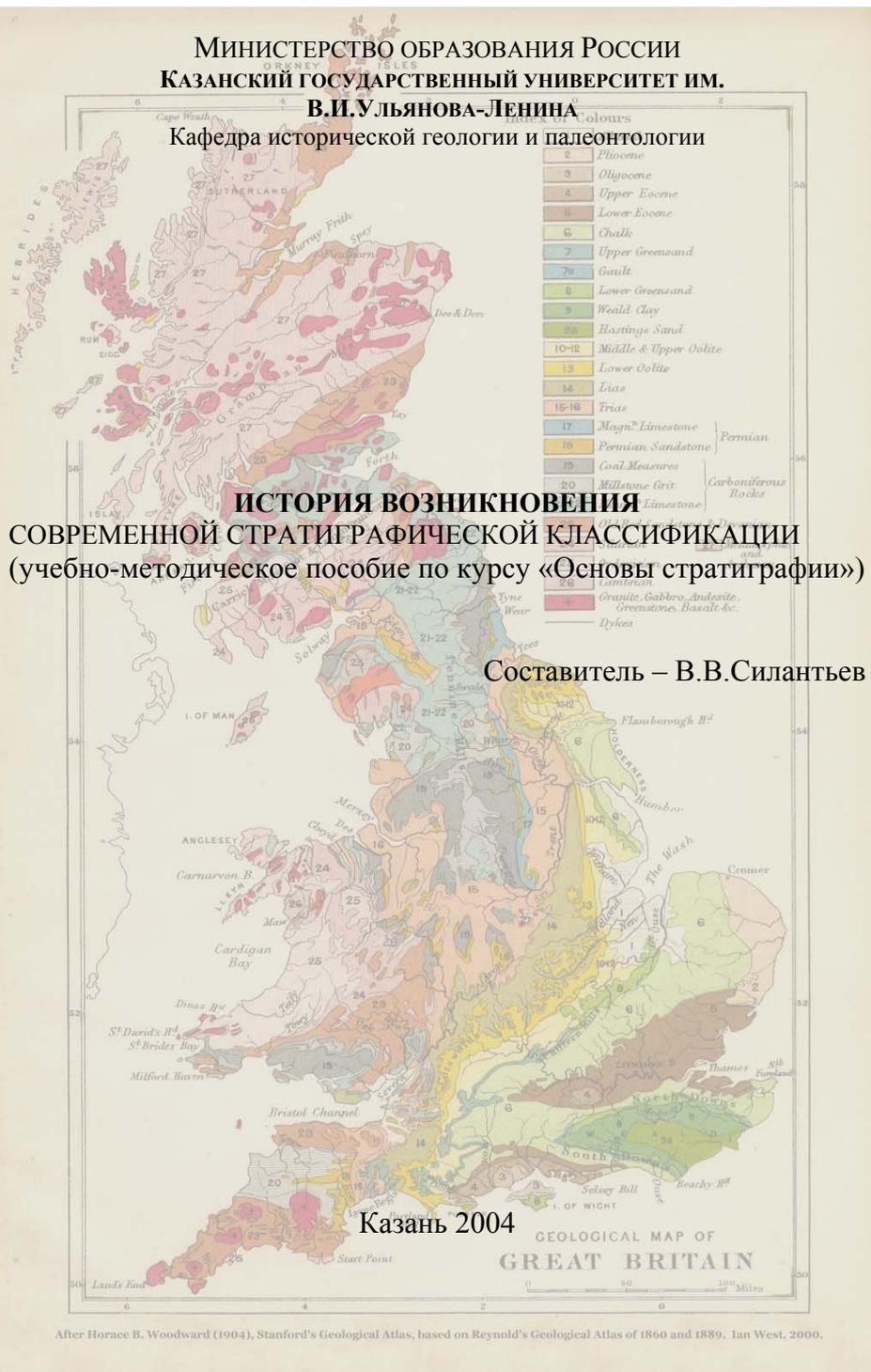


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ  
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ.  
В.И.УЛЬЯНОВА-ЛЕНИНА

Кафедра исторической геологии и палеонтологии



## 1. РАЗРАБОТКА ОБЩЕЙ СИСТЕМЫ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ

### 1.1. ВОЗНИКНОВЕНИЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ:

#### РАБОТЫ Н. СТЕНОНА И ЕГО ПОСЛЕДОВАТЕЛЕЙ В СЕВЕРНОЙ ИТАЛИИ

Система стратиграфической классификации уходит своими корнями к представлениям датского медика и натуралиста, а впоследствии католического епископа, Нильса Стенсена (1638–1686), больше известного под своим латинизированным именем — Николай Стенон.

Изучая геологическое строение Аппенинских гор в районе Тосканы у г. Флоренции, Николай Стенон сделал первую попытку разделения слагающих земную кору горных пород в соответствии с их возрастом. В своем геологическом сочинении, опубликованном в 1669 г., Стенон впервые в истории естествознания четко формулирует, что залегание слоев в вертикальном разрезе отвечает временной последовательности их образования. Основываясь на этом положении, он первым указал на возможность расчленения толщ горных пород на естественные комплексы, соответствующие историческим этапам развития Земли.



Nicolaus Stenonius

На территории своих исследований в Северной Италии Стенон различал три последовательно образовавшихся комплекса отложений. Первый, или нижний, самый древний комплекс отложений включал в себя интенсивно складчатые кристаллические сланцы, пронизанные кварцевыми жилами и лишенные ископаемых. Второй (средний) комплекс состоял из умеренно складчатых плотных известняков, мергелей и глинистых сланцев с многочисленными остатками морских ископаемых. Венчались отложения второго комплекса толщей известняков и мергелей, относящихся в настоящее время к верхнему мелу и палеоцену. Наконец, третий или верхний комплекс был представлен слабо складчатыми известняками, мергелями, глинами и другими породами, заключающими обильные остатки животных и растений.

Выводы Стенона намного опередили уровень развития науки его времени и поэтому не могли найти отклика у современников. Лишь сто лет спустя, во второй половине XVIII века, представления Стенона получили свое дальнейшее развитие. Последователем Стенона стал горный управляющий Тосканы, профессор минералогии и металлургии университета Венеции Джованни Ардуино (1714–1795). Именно он своими многочисленными публикациями ввел в естествознание как сам принцип Стенона, так и разработанную им историческую последовательность трех комплексов горных пород. Ардуино первым дал имена этим комплексам, назвав их соответственно *первичными*, *вторичными* и *третичными образованиями*.

Несмотря на большое общенаучное значение работ Ардуино, заложенные в них стратиграфические основы не получили дальнейшего развития у итальянских натуралистов. Геологическое строение Апеннин и Альп, дав импульс для зарождения самых общих стратиграфических представлений, оказалось слишком сложным для их детализации.

Исследования Стенона и Ардуино можно рассматривать как первый («итальянский») этап разработки общей стратиграфической классификации. В течение этого этапа сложилось представление о трехчленном строении осадочных толщ земной коры, что связывалось с тремя основными последовательными стадиями развития Земли.

## 1.2. «ГЕРМАНСКИЙ» ЭТАП РАЗВИТИЯ СТРАТИГРАФИИ

### 1.2.1. Геологическое строение Тюрингии и Саксонии и его отражение в стратиграфических схемах первых немецких геологов

Во второй половине XVIII века независимо от исследований итальянца Джованни Ардуино, стратиграфические работы начинают проводиться на территории Тюрингии и Саксонии — старых культурных и горнопромышленных центров Германии. Изучению подвергается Тюрингенская впадина и ее складчатое обрамление — горные массивы Гарца, Тюрингенского Леса, Гранулитовых, Лужицких, Рудных Гор и др. (рис. 1).

По сравнению со сложно складчатыми областями Италии, геологическое строение Тюрингии и Саксонии оказалось более благоприятным для развития стратиграфических представлений. Осадочный чехол, развитый здесь поверх складчатого герцинского основания легко поддавался стратиграфическому расчленению. Внимание исследователей к этим отложениям (а по современной классификации это в основном — карбон, пермь и триас) в первую очередь привлекало наличие в них залежей каменного угля, соли и пластовых медных руд, издавна являвшихся в данных районах объектом разработки.

В период с 1750 по 1820 гг. представители немецкой геологической школы — Леман, Фюксель, Вернер и др. — разработали весьма детальную схему расчленения пермских и триасовых отложений Тюрингии и Саксонии. Одновременно с этим они сформировали общие представления о геологическом строении земной коры, которые позже легли в основу дальнейших стратиграфических классификаций.

Геологическое строение Тюрингии и Саксонии характеризуется четко выраженной двухэтажной тектонической структурой. Интенсивно складчатые, метаморфизованные и прорванные интрузиями образования нижнего структурного этажа слагают здесь ряд горных массивов — Гарц, Рудные горы, Тюрингенский лес др. (рис. 1). Эти горные массивы ограничивают обширную Тюрингенскую впадину, выполненную покровными образованиями верхнего структурного этажа.

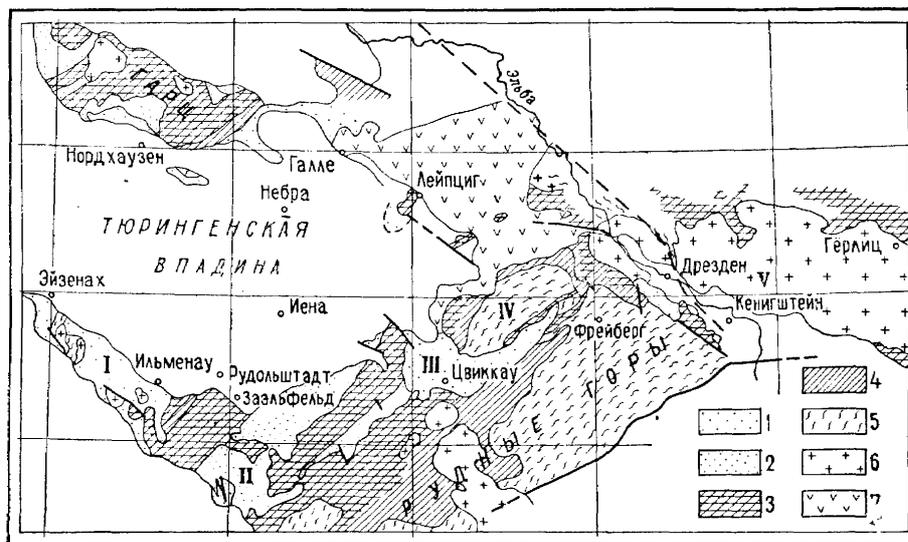


Рис. 1. Геологическая схема Тюрингии и Саксонии (по Леонову, 1973).

I – Тюрингский лес; II – Тюрингские сланцевые горы; III – Рудногорская впадина; IV – Гранулитовые горы; V – Лужицкие горы; 1 – верхний карбон и нижний красный лежень; 2 – нижний карбон; 3 – слабо метаморфизованные сланцы; верхний докембрий–девон; 4 – сильно метаморфизованные сланцы: филлиты; 5 – слюдяные сланцы и гнейсы; 6 – интрузивные породы; 7 – пермские ( $P_1^1$ ) порфиры северо-западной Саксонии; белым цветом обозначены — верхний красный лежень, пещштейн, мезозой и кайнозой

Нижний структурный этаж включает образования от протерозоя до нижней части нижней перми (*нижнего мертвого красного лежня* –  $P_1^1$ ), а верхний этаж — отложения от верхней части нижней перми (*верхнего мертвого красного лежня* –  $P_1^2$ ) до четвертичных (рис. 2: латинские цифры справа). В составе нижнего этажа отчетливо выделяются три подэтажа. Нижний подэтаж сложен глубоко метаморфизованными породами (гнейсами и кристаллическими сланцами) докембрия. Средний подэтаж представлен интенсивно складчатыми, но относительно слабо метаморфизованными породами — в основном глинистыми сланцами и граувакками ордовика, силура, девона и нижнего карбона. Верхний подэтаж слагается неизменными и слабо складчатыми, преимущественно грубообломочными, частично вулканогенными и угленосными отложениями среднего–верхнего карбона и нижнего красного лежня.

<sup>1</sup> Термином *граувакка* (нем. грау – серый, вакка – глина) обычно обозначают сероцветные песчаники, сложенные преимущественно обломками горных пород.

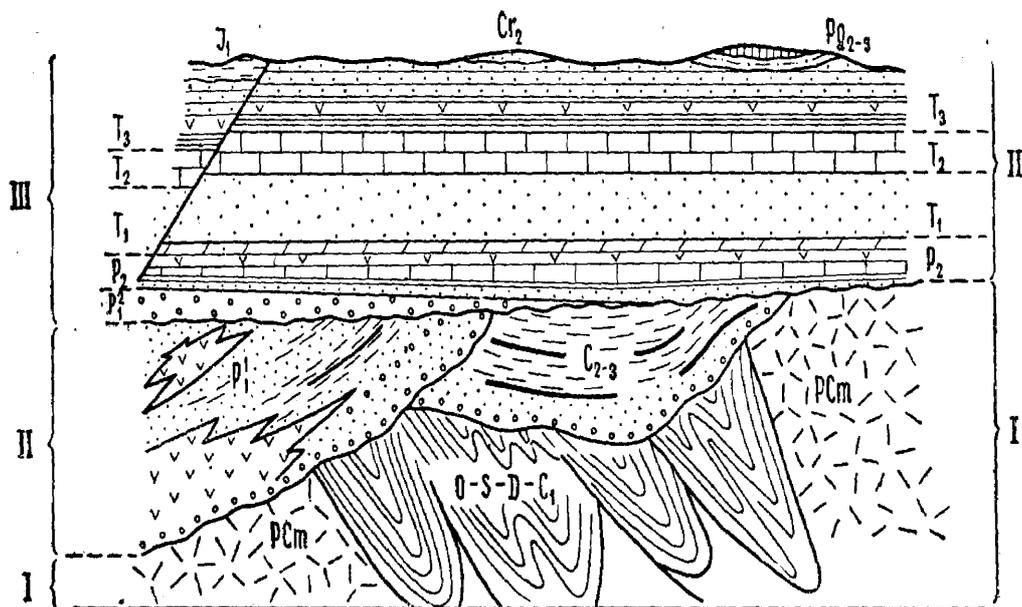


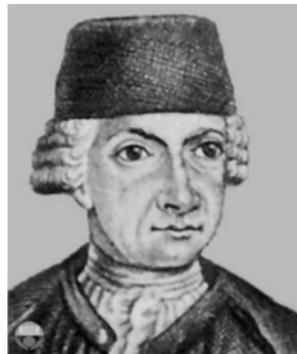
Рис. 2. Схематичный разрез Тюрингенской впадины и ее обрамления (Леонов, 1973).  
 Справа: I — нижний структурный этаж, II — верхний структурный этаж.  
 PCm — допалеозойские кристаллические сланцы и гнейсы; O-S-D-C<sub>1</sub> — ордовик-нижний карбон — преимущественно сланцы, вверху (D-C<sub>1</sub>) слабо, ниже (O-S) более метаморфизованные (филлиты); C<sub>2-3</sub> — средний-верхний карбон: конгломераты, песчаники, глинистые сланцы, прослои каменного угля; P<sub>1</sub><sup>1</sup> — нижний красный лежень: красноцветные конгломераты, песчаники, глинистые сланцы с углем, покровы эффузивов; P<sub>1</sub><sup>2</sup> — верхний красный лежень: мелкогалечные конгломераты и песчаники; P<sub>2</sub> — цехштейн: базальный конгломерат и песчаник, битуминозный медистый сланец, толща известняков, мергелей, доломитов с линзами гипса и ангидрита; T<sub>1</sub> — пестрый песчаник: песчаники, конгломераты, глины; T<sub>2</sub> — раковинный известняк: известняки, доломиты, мергели; T<sub>3</sub> — кейпер: пестроцветные глины с прослоями гипса, пески с линзами бурого угля; J<sub>1</sub> — песчано-глинистые отложения нижней юры; Cr<sub>2</sub> — песчаные отложения верхнего мела; Pg<sub>2-3</sub> — эоцен-олигоцен: песчано-глинистые отложения с бурым углем, покровы базальтов. Отложения O-S-D-C<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, T<sub>2</sub>, J<sub>1</sub>, Cr<sub>2</sub> — преимущественно морские; отложения C<sub>2-3</sub>, P<sub>1</sub><sup>1</sup>, P<sub>1</sub><sup>2</sup>, T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub>, Pg<sub>2-3</sub> — преимущественно континентальные

*Верхний структурный этаж* складывается преимущественно отложениями перми и триаса. Пермские отложения верхнего этажа включают *верхний мертвый красный лежень* и *цехштейн*. Триас представлен типовым «германским» разрезом, в котором выделяют *пестрый песчаник* (нижний триас), *раковинный известняк* (средний триас) и *кейпер* (верхний триас). Более молодые отложения развиты на весьма ограниченных по площади участках. В грабенах зале-

гают маломощные (первые десятки метров) отложения нижней юры и верхнего мела. В восточной части — широко распространены третичные (эоцен— олигоцен) преимущественно континентальные отложения с довольно мощными пластами бурого угля. Четвертичные отложения (на рис. 2 не показаны), представлены только рыхлыми породами — песками, гравием, глинами и т. п.

Из-за общей мульдообразной<sup>2</sup> формы Тюрингенской впадины наиболее древние слои верхнего структурного этажа обнажены по ее периферии. К центру впадины они сменяются более молодыми отложениями. Внимание исследователей, прежде всего, привлекала окраинная зона герцинских<sup>3</sup> горных массивов, наиболее контрастная и разнообразная по своему строению и в то же время относительно простая в основных чертах стратиграфического разреза.

Первой работой по геологии рассматриваемой области стала небольшая, напечатанная на плохой бумаге книга — «Опыт восстановления истории Флецовых Гор» («Versuch einer Geschichte von Flötz-Gebürgen»). Она была опубликована в 1756 г. членом Берлинской академии наук, преподавателем минералогии и горного дела Иоганном Леманом<sup>4</sup> (1719–1767).



Johann LEHMANN

В своей книге, явившейся по сути первой региональной геологической работой, Леман излагает общие взгляды на историю Земли и, в частности, на историю возникновения изучавшихся им горных пород. В этом отношении он не был оригинален. В соответствии с Библией Леман считал, что в истории Земли было лишь два существенных события: сотворение мира и всемирный потоп. С ними он в основном и связывал образование известных ему толщ горных пород, разделяя их на *жильные* («*Ganggebirge*»), существующие «от сотворения мира», и *флецовые*<sup>5</sup> («*Flötzgebirge*»), образовавшиеся в результате потопа. Он допускал, что и после всемирного потопа происходили небольшие колебания уровня моря, землетрясения, извержения вулканов, но не придавал им большого значения, считая их причиной образования лишь новейших «наносов» и некоторых вулканических образований.

К *жильным породам* Леман относил «немые» толщи, содержащие богатые залежи различных металлов и минералов, и характеризующиеся верти-

<sup>2</sup> Мульда (нем. – корыто) – общее название прогибов в форме синклинали.

<sup>3</sup> Герцинская складчатость названа по старинному названию гор Гарца – Герцинии.

<sup>4</sup> В 1761 г. И.Леман был приглашен в Россию и избран членом Петербургской академии наук. В России Леман проработал до конца своей жизни, трагически оборвавшейся в результате взрыва реторты с мышьяком.

<sup>5</sup> Флец – немецкий горный термин, означающий пласт или слой.

кальным или круто наклонным залеганием пластов. *Флецовыми породами* он считал горизонтально или полого залегающие пласты бедные полезными ископаемыми, но зато заключающие остатки животных и растений.

Основной интерес в книге Лемана представляют его непосредственные наблюдения над характером и последовательностью залегания изученных им слоев. Результаты наблюдений он отобразил в ряде тщательно составленных схем, вскрывающих взаимоотношения жильных и флецовых пород. Он также составил разрез, показывающий последовательность всех слоев, наблюдавшихся им на юго-восточной окраине гор Гарца (рис. 3).



Рис. 3. Разрез флецовых пород на юго-восточной окраине Гарца. По Леману, 1756.

Судя по этому разрезу, Леман различал до 30 слоев флецовых пород, которые противопоставлял единому комплексу пород жильных. Ряд названий, которыми Леман обозначил выделенные им слои, такие, как «цехштейн», «медистый сланец», «мертвый красный лежень», прочно вошли в геологическую литературу и сохранили свое значение до настоящего времени.

Следующий шаг в познании осадочных толщ Германии был сделан доктором Г.Х.Фюкселем (1722-1773), опубликовавшим в 1762 г. работу под названием «История Земли и Моря, установленная в Тюрингенских горах». Этот труд, написанный на латыни и напечатанный в мало распространенном провинциальном журнале г. Рудольштадта, долгое время был знаком лишь узкому кругу немецких естествоиспытателей<sup>6</sup>. Однако содержащиеся в нем методические подходы сыграли важную роль в развитии всей геологии.

Во-первых, Фюксель впервые разработал и стал использовать систему соподчиненных стратиграфических понятий. Он различал стратиграфические единицы трех иерархических категорий (от большей к меньшей): *формации* (Series montana, Formation), *залежи* (Situs, Lager) и *слои* (Strata, Schichten).

Во-вторых, он стал группировать в *формации* не просто мощные толщи, а только совокупности тех слоев, которые формировались в одинаковых условиях. При этом Фюксель подметил (впервые в Германии и одним из первых вообще), что различные формации различаются также и по их палеонтологической характеристике: *каменноугольная формация* — по присутствию остатков

<sup>6</sup> Широко известной эта работа стала лишь в 1840 г. после того, как основные ее положения были изложены Кеферштейном в его очерке «История и литература геогнозии» [Keferstein Ch.: 1840. Geschichte und Literatur der Geognosie].

наземных растений; *цехитейн* — по присутствию раковин «грифитов»<sup>7</sup>; *раковинный известняк* (средний триас) — по присутствию аммонитов: и т. д. Отмечая, что одни формации включают лишь остатки наземных растений, а другие — остатки морских организмов, Фюксель делал вывод о различных условиях их образования. Это привело его к представлению о формациях как о комплексах слоев, отвечающих разным эпохам в жизни Земли. Сама же история Земли представлялась ему как длительная череда различных эпох.

Что касается местной геологии, то Фюксель дополнил сводный разрез Тюрингии, включив в него более молодые слои (до среднего триаса включительно), которые по-видимому, были не известны Леману.

Представления Лемана и Фюкселя о геологии Тюрингенской впадины и ее обрамления получили дальнейшее развитие в работах Шарпантье, который проводил свои работы на территории Саксонии в долине Эльбы, в Рудных горах и сопредельных массивах. Шарпантье «нарастил» стратиграфический разрез отложениями верхнемелового возраста (сеноман–турон), которые в Саксонии достигают значительной мощности и пользуются широким распространением. Он также впервые выделил в качестве самостоятельных подразделений «глинистый сланец» (по нынешней классификации — ордовик–нижний карбон) и «каменноугольные породы» (средний–верхний карбон). К выводу о самостоятельности «глинистого сланца» Шарпантье пришел, очевидно, наблюдая резко несогласное налегание красноцветов нижней перми на угленосные отложения карбона.

#### **Задания к разделам 1.1 и 1.2.1:**

1. Разберитесь в геологическом и тектоническом строении Тюрингенской впадины и ее обрамления, внимательно проанализировав рис. 1 и 2 и их текстовое описание. Обратите внимание на старые стратиграфические термины, до сих пор применяющиеся в геологии.
2. Письменно опишите историю геологического развития территории Центральной Германии в фанерозое.
3. Как соотносятся схемы «итальянского» и «германского» этапов развития стратиграфии с современной Общей стратиграфической шкалой?
4. Какие геологические признаки способствовали выделению комплексов *первичных*, *вторичных* и *третичных* горных пород?
5. С чем связано постепенное «наращивание» разреза Тюрингенской впадины и ее обрамления?

---

<sup>7</sup> Грифитами в то время называли двустворчатые раковины различных ископаемых с высокими макушками, в том числе и раковины пермских брахиопод родов *Productus*, *Strophalosia* и др.

### 1.2.2. Стратиграфическая классификация Вернера

Абраам Готтлоб Вернер (1750–1817) заслуженно считается отцом немецкой геологии. В конце 18-го века он впервые — с кафедры Фрейбергской горной академии — стал излагать основы новой для того времени науки — геогнозии<sup>8</sup>. Блестящие лекции Вернера, первого и долгое время единственного в мире профессора геогнозии, привлекали слушателей из разных стран Европы. Вернер воспитал много талантливых учеников и последователей, к числу которых принадлежали такие известнейшие естествоиспытатели как Александр фон Гумбольдт, Леопольд фон Бух, Ф.А.Рейсс и др.

Сам Вернер не опубликовал своего курса геогнозии<sup>9</sup>, и его представления известны лишь в изложении его учеников, составивших впоследствии ряд учебных руководств<sup>10</sup>.

В своих обобщениях Вернер широко использовал данные предшественников — Лемана, Фюкселя и Шарпантье — по геологии Тюрингии и Саксонии. От них он перенял ряд понятий и терминов, вложив в них несколько иное содержание.

Прежде всего, Вернер был «нептунистом» и исходил из представления, что почти все горные породы образовались водным путем. Аргументировал он это тем, что они, во-первых, заключают кристаллизационную воду; во-вторых, содержат ископаемые остатки; а в-третьих, имеют обычную для водных осадков слоистость и плитчатую отдельность.

Система стратиграфических представлений Вернера опиралась на понятие *залегания* (Lagegung), отражающее последовательность и время формирования толщ горных пород, и понятие *формации* (Formation), отражающее условия их формирования.

Анализируя данные по взаимоотношению горных пород в известных ему германских разрезах, Вернер пришел к выводу, что в истории Земли было не-



Abraham WERNER

<sup>8</sup> Геогнозия по своему содержанию отвечала тому, что в настоящее время понимается под динамической и исторической геологией.

<sup>9</sup> Зато Вернер опубликовал первые в мире руководства по определению окаменелостей (1774), минералов и горных пород (1778). Сам он открыл восемь новых минералов.

<sup>10</sup> Например: Reuss F.A. 1805. Lehrbuch der Mineralogie. 2 Band – Lehrbuch der Geognosie.

сколько эпох подъема и спада уровня вод Мирового океана. Он выделял две основные эпохи высокого уровня Океана. В первую, древнейшую из них, воды покрывали всю поверхность Земли, включая и вершины горных массивов. В эту эпоху формировались древнейшие — *первозданные* (Urgebirge) — породы. Во вторую эпоху высокого уровня Океана образовались *флецевые* породы, слагающие подножия «первозданных» гор и окружающие их равнины. Время, отвечающее главным эпохам подъема вод, Вернер называл соответственно *древнейшим* и *флецевым временем*. Каждая из главных эпох разделялась им на два периода второго порядка. Кроме этого, он выделял группу *переходных* пород, сформировавшихся в промежутке между *древнейшим* и *флецевым временем* и, наконец, группу новейших *намывных* образований (табл. 1).

Анализируя разрезы горных пород, Вернер объединял литологически однородные слои в более крупные геологические тела, обозначая их термином «Lager» (свита, толща). Свиты он группировал в восемь главных формаций. Являясь последовательным приверженцем нептоунизма, термину *формация* Вернер попытался дать новое концептуально обоснованное наполнение. В каждую формацию он включал свиты и горные породы близкого химического состава, образовавшиеся, как считали нептоунисты, при сходном составе вод Мирового океана. Отдельные периоды истории Земли характеризовались, по Вернеру, преимущественным образованием горных пород одной или нескольких формаций. В то же время, некоторые породы формаций могли появляться среди отложений различных периодов, в связи с чем Вернер, например, различал: гранит *первый* и гранит *второй*; известняк *первозданный*, *переходный*; *древний флещовый*, *юный* и т. д.

Своей схеме Вернер и его последователи придавали глобальное значение. Они обосновывали это тем, что *формации* отражают всеобщие и единые изменения состава вод Океана, из которых последовательно формировались различные горные породы. Вернер полагал, что, основываясь на этом генетическом критерии, можно определить время образования любой толщи горных пород в любом районе Земного шара. Сложность состоящая в том, что некоторые формации содержат «скользящие» во времени горные породы, разрешалась непосредственным установлением их взаимоотношений с другими породами, имеющими более определенное место в «историческом ряду».

В основе схемы Вернера лежали главным образом данные по геологии Тюрингии и Саксонии, поэтому она представляла собой узко эмпирическое построение (по современным понятиям — местную стратиграфическую схему). Основанные на этой схеме теоретические выводы, распространяемые на весь Земной шар, не были оправданы. Однако благодаря огромному авторитету Вернера, его схема надолго сковала в Германии дальнейшее развитие стратиграфических представлений. В то время как в Англии, Бельгии, Франции с начала XIX века начинается интенсивное развитие нового *палеонтологического* метода, в Германии еще в течение двух десятилетий, продолжают господствовать вернеровские принципы и методы стратиграфической классификации.

Таблица 1

Стратиграфическая схема А.Вернера (по Reuss, 1805, с упрощением)

Периоды времени		Формации							
		Сланцев	Известняков	Грапшов	Углеродных пород	Порфиоров	Талька	Гипсов	Тогаза
НОВЕЙШЕЕ ВРЕМЯ									
Намывные породы		+	+		+				
ФЛЕЦОВОЕ ВРЕМЯ	Второе погружение под покров вод	+		+	+				
	Первое погружение под покров вод	+	+		+			+	
ПЕРЕХОДНОЕ ВРЕМЯ		+		+					
Переходные породы		+	+	+	+			+	
ДРЕВНЕЙШЕЕ ВРЕМЯ	Второе погружение под покров вод			+	+	+			+
	Первое погружение под покров вод	+	+	+	+		+	+	

Крестики означают наличие в разрезе горных пород соответствующих формаций

Конечно сейчас мы понимаем, что критерий «формации» у Вернера был «генетическим» лишь условно, и на практике сводился к установлению литологического типа горных пород. Однако тщательное наблюдение над порядком залегания геологических тел, детальное выяснение их пространственного взаимоотношения, позволили геологам «Вернеровской школы» расчленить разрез Центральной Германии на подразделения, которые впоследствии, в практически неизменившемся объеме, составили основу стратиграфической шкалы палеозоя и мезозоя.

В качестве примера можно привести работы немецкого геолога И. Фрейслебена, который существенно детализировал схему Вернера. Изучив юго-восточную территорию Гарца и северную окраину Тюрингенского Леса, Фрейслебен разделил нижнюю часть флечовых пород на пять комплексов, сверху вниз:

- 1 – раковинный известняк (= *верхний триас*);
- 2 – пестрые песчаные и глинистые породы (= *нижний триас*);
- 3 – древний плотный известняк — цехштейн (= *верхняя пермь*);
- 4 – мертвый красный лежень (= *нижняя пермь*);
- 5 – каменноугольные породы (= *верхний + средний карбон*)

Совокупность этих пяти комплексов он назвал *медистосланцевой* группой.

Методы геологических исследований Вернеровской школы хорошо работали на ограниченных территориях Центральной Германии. Но как только их приверженцы переходили к более широким обобщениям стратиграфических данных, сразу же следовали ошибки. Даже такой исследователь, как Фрейслебен, наблюдения которого отличались исключительной аккуратностью и точностью, допускал весьма грубые просчеты при сопоставлении удаленных друг от друга разрезов. Так, верхнеюрские известняки Швабии и Франконии сопоставлялись им с цехштейном; верхнемеловые песчаники северного подножия Гарца — с «пестрым песчаником» нижнего триаса; триасовые известняки Восточных Альп — с древнейшей известняковой формацией и т.д.

### **1.2.3. Эволюция вернеровских идей в схеме Александра Гумбольдта**

До начала XIX века территория Саксонии и Тюрингии была практически единственным хорошо изученным в геологическом отношении регионом. Поэтому «универсальная схема» Вернера не вступала в явное противоречие с какими-либо региональными стратиграфическими данными: эти данные были еще слишком немногочисленными и разрозненными.

На рубеже XVIII и XIX веков региональные геологические работы постепенно развернулись в большинстве европейских стран, прежде всего в Англии, Франции и Бельгии. В результате этих исследований появились систематизированные сведения о стратиграфических разрезах различных территорий. Если в конце XVIII века, в период расцвета вернеровских идей, подобные сведения можно было без труда приводить в соответствие с установленной Вернером

схемой геологического развития Земли, то в начале XIX века стало необходимо с ними уже считаться. Схема Вернера стала изменяться и дополняться в соответствии с новыми регионально-стратиграфическими данными.

Одновременно начали пересматриваться представления о генезисе горных пород. Нептунистские взгляды Вернера, считавшего водными почти все изверженные и метаморфические породы (граниты, гнейсы, базальты и др.), давно вызвали критику со стороны некоторых, главным образом французских, исследователей. Знаменитый спор между «нептунистами», «вулканистами» и «плутонистами», который первоначально касался в основном происхождения базальта<sup>11</sup>, распространился постепенно и на проблему происхождения других горных пород. После смерти Вернера, когда даже ближайшие его ученики (Бух, Гумбольдт и др.) признали вулканическое происхождение базальта, нептунистская генетическая основа его стратиграфической схемы практически полностью потеряла свое значение.



Alexander von Humboldt

В 1822 г. попытка модернизировать схему Вернера и привести ее в соответствие с новыми данными была осуществлена Александром фон Гумбольдтом (1769–1859)<sup>12</sup>.

Гумбольдт наиболее известен как исследователь Центральной и Южной Америки. В 1799 г. он отправился к берегам Венесуэлы. Там он провел первые научные исследования в Андах, а также на территориях современных Перу, Эквадора, Колумбии и Мексики, совершил путешествия по Амазонке и Ориноко. К 1804 г. он собрал тысячи образцов горных пород и окаменелостей. Он изучал геологическое строение территорий, характер вулканической деятельности, океанские течения, магнитное поле Земли, климат, животный и растительный мир. В 1829 г. Гумбольдт предпринял аналогичное путешествие на

---

<sup>11</sup> В Саксонии, широко распространены третичные базальты, залегающие правильными пластами среди осадочных толщ, без ясной связи с вулканическими аппаратами, из которых они изливались. Это дало основание немецким «геогностам» рассматривать базальты как водные осадочные образования. Во Франции, наоборот, базальтовые потоки сохранили в ряде случаев связь с вулканическими конусами. Это давно привело французских исследователей к выводу об их вулканическом происхождении.

<sup>12</sup> Humboldt A. *Essai geognostique sur le gisement des Roches dans les deux hemispheres* (Геогностическое исследование пород двух полушарий). Paris, 1822.

Урал, к Каспийскому морю и в Сибирь. Его называли «последним натуралистом энциклопедического склада». Кроме геологии, минералогии, зоологии, ботаники, он занимался астрономией, химией. Пятитомное сочинение «Космос», опубликованное Гумбольдтом в 1845-1862 гг., представляет всеобъемлющий взгляд на Вселенную и является блестящей сводкой научных знаний того времени. Несмотря на то, что родился Гумбольдт в Германии, наиболее почитаем он в Америке. Только в США имеется восемь Гумбольдт Сити. Его имя носит множество учебных заведений практически во всех странах Южной и Северной Америки.

На основании личного опыта, а также данных других исследователей, Гумбольдт пришел к выводу, что литологический характер формаций, являясь весьма важным их признаком, не является историческим критерием. Общая последовательность образования формаций должна устанавливаться, в первую очередь, на основе *непосредственных геогностических данных*, т. е. исходя из последовательности их залегания в разрезе земной коры.

«Вместо классификации на гранитные, сланцевые, известняковые и песчаные породы, — писал Гумбольдт, — я хочу дать схему, в которой слоистые толщи следовали бы друг за другом в едином для всей Земли порядке...».

Когда Гумбольдт разрабатывал свою схему уже многие исследователи, особенно в Англии, признавали большое значение для стратиграфии палеонтологических остатков. Гумбольдт, однако, относился к использованию этих остатков весьма осторожно. Он считал, что их изучение не может привести к существенному изменению уже установленной схемы последовательности формаций, а будет служить скорее ее совершенствованию и большей полноте.

Гумбольдт оставался полностью еще в рамках представлений вернеровской школы. Как и Вернер, он опирался на критерий *залегания* и литологический критерий формаций, не используя данные палеонтологии. Однако направленность его взглядов значительно изменилась.

В схеме Вернера генетический критерий «формаций» играл основную роль, наполняя эту схему хотя и искусственным, но все же вполне определенным генетическим содержанием. В представлении Гумбольдта критерий «формации» трансформировался в критерий чисто литологический и в связи с этим отступил на второй план. На первый же план в качестве основного стратиграфического критерия выступил критерий залегания.

Много путешествуя, Гумбольдт пришел к выводу, что в разных странах одни и те же геологические формации отличаются полнотой своего развития. Поэтому при построении стратиграфической схемы необходимо «наращивать» сводный разрез Земли, увязывая геологические данные обширных территорий.

Гумбольдт различал «геогностические» (= стратиграфические) единицы трех соподчиненных рангов. Наиболее дробными из них являются «*горные породы*». Комплексы совместно встречающихся и чередующихся друг с другом горных пород, Гумбольдт называет *формациями*. Наконец, группировка

ряда литологически сходных формаций составляет «*terrain*»<sup>13</sup> или *образования*.

Общая схема классификации Гумбольдта и последовательность выделяемых им формаций представлена в табл. 2.

При сравнении схем Гумбольдта и Вернера (табл. 1), сразу бросается в глаза их значительное сходство. Группа первичных образований Гумбольдта соответствует первозданным породам Вернера. Одинаковое место занимают в этих схемах переходные образования. Флецовым породам Вернера отвечают вторичные и третичные образования схемы Гумбольдта.

В то же время в схеме Гумбольдта значительно полнее отражена последовательность формаций вторичных и третичных образований. Расчленение вторичных пород базируется в основном на разрезах Германии и Англии, а расчленение третичных образований отвечает разрезу надмеловых отложений Парижского бассейна, разработанному Кювье и Броньяром. «Новейшие» отложения Гумбольдт вообще не рассматривает, так как сложность их «геогностических» взаимоотношений не позволяет, как ему кажется, установить последовательность их залегания в земной коре.

Существенная *номенклатурная особенность* классификации Гумбольдта заключается в том, что он принципе выступает за введение в стратиграфию географических наименований. *«Наилучшими названиями, — пишет Гумбольдт — являются, несомненно, названия географические: они порождают весьма точные представления о взаимоотношениях слоев. Если говорят, что некие формации соответствуют лейасу Дорсетшира или песчанику Небра, то эти утверждения не оставляют для сведущего геогноста никакого сомнения в отношении их геогностического положения».*

Следуя этому принципу, Гумбольдт вводит названия: «песчаник Небра» (по г. Небра в Саксонии) — для «пестрого песчаника»; «геттингенский известняк» — для «раковинного известняка» и т. д. В частности, Гумбольдт употребляет также выражение «цехштейн Тюрингии», которое позже было переименовано Реневи в название «Тюрингий» (= верхняя пермь). Подобная система стратиграфической номенклатуры получила впоследствии широкое распространение и всеобщее признание.

Схема Гумбольдта, являясь по методу своего построения чисто региональной, претендовала, в то же время, на мировое значение. В данном отношении строгий эмпирический подход, по-видимому, незаметно для самого Гум-

---

<sup>13</sup> В русском языке нет слова, которое точно отвечало бы геологическому значению французского слова «*terrain*» (буквально — «почва», «земля», «грунт»). Этот термин часто соответствует русскому выражению «отложения» или «образования». На второй сессии Международного геологического конгресса (1881) выражение «*terrain*» было рекомендовано в качестве синонима термина «система».

больдта, подменялся априорным представлением о литологическом постоянстве разновозрастных образований.

Таблица 2

Стратиграфическая схема А.Гумбольдта, 1822

Современное деление					
Эра	Система	Отдел			
		Кайнозойская	Палеоген	V. Пресноводные отложения, налегающие на песчаник Фонтенбло IV. Пески и песчаники, налегающие на гипс с костями III. Кремнистый известняк, гипс с костями, чередующийся с мергелями (Гипс Монмартра) II. Парижский известняк I. Третичные глины и песчаники с лигнитом	
Мезозойская	Мел	Верхний	IV. Мел		ВТОРИЧНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ
		Нижний	5. Железистые и зеленые пески и песчаники, вторичные песчаники с лигнитом		
	Юра	Верхний	4. Известняк Юры (Лейас, Мергели и Оолитовые отложения Англии)		
		Средний			
		Нижний			
	Триас	Верхний	3. Квадерный (Кенигштейнский) песчаник		
Средний		2. Раковинный (Геттингенский) известняк			
Нижний		1. Пестрый песчаник и глина (песчаник Небра)			
Палеозойская	Пермь	Верхний	II. Цехштейн или Альпийский известняк (Магнезиальный известняк): известняки, гипс, каменная соль		
		Нижний			
	Карбон	Верхний	I. Красные песчаники и вторичный порфир; угленосные отложения		
		Средний			
<p>ПЕРЕХОДНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ: порфир и сиенит; глинистый сланец (V и IV), глинистый сланец с граувакками (III); порфир и сиенит, непосредственно перекрывающие переходные образования...</p> <p>ПЕРВИЧНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ: гранит, гнейс, глинистый сланец (IV); гранит, гнейс, сланец (III); гнейс, слюдяной сланец (II); гранит и гнейс (I)</p>					

В частности, это привело Гумбольдта к ошибочному сопоставлению триасовых известняков Альп с верхнепермскими известняками цехштейна: в табл. 2 видно, что он употребляет названия «цехштейн» и «Альпийский известняк» как синонимы.

Ученик Вернера, Гумбольдт и в Америке рассчитывал встретить тот же последовательный ряд формаций, который был установлен в Германии. И ему казалось, что он его встретил: «... *прибывши в Южную Америку и охватив вначале своими маршрутами обширную область, протягивающуюся от берегов Венесуэлы до бассейна Амазонки, я был в высшей степени поражен, — пишет Гумбольдт, — сходством в последовательности формаций двух континентов... Последующие наблюдения, охватившие Кордильеры Мексики, Новой Гренады, Кито и Перу... подтвердили первое впечатление*». Позже оказалось, что на самом деле такие прямые сопоставления являются очень неточными.

Таким образом, схема Гумбольдта имеет двойственный характер. С одной стороны, это схема главных стратиграфических комплексов («формаций») Центральной Европы, которая устанавливается Гумбольдтом строго эмпирически, т. е. прямыми геологическими методами. В данном отношении она представляет собой значительный шаг вперед, и, по-видимому, почти полностью исчерпывает возможность подобного метода исследования. С другой стороны, Гумбольдт в своей схеме пытается представить, в рамках концепции Вернера, общую для Земного шара последовательность «формаций». Эта попытка из-за отсутствия реального метода установления стратиграфической одновозрастности «формаций» не смогла привести к однозначным положительным результатам.

#### **Задания к разделам 1.2.2 и 1.2.3:**

1. Опишите Ваше понимание критерия *залегания*, использовавшегося Вернером и Гумбольдтом при разработке стратиграфических схем.
2. Как со времен Вернера и Гумбольдта трансформировалось понимание термина «*формация*»?
3. Рассмотрите стратиграфические схемы Вернера (табл. 1) и Гумбольдта (табл. 2) с точки зрения современных данных по геологии Тюрингии и Саксонии.
4. В чем проявляются позитивные отличия стратиграфической классификации Гумбольдта от классификации Вернера?
5. Почему концепции Вернера и Гумбольдта не сработали при корреляции разрезов Европы и Америки?
6. В чем проявляются положительные моменты использования в стратиграфической номенклатуре географических названий?

### 1.3. «АНГЛИЙСКИЙ» ЭТАП РАЗВИТИЯ СТРАТИГРАФИИ: СХЕМА АНГЛИИ И УЭЛЬСА — ПРОТОТИП СОВРЕМЕННОЙ ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ

На рубеже XVIII и XIX вв. английский горный инженер Вильям Смит обратил внимание на приуроченность определенных форм ископаемых к определенным слоям. Его знаменитый вывод о том, «*что каждый пласт заключает только характерные для него ископаемые остатки...*», быстро получил общее признание и послужил толчком к бурному развитию стратиграфических и палеонтологических исследований как в Англии, так и в странах континентальной Европы. Однако в течение первых трех десятилетий XIX в. происходило в основном лишь накопление биостратиграфических данных. Попытки дальнего сопоставления палеонтологическим методом были немногочисленны и большей частью не приводили к удовлетворительным результатам. Разработанные в этот период стратиграфические схемы сохраняли поэтому чисто региональный характер. Особое место занимала среди них схема последовательности слоев Великобритании, опубликованная в 1822 г. английскими геологами Конибиром и Филлипсом в их классической работе «Геологический очерк Англии и Уэльса».

Уэльс и Южная Англия (рис. 4) сыграли в развитии общих стратиграфических представлений исключительную роль. На этой небольшой по площади, легко доступной и сравнительно хорошо обнаженной территории вскрывается почти непрерывная последовательность всех толщ фанерозоя — от основания кембрийской системы до кайнозойских образований (рис. 5). Эти отложения четко стратифицированы и богаты органическими остатками. Не удивительно, что именно здесь заложились основы современных представлений о последовательных этапах развития жизни в фанерозойской истории Земли.

В строго региональной схеме Конибира и Филлипса (табл. 3) обобщаются данные 20-летнего геологического изучения Англии и Уэльса, в том числе и результаты исследований В. Смита. В ней выделены комплексы отложений, которым отвечают девонская, каменноугольная, юрская, меловая, палеогеновая и четвертичная системы современной геохронологической шкалы. Поэтому с полным правом схему Конибира и Филлипса можно рассматривать как прототип современной международной геохронологической шкалы.

В том же 1822 г., одновременно со схемой Конибира и Филлипса, аналогичная стратиграфическая схема, но базирующаяся в основном на разрезах континентальной Европы была разработана одним из выдающихся учеников Вернера — А. Гумбольдтом (см. раздел 1.2.3). Схема Гумбольдта охватывала обширную территорию, и ее автор не мог обойтись без сопоставления разрезов. В соответствии с принципами вернеровской школы его сопоставления базировались в основном на критерии *залегания* и на сходстве литологического состава отложений. Здесь ему существенную помощь оказывали *маркирующие*, или как их называли в то время «геогностические», горизонты.

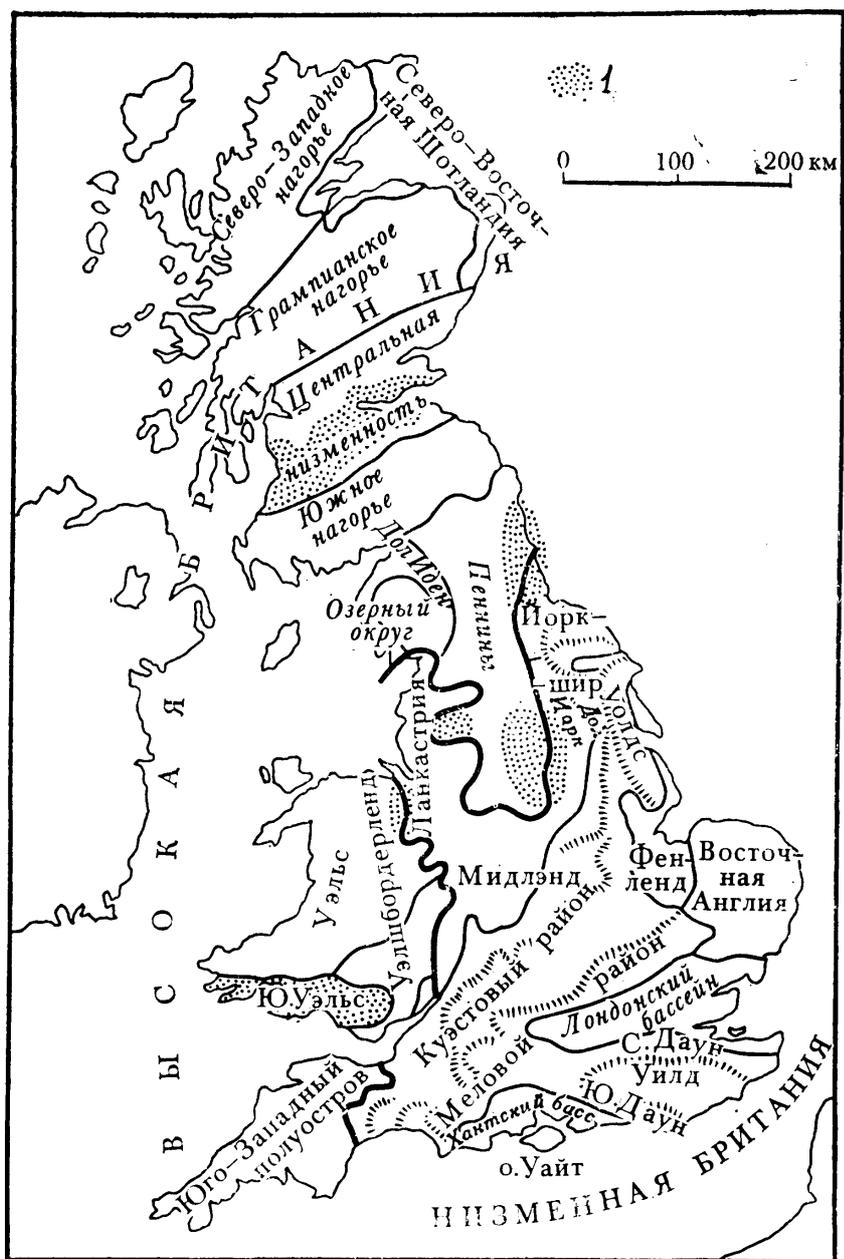


Рис. 4. Естественные геологические районы Великобритании:

1 — промышленные угленосные площади

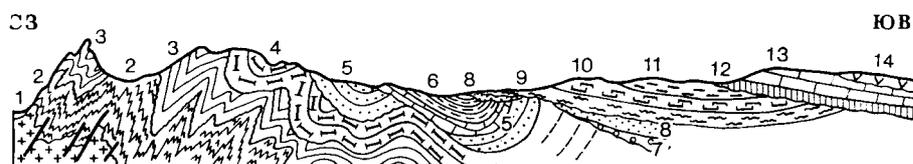


Рис. 5. Схема последовательности и соотношений основных стратиграфических комплексов Уэльса и южной Англии. По Леонову, 1973:

1 – кристаллические сланцы и гнейсы докембрия; 2 – глинистые сланцы и песчаники кембрия и основания ордовика (тремадока); 3 – песчаники, сланцы, вулканиты ордовика; 4 – сланцы и известняки силура; 5 – красноцветные континентальные песчаники девона (Древний красный песчаник); 6 – известняки нижнего и угленосная толща верхнего карбона; 7 – красноцветные конгломераты и песчаники нижней перми; 8 – пестрые мергели триаса; 9 – глины и мергели нижней юры (лейаса); 10 – глины, песчаники, известняки средней и верхней юры; 11 – пресноводные песчаники и глины (уилд); 12 – глауконитовые пески и глины (апт и альб) нижнего мела; 13 – писчий мел верхнего мела; 14 – пески и глины палеогена. Не показан «магнезиальный известняк» верхней перми, развитый в северо-восточной Англии

В разрезе Европы такими «геогностическими горизонтами» являлись прежде всего «Угленосные отложения» и «Мел», первым из которых начинались, а вторым — заканчивались вторичные образования схемы Гумбольдта.

Сравнивая стратиграфическую схему Конибира и Филиппа со схемой Гумбольдта, необходимо отметить, что вторичные (флецовые) образования Гумбольдт начинает с Угленосных отложений, а Конибир и Филипп — с Древнего красного песчаника. Связано это с тем, что в пределах континентальной Европы, в области герцинской складчатости, нижний карбон и девон по своей складчатой структуре сходны с более древними—«переходными» образованиями. В Уэльсе же, в области каледонской складчатости, девонские и нижнекаменноугольные отложения почти не деформированы и подобны в данном отношении вышележащим еще более молодым слоям.

Общий итог начальному периоду исследований по установлению стратиграфической последовательности слоев всей Западной Европы подводит схема известного бельгийского геолога д'Омалиуса д'Аллау, опубликованная в 1831 г. (табл. 4). В этой схеме, практически в современном объеме, хотя и под другими названиями, выделена пермская система и все системы мезозоя. Отличается от современной схемы только разделение юрской системы (*Оолитовой серии, известняка Юры*) на две самостоятельные группы отложений: лейасскую, внизу, и юрскую, вверху. В отношении «надмеловых» отложений (палеогеновых и неогеновых) схема д'Омалиуса д'Аллау ничего нового не вносит. Разделение данных отложений на тритонийские (морские) и нимфеенские (пресноводные) является не стратиграфическим, а генетическим.

Таблица 3

Схема стратиграфического расчленения отложений Англии и Уэльса,  
по Конибиру и Филлипсу (Conybeare W.D. & Phillips W., 1822)

Схема Конибира и Филлипса	Схема Вернера
<b>ВЕРХНИЙ ПОРЯДОК</b>	
9. Наиболее высокие и современные отложения— аллювиальные, дилuviальные и др. 8. Слои над Мелом 4. Верхние морские формации (краги) 3. Пресноводные формации 2. Лондонская глина 1. Пластичная глина и песок	Новые флецовые породы
<b>СУПЕРСРЕДНИЙ ПОРЯДОК</b>	
7. Формация мела 6. Слои между Мелом и Оолитовой серией 4. Меловой мергель 3. Зеленый (глауконитовый) песок 2. Уилдская глина 1. Железистый песок 5. Оолитовая серия 3. Верхняя оолитовая система 2. Средняя оолитовая система 1. Нижняя оолитовая система 4. Красный мергель, Новый красный песчаник и Магне- зиальный известняк	Древние флецовые породы
<b>СРЕДНИЙ ПОРЯДОК (КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ)</b>	
3. Угленосная толща 2. Угленосная толща 1. Жерновой песчаник и сланец 2. Каменноугольный, или Горный, известняк 1. Древний красный песчаник	Разными авто- рами относятся или к преды- дущему или к последующему порядку
<b>СУБСРЕДНИЙ ПОРЯДОК</b>	
Кровельные сланцы и пр.	Переходные породы
<b>НИЖНИЙ ПОРЯДОК</b>	
3. Слюдяной сланец 2. Гнейс 1. Гранит и пр.	Первозданные породы

Таблица 4

Стратиграфическое расчленение осадочных образований Средней Европы,  
по Омалиусу д'Аллуа (D'Omalius d'Halloy J.B., 1831)

Расчленение д'Омалиуса д'Аллуа			Современное деление	
Отложения современные			Квартер	
Третичные отложения	Дилювиальные			
	Нимфеенские	Тритониенские	Неоген–Палеоген	
Отложения с аммонитами	Отложения меловые	верхние средние нижние	Мел	верхний нижний
	Отложения юрские Отложения лейасские		Юра	верхний средний нижний
	Отложения кейперские	Пестрые мергели Раковинный известняк Песчаник Небра	Триас	верхний средний нижний
	Отложения пенеенские	Цехштейн Медистый сланец Мертвый лежень	Пермь	верхний нижний
Отложения гемелисиенские	Отложения угленосные		Карбон	верхний средний нижний
	Отложения антраксиферовые			
	Отложения аспидносланцевые Отложения тальковосланцевые		Девон– Докембрий	

### Задания к разделу 1.3:

1. Проведите качественное сравнение стратиграфических схем Гумбольдта, Конибира и Филлипса и Омалиуса д'Аллуа. Укажите конкретные черты сходства и отличия этих схем.
2. Покажите основные подразделения стратиграфических схем Гумбольдта, Конибира и Филлипса и Омалиуса д'Аллуа на **схеме** последовательности основных стратиграфических комплексов Уэльса и южной Англии (рис. 5).

## 2. РАЗРАБОТКА ОБЩЕЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ СХЕМЫ НИЖНЕГО ПАЛЕОЗОЯ

### 2.1. «КЕМБРИЙСКИЙ КОНФЛИКТ» СЕДЖВИКА И МУРЧИСОНА

Начало стратиграфическому расчленению додевонских образований палеозоя было положено двумя известными английскими геологами — Адамом Седжвиком (1785-1873) и Родериком Мурчисоном (1792-1871). Их научная деятельность, протекавшая поначалу в тесном содружестве, впоследствии стала причиной знаменитого «кембрийского конфликта».

В августе 1835 г. на ежегодном собрании Британской научной ассоциации Седжвик и Мурчисон выступили с общим докладом<sup>14</sup>, в котором обосновали выделение кембрийской и силурийской систем и дали схему их расчленения.

Однако получилось так, что, выделяя новые системы и считая себя единомышленниками, каждый из соавторов вкладывал в понятия «кембрий» и «силур» существенно различное содержание (объем). Это скрытое поначалу противоречие вскоре стало явным, и бывшие друзья сделали врагами.



Adam Sedgwick



Roderic Murchison

Изучение древних («переходных») толщ Великобритании Седжвик начал в 1822 г. в Камбрийских горах (*Cumbrian Mountains*) Озерного округа (рис 6). Этот небольшой (около 250 км<sup>2</sup>) горный массив сложен мощными толщами сланцевых пород ордовика и силура. Трансгрессивно на них налегают отложения каменноугольной системы.

В разрезе Камбрийских гор Седжвик выделил три толщи (снизу вверх, см. рис. 7):

1 – *скиддавские сланцы* — темные глинистые сланцы, переходящие в грубые граувакки и граувакковые сланцы; по современному делению

толща соответствует в основном *аренигу* (*O<sub>1ar</sub>*);

<sup>14</sup> Этот доклад «О Силурийской и Кембрийской системах, раскрывающих порядок, в котором древние осадочные слои следуют друг за другом в Англии и Уэльсе» был опубликован в 1836 г.

2 — вулканическая группа — мощная толща хлоритовых сланцев и порфиров, переслаивающихся и замещающих друг друга; по современному делению соответствует лландейло ( $O_2ln$ );

3 — толща граувакк и граувакковых сланцев с пластами известняка в основании; по современному делению базальные известняки отвечают карадоку и ашгилло ( $O_3k-ash$ ); а вышележащие граувакки — силуру ( $S_{1-2}$ ).

Органических остатков в этих толщах Седжвик не обнаружил (они были найдены намного позже) и считал их «немыми».

В своих публикациях, которые быстро стали широко известными среди английских геологов, Седжвик объединял сланцевые толщи Камбрийских гор под названием *Сланцевой* или *Камбрийской системы*.

В 1828 г. Седжвик приступил к изучению древних сланцевых толщ северо-западной антиклинальной зоны Уэльса (массив Сноудон, окрестности Тремадока, Аренига, Бала, входящие в состав Кэмбрийских гор — *Cambrian Mountains*). Три года позже геологические работы в Уэльсе начал Мурчисон, охвативший своими исследованиями Лонгмайндскую антиклиналь Шропшира и всю юго-восточную область Уэльского каледонского массива (рис. 8).

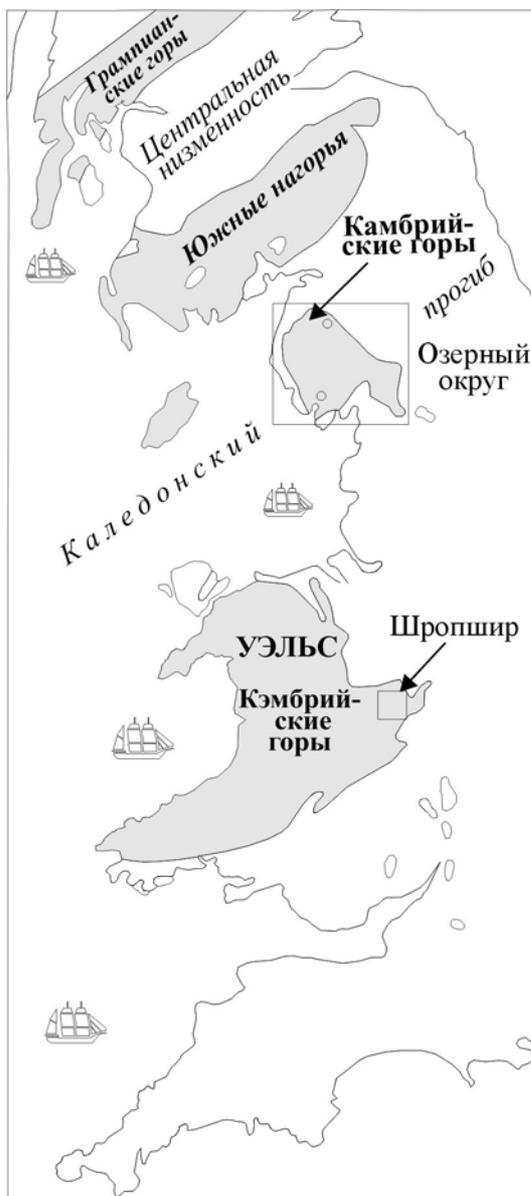


Рис. 6. Схема каледонид Великобритании: серый цвет - докембрий-силур; белый цвет - девон-квартер

В дополнение к геологической карте-схеме Уэльса, изображенной на рис. 8 надо добавить, что интенсивность тектонических деформаций и степень метаморфизма пород уменьшаются при движении с северо-запада на юго-восток. В этом же направлении меняется состав пород: от песчано-сланцевого до карбонатно-терригенного и известнякового. В сильно метаморфизованных породах северо-западного Уэльса палеонтологические остатки встречаются редко и имеют плохую сохранность; в слабо метаморфизованных, более мелководных терригенно-карбонатных осадках юго-восточной части массива органические остатки встречаются часто и в изобилии.

Седжвик, имея за плечами опыт изучения *Сланцевой системы* Камбрийских гор, пришел к выводу, что состав и последовательность сланцевых толщ северо-западного Уэльса и Озерного округа весьма сходны. Совокупность этих образований — *Камбрийских гор Озерного округа* и *Кэмбрийских гор Уэльса* — Седжвик и назвал в 1835 г. *кембрийской системой*<sup>15</sup>.

В разрезе кембрийской системы Северного Уэльса Седжвик первоначально (1836) выделял три группы слоев<sup>16</sup> (снизу вверх, см. рис. 9):

1 — «Нижний кембрий» (комплекс Мона) — хлоритовые и слюдяные сланцы, занимающие значительную часть о. Англси, без фауны (по современным представлениям — это протерозой);

2 — «Средний кембрий» — глинистые сланцы, чередующиеся с пластами порфиров и грубозернистых пород; включает редкие органические остатки;

3 — «Верхний кембрий» — глинистые сланцы, в основании с пластами известняка. Они слагают центральную часть холмов Бервин (см. рис. 8) и покрываются плитняками лландейло.

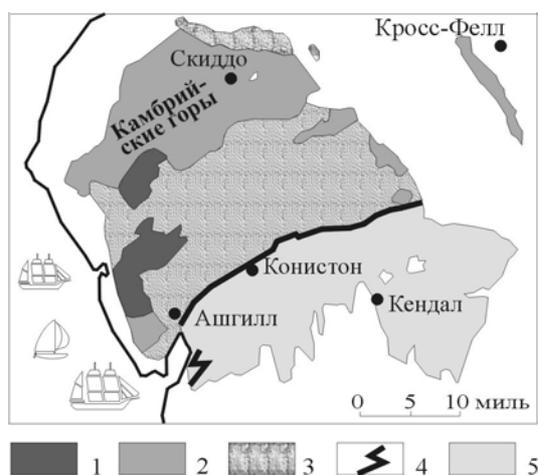


Рис. 7. Геологическая схема Озерного округа: 1 - граниты и гранофиры; 2 - сланцы аренига; 3 - вулканы лландейло; 4 - известняки карадок-ашгилл; 5 - силур; белый цвет - девон-квартер

<sup>15</sup> Седжвик не дает объяснения происхождению названия «кембрийская система». По сути дела это название в равной степени происходит от Кэмбрийских гор в Уэльсе, и от Камбрийских гор в Озерном округе.

<sup>16</sup> Эти три группы кембрийских пород Седжвик напрямую сопоставлял с тремя аналогичными группами слоев «кембрийской системы» Озерного округа.

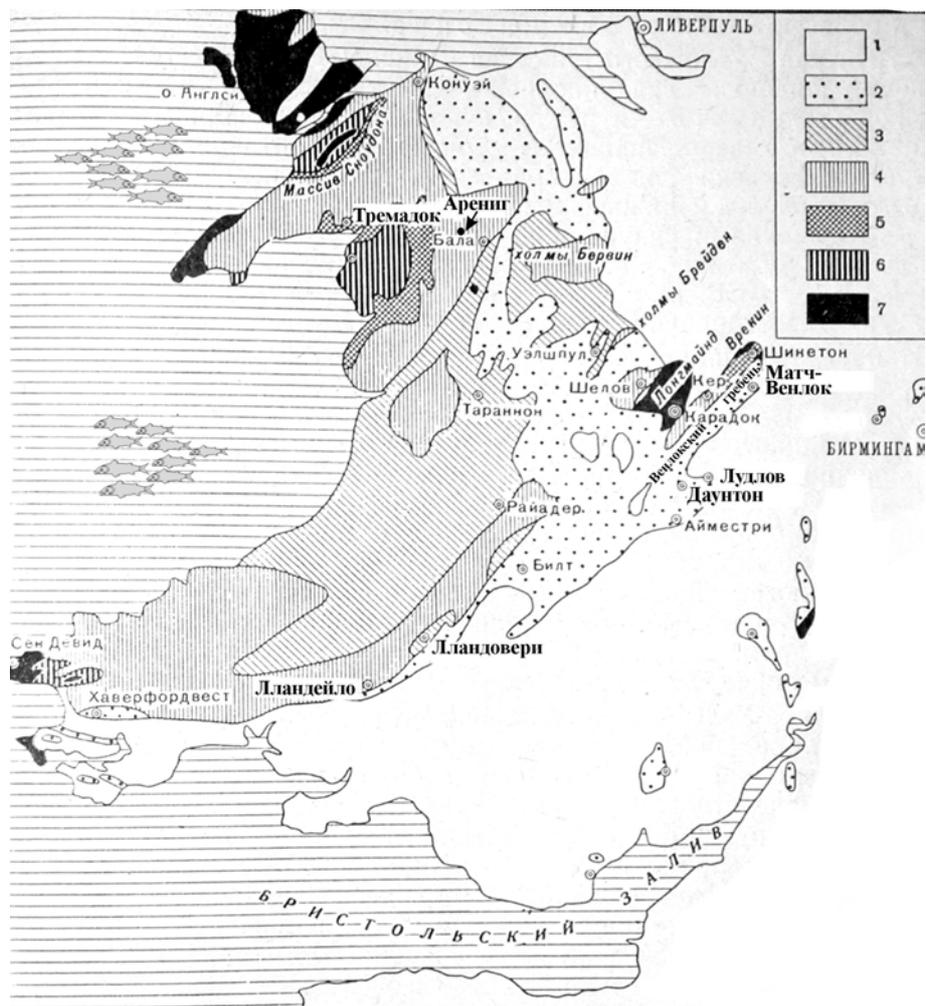


Рис. 8. Геологическая карта-схема каледонского массива Уэльса:  
 1 – девон-квартер; 2 – венлок, лудлов и даунтон (пржидольский); 3 – лландовери;  
 4 – ордовик (карадок, лландейло, арениг); 5 – тремадок и верхний кембрий;  
 6 – нижний и средний кембрий; 7 – докембрийские отложения

Верхняя граница кембрийской системы проводилась Седжвиком по подошве плитняков лландейло. Эти плитняки Седжвик и Мурчисон договорились в 1835 г. считать основанием силура. Фактически, однако, это не выдерживалось, так как за плитняки лландейло в северо-западном Уэльсе в то время обычно принимались (и Седжвиком и Мурчисоном) литологически сходные

более молодые отложения нынешнего лландоверии.

На рис. 9 показано изменение взглядов Седжвика, Мурчисона и др. геологов на расчленение разрезов нижнего палеозоя северо-западного Уэльса и юго-восточной области Уэльского каледонского массива (Уэльшбордерленд) и соотношение их схем с современной шкалой.

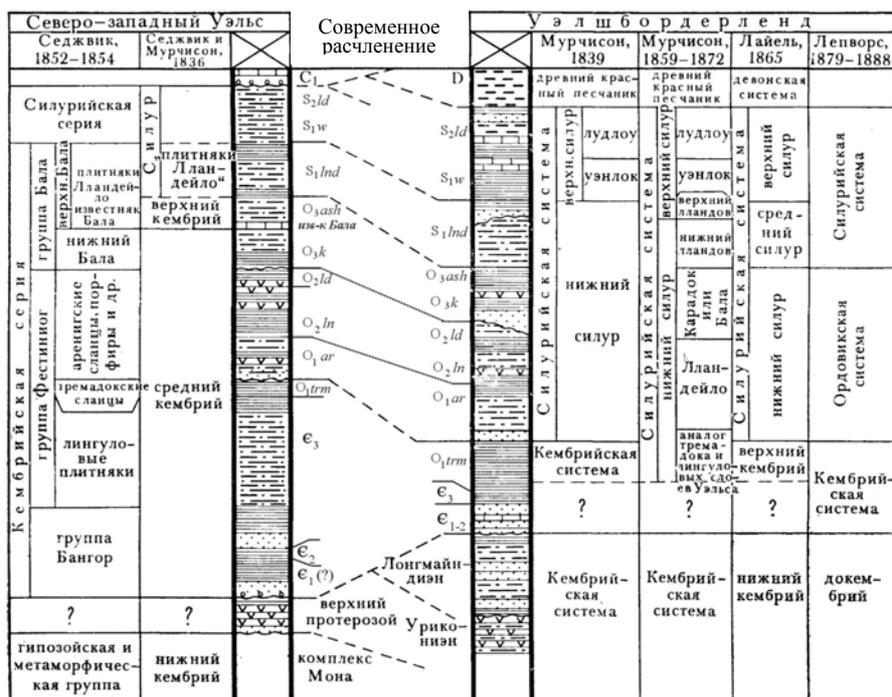


Рис. 9. Сводные разрезы нижнего палеозоя разных регионов Уэльса и сопоставление схем их стратиграфического расчленения. Системы, отделы и ярусы современной Общей стратиграфической шкалы показаны условными обозначениями в средней части рисунка.

Приступая в 1831 г. к изучению древних толщ Уэльса Мурчисон уже знал о том, что Седжвик выделяет нижнюю часть *переходных пород* Великобритании в качестве определенной геологической системы. Ему были известны и особенности этой системы, заключающиеся в ее преимущественно сланцевом составе и крайне скудной палеонтологической характеристике. Мурчисон решил изучить верхнюю часть «переходных пород», залегающую между кровлей «сланцевой или кембрийской системы» Седжвика и подошвой «древнего красного песчаника» (девона).

Мурчисону сразу же «повезло» — в толще *переходных* образований, подстилающих *древний красный песчаник*, он обнаружил большое количество ископаемых (трилобитов, брахиопод и др.), присутствие которых резко отличало эти отложения от *сланцевой системы* Седжвика. Это привело Мурчисона к выводу о том, что в пределах изученной им территории развита совсем другая, более молодая геологическая система, представляющая собой полную последовательность «ископаемоносных слоев», заключенных между *сланцевой или камбрийской системой* и *древним красным песчаником*.

Мурчисон вначале сосредоточил свои исследования в области Лонгмайндской антиклинальной зоны, а впоследствии расширил их на всю юго-восточную область Уэльского каледонского массива (рис. 8). Относительно простое тектоническое строение этого района и выраженность геологических тел в рельефе территории облегчали прослеживание и картирование развитых здесь толщ и установление последовательности их залегания. Последнюю задачу Мурчисон решал на основании изучения органических остатков и широко использовал палеонтологические данные при сопоставлении отдельных разрезов. В этом отношении он быстро выдвинулся как один из наиболее активных представителей новой геологической школы, оценивших практическую ценность палеонтологического метода и начавших успешно его применять в полевой геологической работе.

Первоначально (1832–1834 гг.) «переходные» образования изученного им района Мурчисон расчленил лишь на ряд *формаций*. Последовательность формаций включала (снизу вверх): *лландейло*, *карадок*, *венлок* и *лудлов*. Лишь впоследствии (1835) Мурчисон объединил эти четыре *формации* в единую *силурийскую систему*. Одновременно *лландейло* и *карадок* он стал рассматривать как *нижний силур*, а *венлок* и *лудлов* — как *верхний силур* (рис. 9). Полное и подробное описание силурийской системы (с геологической картой, многочисленными разрезами, описанием и изображением ископаемых) было дано Мурчисоном в 1839 г., в его знаменитой монографии «Силурийская система»

Основными опорными разрезами явились для Мурчисона обнажения на крыльях поднятия Лонгмайнд в Шропшире (рис. 10).

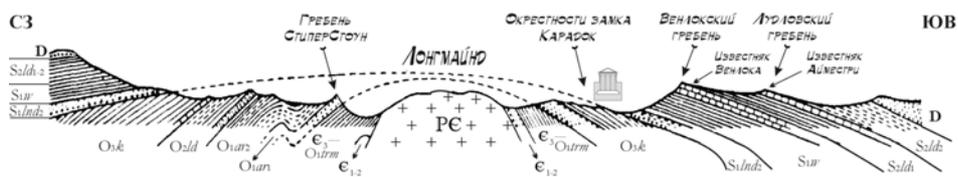


Рис. 4. Схематический разрез крыльев Лонгмайндской антиклинали, иллюстрирующий структурные и фациальные особенности нижнепалеозойских толщ Шропшира. Условными обозначениями показаны системы, отделы и ярусы современной Общей стратиграфической шкалы (по Жинью, 1952).

Рис. 10 показывает, что ядро Лонгмайндского поднятия сложено докембрийскими отложениями; вернувшись к рис. 9, видим, что докембрий представлен здесь двумя толщами: *уриконием* и *лонгмандиен*. В пределах *северо-западного крыла* к докембрийским образованиям примыкают непосредственно сланцевые породы ордовика (тремадока<sup>17</sup>). Выше следует маркирующий горизонт кварцитов аренига, образующих в рельефе *гребень Стиперстоун* (в свою очередь кварциты называют *стиперстоунскими*). Далее следуют более высокие слои ордовика, до карадока включительно. Эти отложения несогласно перекрываются слоями верхнего лландовери и выше — сланцами венлока и лудлова. В *юго-восточном крыле* разрез имеет существенно иной вид. Здесь на вулканитах *уриконием* несогласно залегают отложения кембрия. Они начинаются пачкой (5–30 м) базальных кварцитов, выше которых залегают песчаники, сланцы и подчиненные прослои известняков нижнего и среднего кембрия. Выше следует сланцевая толща тремадока, подстилающаяся сходными сланцами верхнего кембрия. Далее разрез наращивается мощной толщей песчаников и сланцев карадока, несогласно кроющих различные горизонты нижележащих пород. Карадок, в свою очередь, также несогласно, перекрываются маломощными слоями верхнего лландовери и выше — полной серией слоев венлока и лудлова, которые заключают здесь довольно мощные пачки известняков, образующих хорошо выраженные в рельефе моноклиналильные гребни (Венлокский, Лудловский и др.). Именно на разрезах юго-восточного крыла Мурчисон установил границы и объемы трех верхних формаций своей силурийской системы: карадока, венлока и лудлова.

Несомненно, что при выделении формаций Мурчисон обращал внимание на рельеф территории, который характеризуется четко выраженной системой продольных возвышенностей (гребней) и понижений (долин). Такой «ступенчатый» рельеф возник из-за чередования в разрезе плотных (известняки и песчаники) и мягких (глинистые сланцы) пород. Первое «геоморфологическое» впечатление о «геологической самостоятельности» отдельных гребней Мурчисон подкреплял литологическими, а затем и палеонтологическими данными. При этом большую роль играло то обстоятельство, что основную массу наиболее характерных ископаемых давали известняковые гребни — известняки венлока, айместри (средний лудлов) и др. Разделяющие гребни глинистые толщи играли роль «темных пространств», подчеркивающих «яркие» проявления древней жизни в известняковых пластах.

Нижнюю, самую древнюю, формацию силурийской системы — *формацию лландейло* — Мурчисон установил на северо-западном крыле Лонгмайндской антиклинали (см. рис. 10). К ней он отнес толщу известковистых песчаников, залегающих между карадоком и сланцами кембрия, и содержащих остатки крупных трилобитов («*Asaphus buchi*», «*Asaphus tyrannus*»), перекочевавших впоследствии на *Медаль Мурчисона* (рис. 11). Эту толщу, в основании которой залегают маркирующий горизонт *стиперстоунских кварцитов*, Мурчисон на-

<sup>17</sup> Долгое время английские геологи относили тремадок к кембрийской системе.

зывает *плитняками лландейло (Llandeilo Flags)*, по их широкому развитию у города Лландейло (рис. 8). В современном понимании к *формации лландейло Мурчисона* относятся отложения ярусов лландейло, лланвирна и аренига Общей стратиграфической шкалы (рис. 9, 10). В разрезах Лонгмайндского поднятия породы, подстилающие стиперстоунские кварциты, были окрашены Мурчисоном цветом кембрийской системы. К кембрию Мурчисон отнес также почти всю докембрийскую толщу пород (рис. 9).



Рис. 11. Медаль Мурчисона Лондонского геологического общества

Для территории центрального и северного Уэльса Мурчисон принимал, в целом, представления Седжвика о кембрийском возрасте всех развитых там «сланцевых пород», подстилающих, *плитняки лландейло*<sup>18</sup>. Но, уже в 1839 г. Мурчисон указал на сходство некоторых ископаемых *верхнего кембрия Седжвика* с ископаемыми *его (Мурчисона) нижнего силура*. При этом он делал вывод, что слои, заключающие эти ископаемые, должны быть отнесены уже к его силурийской системе.

Каждой *формации* силурийской системы Мурчисон дал ту или иную палеонтологическую характеристику. Эти, палеонтологически охарактеризованные толщи слоев, он естественно противопоставлял «немым» слоистым породам ядра Лонгмайндского поднятия. Эти, по современной классификации — докембрийские, породы Мурчисон до самой своей смерти считал типичными образованиями кембрийской системы. Все, что располагалось стратиграфически выше и заключало органические остатки, Мурчисон постоянно и неизменно причислял к силурийской системе.

Из многих причин, лежащих в основе «взаимного непонимания» Седжвика и Мурчисона при сопоставлении разрезов *кембрийской системы* Озерного Округа и Северного Уэльса с разрезами *силурийской системы* Шропшира, рассмотрим только две основные.

Во-первых, сопоставления Седжвика преимущественно базировались на общем литологическом сходстве пород. Палеонтологические данные существ-

<sup>18</sup> В действительности из-за слабой геологической изученности Центрального Уэльса, в то время к кембрийской системе там относили не только слои, лежащие ниже *плитняков лландейло*, но и более высокие горизонты разреза, вплоть до отложений лландовери, пользующихся весьма широким распространением в Центральном Уэльсе.

венной роли в этих сопоставлениях не играли. Но это объясняется не столько скептическим отношением Седжвика к палеонтологическому методу, сколько бедностью изученных им сланцевых толщ органическими остатками.

Во-вторых, ошибка в корреляции разрезов была вызвана местными особенностями сопоставляемых отложений. В частности, для примера разберем вопрос, почему и Седжвик и Мурчисон в Северном Уэльсе принимали отложения нынешнего лландовери за *плитняки лландейло*. Характерной чертой шропширского разреза является отсутствие в нем отложений нижнего и среднего лландовери и несогласное залегание верхнего лландовери (рис. 10). К юго-западу от Лонгмайнда (рис. 8) отложения лландовери вообще большей частью отсутствуют. Там же где они развиты, например в районе самого г. Лландовери, они очень литологически сходны с нижележащими слоями карадока. Из-за этого сходства слои лландовери первоначально вообще не отделялись Мурчисоном от карадока.

Наоборот, чрезвычайно широким развитием отложения лландовери пользуются в Центральной части Уэльса, разделяющей районы исследований Седжвика и Мурчисона. Здесь они достигают 3000–3500 м мощности. Но первоначально ни Мурчисоном, ни Седжвиком эти отложения изучены не были. Вполне понятно поэтому, что в северо-западных районах их развития, они принимались Седжвиком за литологически сходные отложения лландейло. Принимая же лландоверские отложения за лландейло, Седжвик относил нижележащие образования уже к своей кембрийской системе.

Развитие взглядов Седжвика и Мурчисона на стратиграфическую классификацию додевонских отложений Англии и Уэльса в схематичном виде<sup>19</sup> дано на рис. 9.

На этом рисунке показано, что в 1852–1854 гг. Седжвик значительно уточнил схему расчленения древних толщ северного Уэльса. Более дробной стала и схема силурийской системы в работах Мурчисона 1859–1872 гг.

Изучение палеонтологических остатков подтвердило старое (1839 г.) предположение Мурчисона об эквивалентности части слоев верхнего кембрия слоям нижнего силура. Эта стратиграфическая одновременность стала вскоре очевидна как основоположнику силурийской, так и основоположнику кембрийской системы.

Поскольку граница кембрийской и силурийской систем была установлена Седжвиком и Мурчисоном в принципе единообразно — *в основании плитняков лландейло*, можно было бы думать, что выяснение действительных стратиграфических взаимоотношений разрезов Шропшира и северного Уэльса снимет расхождения этих геологов в трактовке данной границы.

Но случилось обратное. Геологические и палеонтологические факты лишь вскрыли имеющиеся ошибки, но не привели к их исправлению. Параллельно с прояснением картины действительных стратиграфических взаимоотношений

---

<sup>19</sup> Подробно эта история рассмотрена Г.П.Леоновым в книге «Основы стратиграфии», т. 1, 1973.

расхождения Мурчисона и Седжвика в трактовке границы кембрия и силура все более увеличивались (см. рис. 9). Причиной этого явилось то, что в эти годы они отошли от своей первоначальной договоренности (о *плитняках лландейло*) и стали рассматривать положение границы исходя из своих общих историко-геологических воззрений. А эти воззрения у них сильно различались.

Седжвик, определяя объем и границы кембрийской системы, прежде всего рассматривал ее как комплекс сланцевых пород («сланцевую систему»), отвечающих *единому крупному этапу геологического развития*. Границы кембрийской системы он проводил там, где видел резкие изменения в литологии пород и в характере их структурных взаимоотношений. В соответствии с этим принципом Седжвик в 1852–1854 гг. отделил от кембрийской системы включавшийся в нее раньше метаморфический комплекс Мона, представляющий древний докаледонский структурный этаж. Этим Седжвик установил нижнюю границу кембрия примерно на том уровне, где она проводится и в настоящее время. Аналогичным образом Седжвик определил и верхнюю границу кембрийской системы. Он провел ее *по подошве верхнего лландовери*, залегающего на большей части Уэльса резко несогласно (см., например рис. 4). Седжвик указывал, что на границе кембрия и силура (т.е. в основании *верхнего лландовери*) имеет место крупное изменение физических условий: «...наиболее характерные и многочисленные представители древних типов ископаемых исчезают и их место занимают новые типы. В разрезах наблюдается обычно перерыв; и силурийские группы перекрывают иногда кембрийские породы несогласно. Здесь, следовательно, — делал вывод Седжвик, — согласно общепринятым представлениям мы имеем дело с началом новой системы».

Понимание Мурчисоном силурийской системы с самого начала было двойственным. С одной стороны, она считал ее как чисто эмпирическое подразделение, объединяющее выделенные им ранее формации *лландейло*, *карадок*, *венлок* и *лудлов*. С другой стороны, под силуром он понимал «полную последовательность ископаемых слоев, заключенных между *древним красным песчаником* и *древнейшими сланцевыми породами*». Именно эта сторона «силурийской системы» и определила отношение Мурчисона к проблеме ее объема и границ.

Первоначально самыми нижними *слоями с ископаемыми* были для Мурчисона *плитняки лландейло* и соответственно в их подошве он и проводил нижнюю границу силурийской системы. Но впоследствии ископаемые стали обнаруживаться в более низких слоях, и все эти новые (и все более древние) *ископаемые слои* Мурчисон стал последовательно и неуклонно относить к силурийской системе, отодвигая ее нижнюю границу все ниже и ниже по разрезу. При жизни Мурчисона наиболее древними слоями Уэльса, в которых были найдены ископаемые, были отложения среднего кембрия. И все отложения, начиная от среднего кембрия и до подошвы *древнего красного песчаника*, Мурчисон относил на этом основании к своей силурийской системе. Лишь отложения нижнего кембрия Северного и Центрального Уэльса, в которых

тогда еще не были обнаружены остатки ископаемых, и докембрийские породы ядра Лонгмайндского поднятия были оставлены Мурчисоном в кембрийской системе.

К силурийской системе Мурчисон стал относить, таким образом, отложения, отвечающие по современной классификации среднему и верхнему кембрию, ордовику и силуру. Эта огромная толща слоев делилась Мурчисоном на две части: нижний и верхний силур. К нижнему силуру им был отнесен средний и верхний кембрий, ордовик и нижний лландовери. К верхнему силуру соответственно — верхний лландовери, венлок и лудлов. Не случайно Мурчисон проводил рубеж между своим нижним и верхним силуром в подошве верхнего лландовери. Как и Седжвик, он обратил внимание на резко трансгрессивный характер залегания верхнего лландовери в пределах Уэльса.

## 2.2. «ПРИМИРИТЕЛЬНАЯ» КЛАССИФИКАЦИЯ ЛАЙЕЛЯ

В результате непримиримости взглядов Седжвика и Мурчисона положение со схемой классификации додевонских отложений Великобритании оказалось крайне запутанным и неопределенным. Хотя доминировала в данном вопросе несомненно точка зрения Мурчисона. Изложенные с исчерпывающей полнотой и ясностью в «Силурийской системе» и развитые в нескольких изданиях «Силурии» взгляды Мурчисона получили широкую известность и признание как в самой Великобритании, так и за ее пределами. Широкому признанию силурийской системы особенно способствовало то обстоятельство, что с самого начала Мурчисон дал ей достаточно полную палеонтологическую характеристику, которая позволяла сопоставлять с ней раннепалеозойские отложения других стран. На родине Мурчисона признанию силурийской системы способствовало также и высокое служебное положение ее творца, возглавлявшего с 1855 г. геологическую службу Великобритании.

Но и точка зрения Седжвика, опирающаяся на «приоритет» кембрийской системы и поддерживаемая учениками и коллегами Седжвика по Кембриджскому университету, имела достаточное число сторонников, активность которых особенно возросла после смерти Мурчисона.

В то же время для многих исследователей была очевидна односторонность как одной, так и другой точки зрения. Спор, в конце концов, стал сводиться к тому, как называть основную часть додевонских ископаемых слоев: кембрийской или силурийской системой, так как в обоих случаях, в одну систему объединялись практически все (Мурчисоном) или почти все (Седжвиком) известные в то время додевонские отложения, в которых были встречены органические остатки.

В связи с этим стали делаться попытки иной, чем у Седжвика и Мурчисона, группировки различных подразделений рассматриваемой серии слоев и выработки тем самым более рациональной системы их классификации.

Подобная попытка, получившая впоследствии широкое признание, была осуществлена Чарльзом Лайелем. В его интерпретации схема группировки

выделенных Седжвиком и Мурчисоном подразделений (формаций) получила вид, представленный в табл. 5.

Схема Лайеля являлась компромиссом между схемами Седжвика и Мурчисона как в части отделения кембрия от силура, так и в части их более дробного разделения.

Во многом точку зрения Лайеля на положение границы кембрия и силура определил характер органических остатков. Палеонтологические виды «нижнего лландейло» в большей своей части принадлежат, по Лайелю, к тем же родам, что и виды вышележащих силурийских слоев, отличаясь в то же время по своей родовой принадлежности от форм, характерных для более древних отложений кембрия.

Компромисс Лайеля прослеживается и в выделении им среднего силура в объеме формации лландовери. Как мы знаем, самостоятельность слоев *лландовери* первоначально не была установлена. В различных разрезах Уэльса они относились то к нижнему силуру, то к кембрию. К 1850-м гг. стало ясно, что лландовери является самостоятельным стратиграфическим подразделением, залегающим между карадоком и венлоком. Одновременно было выяснено также, что верхняя часть лландовери залегают по отношению к нижней резко несогласно. В связи с этим лландовери традиционно разделяли на «верхний» и «нижний». Границе между *нижним* и *верхним лландовери* и Мурчисон и Седжвик придавали в своих схемах очень большое значение.

Таблица 5  
Стратиграфическая схема додевонских отложений Уэльса Ч.Лайеля (1865)

СИЛУР	ВЕРХНИЙ	Формации <i>верхний</i> и <i>нижний лудлов</i>
		Известняк и сланец Венлок
	СРЕДНИЙ	<b>ВЕРХНИЙ ЛЛАНДОВЕРИ</b>
		Сланцы <i>нижнего лландовери</i>
	НИЖНИЙ	Слои Карадок и Бала
		Плитняки Лландейло
Формация <i>нижний лландейло</i> или <i>аре ниг</i>		
КЕМБРИЙ	ВЕРХНИЙ	Сланцы Тремадока
		Лингуловые плитняки
	НИЖНИЙ	Песчаники Харлех Группа Лонгмайндиен

Лайель, исходя, по-видимому, из того, что в области типичного развития верхний силур первоначально начинался Мурчисоном с венлока, а нижний

силур заканчивался карадоком, и выделил «промежуточные» слои лландовери в качестве среднего силура.

Впоследствии (в 1872 г.) Лайель отказался от выделения среднего силура.

Продолжая называть лландовери «переходными слоями между верхним и нижним силуром», он стал относить их уже к верхнему силуру. Лайель указывал при этом, что слои лландовери включают слишком мало специфических видов ископаемых и что в данном отношении они могут быть поставлены в один ряд с такими подразделениями, как, например, лудлов, но не могут быть противопоставлены нижнему и верхнему силуру в целом. Отнесение же лландовери именно к верхнему силуру обосновывалось Лайелем тем, что комплекс ископаемых нижнего и верхнего лландовери в целом имеет значительно больше видов, общих с верхним силуром, чем с нижним.

Точка зрения Лайеля, согласно которой граница нижнего и верхнего силура должна проводиться в основании слоев лландовери, была принята многими исследователями и оказалась зафиксированной в Общей стратиграфической шкале (сейчас она отвечает границе между ордовиком и силуром).

### **Вопросы к разделу 2:**

1. В чем суть «кембрийского конфликта» Седжвика и Мурчисона?
2. Какие стратиграфические интервалы выпадают из разреза палеозоя Озерного округа и с какими геологическими причинами Вы можете это связать?
3. Как Седжвик сопоставлял схемы Озерного округа и северо-западного Уэльса и как они соотносятся с современной стратиграфической шкалой?
4. Опишите структурные и фациальные особенности нижнепалеозойских толщ Шропшира.
5. Какие ярусы ордовика и силура современной общей шкалы впервые были выделены Седжвиком, а какие Мурчисоном?
6. С чем связано то, что подошва *верхнего лландовери* была выбрана и Седжвиком и Мурчисоном в 1850-х гг. в качестве основного рубежа в толще нижнепалеозойских пород Уэльса?
7. В чем заключается компромиссный характер схемы Лайеля?

### 3. ПАЛЕОЗОЙ БОГЕМСКОГО МАССИВА: ТОРЖЕСТВО ПАЛЕОНТОЛОГИИ

#### 3.1. Исторический экскурс и геологическая ситуация

Как бы мы не удивлялись, но *ордовикская система* появилась в Общей стратиграфической шкале, во многом благодаря французской революции 1830 года. Изгнанный революцией король Карл X Бурбон, пожив в Англии и Шотландии, осенью 1832 г. переехал в Прагу, где австрийский император отвел ему часть своего дворца в Градчанах. В составе свиты экс-короля попал в Чехию и 35-летний Йоахим Барранд (1797–1883) — воспитатель малолетнего внука Карла X.



*Joachim Barrande*

В 1833 г. Барранд завершил свою педагогическую карьеру и перешел в железнодорожную компанию на должность горного инженера. Построить новую железнодорожную ветку ему так и не удалось, но трилобиты, собранные в окрестностях Праги, навсегда приковали к себе его внимание. Увлечшись геологией, Барранд посвятил ей всю жизнь. Итогом его 50-летней научной деятельности стала 22-томная монография «Силурийская система Центральной Богемии», включающая описание 3 557 видов ископаемых (трилобитов, моллюсков, брахиопод, иглокожих и др.) и 1160 иллюстраций<sup>20</sup>. Неразрывная связь палеозоя Чехии (рис. 12, 13) с именем Барранда запечатлена в названиях «*палеозой Барранда*», «*Баррандовы фауны*», «*Баррандиен*» и др.

Нижнепалеозойские отложения Чехии выполняют относительно небольшой (длина — 100 км при ширине — 35 км) Пражский синклиорий (рис. 12 и 13 — Баррандия), вытянутый с юго-запада на северо-восток и обрамленный более древними образованиями Богемского (Чешского массива). Серия палеонтологически охарактеризованных морских отложений Пражского синклиория (Баррандии) начинается средним кембрием и заканчивается средним девонем (рис. 14). Выше резко несогласно залегают континентальные отложения верхнего карбона или более молодые образования. Отложения среднего кембрия подстилаются мощной (до 1000 м) толщей «немых» нижнекембрийских конгломератов, которые трансгрессивно залегают на размытой поверхности протерозойских пород.

<sup>20</sup> Эта работа является самым крупным научным исследованием когда-либо написанным одним человеком.

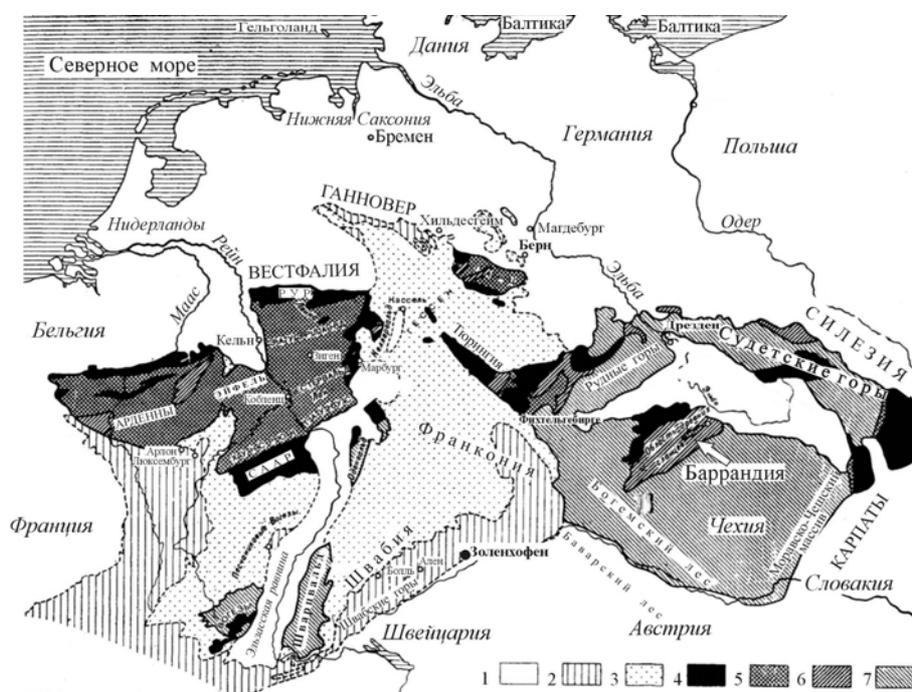


Рис. 12. Схематическая геологическая карта Центральной Европы

*Среднекембрийские* глинистые сланцы (200—300 м) содержат многочисленные остатки ископаемых, главным образом многочисленных трилобитов — *Paradoxides*, *Agnostus* и др. Перекрывается средним кембрием обычно породами тремадока. Иногда между среднекембрийскими и тремадокскими отложениями залегают толщи вулканических пород, прослаивающиеся «немыми» песчаниками и конгломератами. Таким образом, в области Пражского синклинория слои среднего кембрия и слои ордовика (тремадока) разделяются длительной (отвечающей всему верхнему кембрию) эпохой, от которой не сохранилось никаких следов жизни.

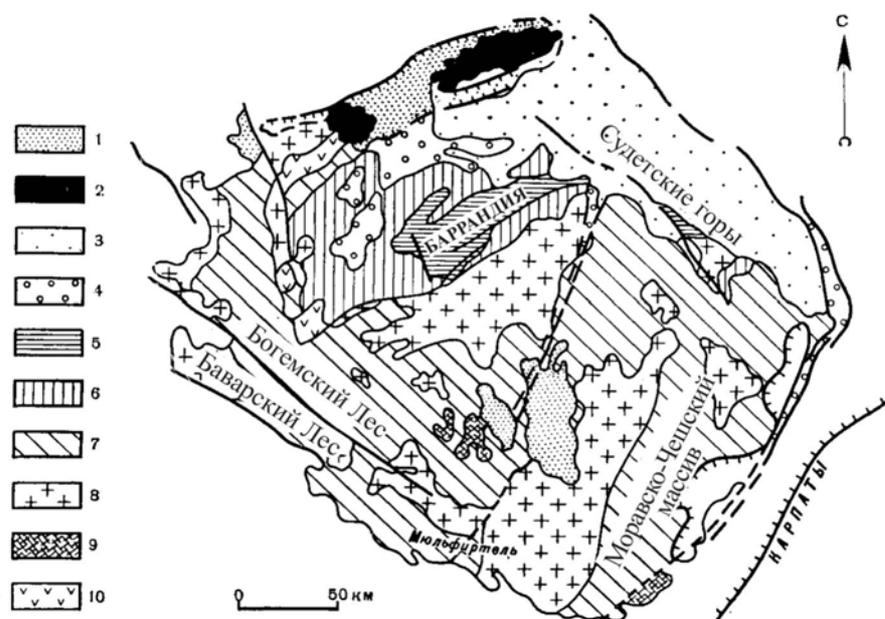


Рис. 13. Геологическая карта-схема Богемского массива. (Леонов, 1973):  
 1 – третичные отложения; 2 – третичные и меловые базальты; 3 – мел; 4 – пермокарбон; 5 – палеозой; 6 – верхний протерозой; 7 – гнейсы; 8 – граниты; 9 – гранулиты; 10 – габбро

Слоями тремадока начинается мощная (до 1500 м), трансгрессивно залегающая толща песчаников, граувакковых сланцев и кварцитов, включающих прослойки основных вулканических пород. Нижние слои этой толщи (тремадок) содержат остатки граптолитов *Dictyoneta* и раковины беззамковых брахиопод *Lingula*. Далее следуют песчаники с трилобитами (*Asaphus* и др.), брахиоподами, наутилоидеями, иглокожими, чередующиеся с граптолитовыми сланцами: это арениг, лланвирн, лландейло, карадок и ашгиль. Таким образом, данная толща отвечает всему ордовику.

Выше с небольшим перерывом залегает резко отличная как в литологическом, так и в палеонтологическом отношении серия пород силура и девона. Она начинается толщей (150–200 м) граптолитовых сланцев (лландовери), местами прослоенных основными вулканическими породами. Сланцы перекрываются рифогенными известняками чрезвычайно богатыми разнообразными ископаемыми.

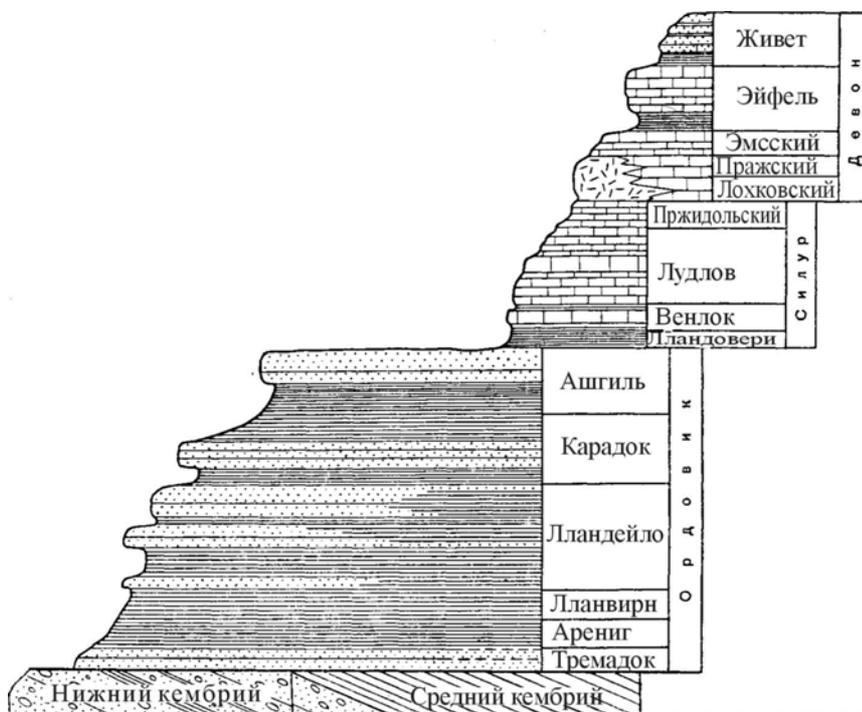


Рис. 14. Сводный разрез Пражского синклиория. По Гор-

Количество и мощность этих известняковых прослоев и линз вверх по разрезу возрастает: известняки слагают в основном всю верхнюю часть разреза. Нижние толщи известняков относятся в настоящее время к силуру; верхние — к нижнему и среднему девону.

### 3.2. Три силурийские фауны Барранда

В первом томе своей «Силурийской системы Центральной Богемии» Барранд привел полное описание состава, последовательности и общего палеонтологического характера изученных им слоев. Описание он сопроводил картой и идеальным профилем (рис. 15).

Разрез Пражского синклиория Барранд расчленил на восемь этажей (ярусов), которые обозначал заглавными латинскими буквами — от *A* до *H*. Это расчленение Барранд обосновал тремя основными признаками: 1 — стратиграфическим взаимоотношением слоев; 2 — их палеонтологической характеристикой; 3 — литологическим составом формаций.

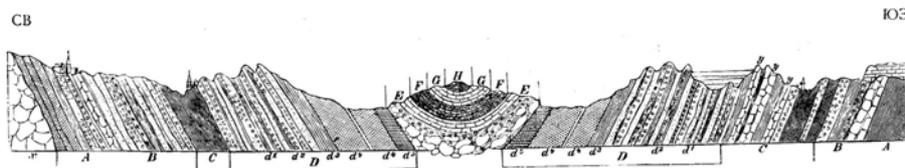


Рис. 15. Идеальный профиль Пражского синклинория Богемского бассейна (По Барранду, 1852; из Иностранцева, 1912): объяснение в тексте.

Все восемь этажей (*A–H*) Барранд считал единой серией слоев эквивалентной *силурийской системе* Р.Мурчисона. Свою силурийскую систему Барранд разделил на две части. К нижнему силуру он отнес этажи *A, B, C* и *D*; к верхнему — *E, F, G* и *H*.

Этажи *A* и *B* Барранд назвал *азойскими*, так как они не содержат органических остатков. Этаж *A* по современной классификации отвечает протерозою, а этаж *B* — в основной своей части нижнему кембрию (см. геол. ситуацию и рис. 3).

Вышележащий «этаж протозойских сланцев *C*» соответствует ныне среднему кембрию. В этот этаж Барранд включал также верхнекембрийские порфиры и порфиры северо-западного крыла синклинория.

Следующий этаж — «этаж кварцитов *D*», названный так по резко выступающим в рельефе (рис. 15) пачкам кварцитов, охватывает (в современном понимании) отложения от тремадока до ашгиля, соответствуя, таким образом, ордовику.

Этажом *D* заканчивается, по Барранду, нижняя часть силурийской системы Пражского синклинория. Барранд подчеркивает резкость границы между нижней и верхней частями силура и резкое различие в их литологическом характере.

Три нижних этажа верхнего силура—*E, F* и *G* Барранд называет, последовательно, этажом нижнего (*E*), среднего (*F*) и верхнего (*G*) известняка и, наконец, верхний этаж (*H*) — этажом верхних сланцев.

Внутри этажей Барранд выделял более дробные единицы— слои («*bandes*»), которые обозначал теми же, что и этажи, но только маленькими буквами латинского алфавита с добавлением цифрового индекса (например *Dd<sub>1</sub>, Dd<sub>2</sub>*) и т. д. (см. рис. 15).

Фаунистические комплексы шести палеонтологически охарактеризованных этажей (*C, D, E, F, G, H*) Барранд сгруппировал в три последовательно сменяющиеся друг друга «фауны»: первую, или примордиальную, свойственную этажу *C*; вторую, отвечающую этажу *D*; и третью, подчиненную этажам *E–H*. Все эти

три фауны Барранд считал принадлежащими одному периоду жизни Земли, характерной особенностью которого было широкое развитие трилобитов, составляющих наиболее заметный элемент фауны почти всех этажей и зон «Баррандова палеозоя».

*Первую и вторую «фауны»* Барранд рассматривал как нижнесилурийские, а третью — как верхнесилурийскую. Аналоги *второй и третьей силурийских фаун* Пражского синклинория Барранд находил в отложениях силура (схемы Мурчисона) Великобритании. Что касается первой фауны, то ко времени выхода в свет первого тома «Силурийской системы» Барранда (1852) аналога ее в пределах Великобритании практически еще не было известно. Барранд мог опираться здесь лишь на единичные находки верхнекембрийских ископаемых, сделанные в некоторых районах массива Уэльса.

Последовательное обновление силурийской фауны при переходе от *первой* фауны ко *второй* и от *второй* к *третьей* Барранд связывал с развитием вулканической деятельности, уничтожившей большую часть живых существ предшествующей эпохи и освобождавшей место для появления новых форм животных и растений. Смена *первой* фауны второй связывалась при этом Баррандом с излияниями верхнекембрийских «порфиоров», а смена *второй* фауны *третьей* — с излияниями «траппов» в эпоху накопления нижних бедных ископаемыми слоев этажа E (граптолитовых сланцев лландовери — венлока).

Благодаря полноте и тщательности как палеонтологических, так и стратиграфических работ Барранда и объективности его аргументации, «силурийская фауна» Пражского синклинория стала приниматься за тип силурийской фауны, вообще, а «силурийская система Центральной Богемии» стала рассматриваться многими геологами в качестве типичных образований силурийского периода жизни Земли. Сходством с «силурийской» фауной «Баррандова палеозоя» стал доказываться силурийский возраст ископаемых, обнаруженных в отложениях других стран, и соответственно обосновываться принадлежность этих отложений к силурийской системе Мурчисона.

Когда, вскоре после выхода первого тома «Силурийской системы» Барранда, в Уэльсе все чаще и чаще стали обнаруживаться ископаемые верхнего и среднего, а впоследствии и нижнего кембрия, то все они на основании сходства с *первой (примордиальной)* фауной «Баррандова палеозоя» стали рассматриваться как силурийские. Как силурийские стали рассматриваться на том же основании и другие известные в то время кембрийские (вплоть до нижнекембрийских), по современной классификации, фауны Европы и Северной Америки.

Взгляды Барранда на толщу палеозоя Чехии как на одну естественную систему слоев, а на заключенные в этих слоях комплексы ископаемых — как на фауну одного периода существования органического мира, оформившиеся под влиянием идей Мурчисона, стали, в свою очередь, использоваться самим Мурчисоном для укрепления своих идей. Действительно, после появления первых работ Барранда Мурчисон, защищая свои взгляды, постоянно обращается к его

авторитету и его пониманием объема «Силурийской фауны» и «Силурийской системы» аргументирует свои собственные представления о нижней границе этой системы, замыкая тем самым логический круг своих доказательств.

### 3.3. Классификация Лэпворса: выделение ордовикской системы

Поддерживаемая Мурчисоном и Баррандом — концепция «широкой» силурийской системы, охватывающей все додевонские<sup>21</sup> слои с ископаемыми, получила весьма широкое распространение и почти всеобщее признание. При этом становилось все более неясным место кембрийской системы в общей стратиграфической схеме. Возникал естественный вопрос: что же это за кембрийская система? Не дублирует ли она, с одной стороны, нижнюю часть силура, а с другой — верхнюю часть «немых» толщ, выделявшихся в разных странах как первичные, первозданные, азойские и т.п. образования?

Особенно остро этот вопрос встал после выделения канадским геологом Логаном *гуронской формации*, к которой этот исследователь отнес верхнюю часть современного докембрия Канадского щита, представленную относительно слабо метаморфизованными толщами кварцитов, филлитов, глинистых

Таблица 6

Схема древнейших образований Погана-Купелена 1869 г

			Северная Америка	Британия	Чехия
Палеозойские формации	Силурийская система	Нижняя часть	Потсдамский песчаник Вермонтский сланец = верхнему Такону  Несогласие	Лингуловые плитняки и тремадокские сланцы  Несогласие	Этаж С Барранда  Несогласие
	Эзойские формации	Гуронская система	Гуронские образования различных районов Канады и США Несогласие	Кембрийская система. (Лонгмайндская группа и др.). Несогласие	Различные толщи этажей А и В Барранда
	Лаврентьевская система		Кристаллические сланцы и гнейсы лаврентьевской формации	Гнейсы основания Шотландии и Гебрид	Гнейсы

<sup>21</sup> Барранд, как было показано выше, относил к силурийской системе также и слои нижнего и среднего девона, считая их за эквиваленты верхнесилурийских (лудловских) отложений Великобритании

сланцев и других пород, залегающих на размытых, денудированных гнейсах более древней — лаврентьевской формации.

Представления Логана о древнейших отложениях приведены в табл. 6. Кембрийская система не нашла, как мы видим, в этой схеме себе места и на время исчезла из геологической науки.

Положение изменилось только в январе 1879 г., когда в английском «Геологическом журнале» появилась статья английского геолога Чарльза Лэпворса (Lapworth Ch.), в которой был дан совершенно новый вариант решения рассматриваемой проблемы.

Лэпворс предложил следующую схему расчленения охарактеризованных фауной додевонских отложений (сверху вниз):

— **силурийская система**: слои, заключенные между основанием *древнего красного песчаника* и основанием *нижнего лландовери*;

— **ордовикская система**: слои, заключенные между основанием *нижнего лландовери* и основанием *нижнего аренига*;

— **кембрийская система**: слои, заключенные между основанием формации *нижнего аренига* и основанием *древнейших ископаемых слоев*.

Предложение Лэпворса о выделении трех самостоятельных систем — кембрийской, ордовикской<sup>22</sup> и силурийской явилось попыткой разрубить Гордиев узел и найти приемлемое как для сторонников Седжвика, так и для сторонников Мурчисона решение «кембрийского конфликта» путем выделения основной «спорной» части разреза в виде самостоятельной системы.

Данное решение обеспечивающее, по его мнению, равноценность основных геологических систем додевонских образований как по отношению друг к другу, так и по отношению к более поздним системам палеозоя, Лэпворс обосновывает уже известными, ранее установленными фактами.

Основное, на что опирается Лэпворс, это существование *трех силурийских фаун Барранда*. «Среди всей путаницы, связанной с данной проблемой, — пишет Лэпворс, — один большой факт остается ясным и очевидным даже для исследователя, весьма поверхностно знакомого с палеозойской геологией, а именно: слои, заключенные между горизонтом, отмеченным появлением *Paradoxides* и условной линией, которая проводится в настоящее время в кровле лудлова, содержат три различные фауны, не менее характерные, чем любые другие, свойственные типичным общепринятым системам более молодого возраста».

---

<sup>22</sup> Название «ордовикской системе» Лэпворс, следуя примеру Мурчисона, взял по имени одного из кельтских племен — ордовициев, населявших некогда Северный Уэльс.

В представлении Лэпворса, таким образом, кембрийская система, в палеонтологическом отношении, это — отложения, заключающие *первую (примордиальную) силурийскую фауну Барранда*; ордовикская система — отложения, заключающие *вторую фауну*, и, наконец, *силурийская система* — отложения, заключающие *третью фауну*. При этом он исходил, очевидно, из того, что кембрийская система Уэльса соответствует этажу *C* Барранда; ордовикская система — этажу *D*; силурийская система — этажам *E — H*.

Как показали последующие исследования в действительности стратиграфические взаимоотношения разрезов каледонского массива Уэльса и Пражского синклинория являются несколько иными, но это ни в коей мере не умаляет заслуг Лэпворса.

Анализируя взгляды Седжвика, Мурчисона и их последователей, Лэпворс особенно подчеркивает то, что все эти геологи в своих представлениях исходили из местных особенностей геологического развития территории. Границы между системами и их крупными подразделениями проводились при этом на тех уровнях, на которых в стратиграфическом разрезе данной области наблюдаются наиболее резкие изменения или в характере отложений, или в составе органических остатков, или в условиях залегания слоев, связанные с более или менее длительным перерывом в осадконакоплении.

*Подобный подход к установлению стратиграфических границ Лэпворс считает неправильным. Доктрина об универсальных переворотах и одновременном уничтожении всей жизни на Земле в конце каждой крупной эпохи давно сдана, пишет Лэпворс, в архив изживших себя гипотез и в высшей степени прискорбно, что пережиток подобных представлений — догма о необходимости стратиграфического и палеонтологического перерыва между нашими современными системами — имеет еще приверженцев среди людей науки.*

Говоря о проблеме «палеонтологического перерыва», Лэпворс пишет, что во всех случаях фауны, которые характеризуют наши «системы», обязаны своими резкими различиями *отсутствию промежуточных, связующих* ископаемых слоев. Фауны последовательных систем, замечает Лэпворс, различаются лишь в меру того развития, которое они прошли *в течение интервалов времени, не представленных в данной местности отложениями, заключающими ископаемых.*

Рассуждения Лэпворса сводятся, следовательно, к тому, что любые, в том числе и палеонтологические, «резкие» границы между системами (или вообще стратиграфическими подразделениями) являются *резкими* лишь в пределах более или менее ограниченных территорий. Если же те же границы рассматривать в более широком плане, то «резкость» их должна исчезнуть, и мы окажемся перед фактом непрерывного и постепенного, в масштабе всей поверхности Земли, развития органического мира. Отсюда Лэпворс, естественно, приходит к мысли об *условности* стратиграфических границ вообще и о необходимости проводить эти границы, руководствуясь не их «резкостью» и не

тем, как они были проведены впервые Мурчисоном или Седжвиком, а их *рациональностью*, с точки зрения общих принципов стратиграфической классификации.

Схема Лэпворса в части выделения ордовика как самостоятельной системы была принята впоследствии большинством геологов, как Европы, так и Северной Америки и нашла свое отражение в Общей стратиграфической шкале. Но признание ее произошло далеко не сразу. В России, например, подобная схема деления была официально принята Межведомственным стратиграфическим комитетом лишь в 1955 и только с этого времени стала применяться на геологических картах. Схема Лэпворса удачно, по-видимому, разрешала проблему классификации «кембро-силурийских» отложений с формальной, номенклатурной стороны. Но она не снимала, по сути дела, ни одного из противоречий в трактовке объема и границ основных подразделений додевонских отложений палеозоя.

Весьма существенным шагом вперед на пути разрешения рассматриваемой проблемы явился доклад американского геолога Уолкотта (Walcott Ch., 1891) «Стратиграфическая последовательность кембрийских фаун в Северной Америке». В этом докладе Уолкотт установил для кембрия Северной Америки последовательность трех фаунистических «зон», снизу вверх: «зоны *Olenellus*», «зоны *Paradoxides*» и «зоны *Olenus*» (табл. 7).

Таблица 7

Схема расчленения кембрийской системы Уолкотта (Walcott Ch., 1891)

Отделы	Формации	Зоны
Нижний силур или ордовик		
Верхний кембрий	{ Потсдам, Нокс Тонто, Белл-Айл	} <i>Dicellosephalus</i> или <i>Olenus</i>
Средний кембрий	{ Сент-Джон, Брейнтри Авалон	} <i>Paradoxides</i>
Нижний кембрий	{ Джорджия, Терра Нова, Проспект	} <i>Olenellus</i>

В схеме Уолкотта впервые четко намечено трехчленное деление кембрийской системы. Но самое главное он установил наличие зоны *Olenellus* — более древних слоев, чем слои с *Paradoxides* (а слои с *Paradoxides* это типичная примордиальная (первая) фауна Барранда). Одновременно Уолкотт установил наличие зоны *Olenus* (или *Dicellosephalus*), заключающих фауну промежуточного характера между первой (примордиальной) и второй силурийскими фаунами Барранда. Тем самым значительно расширилась и одновременно уточнилась палеонтологическая характеристика тех отложений, которые суммарно рассматривались раньше как «примордиальные».

### **Вопросы к разделу 3:**

1. Укажите элементы сходства и основные различия в строении разрезов палеозоя Тюрингенской впадины и Пражского синклинория (Баррандии).
2. Опишите историю геологического развития Пражского синклинория в палеозое.
3. Чем обусловлено различие «силурийских фаун Барранда» ?
4. Проблема «палеонтологического перерыва» с точки зрения Лэпворса.
5. Какие геологические исследования привели к разрешению вопросов об объеме трех нижних систем палеозоя?

### **Рекомендуемая литература:**

- ЛЕОНОВ Г.П.* Основы стратиграфии. Т. 1. Изд-во МГУ, 1973, 527 с.
- ЛЕОНОВ Г.П.* Основы стратиграфии. Т. 2. Изд-во МГУ, 1974, 483 с.
- МЕЙЕН С.В.* Введение в теорию стратиграфии. М., Наука, 1989. 216 с.
- МЕННЕР В.В.* Биостратиграфические основы сопоставления морских, лагунных и континентальных свит. М.: Изд-во Ан СССР, 1962. 373 с.
- ПРАКТИЧЕСКАЯ СТРАТИГРАФИЯ* (Разработка стратиграфической базы крупномасштабных геологосъемочных работ) / Под ред. *И.Ф.Никитина, А.И.Жамойды*. Л.: Недра, 1984. 320 с.
- СТЕПАНОВ Д.Л., МЕСЕЖНИКОВ М.С.* Общая стратиграфия (Принципы и методы стратиграфических исследований). Л., Недра, 1979. 423 с.
- СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ КОДЕКС*. Изд. 2-е, дополненное. СПб.: изд. Межвед. Стратигр. Ком., 1992, 120 с.
- ДОПОЛНЕНИЯ* к Стратиграфическому кодексу России. Спб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. 112 с.