.edu.tr